



VESIHUOLTOLINJAN RAKENTAMISELLE ASETETUT VAA- TIMUKSET

Juha Karppinen

Opinnäytetyö

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Juha Karppinen	
Työn nimi Vesihuoltolinjan rakentamiselle asetetut vaatimukset	
Päiväys	17.3.2011
Sivumäärä/Liitteet	100/17
Ohjaaja(t) Yliopettaja Pasi Pajula, Vastaava mestari Hannu Hokkanen, Kunnossapitoinsinööri Matti Kortteus	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) YIT Rakennus Oy, Varkaus	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Työn tavoitteena oli tehdä työn tilaajalle, YIT Rakennus Oy:lle Varkaudessa toimintaohjekortti putkitöiden toteuttamista varten. Työn taustana oli saada yritykseen käsikirja, jossa selostettaisiin vesihuoltotöiden toteuttaminen vaiheittain, ja joka toimisi työnjohtajien käsikirjana vesihuoltotyömailla. Tausta-aineistona toimi kadun saneerausurakka Varkauden keskustassa. Urakan yhteydessä rakennettiin kiertoliittymä ja uusittiin kadun alla kulkeva vesihuoltojärjestelmä.</p> <p>Saneerausurakan ja kirjallisuuden pohjalta kirjoitettiin työn teoriaosuus ja ohjekortti. Teoriaosuuksessa selostettiin putkilinjan rakentamisen vaiheet kaivannon kaivamisesta täyttötöihin. Lisäksi pohdittiin saneeraustyömaan vesihuoltorakentamisen onnistumisia ja asioita, joihin tulisi jatkossa kiinnittää enemmän huomiota. Arviointia pyrittiin tekemään monipuolisesti mm. työturvallisuuden, putkirakentamisen sekä sidosryhmien toiminnan kannalta.</p> <p>Työnjohtajan täytyy huolehtia useista erilaisista asioista projektin aikana, mutta hyvät suunnitelmat auttavat kokonaisuuden koossa pitämistä. Ohjekortin toimenpideluetteloon ja työn teoriaosaan verrattuna Wredenkadun työmaa sujui putkirakentamisen kannalta hyvin. Huolimattomuutta ilmeni ainoastaan kaivutöiden yhteydessä.</p>	
Avainsanat vesihuolto, putkityöt, ohje	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme: Construction Engineering			
Author(s) Juha Karppinen			
Title of Thesis Demands set on building water supply and sewerage system			
Date	17.3.2011	Pages/Appendices	100/17
Supervisor(s) Mr. Pasi Pajula, Principal Lecturer; Mr. Hannu Hokkanen, Responsible Foreman; Mr. Matti Kortteus, Maintenance Engineer			
Project/Partners YIT Rakennus Oy, Varkaus			
Abstract <p>The purpose of this thesis was to make a manual for YIT Rakennus Oy in Varkaus for carrying out plumb constructions. The company needed a handbook where the steps for building water supply and sewerage would be explained, and that would also be a handbook for foremen working on sites. The renovation contract of the street in Varkaus worked as a foundation for the thesis. Besides renovating the water supply and sewerage, a traffic circle was built as a part of renovation contract in Varkaus.</p> <p>The theory part and a manual based on the renovation contract and literature were written. In the theory part the chapters of construction of making a pipeline from an excavation point to a filling area were studied. In addition the success and things that should be taken into account in the future when building plumbs were estimated. Estimating was done by considering the work safety, plumbing and the actions of different groups related to the project.</p> <p>The foreman has to carry out many kinds of duties within the project, but good planning helps holding the ropes. When comparing the water maintaining site in Varkaus to the instructions and the theory part everything seemed to work well except for some carelessness while excavating.</p>			
Keywords water supply and sewerage, plumbing, instructions			

ALKUSANAT

Kiitän työn tilaajaa ja erityisesti YIT Rakennus Oy:n vastaavaa mestaria Hannu Hokkasta ja kunnossapitoinsinööri Matti Kortteusta mielekkään aiheen antamisesta sekä avusta ja arvokkaista tiedoista, jota olen saanut opinnäytetyön tekemisen aikana. Lisäksi kiitän työn ohjaavaa opettajaa, yliopettaja Pasi Pajulaa jolta olen saanut tukea ja hyviä neuvoja työn eteenpäin viemiseksi.

Juha Karppinen

17.3.2011

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	10
2	KUNNALLISTEKNISEN RAKENTAMISEN ERI OSAPUOLET JA VELVOITTEET .	11
2.1	Toimijoiden vuorovaikutus hankkeen aikana	11
2.2	Eri osapuolten velvollisuudet	11
2.2.1	Päätoteuttajan velvollisuudet	11
2.2.2	Tilaajan velvollisuudet	12
2.2.3	Asiakas	13
2.2.4	Muut ryhmät	13
2.2.5	Viranomaiset	13
2.2.6	Vesihuoltolaitos	13
2.2.7	Puhelin- ja kaapeliyhtiöt	14
2.2.8	Kaukolämpö	14
2.3	Wredenkadulla toimivat osapuolet	14
2.3.1	Urakan lähtötilanne	14
2.3.2	Alkukatselmus ja suunnitelmien teko	15
3	PÄTEVYYSSVAATIMUKSET	17
3.1	Työnjohtaja	17
3.2	Vesihuoltotöihin vaadittavat pätevydet	17
3.2.1	Vedenalaiset työt	18
3.3	Pätevyksien toteutuminen Wredenkadun työmaalla	18
4	RAKENTAMISPROSESSIN KUVAUS	19
4.1	Ennen kaivutyöhön ryhtymistä	19
4.1.1	Työmaan turvallisuussuunnitelma	19
4.2	Putkikaivannon teko	19
4.2.1	Muoviputken muodonmuutokset kaivannossa	21
4.2.2	Kaivantotyypin valinta	22
4.2.3	Kaivettavuus ja kuljetettavuus	23
4.3	Luiskattu kaivanto	23
4.3.1	Luiskien suojaaminen eroosiota vastaan	24
4.4	Tuettu kaivanto	25
4.5	Saneeraustyöt	25
4.6	Saneeraustöiden toteuttaminen	26
4.7	Kaivutöiden onnistuminen Wredenkadulla	27
5	VESIHUOLTOLINJAN RAKENTAMINEN	28
5.1	Erilaiset arinatyyppit	28
5.1.1	Kiviainesarina	28
5.1.2	Puarinat	29

5.1.3	Teräsbetoniarina	31
5.1.4	Teräslevyarina.....	31
5.2	Asennusalusta	33
5.2.1	Asennusalustan tiivistämiseksi asetetut vaatimukset.....	33
5.3	Putkien asentaminen	34
5.4	Alkutäyttö.....	34
5.4.1	Alkutäytön tiivistämiseksi asetetut vaatimukset	35
5.4.2	Alkutäytön laadun varmistaminen	36
5.5	Lopputäyttö.....	37
5.5.1	Lopputäytön tiivistämiseksi asetetut vaatimukset	37
5.5.2	Lopputäytön laadun varmistaminen	37
5.6	Veden virtaus kaivannossa	37
5.7	Putkityypit	38
5.8	Putkien vastaanottotarkastus.....	38
5.9	Rakentamisen aikainen valvonta	39
5.10	Verkoston puhdistus- ja koestusmenetelmät ennen käyttöönottoa.....	39
5.10.1	Vesijohdon huuhtelu	39
5.10.2	Vesijohdon painekoe	40
5.10.3	Vesijohdon desinfiointi.....	41
5.10.4	Viettoviemäriin tiiviyskoe	41
5.10.5	Jätevesiviemäriin videokuvaukset	42
5.11	Vastaanottotarkastus.....	42
5.12	Vesihuoltolinjan rakentaminen Wredenkadun urakassa.....	42
6	VESIHUOLTOLINJAN PUTKISTOT JA NIIDEN ASENNUSTYÖ	45
6.1	Vesijohdot.....	45
6.2	Muoviputki	45
6.2.1	PVC-, PE- ja PP-putket	45
6.3	Vesijohtojen asentaminen.....	46
6.4	Viemäriputkien asentaminen.....	46
6.5	Viettoviemäri.....	47
6.5.1	Viemäreiden kaltevuudet	47
6.5.2	Paineviemäri.....	48
6.6	Muoviputkien ja putkitarvikkeiden varastointi ja kuljetus.....	49
6.7	Betoniputki.....	50
6.7.1	Betoniputken asennusalusta.....	51
6.7.2	Liitosmenetelmät ja tiivisteet.....	52
6.7.3	Betoniputkien käyttö	52
6.8	Valurautaputki.....	52

6.8.1	SG-valurautaputkien valmistuksesta	53
6.8.2	Valurautaputken käyttöominaisuuksia	53
6.8.3	SG -valurautaputken asentaminen.....	53
6.9	Teräsputki	54
6.10	Asbestisementtiputki	54
6.11	Kupariputki.....	54
6.12	Liitostavat.....	55
6.12.1	Kumi- ja muovirengastiiviste	55
6.12.2	Puskuhitsaus	55
6.12.3	Sähköhitsaus	57
7	KAIVOT	59
7.1	Yleistä	59
7.1.1	Verkoston laitteiston sijoittamisesta	59
7.1.2	Kansisto.....	59
7.2	Kaivokortit.....	61
7.3	Kaivojen asentaminen työmaalla.....	61
7.3.1	Betonikaivo	61
7.3.2	Muovinen tarkastuskaivo ja -putki	61
7.4	Tarkastusputki.....	62
7.5	Hulevesikaivot.....	63
7.6	Betoniputken liittäminen kaivoon	64
7.7	Muoviputken liittäminen kaivoon.....	64
7.8	Vaatimukset tarkastuskaivoille ja –putkille.....	64
8	ROUTASUOJAUS	66
8.1	Yleistä routasuojauksesta	66
8.2	Eristeiden käyttö	69
8.3	Solumuovieristeet	69
8.4	Lämpöeristeen vaatimukset	69
9	TURVALLINEN RAKENTAMINEN	72
9.1	Henkilönsuojaimet.....	72
9.2	Kaivutyön turvallisuus	72
9.3	Louhintatyöt	72
9.4	Ympäröivän liikenteen huomioiminen	73
9.5	Sähköjohdot, putket ja kaapelit	74
9.6	Työturvallisuuden huomioiminen Wredenkadun työmaalla.....	75
10	JOHTOPÄÄTÖKSET	76
10.1	Mietteitä Wredenkadun putkitöiden onnistumisesta.....	76
	LÄHTEET	78

LIITTEET

- Liite 1 Toimintamalli putkirakentamisen toteuttamiseen
- Liite 2 Asukastiedote-esimerkki
- Liite 3 Malli painekoepöytäkirjasta
- Liite 4 Wredenkadun vesihuolto- ja kuivatussuunnitelma
- Liite 5 Wredenkadun saneeraustyömaan pituusleikkaus
- Liite 6 Esimerkki kaivokortista
- Liite 7 Työturvallisuus YIT:ssä -vihko

1 JOHDANTO

Vesihuollon palvelut ovat merkittävä osa yhteiskunnan hyvinvointia, eikä ilman vettä tulisi toimeen. Toimiva vesihuolto on asumiselle ja teollisuuden toiminnolle tärkeää. Kaikilla tulisikin olla mahdollisuus terveydellisesti moitteettomaan talousveteen, jäteveden huoltoon sekä viemärointiin. (RIL 124-1 2003, 53.) Vesihuoltolaissa määritellään vesihuolto vedenhankinnaksi, joka sisältää veden johtamisen, käsittelyn ja toimittamisen talousvedeksi. Tämän lisäksi se tarkoittaa viemärointiä, johon kuuluu jäteveden, huleveden ja perustusten kuivatusvesien poisjohtaminen ja käsittely. (Vesihuoltolaki 119/2001, 3 §.)

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kuvata vesijohto- ja viemärirakentamisen prosessin kulkua osana kunnallisteknistä rakentamista. Työn tilaajana on Varkauden kaupungin kunnallisteknisestä rakentamisesta ja ylläpidosta vastaava YIT Rakennus Oy. Raportin tavoitteena on tuottaa yritykselle laatukäsikirjan tyylinen ohjeistus vesihuoltorakentamisesta. Ohje on liitteessä 1. Ohje palvelee yritystä Varkaudessa, mutta myös muissa kunnissa, joissa vastaavanlainen sopimus kunnallisteknisestä rakentamisesta sekä katujen- ja viheralueiden hoidosta on tehty. Käsikirja auttaa yhtenäistämään rakentamisen laatua ja toimintatapoja sekä tarkkailemaan vesihuollon linjarakentamisen menettelytapoja kunnissa. Työ auttaa samalla tilaajaa hahmottamaan työn teossa mahdollisesti kehitettäviä asioita. Opinnäytetyössä keskitytään tarkastelemaan rakentamisen aikaisia toimintoja putkikaivannon kaivamisesta sen täyttöön.

Opinnäytetyö sisältää kuvia Varkauden Wredenkadun kiertoliittymätyömaalta. Työmaa on liitetty tähän työhön siitä syystä, että se erottuu urakoitsijalle kuuluvista kunnan pienistöistä laajuudessaan. Urakan tarkoituksena oli keskustan huonokuntoisen katualueen kokonaissaneeraus ja kiertoliittymän rakentaminen. Työn yhteydessä uusittiin vesihuoltolinja, rakennekerrokset ja päällysrakenne, sekä parannettiin alueen liikenneturvallisuutta ja viihtyvyyttä. Urakka oli Varkauden kaupungille tärkeä toteuttaa ja se sai myös taloudellista tukea EU:lta. Rakentaminen herätti paljon keskustelua jo paljon ennen kuin se edes aloitettiin, eikä kunnan päättäjienkään keskuudessa rakentamisen hyötynäkökuilmista oltu täysin samaa mieltä. Urakka sai jo kesällä kielteisen päätöksen kunnanvaltuustossa, mutta asiasta äänestettiin tämän jälkeen vielä toistamiseen jonka jälkeen urakka saatiin alkuun. Urakka-alueita tosin supistettiin jonkin verran alkuperäisestä. Tärkeänä osana saneerausurakkaa oli kadun vesihuollon uusiminen, joka monipuolisuutensa ja haastavuutensa vuoksi toimii oivana esimerkkitapauksena putkirakentamisesta ja sen vaiheista. Vesihuoltotöitä tuli vastaan kesän aikana useita, mutta katsoimme työn tilaajan kanssa järkeväksi tarkastella yhtä laajaa kokonaisuutta usean pienemmän sijaan.

2 KUNNALLISTEKNISEN RAKENTAMISEN ERI OSAPUOLET JA VELVOITTEET

2.1 Toimijoiden vuorovaikutus hankkeen aikana

Vesihuoltorakentamisessa mukana olevia eri osapuolia ovat tilaaja, urakoitsija, konsultti, asiakas, erilaiset järjestöt, viranomaiset, vesilaitos sekä puhelin-, kaapeli- ja kaukolämpöyhtiöt. Mukana olevien toimijoiden verkosto on siis laaja. Yhteistyön rakentaminen näiden ryhmien kesken ennen urakkaa ja urakan aikana, kuin myös lopussa olisi hyvä muistaa. Töiden yhteensovittaminen, toimivan yhteistyön luominen ja esimerkiksi asiakkaan tyytyväisyys ovat tekijöitä, joita voi olla joskus hankala toteuttaa, mutta johon kuitenkin olisi hyvä aina pyrkiä. Vuorovaikutuksen merkitystä rakentamisessa ei tulisi väheksyä, vaan ajatella sen ennemminkin olevan osa tiivistä pohjaa, mikä mahdollistaa kestävän lopputuloksen syntymisen. Useiden eri ryhmien keskinäinen vuorovaikutus mahdollistaa urakan onnistumisen hyvän laadun ja rakentamisen tehokkuuden näkökulmasta. Hyvä vuorovaikutus ehkäisee urakan aikaisten ristiriitojen syntymisen, mutta myös urakan jälkipuinnin vähenemisen. Vuorovaikutuksen toimivuus ja asioista tiedottaminen on urakoitsijalle myös imagokysymys. Töiden tiedottamisesta eri ryhmille vastaa yleensä työnjohtaja. Kaaviokuva osapuolten välisistä sidoksista on esitetty kuvassa 1.

2.2 Eri osapuolten velvollisuudet

Valtioneuvoston päätöksessä rakennustyön turvallisuudesta säädetään rakentamishankkeen osapuolten yleiseksi velvollisuudeksi huolehtia, että työstä ei aiheudu vaaraa työntekijöille, tai työmaan lähiympäristössä liikkuville henkilöille. (Valtioneuvoston päätös 738/2002, 2.luku, 8 §.)

2.2.1 Päätoteuttajan velvollisuudet

Päätoteuttajana toimii rakennushankkeen pääurakoitsija, pääasiallista määräysvaltaa käyttävä työnantaja tai sellaisen puuttuessa rakennuttaja. Päätoteuttajalla on vastuu työntekijöiden perehdyttämisestä ja opastuksesta turvalliseen työskentelyyn työmaalla. (Valtioneuvoston asetus 205/2009, 1.luku, 2 §, 3§.)

Päätoteuttajan velvollisuutena on esittää työn tilaajalle tarvittavat työturvallisuutta koskevat suunnitelmat kirjallisena, joista ilmenee työn ja työvaiheiden turvallinen toteutustapa. Päätoteuttajan on tarkasteltava riittävässä laajuudessa työmaan yleisistä työtehtävistä, työskentelyolosuhteista ja ympäristöstä aiheutuvia vaaratekijöitä, sekä esitettävä

keinoja niiden poistamiseksi. Jos niitä ei voida poistaa, arvioida niiden vaikutusta työskentelyyn ja työntekijöiden sekä lähiympäristössä liikkuvien ihmisten terveyteen. (VNa 205/2009, 2.luku, 10 §.)

Päätoteuttajan vastuulle kuuluu tehdä asianomaiselle työsuojeluviranomaiselle ennakoilmoitus työmaasta, joka kestää yli kuukauden ja jolla työskentelee yli 10 työntekijää itsenäiset työsuorittajat mukaan laskettuna. Edellisten lisäksi työmaasta, jolla henkilötyöpäiviä arvioidaan kertyvän reilut 500 päivää on myös tehtävä ilmoitus. Ennakoilmoitus annetaan tiedoksi myös työn tilaajalle. (VNa 205/2009, 1. luku, 4 §.)

Ennen kuin urakoitsija voi aloittaa työt rakennuskohteessa, töiden aloittamista varten täytyy hakea tarvittavat luvat. Tiettyä työvaihetta varten on mahdollista hakea lupaa myös rakentamisen aikana ennen työvaiheen aloittamista. Tarvittavia lupia ovat muiden muassa

- lupa tilapäisille liikennejärjestelyille
- kaivulupa
- lupa työalueen aitaamista varten
- lupa melua aiheuttavaa työtä varten
- yötyölupa
- erikoiskuljetuslupa
- terveydelle haitallisen työn lupa. (Suomen Kuntaliitto 2002, 10.)

2.2.2 Tilaajan velvollisuudet

Tilaajan eli rakennuttajan velvollisuutena on nimetä yhteiselle työmaalle päätoteuttaja. Jos työmaalle ei ole valittu päätoteuttajaa, niin rakennuttaja vastaa myös päätoteuttajan velvollisuuksista. (VNa 205/2009, 1. luku, 6 §.)

Rakennuttaja huolehtii, että rakennushankkeen suunnittelussa ja töiden toteutuksessa otetaan huomioon turvallisuusnäkökohdat. Rakennuttaja tekee rakentamisen suunnittelua ja valmistelua varten turvallisuusasiakirjat. Rakennushanketta varten laaditaan kirjalliset turvallisuussäännöt, joita päivitetään tarpeen vaatiessa. Asiakirjat toimitetaan päätoteuttajalle ja suunnittelijoille ja ne tarkastellaan yhdessä läpi. (VNa 205/2009, 2. luku, 7 §.)

2.2.3 Asiakas

Yhteiskunnan toimiva vesihuolto on yksi ihmisten hyvinvoinnin varmistamisen peruspalveluista (Katko 1996, 8). Vesihuoltoa rakennetaan asiakasta varten. Voitaisiinkin sanoa, että vesihuollon rakentamisella pyritään tyydyttämään yksi ihmisen perustarpeista.

Asiakkaan huomioiminen rakentamisen yhteydessä on pitkälti tiedottamista. Asiakkaalle olisi hyvä tiedottaa ajoittain rakentamisen etenemisestä tai ainakin sen aloittamisesta ja valmistumisesta. Jos asiakkaalle rakennetaan uutta vesihuoltoa vanhan tilalle, olisi urakoitsijan edustajan eli työnjohtajan ilmoitettava käyttökatkoksista vedenjakelussa ja veden käytössä. Näissä tilanteissa asiakas on hyvin helppo saada närkästyämään jos tietoa ei jaeta hänelle riittävän ajoissa. Työnjohtajalla on siis perustellusti vastuu tiedottamisesta, eikä hänen pitäisi väheksyä sen merkitystä. Asukastiedotteesta on esimerkki liitteessä 2.

2.2.4 Muut ryhmät

Tähän ryhmään voidaan liittää tavarantoimittajat. Lisäksi erityisesti ne, jolle vesihuoltotöiden aloittamisesta tulisi ilmoittaa eli ryhmille, joiden liikkumiseen, liikennöintiin tai muuhun toimintaan työt vaikuttavat. Liikennejärjestelyjen suunnittelussa tulee ottaa huomioon joukkoliikenteen ja jakeluliikenteen kulkureitit, raskas liikenne, hälytysajoneuvot sekä liikuntaesteiset ja näkövammaiset.

2.2.5 Viranomaiset

Vesihuoltorakentamisen tai huoltotöiden yhteydessä voidaan joutua kaivamaan katu tai tie auki, jolloin siitä muodostuu rasite tai jopa este tiellä liikkujille. Tästä syystä rakentamistöistä tulee ilmoittaa paikalliselle pelastusviranomaiselle ajoissa ennen kaivutöihin ryhtymistä. Ilmoitus tehdään viranomaiselle paikallisen sopimuksen tai tavan mukaisesti. Ilmoitus voidaan jättää sähköpostitse, mikä voi olla tavallisin tapa, tai se voidaan hoitaa puhelimitse. Tärkeintä on kuitenkin varmistaa viestin perille meno.

2.2.6 Vesihuoltolaitos

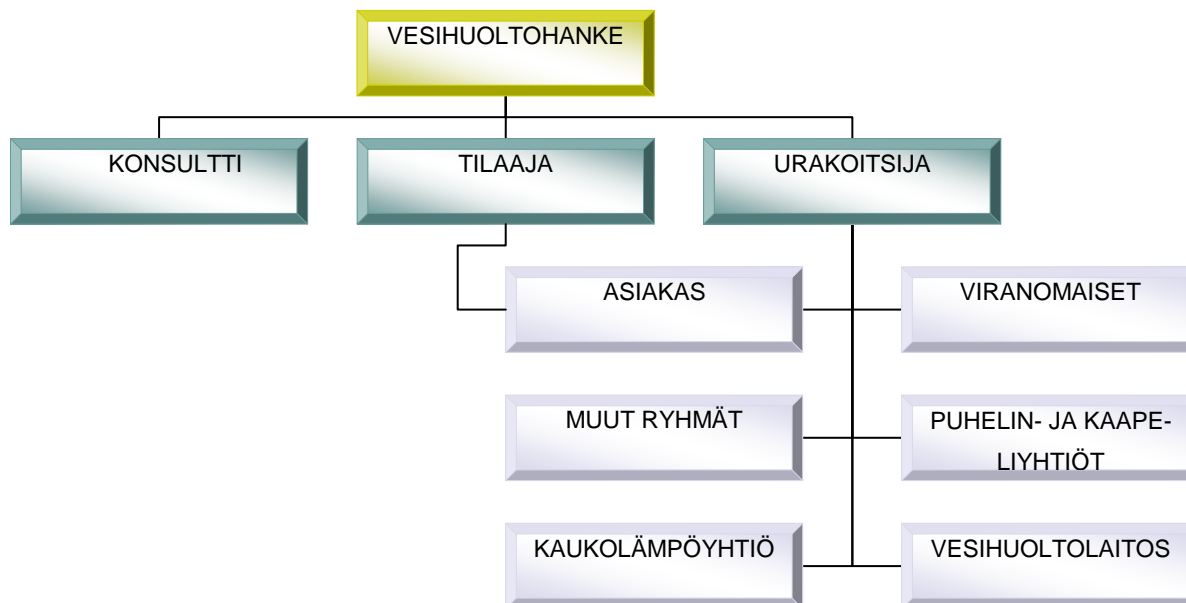
Vesihuoltolaitoksen toimenkuva voi olla vaihteleva urakan mukaan. Jos laitos ei ole toteuttamassa vesihuollon rakentamista, sen tulee kuitenkin olla tietoinen verkostoon liittyvistä toimenpiteistä. Urakoitsijan tulisi informoida vesilaitosta esimerkiksi urakan aikana tapahtuvista vesikatkoksista. Vesihuoltolaitoksen tehtävistä ja velvoitteista on kerrottu vesihuoltolaissa 119/2001.

2.2.7 Puhelin- ja kaapeliyhtiöt

Puhelin- ja kaapeliyhtiöiltä tulisi aina pyytää näyttö kaapeleista maastoon ennen kaivutöiden alkamista. Erilaisia näytettäviä kaapeleita ovat puhelin-, valaistus- ja sähkökaapelit, joita voi risteillä katurakenteessa yllättävissäkin paikoissa. Monesti kaapelit kulkevat samassa kaivannossa keskenään, mutta poikkeamiakin löytyy. Siksi on tärkeää, että ne merkitään varmasti ja selkeästi. Merkintöjen säilyminen varmistetaan vahvistamalla niitä töiden edetessä.

2.2.8 Kaukolämpö

Kaukolämmön toimittamisesta vastaavalta yhtiöltä pyydetään näyttö putkien sijainnista ennen kaivutöiden aloittamista. Tarvittaessa näyttöjä voidaan pyytää useampi aina työn edetessä.



KUVA 1. Kaaviokuva vesihuoltorakentamisessa mukana toimivista ryhmistä. Kuva kertoo mukana toimivien ryhmien keskinäisistä suhteista. Konsultti, tilaaja ja urakoitsija toimivat hankkeessa tiiviisti yhteistyössä. Tilaaja ja asiakas ovat yhteyksissä keskenään, mutta urakoitsijalla on pääosin vastuu yhteydenpidosta muihin hankkeen vaikutuspiirissä oleviin ryhmiin.

2.3 Wredenkadulla toimivat osapuolet

2.3.1 Urakan lähtötilanne

Työt aloitettiin Wredenkadulla elokuun alussa 2010. Kiertoliittymäprojektin tilaajana toimi Varkauden kaupunki. Pää toteuttajana projektissa työskenteli kaupungin kunnallistekniikan rakentamisesta vastaava YIT Rakennus Oy. Projektin suunnittelu puolesta vastasi Finnish Consulting Group Kuopiosta.

Eri toimijoita olivat vesilaitos, kaapeli- ja puhelinyhtiöt sekä kaukolämmön toimittamisesta Varkaudessa vastaava Aluelämpö Oy. Kunnan vesilaitos ei itse osallistunut rakentamistyöhön, mutta päätoteuttajan velvollisuuksiin kuului pitää vesilaitos ajan tasalla putkistöiden etenemisestä. Vesilaitokselle ilmoitettiin muiden muassa rakentamisen aikaisista vesikatkoksista. Kaapelinäyttöjen pyyntö aloitettiin pyytämällä näyttö Johtotieto Oy:ltä. Heidän kauttaan paikalle tulivat eri puhelinkaapeleiden, DNA:n ja Soneran, näytöistä vastaavat urakoitsijat. Sähkökaapelinäytön antoi Voimatel, joka kertoi myös kadun alla olevasta paikalliselle voimalaitoskomponentteja valmistavalle yritykselle kuuluvasta kaapelista. Kaapelin sijaintia tiedusteltiin tehtaalta, ja he toimittivat tarvittavan kaapelikartan, jotta se saatiin merkittyä maastoon. Varovaisuudesta huolimatta kaapeli katkesi kaivutöiden aikana, minkä seurauksena sähköt katkesivat pariltakin teollisuusalan toimijalta joksikin aikaa. (Hokkanen 26.11.2010.)

2.3.2 Alkukatselmus ja suunnitelmien teko

Ennen vesihuoltorakentamisen aloitusta tulevalla työmaa-alueella suoritettiin katselmus, jossa mietittiin työmaakopin ja varastoalueen sijoituspaikkaa. Sähköt päätettiin ottaa sähkötolpasta kaupungintalon paikoitusalueen vierestä. Putkien varastointialue päätettiin sijoittaa Ahlströminkadun kaupungintalon puoleiseen päähän, jossa läpiajoliikennettä ei ole ja maasto on suhteellisen tasainen. Työvälineet, liitospaleet ym. varastoitiin lukittavaan varastokoppiin, joka sijoitettiin työmaakopin viereen Wredenkadun varteen.

Liikennejärjestelysuunnitelma tehtiin ja esitettiin tilaajalle noin reilu viikkoa ennen urakan alkamista. Suunnitelma paloiteltiin kaikkiaan neljään eri työvaiheeseen, jossa liikennejärjestelyt poikkesivat toisistaan osin merkittävästikin. Tilaaja oli suunnitelmiin tyytyväinen ja ne hyväksyttiin.

Tilaajan ja päätoteuttajan välillä tehtiin tarvittavat lupa- ja turvallisuusasiakirjat sekä suunnitelmat seitsenvuotisen urakkasopimuksen yhteydessä. Asiakirjat olivat näin ollen kunnossa myös Wredenkadun projektissa. Koko urakalle määritettiin myös asianmukainen turvallisuuskoordinaattori, joka vastaa rakentamishankkeen eri vaiheissa terveyteen ja turvallisuuteen liittyvien toimintojen yhteensovittamisesta. (Hokkanen 26.11.2010; VNa 205/2009, 2 luku, 5 §.)

Pelastuslaitokseen oltiin yhteydessä hyvissä ajoin ennen liikennejärjestelyjen muuttamista ja urakan alkamista. Ilmoitus jätettiin sähköpostitse kahdelle alueen pelastustoitimesta vastaavalle henkilölle. Paikalliselle näkövammaisten yhdistykselle ilmoitettiin puhelimitse liikennejärjestelyjen muuttumisesta. Ilmoituksissa kerrottiin työmaan sijainti ja rajattavat alueet sekä työmaan arvioitu kesto. Näiden lisäksi ilmoitettiin vaihtoehtoiset lii-

kenteen vaatimat kulkureitit työmaa-alueen ohi. Muiden muassa Wredenkadulla sijaitsevalle uimahallille johtava pelastustie otettiin huomioon siten, että uimahallin paikoitusalueelle luiskattiin kevyenliikenteenväylän yli väliaikainen ajotie kylmäasfaltilla. Varkauden joukkoliikenteestä vastaavalle toimijalle ilmoitettiin liikennejärjestelyjen muuttumisesta. Tilaaja sopi liikennöitsijän kanssa, että linja-autoreittiä muutettaisiin hieman työmaa-alueen ympäristössä. Muutoksesta tehtiin ilmoitukset, jotka jaettiin työmaa-alueen läheisyydessä sijaitseville pysäkeille linja-autoliikennettä käyttävien tiedoksi.

Ihmisiä asui ja työskenteli työmaa-alueen lähistöllä paljon. Heille ilmoitettiin kahta päivää aikaisemmin vedenjakelun katkeamisesta joko puhelimitse tai toimittamalla ilmoitukset porraskäytäviin ja yritysten toimitiloihin tai infopisteisiin. Huolimattomuudesta johtuen itse työmaan vieressä sijainnut kaupungintalo jäi ilmoitusta vaille, ja se joutui olemaan työteknisestä vedenjakelun katkaisusta tiedottomana jonkin aikaa. Työt aloitettiin aamuyöstä ja vesi saatiin palautettua verkostoon muutaman tunnin työnteon jälkeen, eikä katkosta joutunut kärsimään kukaan kovinkaan kauaa.

3 PÄTEVYYSSVAATIMUKSET

3.1 Työnjohtaja

Työn suorituksesta ja sen laadusta työmaalla vastaa työnjohtaja. Työnjohdon vastuualueisiin kuuluvat muiden muassa

- töiden ja työtehtävien suunnittelu
- koneiden ja laitteiden kunnon valvonta sekä viikkotarkastukset
- turvallisten työmenetelmien valvonta ja työturvallisuusmittaukset
- henkilösuojainten käytön valvonta
- työntekijöiden työhön perehdyttäminen. (Ympäristöhallinnon ohjeita 5/2006, 19.)

Työnjohtaja vaaditaan rakennustöihin, jotka edellyttävät lupaa tai muuta viranomais hyväksyntää. Tarpeen vaatiessa työmaalla voi toimia myös erityisalan työnjohtajia. Vastaavalla työnjohtajalla tulee olla rakennushankeen laadun ja tehtävän vaativuuden edellyttämä koulutus ja kokemus. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 17 luku, 122 §.)

3.2 Vesihuoltotöihin vaadittavat pätevyudet

Kunnallisen sektorin putkiasentajille ei ole olemassa omaa koulutusohjelmaa. Tämä luo haastetta putkitöiden teettäjille ja niitä tekeville, sillä suuri osa kokeneista ja ammattitaitoisista putkiasentajista kuuluu tällä hetkellä siihen ikäluokkaan, jotka jäävät lähitulevaisuudessa eläkkeelle. Urakoitsijan kokemus on kilpailutilanteessa merkittävä, mikä tuo haasteita sekä pienille, mutta myös suuremmille yrityksille. (Sillsten 28.11.2010.)

Pätevyyksiä, joita esimerkiksi Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä vaatii putkitöitä tekeviltä urakoitsijan työntekijöiltä ovat seuraavat:

- vesihygieniapassi
- työturvallisuuskortti
- tulityökortti
- ensiapukortti
- tieturva 1
- tieturva 2 (työnjohdolle)
- pääkaupunkiseudun katutyökortti (työnjohdolle). (Sillsten 28.11.2010.)

Putkijohtotöitä tekeviltä vaaditaan voimassa oleva vesihygieniapassi sekä tieturva 1 - ja työturvallisuuskortti (Hokkanen 22.11.2010). Vesihygieniapassi-koulutusta eli osaamistestausta järjestää Suomessa muiden muassa Vesi- ja viemärilaitosyhdistys. (Vesi- ja viemärilaitosyhdistys, 8).

Varsinaista hitsauspätevyyttä putkitöitä tekeville urakoitsijoilta ei vaadita. Työn täytyy kuitenkin vastata tilattua laatua. Mahdolliset viat tulevat vastaan koetuksissa tai viimeistään takuuajana käyttöönoton yhteydessä ja silloin ne korjautetaan. Törkeä työvirhe korjautetaan, vaikka takuuajaksi olisi umpeutunutkin. (Sillsten 28.11.2010.)

3.2.1 Vedenalaiset työt

Vedenpinnan alaisia töitä tekevältä henkilöltä vaaditaan pätevyys tehdä sukellustöitä. Pätevyys määräytyy työn laadun ja vaativuuden mukaisesti. Sukellustyöntekijän pätevyys täytyy tarkistaa sitä koskevasta todistuksesta ennen työsuhteen solmimista ja sukellustyön alkamista. (RATU TT 16-00599; VNa 205/2009, 18.luku, 81 §.)

3.3 Pätevyysien toteutuminen Wredenkadun työmaalla

Putkitöitä tekeville rakentajilta tarkastettiin vaadittavien pätevyysien voimassaolo ennen urakan alkua. Heiltä vaadittiin suoritettu vesihygieniakoulutus, tieturva 1 -kortti ja työturvallisuuskortti. Työnjohdolta ei vaadittu vesihygieniapassia Wredenkadun työmaan aikana, vaan tiedot ja taidot putkirakentamisesta pohjautuivat vuosien kokemukseen putkitöistä ja niiden suunnittelusta. Vesihygieniapassin suorittaminen voisi kuitenkin olla hyvä lisä työnjohdon ammatillisen pätevyyden lisäämiseksi. Kokeneemmille työjohtajille kurssin käyminen toimisi ehkä lähinnä osoituksena ja todistuksena pätevydestä, mutta varmasti myös hyvänä tietojen päivittämisenä.

Työnjohdolta vaadittiin voimassa olevat tieturva 1 -kortti sekä työturvallisuus- ja ensiapukortti. Lisäksi työnjohdolla tulisi olla käytynä tieturva 2 -kurssi, sillä työnjohdon vastualueeseen kuuluivat liikennejärjestelysuunnitelmien tekeminen. Työmaan alkaessa työnjohdolla ei kuitenkaan ollut voimassa olevaa tieturva 2 -koulutusta. Syksyn aikana tilanne korjautui (Hokkanen 3.12.2010).

4 RAKENTAMISPROSESSIN KUVAUS

4.1 Ennen kaivutyöhön ryhtymistä

Ennen kaivutyöhön ryhtymistä selvitetään maaperän laatu sekä kaivualueella ja sen läheisyydessä olevien kaapeleiden, johtojen ja putkistojen sijainti (RATU TT 10-00101, 1). Lisäksi täytyy selvittää, millaisia ympäristövaikutuksia kaivutyöstä seuraa sekä mahdolliset suojattavat rakenteet ja alueet. Alustavassa töiden suunnittelussa otetaan huomioon kaivutöiden vaikutukset kuivatus- ja pohjavesiolosuhteisiin. (Tiehallinto 2005, 8.)

Työnjohtajien ja valvojien täytyy ennen kaivannon kaivutöiden aloittamista tarkistaa

- onko kaivantosuunnitelma tehty ja pohjaolosuhteet (maakerrokset ja pohjavesi) otettu huomioon
- onko pohjavedenpinnan korkeus otettu huomioon
- ulottuuko kaivanto pohjavedenpinnan alapuolelle
- onko kaivettavalla alueella kaapeleita, johtoja, putkia tai muita rakenteita
- tehdäänkö putkien perustustyö kuivatyönä vai vedenalaisena
- tarvitseeko pohjavedenpintaa alentaa, ja millä keinolla se voidaan tarvittaessa tehdä
- syntyykö pohjavedenpinnan alentamisesta haittaa ympäristölle. (RIL 194-1992 1992, 89.)

4.1.1 Työmaan turvallisuussuunnitelma

Ennen työmaan aloittamista päätoteuttaja laatii työmaan turvallisuussuunnitelman, jonka pohjana ovat tilaajan turvallisuusasiakirjassa esittämät vaatimukset. Turvallisuussuunnitelmaan liittyy riskien arviointi, jossa päätoteuttajan tehtävänä on tunnistaa työtehtävistä, työolosuhteista ja työympäristöstä mahdollisesti aiheutuvia haitallisia ja vaarallisia tekijöitä. Urakoitsijan on pyrittävä poistamaan ne asianmukaisin keinoin tai jos niitä ei voida poistaa, arvioida niiden merkitystä työmaalla työskentelevien ja ympäristössä liikkuvien turvallisuuteen ja terveyteen. Päätoteuttajan on suunnitelman teossa huomioitava rakennuttajan turvallisuusasiakirjassa esittämät vaatimukset. (VNa 205/2009, 2 luku, 10 §.)

4.2 Putkikaivannon teko

Yhdyskunnan vesihuoltojärjestelmä laitteineen rakentuu tyypillisesti maanpinnan alapuolelle. Monesti putkistot myös seuraavat kuntien katuverkostoja. Työn suorittamiseen vai-

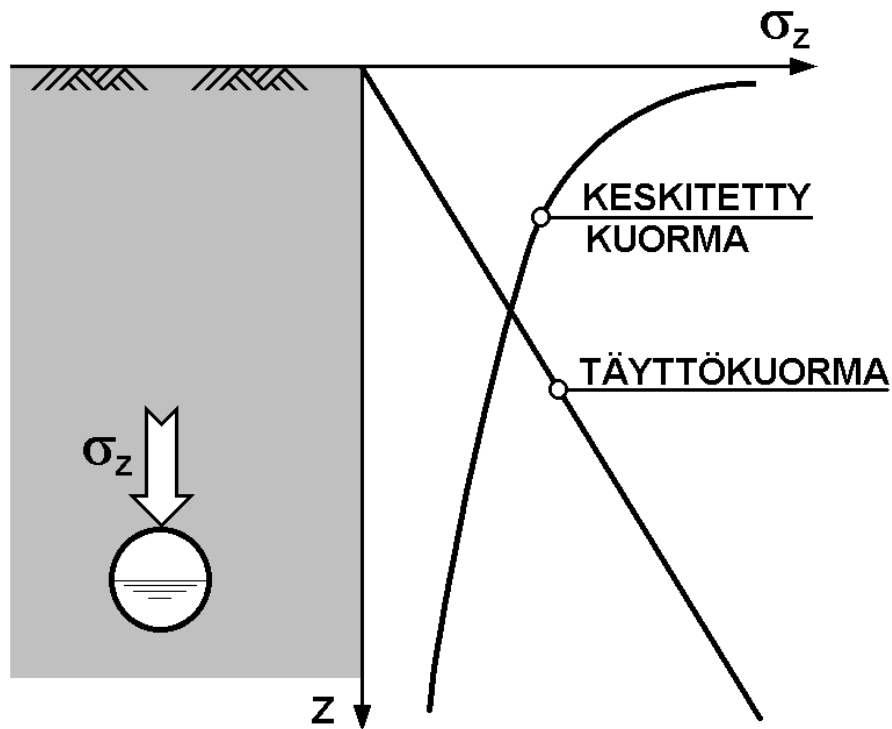
kuttaa monia rakentajasta riippumattomia tekijöitä, jotka voivat hankaloittaa ja hidastaa kaivutyötä merkittävästikin. Kun kaivaminen vaikeutuu, kasvavat samalla myös kaivutyön kustannukset. Hankalien olosuhteiden hallinta voi vaatia myös erityisasiantunte-
musta. (Rantamäki & Tamminen 2006, 104.)

Putkikaivannon rakentamisessa voi tulla ongelmia, jos

- kaivanto joudutaan kaivamaan syväksi
- poiskaivettavien massojen ominaisuudet ovat kaivutyön suorittamisen näkökul-
masta epäedulliset
- kaivanto sijaitsee avovedessä
- kaivanto ulottuu syvälle pohjavesipinnan alapuolelle
- kaivutyö joudutaan toteuttamaan ahtaassa tilassa
- ympäröivät rakenteet, perustukset, kaapelit sekä johdot vaikeuttavat kaivutöitä
- ympäröivän liikenteen kulkutiet aiheuttavat häiriötä tai liikenne aiheuttaa tärinöitä
- sääolosuhteet vaikeuttavat työskentelyä. (Rantamäki & Tamminen 2006, 104)

Painumat ja maan routiminen ovat eräitä tärkeimpiä huomioon otettavia asioita järjes-
telmän toimivuuden ja ehjänä pysymisen kannalta. Painumien ja maan routivuudesta ai-
heutuvien vahinkojen ehkäisemiseksi otetaan huomioon kaivannon pohjaolosuhteet,
täyttömateriaalit, eristäminen, mahdollinen putkien lämmitys sekä tiivistämisen laatu.
Putkitöiden seurauksena maapohjan kuormittuminen ei tavallisesti muutu olettaen, että
maanpinta pysyy lähellä alkuperäistä tasoaan ja maan pintakuormaa ei lisätä. Jos maa-
pohja on häiriintyvää ja pehmeää, niin se voi kaivu- ja putkitöiden seurauksena häiriintyä
ja löyhtyä. Tämä edesauttaa painumien muodostumista täyttötöiden jälkeen. Putken
koolla, materiaalilla, tyypillä, käyttötarkoituksella, liitosmenetelmällä ja ympäristön olo-
suhteilla on merkitystä siihen, kuinka hyvin putki kestää muodonmuutoksia, taipumista ja
painumista. (Rantamäki & Tamminen, 225)

Kuvassa 2 on esitetty maahan asennettuun putkeen kohdistuvia kuormia. Maatäytön ja
maanpinnalta tulevien pintakuormien ja keskitettyjen kuormien vaikutuksesta putkiin
kohdistuu painetta. Täytöstä putkeen kohdistuvan kuorman (täyttökuorma) suuruus kas-
vaa suoraviivaisesti peitesyvyyden kasvaessa. Keskitetty kuormitus aiheutuu maanpin-
nalla kulkevista ajoneuvoista ja esimerkiksi työkoneista. Kuormitus pienenee kuitenkin
nopeasti putkien peitesyvyyden kasvaessa. Yleisesti näiden kuormitusten yhteisvaikutus
on pienimmillään, kun putket ovat peitettyinä 1,0...2,5 metrin syvyydelle maanpinnasta.
(Rantamäki & Tamminen, 226.).



KUVA 2. Maahan asennettuun putkeen kohdistuvat kuormitukset.
(Rantamäki & Tamminen, kuva 5, 226; © Gaudeamus – Helsinki University Press.)

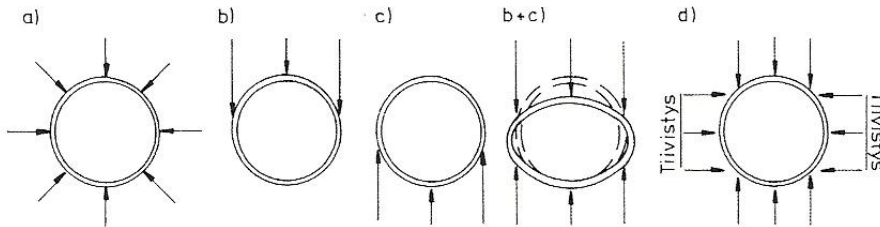
4.2.1 Muoviputken muodonmuutokset kaivannossa

Ideaalisena tavoitteena on, että maahan asennettava putki säilyttää asennusaikaisen muotonsa tasaisen maan- ja pohjavedenpaineen ansiosta. Käytännössä kuormitukset putken ympärillä voivat kuitenkin olla epätasaisia, jolloin putken muoto muuttuu asennuksenaikaisesta muodosta. (RIL 77-2005 2005, 44.)

Putken yläpinta voi kuormittua muuta pintaa enemmän päällä olevien täyttöjen voimasta (kuva 3, b). Koska viettojohto vaatii asennusalustalta pysyvyyttä, se voi aiheuttaa lujuu- tensa vuoksi kuormitusta putken alapintaan (kuva 3, c). Putki saattaa myös litistyä put- ken ala- ja yläpinnasta, mikäli putken sivuttainen tukivoima ei riitä pitämään sitä koossa (kuva 3, b+c). Sivuttaissuuntaisen tuen riittämättömyys on seurausta rakentamisaikai- sesta huonosta tiivistyksestä tai siitä, että täyttömateriaali ei ole ollut tasalaatuista. Kun putken sivujen tiivistäminen on hoidettu huolellisesti, putki säilyttää muotonsa kaivan- nossa muuttumatta paljoakaan. (RIL 77-2005 2005, 44-45.)

Tavallisesti alun perin pyöreänmuotoinen muoviputki muuttuu kaivannossa erisuuruisten kuormitusten johdosta soikeaksi eli deformoituu. Muodonmuutos pysähtyy, kunnes pai- ne putken ympärillä jakaantuu tasaisesti. Muodonmuutostutkimuksissa on todettu, että putkea ympäröivät kuormitukset stabilisoituvat noin 1-2 vuoden kuluttua asentamisen jälkeen. (RIL 77-2005 2005, 45.)

Putken pitkäaikaisen toimivuuden takaamiseksi putken muodonmuutokselle asetetaan raja-arvo, jota se ei saa ylittää. Arvo ilmaisee asennusta edeltävän putken sisähalkaisijan ja asennetun putken sisähalkaisijan muutoksen prosentteina. Muoviputken suunniteltu toimintaikä on 50 vuotta, jonka aikana se ei saa ylittää sille laskettua 15 prosentin raja-arvoa. Raja-arvon laskentaan katsotaan kuuluvaksi myös mahdollinen varastoinnin aikainen muodonmuutos.



KUVA 3. Muoviputkeen kohdistuvan maanpaineen vaikutus. (RIL 77-2005, kuva 1, 44; © Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.)

4.2.2 Kaivantotyyppin valinta

Kaivantotyyppin valinnalla on merkitystä työn turvalliseen toteuttamiseen, kaivukustannuksiin sekä työskentelyolosuhteisiin. Kaivanto voidaan tehdä luiskattuna tai tuettuna kaivantona. Merkittävimpänä valintakriteerinä ovat taloudelliset tekijät näiden kahden kaivantotyyppin välillä. Lisäksi täytyy ottaa huomioon maaperän pohjavesi- sekä geotekniset olosuhteet. Luiskatun kaivannon teko vaatii tuettua kaivantoa enemmän tilaa. Luiskauksen johdosta poiskaivettavien maamassojen määrä luiskissa kasvaa sitä mukaa mitä syvempää kaivantoa kaivetaan. Yleisesti ottaen luiskattu kaivanto on taloudellisesti kannattavampi tehdä. Jos kaivanto joudutaan ulottamaan hyvin syvälle, niin kaivannon tukeminen voikin muodostua kannattavammaksi vaihtoehdoksi. Liikenteen, rakennusten tai johtojen ja kaapeleiden aiheuttama tilan ahtaous voi myös vaatia käyttämään tuettua kaivantoa. (Rantamäki & Tammirinne 2006, 104.)

Kaivuajankohta, sääolosuhteet ja kaivannon käyttöaika liittyvät osana kaivantotyyppin valintaan. Erityisesti siltti- ja silttimoreenimaissa sääolosuhteilla on paljon merkitystä. Tällöin maaperässä oleva vesi ja roudan sulaminen voivat muuttaa maan peräti juoksevaksi, jolloin kaivanto kannattaa tehdä tuettuna. Tämä on myös työturvallisuuden kannalta perusteltu valinta. Työturvallisuusnäkökulma tulisikin pitää erityisesti mielessä, kun mietitään toteutustapaa tuetun ja luiskatun kaivannon välillä. (Rantamäki & Tammirinne 2006, 105.)

4.2.3 Kaivettavuus ja kuljetettavuus

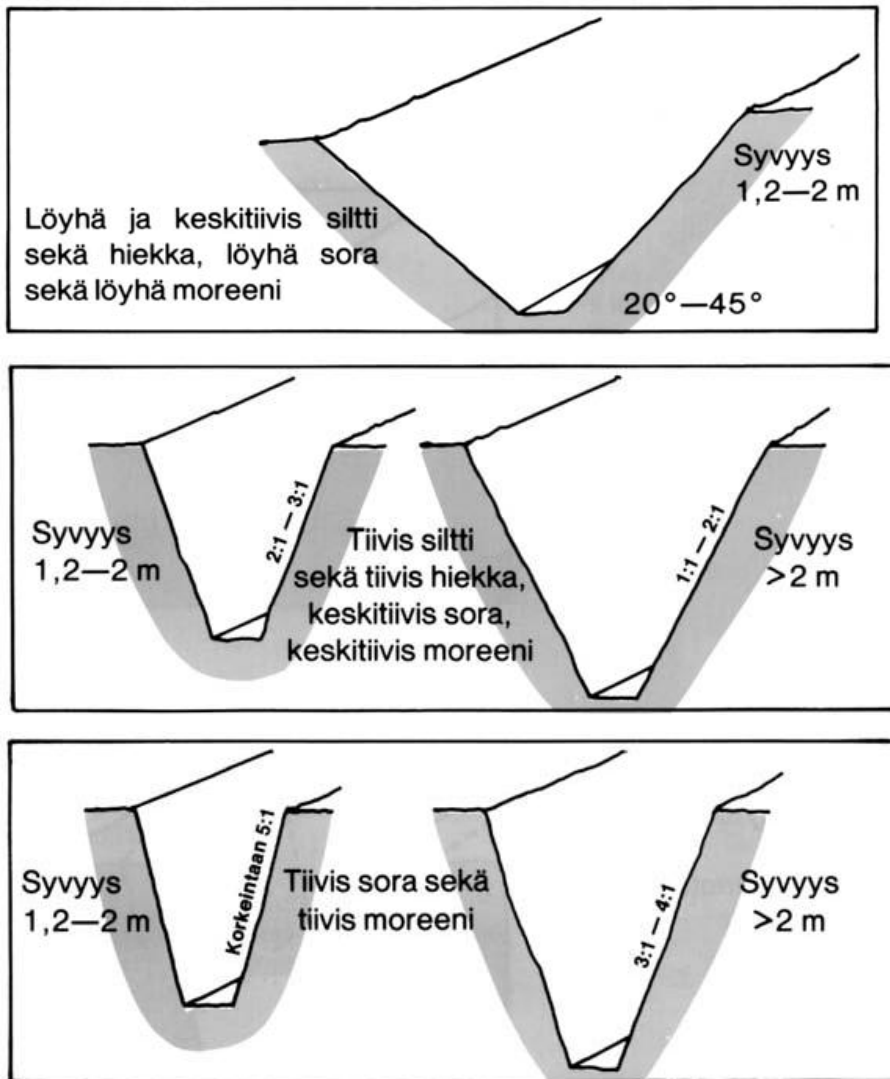
Kaivutöissä maan kaivuteknisillä ominaisuuksilla kaivettavuudella ja kuljetettavuudella on merkitystä. Kaivettavuutta arvioidaan maalajin kaivuluokalla, mikä riippuu maan kaivuvastuksesta eli irrotettavuudesta. Kaivuvastus taas riippuu maalajiluokasta ja on suurin moreenimaalajeilla. (Rantamäki & Tamminen 2006, 106.)

Koheesiomaalajeilla kaivuvastus on likipitään kymmenesosa moreenimaihien verrattuna. Kaivuvastus riippuu moreenimaissa maalajin raakoostumuksesta, tiiviyydestä ja lujuudesta. Karkearakeisissa maissa eli sorassa ja hiekassa kaivuvastus riippuu raakoostumuksen lisäksi kuivairtitiheydestä. Koheesiomaalajeissa maan leikkauslujuudella ja vesipitoisuudella on suurempi merkitys. Savien ja silttien kaivuvastus on verrattain merkityksellisen nykyaikaisten kaivukoneiden kannalta katsottuna. Kivisissä olosuhteissa kaivukoneen tyyppin valintaan kannattaa kiinnittää huomiota. (Rantamäki & Tamminen 2006, 106.)

Kaivannoista poiskaivettavien maiden kuljetettavuus tarkoittaa maamassojen käyttäytymistä kuljetuksen aikana. Karkearakeiset maalajit ja moreenimaalajit, jotka sisältävät vähän hienoainesta, ovat helpoimmin kuljetettavia maita. Hienorakeiset, häiriintymisherkät ja veden kyllästävät savet ja siltit, liejut ja paljon hienoainesta sisältävät moreenit taas vetelöityvät tai muuttuvat peräti juoksevaksi kuljetuksen aikana. Toisaalta kuivat, hienorakeiset maalajit eivät aiheuta kuljetusongelmia. (Rantamäki & Tamminen 2006, 106.)

4.3 Luiskattu kaivanto

Luiskatuskaivannossa kaltevuus tulisi valita siten, että saavutetaan riittävän suuri varmuus luiskien sortumista vastaan. Kuvassa 4 on ohjeistettu luiskien tekemisestä, kun maalaji on karkearakeista. Luiskattujen kaivantojen tekeminen on kustannustehokkaampaa ja yksinkertaisempaa eikä rajoita työkoneiden liikkumista kaivannossa. Kaivanto voidaan rakentaa luiskattuna ainakin silloin, kun kaivannon pohja jää pohjavedenpinnan yläpuolelle. Mikäli maaperä on huonosti vettä läpäisevää ja kiinteää koheesiomaata, kaivannon pohja on mahdollista ulottaa pohjavedenpinnan alapuolelle. Pohjavedenpintaa tulisi alentaa, mikäli maaperä on karkearakeista ja kaivanto halutaan ulottaa luiskattuna pohjavedenpinnan alapuolelle. (Rantamäki & Tamminen 2006, 105, 109.) Liitteen 1 kuvassa 29 on kuvattu kaivannon tyhjentämistä vedestä, kun pohjavesi on täyttänyt kaivannon pohjan.



KUVA 4. Kaivantojen luiskaamisohje karkearakeisessa maaperässä.
(Aluehallintovirasto, 2-3; © Aluehallintovirasto, Työsuojeluhallinto 2010.)

4.3.1 Luiskien suojaaminen eroosiota vastaan

Luiskien koossapysyvyyteen vaikuttaa pintavesien ja joskus pohjaveden valuminen kaivannon luiskia pitkin. Valuva vesi kuljettaa mukanaan luiskapinnan pieniä maarakeita. Näin varsinkin eroosioherkkien maalajien, hiekan, saven ja siltin sekä runsaasti hienorakeita sisältävän moreenin kohdalla. Eroosio urauttaa luiskan, mikä lisää kaivannon sortumisherkkyyttä. Eroosiota voidaan estää varsinkin syvissä luiskakaivannoissa kaivannon ympärille tehtävillä niskaojilla, jotka valuttavat vedet pois päin kaivannosta. Toinen mahdollisuus on tehdä luiskiin välitasanteita ja avo-ojia, joilla veden kulkemaa matkaa kaivannon seinämillä voidaan lyhentää ja vesi johtuu pois kaivannosta. (Rantamäki & Tamminen 2006, 112.)

4.4 Tuettu kaivanto

Kaivanto voidaan tukea tarvittaessa joko puulankku-, elementti-, teräspontti-, setti- tai patoseinillä. Valintaa tehdessä tulisi miettiä kustannuksia, kokonaiskuvaa ja tukiseinän käytöstä saatavaa hyötyä. Tukiseinän käyttö voi vaikuttaa rakentamisen aikatauluun. Se voidaan jättää tarvittaessa pysyväksi tukirakenteeksi tai se voi toimia esimerkiksi betonirakenteiden valumuottina. Tukiseinätyypin valintaan vaikuttavia olosuhdetekijöitä ovat:

- putkikaivannon syvyys
- maaperäolosuhteet
- soveltuvuus avovesikäyttöön
- vesitiiviys
- seinän tukeman maaperän löyhtyvyys ja liikkumattomuus
- tukiseinän käyttöaika tai toimiminen pysyvänä rakenneosana. (Rantamäki & Tammirinne 2006, 121.)

Tukiseinä on mahdollista tukea joko kaivannon sisältä tai se voidaan ankkuroida seinien takana olevaan maakerrokseen tai kallioon. Jälkimmäisen tukemistavan etuna on kaivantoon jäävä avoin työskentelytila. Jos kaivanto tuetaan sisäpuolisesti kaivannon poikki tai pohjalle vinosuunnassa tukeutuvilla lankuilla tai palkeilla, se lisää työtaturmien riskiä kaivannossa. Tästä syystä ankkuroitu kaivanto on usein suositumpi vaihtoehto. (Rantamäki & Tammirinne 2006, 129.)

4.5 Saneeraustyöt

Vesijohtoverkoston saneerauksella ja kunnossapidolla varmistetaan, että vesijohtoverkko on tiivis ja turvallinen käyttää. Ideana on johtaa viemäriverkkoon vain käytetty vesijohtovesi ja minimaalinen määrä vuotovesiä. Ihanneltilanteessa verkosto on täydellisen tiivis. (RIL 124-2 2004, 648.)

Yleisesti vesijohtoverkoston elinkaari etenee suunnittelusta rakentamiseen ja edelleen ylläpitoon. Ylläpito pitää sisällään verkoston käytön ja kunnossapidon sekä saneeraustöiden toteutuksen. Jos verkostoa ei huolleta eli kunnossapidetä riittävän hyvin, joudutaan saneeraamaan. Saneeraustoimenpiteet tosin tulevat eteen ennemmin tai myöhemmin verkoston ikääntymisen kautta. Saneeraus voidaan toteuttaa toisaalta myös pelkästään johtojen kunnosta riippumattomasta syystä, jos se katsotaan esimerkiksi taloudelliselta kannalta järkeväksi. (RIL124-2 2004, 648.)

4.6 Saneeraustöiden toteuttaminen

Vesijohtoverkoston saneerauksen muotoja ovat peruskorjaus ja perusparannus sekä uusiminen. Verkoston uusiminen voidaan toteuttaa kaivutyönä, mutta myös ilman kaivamista. Peruskorjauksessa vanha rakenne toimii osana uudistettua rakennetta. Perusparannuksella taas pyritään kokonaisvaltaisempaan saneeraukseen, jolla pidennetään verkoston ikää. (RIL 124-2 2004, 648.)

Uusimisessa vanha rakenne korvataan kokonaisuudessaan uudella ja työ on mahdollista suorittaa kaivamalla tai ilman sitä. Valtaosa Suomessa saneerattavasta viemäriverkostosta uusitaan rakentamalla se kokonaan uudestaan. Sujuttamalla tehtävää saneerausta on toteutettu jo pitkän aikaa tiheään asutuissa kaupunginosissa, jossa saavutettavana etuna on, että vältetään repimästä katua kokonaan auki putkilinjan pituudelta. (RIL 124-2 2004, 649.)

Saneeraustoimia harkitaan sen mukaisesti, kuinka paljon nykyisen verkoston toiminnassa havaitaan häiriöitä ja miten vakavia ne ovat. Näitä asioita ovat vedenjakelussa tapahtuvat katkokset, verkostossa ilmenevät vuodot ja niiden runsaus, tulviminen ja verkoston yleinen kunto. Itseisarvona on kuluttajalle ja ympäristölle koituvat haitat ennen itse verkon yleistä kuntoa. Saneeraustarpeelle voidaan löytää useita syitä verkoston rakenteen heikkenemisestä, ympäristön maankäytön muutoksista tai esimerkiksi verkoston toimivuuden heikkenemisestä ja kapasiteetin laskusta. Lähtötietojen runsaus ja tilastot pitkältä ajalta ovat suurena etuna ja lähes edellytyksenä saneeraustoimiin ryhtymiselle. Verkoston toiminnasta kerättyjä tietoja voidaan esimerkiksi verrata yksittäisiin kulutusarvoihin, jolloin saadaan parempi käsitys vaikkapa vuotovesien määrästä. Tiedot auttavat saneeraustyön suunnittelussa ja oikean saneeraustavan valinnassa. (RIL 124-2 2004, 652-653, 663.)

Käytettäviä saneerausmenetelmiä ovat

- pitkä- ja pätkäsujutus
- pakkosujutus
- puristussujutus
- spiraalisujutus
- sukkasujutus
- letkusujutus
- mikrotunnelointi
- panelointi
- pinnoitus ruiskutettavalla aineella
- saumojen injektointi

- kaivojen saneeraus. (RIL 124-2 2004, 663-665.)

4.7 Kaivutöiden onnistuminen Wredenkadulla

Kaivutyöt etenivät Wredenkadun työmaalla pääosin niin kuin niiden pitikin. Kaivutyösuunnitelma tehtiin vesihuoltotöitä ajatellen vuoden 2009 kesällä rakentamis- ja ylläpitourakan alussa. Suunnitelmassa tarkasteltiin alueen maalajiominaisuuksia ja niiden vaikutuksia kaivutöiden toteuttamiseen. Maalajiominaisuudet eivät poikenneet Wredenkadulla aiemmin tehdystä kaivutyösuunnitelmasta, joten uutta suunnitelmaa tai täydennystä suunnitelmiin ei tarvittu. (Hokkanen 26.11.2010.)

Ongelmia tuottivat hieman kadun alla risteilleet kaapelit ja johdot, joista kuvassa 5 on esimerkki. Kaivutöiden aikana tapahtui pari kaapelirikkoa, jotka aiheuttivat pientä venähämää aikataulussa. Tämä ei kuitenkaan mainittavasti johtanut suurempiin aikatauluongelmiin työmaalla. (Hokkanen 26.11.2010.)



KUVA 5. Kaivutöitä kaapeliviidakossa. Kaivutöiden erityishaasteena olivat useat kadun alla sijainneet kaapelit ja johdot; valokuva Juha Karppinen. Wredenkadun kiertoliittymätyömaa, Varkaus 2010.

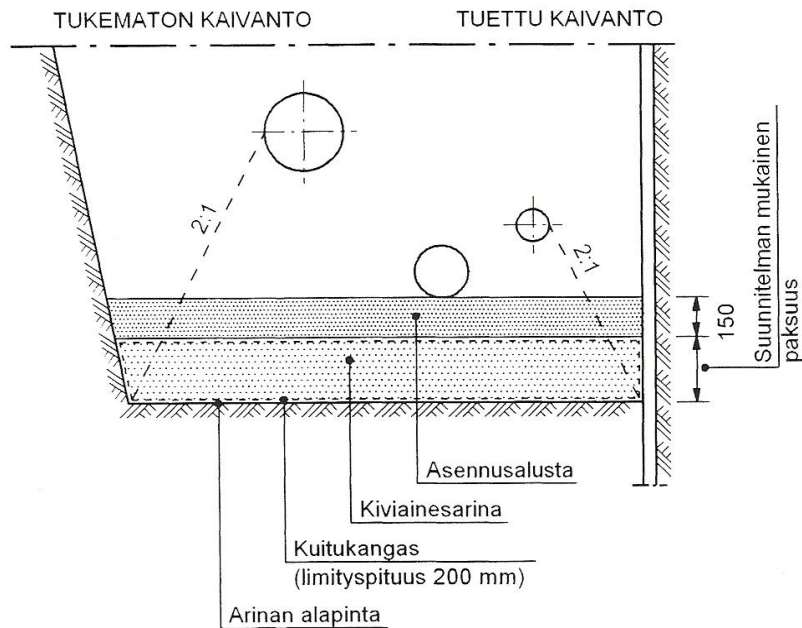
5 VESIHUOLTOLINJAN RAKENTAMINEN

5.1 Erilaiset arinatyytit

Erilaisia arinatyyppijä voidaan valita pohjamaan kantavuuden ja maalajin mukaan. Arinoiden tarkoitusperä on kuitenkin sama. Ne toimivat hyvänä alustana rakennettaville putkille toimien eräänlaisena maaperän liikkeitä tasoittavana ”patjana”, mikä hillitsee putkien pystysuuntaista liikehdintää maassa. Betoniputken arinan valinnasta on ohjeistettu taulukossa 1 sivulla 34.

5.1.1 Kiviainesarina

Kiviainesarinan tekemiseen käytetään soraa tai murskettä, jonka rakeisuus on 0/32, tai jonka suurin raekoko ei ylitä 2/3 rakennekerroksen paksuudesta. Raekoko saa kuitenkin olla korkeintaan 150 mm. Jos arinaan tarvitaan suodatinkangas, sen tulee olla katurakenteissa vähintään luokkaa N2. Tierakenteessa suodatinkankaan tulee olla vähintään luokkaa N3 ja ratarakenteissa vähintään N4. Arina ulotetaan arinan paksuuden verran putken pään ulkopuolelle. Tiivistäminen tehdään täryttämällä arina enintään 300 mm:n suuruisina kerroksina. Kaivanto on pyrittävä pitämään kuivana tiivistämistyön ajan. Täryttäminen tapahtuu tärylevyllä, jonka paino on vähintään 50 kg. Kyseisellä tärylevyllä hyvän tärytystuloksen saavuttamiseksi tarvitaan kuusi ylityskertaa. (InfraRYL 2010, 13310.1, 77; 13310.3.1, 77; taulukko 18110:T3, 249). Arina voidaan ympäröidä suodatinkankaalla epätsaisten painumien ehkäisemiseksi kuvan 6 osoittamalla tavalla. Kivi-arinan vuoraamisesta kankaan sisään on myös esimerkki liitteen 1 kuvassa 27.



Arinan leveys määräytyy uloimpien putkien korkeusaseman ja mitoitusviivan 2:1 mukaan.

KUVA 6. Kiviainesarina katurakenteessa.
(Suomen Kuntaliitto 2002, kuva 34601, 224; © Suomen Kuntaliitto.)

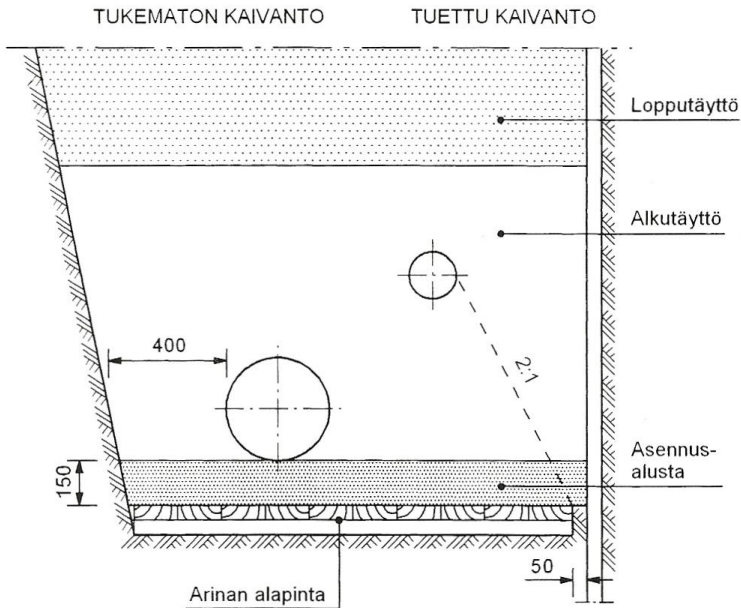
Valmiille kiviainesarinalle on osoitettu vaatimus, että sen epätasaisuus 3 m:n matkalla saa olla korkeintaan ± 20 mm. Arinan paksuus saa poiketa suunnitellusta enintään +100 mm ja leveys +200 mm. Laatu tarkistetaan tiiviyssuhteen tai tiiviyssasteen mittauksella. Tiiviyssasteen on oltava tierakenteissa vähintään 92 % (InfraRYL 2010, 13310.4, 79.)

5.1.2 Puuarinat

Puuarinat tehdään yleensä lankusta tai hirrestä. Lankun vähimmäismitat ovat 50 mm x 150 mm. Hirrellä korkeuden ja leveyden vähimmäismitat ovat 125 mm x 150 mm. Puun pituuden tulee olla vähintään 3,0 metriä riippumatta siitä, käytetäänkö lankkua vai hirsi-puuta. (InfraRYL 2010, 13320, 81.)

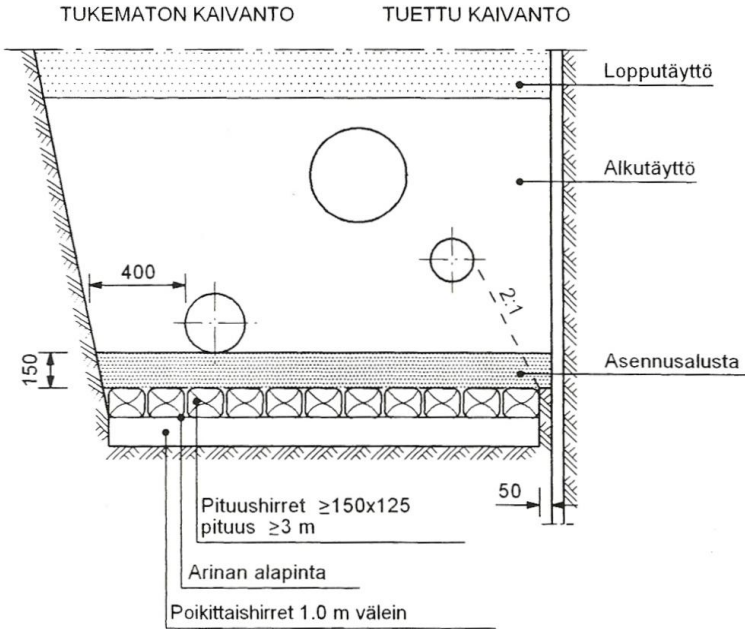
Lankkuarina ja hirsiarina tehdään kuvien 7 ja 8 mukaisesti. Poikkisuuntaiset lankut tai hirret upotetaan kaivannon pohjaan 1,0 metrin välein. Tämän jälkeen pohja tasataan niin, että pituussuuntaan asetettavat lankut tai hirret voivat tukeutua pohjamaahan koko pinta-alaltaan. Pituussuuntaisia lankkuja voidaan jatkaa poikittaislankkujen kohdalla naulaamalla ne yhteen. Vierekkäisiä lankkuja ei saa kuitenkaan jatkaa samassa kohdassa vaan ne täytyy limittää. Jos pohjamaa on hyvin pehmeää, niin jo alas painettuja poikittaislankkuja ei saa siirtää. Näin siksi että pohjamaa on häiriintymisherkkää. (InfraRYL 2010, 13320, 81.)

Valmis puuarina ei saa poiketa suunnitelmissa osoitetusta sijainnista 50 millimetriä enempää. Arinan sijainti ja korko tarkastetaan ennen putkien ja rumpujen asentamista. (InfraRYL 2010, 13320, 81.)



Arinan leveys määräytyy uloimpien putkien korkeusaseman mukaan. (Minimietäisyys 400 ja mitoituksiiva 2:1)

KUVA 7. Lankkuarinan rakentaminen. (Suomen Kuntaliitto 2002, kuva 34511, 221; © Suomen Kuntaliitto.)



Arinan leveys määräytyy uloimpien putkien korkeusaseman mukaan. (Minimietäisyys 400 ja mitoituksiiva 2:1)

KUVA 8. Hirsiarinan rakentaminen. (Suomen Kuntaliitto 2002, kuva 34512, 222; © Suomen Kuntaliitto.)

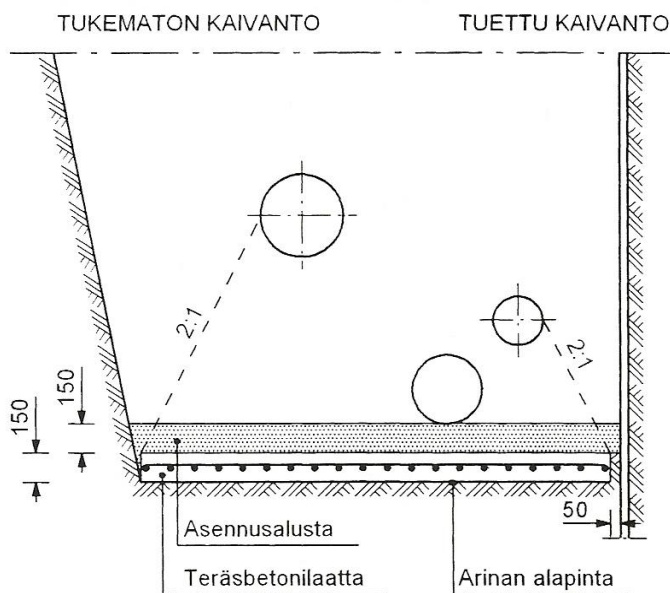
5.1.3 Teräsbetoniarina

Teräsbetoniarinan tekemiseen tarvitaan betonimassaa, jonka sekoittuminen pohjamaahan voidaan estää käyttämällä suodatinkangasta, muovia tai työbetonia kaivannon pohjalla. Tehdyn betonilaatan lujittumista seurallaan mahdollisen liikehdinnän vuoksi. Betonin lujittuminen todetaan lämpöastevuorokausien avulla. Betonitöissä noudatetaan betoninormit by 50-julkaisun antamia ohjeita. (InfraRYL 2010, 13330, 82.)

Katurakenteissa maanvarainen teräsbetonilaatta valetaan tavallisesti kaivannossa. Mikäli suunnitelmissa neuvotaan käyttämään ontelolaattoja tai muita elementtejä, nekin kootaan yhteen kaivannossa. Arina tehdään suunnitelma-asiakirjoissa esitellyllä tavalla. (InfraRYL 2010, 13330.3.2, 82.)

Valmis teräsbetoniarina saa poiketa enintään 20 mm korkeussuunnassa ja 50 mm sivusuunnassa suunnitelmissa esitetyistä mitoista. Sijainti ja työn laatu tarkistetaan tarkemittauksin heti työn jälkeen ennen tasauskerroksen tekoa. (InfraRYL 2010, 13330, 83.)

Valmiista teräsbetoniarinasta on esitetty periaatteellinen malli kuvassa 9.



KUVA 9. Maanvaraisen teräsbetonilaatan rakentaminen. (Suomen Kuntaliitto 2002, kuva 34401, 218; © Suomen Kuntaliitto.)

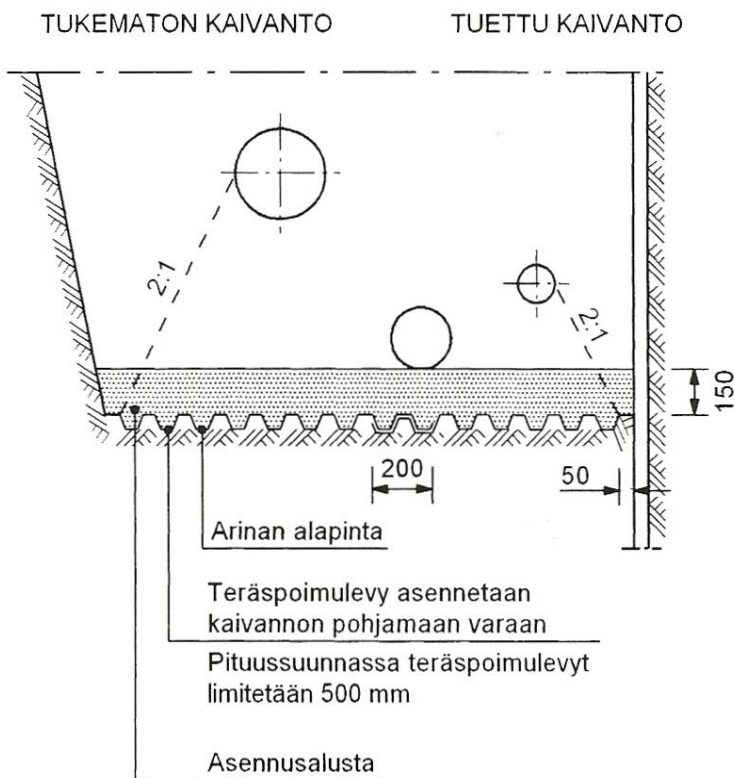
5.1.4 Teräslevyarina

Teräslevyarina muodostuu poimulevyistä ja kiviaineskerroksesta, kuten kuvassa 10 esitetään. Käytettävä poimulevy on joko suora tai reunoiltaan ylöspäin taivutettu levy. Kiviaineksena käytetään kivetöntä hiekkaa, soraa tai hiekkamoreenia. Arinan ulkosivun ja kaivannon reunan välinen tila täytetään samasta materiaalista. Kaivannon pohja kaive-

taan noin 150 mm putkien asennustason alapuolelle asennusalustan verran ja tasataan mahdollisimman tasaiseksi. (InfraRYL 2010, 13340.3, 84.)

Laidalliset putkiarinat olisi hyvä koota lähellä kaivantoa irrallisista laitaosista ja putkiarinalevyistä valmiiksi. Laidat kiinnitetään ruuveilla limittäin 100...200 mm:n etäisyydellä arinan päästä. Ruuvit kiinnitetään noin 0,5...0,6 metrin välein. Tämän jälkeen valmis arina lasketaan kaivannon pohjalle ja painetaan pohjamaata vasten siten, että arinan alapuoliset poimut uppoavat pohjamaahan kunnolla. Jos käytettävä putkilevyarina on poikkisuunnassa leveä, limitettävän arinan alla on mahdollista käyttää poikkileikkaukseltaan 50 mm x 50 mm:n kokoisia aluspuita, joiden k/k on 1 500 mm. Arinaelementtejä jatketaan noin 500 mm:n limityksellä. Poimuissa oleva maa-aines poistetaan ennen jatkoksen tekemistä. (InfraRYL 2010, 13340.3, 84.)

Arinan suurin sallittu sijaintipikkeama suunnitellusta on ± 50 mm. Arinan sijainti sekä korko tarkistetaan ennen tasauskerroksen tekoa. (InfraRYL 2010, 13340.4, 13340.5, 84.)



KUVA 10. Teräslevyarinan periaatepiirros.
(Suomen Kuntaliitto 2002, kuva 34711, 225; © Suomen Kuntaliitto.)

TAULUKKO 1. Arinatyyppin valinta betoniputkelle. (Betoniviemärit 2003, taulukko 5.33-1, 60; © Rakennusteollisuus RT ry.)

Arinatyyppi	Pohjamaan laatu	Huomattavaa
Kiviainesarina	Kiinteä savi, kuiva-kuorisavi, siltti, stabiloitu savi	Tarvittaessa kaivannon pohjan leven-täminen, arina paketoidaan kuitukan-kaalla
Teräslevyarina	Kiinteä savi, kuiva-kuorisavi, siltti, löyhä tasarakeinen hiekka	Alapuolisten urien tulee täytyä maa-aineksesta
Puuarina (hirsi- tai lankkuarina)	Pehmeä savi, lieju tai turve	Voidaan käyttää vain vedellä kylläste-tyssä ja ilmattomassa tilassa (pohja-veden alapuolella). Asentamisen yh-teydessä varmistetaan, että tyhjätilat täyttyvät pohjamaan aineksesta
Teräsbetonilaatta	Pehmeä savi, stabiloitu savi	Betonin ja pohjamaan sekoittuminen estetään

5.2 Asennusalusta

Asennusalusta on arinan, pohjamaan tai massanvaihtokiviaineksen päälle tuleva, vähintään 150 mm:n kerros hiekkaa, soraa tai murskettä, jonka päälle putket asennetaan. Liikennöitävillä alueilla asennusalusta rakennetaan kaikille putkille. Muilla alueilla se rakennetaan paineluokan PN 10 paineputkille, ellei pohjamaa ole jo sinällään rakeisuusvaatimukset täyttävää hiekkaa, soraa, hiekka- tai soramoreenia, savea tai silttiä. Asennusalustassa käytettävän kiviaineksen maksimiraekoko (d_{max}) määräytyy muoviputken ulkohalkaisijan (d_e) mukaan. Jos putken ulkohalkaisija on ≤ 200 mm, maksimiraekoko on aina 20 mm. Jos putki on 600 mm, maksimiraekoko on 60 mm. Jos putken ulkohalkaisija on 200...600 mm välillä, suurin raekoko on kymmenen prosenttia putken ulkohalkaisijasta eli $0,1 \times d_e$. Murskattua kiviainesta on mahdollista käyttää putkelle, jonka ulkohalkaisija on 110 mm tai suurempi. Murskeen maksimiraekoko on 16 mm. (RIL 77-2005 2005, 20.)

5.2.1 Asennusalustan tiivistämiselle asetetut vaatimukset

Mikäli putki asennetaan suoraan perusmaan varaan, alustan tulee olla riittävän tasainen eikä se saa sisältää kiviä. Perusmaa ja asennusalusta eivät saa olla jäässä. Alustan tulee täyttää sille asetetut tiiviysvaatimukset. Parannetulla Proctor -kokeella mitattu alustan tiivysaste täytyy olla vähintään 90 %. Tiivysasteen maksimiarvona on 2,8. Tiivistäminen hoidetaan koneellisesti, jos suunnitelmissa ei mainita muuta. Tiivistys voidaan tehdä 0,1...0,2 tonnin painoisella tärylevyllä, jolloin normaaleissa kesäolosuhteissa ja optimikosteudessa riittää 4...6 ylitysajokertaa. Tiivistyvyyteen vaikuttavia tekijöitä ovat

tiivistettävä materiaali, käytettävä tiivistyskalusto sekä perustamis- ja työolosuhteet. Tiiviyssaste todetaan työkohteessa 100 metrin välein, kuitenkin vähintään yhdellä mittauksella. Tiiviyssuhde varmistetaan 20 metrin välein. (RIL 77-2005 2005, 21; InfraRYL 2010, 18310.5, 271.)

5.3 Putkien asentaminen

Ennen asennustyötä tarkistetaan, että putki- ja tarvikepakkaukset ovat täydellisiä ja ehjiä. Lisäksi putket ja tarvikkeet puhdistetaan huolellisesti. Putket asennetaan alustalleen siten, että ne tukeutuvat alustaansa tasaisesti koko pituudeltaan. Liitospaleet kuten muhvit, eivät saa kannatella putkea, vaan niille on tehtävä alustaan syvennys. Putkia ei saa asentaa puukapuloiden tai muiden vastaavien päälle. Putkiliitosten sekä muoto- ja kulmakappaleiden asentamisessa on otettava huomioon putkivalmistajan antamat ohjeet. Tarvittaessa voidaan käyttää kulmatukia tukemaan putkea. Kulmatukina voidaan käyttää muhvilukkoja tai betonitukia. Tuet eivät saa kuormittaa putkia. Tämän lisäksi tuen on ulotuttava putkiyhteen ympäri. (RIL 77-2005 2005, 21-22.)

Asennustyön aikana vedenpinta ei saa nousta kaivannossa niin ylös, että noste pääsisi liikuttamaan putkea. Jos vesijohto tai paineviemäri ovat asennustyön aikana pitkään käyttämättömänä, ne voidaan nostevaikutuksen pienentämiseksi täyttää vedellä. Tällöin kuitenkin huolehditaan, että putkessa oleva vesi ei pääse jäätymään. Vesijohtoputkien päät suojataan asennustyön aikana muovilla tai vastaavalla materiaalilla tiiviisti. Näin putken sisään ei pääse epäpuhtauksia, kuten hiekkaa. Myös viemäriputkien päät suojataan asentamistöiden keskeydyttyä vastaavasti. (RIL 77-2005 2005, 21-22.)

5.4 Alkutäyttö

Alkutäyttö tarkoittaa putken ympärille perusmaan tai asennusalustan yläpuolelle tehtävää täyttöä sopivalla alkutäyttömateriaalilla. Putken yläpuolinen täyttö ulotetaan ainakin 300 mm:n korkeudelle putken yläpinnasta silloin, kun putken ulkohalkaisija d_e on 160 mm tai suurempi. Alkutäytön paksuuden tulee olla vähintään 150 mm putken laen yläpuolella. Alkutäyttömateriaaliksi soveltuu sama kiviaines, kuin asennusalustassa on käytetty. Materiaalia koskevat lisäksi samat vaatimukset kuin asennusalustaa. (RIL 77-2005 2005, 22.)

Kestomuoviputkien alkutäyttömateriaaliksi soveltuvat aiemmin mainittujen lisäksi kevytsora ja masuunikuona. Tällöin kaivannolle on laadittava erillinen täyttö- ja tiivistämisuunnitelma. (RIL 77-2005 2005, 22.)

Betoniputkien, joiden $DN \leq 300$, alkutäyttönä käytetään liikennealueilla hyvin tiivistyvää maa-ainesta, jonka raekoko on enintään 65 mm. Tätä suuremmilla putkilla maksimirakekoko on 100 mm. Liikennöitävän alueen ulkopuolella alkutäyttömateriaalina voidaan käyttää hiekkaa, soraa, moreenia, savea, silttiä, mursketta tai louhetta sillä edellytyksellä, että raekoko on maksimissaan 100 mm. (Suomen Kuntaliitto 2002, 229.)

Savikkoalueilla alkutäyttömateriaalina voidaan käyttää myös voimalaitosten kivihilituhkaa. Lentotuhkaa ei suositella, sillä sen tiivistys- ja lujittumisominaisuuksien takia tulevaisuudessa mahdollinen putkien uudelleen kaivaminen hankaloituu. Jos voimalaitostuhkaa käytetään, muoviputkiin liittyvät metalliset rakenneosat korroosiosuojataan erillisen suunnitelman mukaisesti. (RIL 77-2005 2005, 22.)

Alkutäyttömateriaali levitetään putken ympärille mahdollisimman tasaisesti siten, että se voidaan sulloa putken alle ja sivuille. Ensimmäinen täyttökerros saa ulottua korkeintaan putken puoliväliin saakka ennen tiivistystä. Ensimmäisen kerroksen levittäminen ja tiivistäminen tulee tehdä huolellisesti lapiolla ja asianmukaisesti siten, että suunniteltuun korkeusasemaan asennettu putki ei liiku paikoiltaan eikä vaurioidu. Putken ylösnousemisen estämiseksi sitä voidaan painattaa alaspäin, se voidaan ankkuroida tai se voidaan täyttää vedellä. Alkutäyttömateriaalin tulee pysyä samanlaatuisena koko putken pituuden matkalta. (RIL 77-2005 2005, 23-24.)

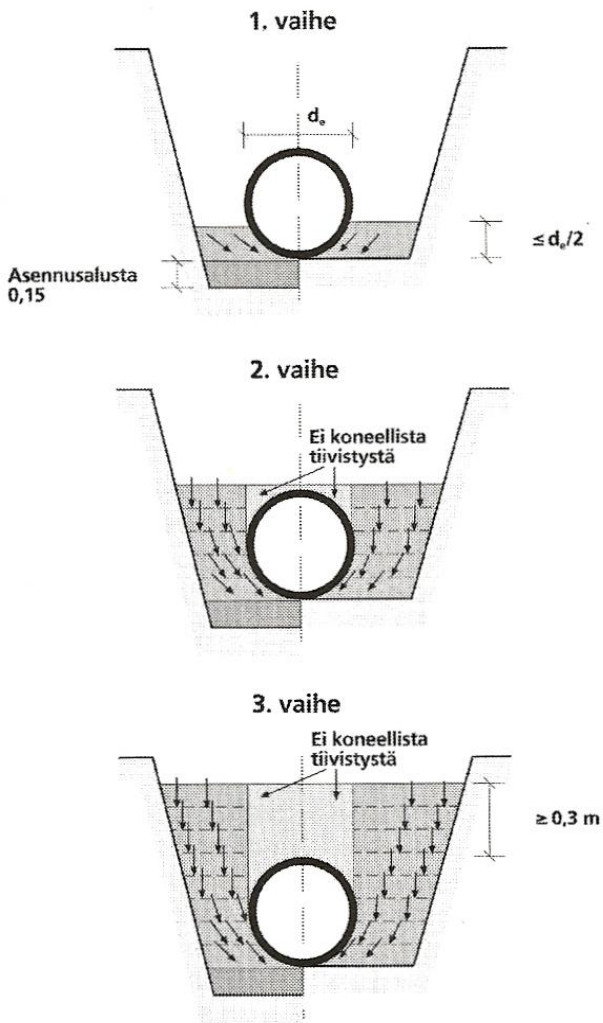
5.4.1 Alkutäytön tiivistämiselle asetetut vaatimukset

Alkutäytön koneellinen tiivistystyö voidaan aloittaa, kun putken laesta mitatun täytön paksuus on $\geq 0,3$ m. Jos tiivistäminen tehdään muuten kuin koneellisesti, kerrospaksuuden tulee olla vähintään 0,15 m. (RIL 77-2005 2005, 24.) Alkutäytön tiivistämisestä ohjeistetaan kuvassa 11.

Liikennealueilla sekä liikennealueiden ulkopuolella alle PN 10 painejohdoilla alkutäytön tiivisyasteen tulee olla vähintään 95 %. Tavallisissa olosuhteissa riittävä ylityskertojen lukumäärä 150...200 mm alkutäytölle on 4...6, kun käytetään 100...200 kg:n painoista tärylevyä. Päälysrakenteen tiivistämistä voidaan tehdä raskaalla kalustolla aikaisintaan, kun täyttöä on muovi- tai teräsputken laen yläpuolella vähintään 0,3 m. (RIL 77-2005 2005, 24; Suomen Kuntaliitto 2002, 230; InfraRYL 2010, 18320.4.1, 277.)

Jos käytetään tukirakenteita ja ne poistetaan rakennustöiden yhteydessä, niin huolehditaan, että alkutäyttömateriaali ei pääse löyhtymään tai putki liikehtimään. Jos kaivanto sijaitsee huonosti vettä läpäisevällä maalla, veden virtaaminen kaivannossa voidaan estää enintään 50 metrin välein muodostettavilla savipadoilla. Padot ulotetaan kaivannon

laidasta laitaa ja kaivannon pohjalta saakka 300 mm putken laen yläpuolelle. (RIL 77-2005 2005, 24.)



KUVA 11. Alkutäytön tiivistämisohje. (RIL 77-2005, kuva 4, 23; © Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.)

5.4.2 Alkutäytön laadun varmistaminen

Alkutäyttöön käytettävästä materiaalista otetaan yksi näyte rakeisuustutkimuksia varten jokaista alkavaa 200 m^3 kohti. Tiiviyssaste mitataan työkohteessa 50 metrin välein sen laajuudesta riippuen. Muutoin työmaalla tehdään vähintään yksi tiiviyssmittaus. Pudotuspainolaitteella saatavan tiiveyysuhteen arvo ei saa ylittää arvoa 2,5. Tiiveyysuhde mitataan työkohteessa 20 metrin välein putken laen korkeudelta, ja se täytyy tehdä putken sivulta. Jos mittauskertoja on useita, niin mittaus tulokseksi lasketaan mittausten keskiarvo. (Suomen Kuntaliitto 2002, 230.)

5.5 Lopputäyttö

Lopputäyttömateriaalilta edellytetään liikennealueilla, että se on tiivistämiskelpoista. Kaivannosta saatavaa materiaalia voidaan käyttää, mikäli se on hyvin tiivistyvää. Muutoin samoilla routivuusominaisuuksilla oleva lopputäyttömateriaali tilataan muualta. (RIL 77-2005 2005, 24-25.)

Putken laesta mitattuna metrin paksuisessa lopputäyttömateriaalissa ei saa olla 300 mm suurempia kiviä tai lohkareita. Kivi ei saa olla halkaisijansa mitta lähempänä putkea. Lopputäytön yläosassa olevien kivien suurin halkaisija saa olla 2/3 kerralla tiivistettävän täyttökerroksen paksuudesta. Lisäksi materiaalilta edellytetään, että se on sekarakeista. Silloin siihen ei jää tyhjätiloja. Liikennealueiden ulkopuolella lopputäyttö voidaan tehdä kaivumaista. Suurin sallittu raekoko on kuitenkin sama kuin liikennealueilla. Savisilla mailla lopputäyttömateriaaliksi kelpaa alkutäytön tavoin ja samoin perusteiden myös kivihiilituhka. Sitä ei kuitenkaan saa käyttää kasvukerroksessa lähellä maanpintaa. (RIL 77-2005 2005, 24-25.)

5.5.1 Lopputäytön tiivistämiselle asetetut vaatimukset

Lopputäyttö tiivistetään liikennealueilla koneellisesti. Parannetulla Proctor-kokeella saatu tiiviyysaste täytyy olla vähintään 90 %. Liikennealueiden ulkopuolella tiivistystä ei tarvita, mutta se voidaan tiivistää paikallisten olosuhteiden vaatimaan tiiviyteen. Lopputäyttö tehdään niin, että se asettuu tiivistyksen jälkeen suunnitelmissa määritellyn korkeuteen tai maanpinnan tasoon. Kaivannon tukirakenteet puretaan työturvallisuustekijät huomioiden ottaen. Tukirakenteiden poistaminen tai purkaminen ei saa aiheuttaa täytetyn putkikaivannon löyhtymistä tai putkien paikoiltaan siirtymistä. (RIL 77-2005 2005, 25.)

5.5.2 Lopputäytön laadun varmistaminen

Lopputäyttömateriaalin laatu todetaan rakeisuustutkimuksilla tai silmämääräisesti tarkkailemalla tiivistystyön ylityskertoja ja kerrospaksuuksia. Lopputäytön tiiveysaste mitataan 50 metrin välein ja tiiveyssuhde 20 metrin välein. (Suomen Kuntaliitto 2002, 234.)

5.6 Veden virtaus kaivannossa

Arinan rakentaminen voi aiheuttaa kaivannossa veden virtausta, joka voidaan estää moreeni- tai savisuluin, muovilla, bentoniittimatolla tai ponttiseinällä. Pohjaveden alentaminen tehdään tarvittaessa suunnitelma-asiakirjoissa esitetyllä tavalla. (InfraRYL 2010, 80-85.)

5.7 Putkityypit

Jakeluverkoston varusteisiin kuuluvat putket, venttiilit, palopostit, ja vesipostit, laitteiden sijaintia osoittavat merkkikilvet sekä vesimäärien- ja paineenmittauslaitteet. Putkityypeistä tärkeimpiä materiaalin mukaan jaettuna ovat muovi, valurauta, teräs, asbestisementti ja betoni. (RIL 124-2 2004, 306.) Aiemmin kaupunkialueilla käytettiin valurauta- ja teräsputkia ja maaseudulla puuputkia (Katko 1996, 219). Myöhemmin jakeluverkossa otettiin käyttöön muoviputket ja asbestisementtiputket (RIL 124-2 2004, 306).

Putkimateriaalin valinnassa tarkastellaan rakentamistekniikkaa ja rakentamisen taloudellisuutta, käyttöympäristöä sekä olosuhteita. Huomioon otettavia asioita ovat:

- putken todellinen käyttöikä (tavoitteena ainakin 35-40 vuotta)
- paineen, alipaineen ja paineiskujen kestävyys
- korroosiokestävyys
- tiiviys (materiaali ja liitokset)
- kuljetus- ja varastointikestävyys
- maaperästä ja liikennekuormasta aiheutuvan paineen kestävyys
- jäätymisvaurioiden kestävyys ja sulatusmahdollisuus
- vedenjohtokyvyn pysyvyys tai muuttumisnopeus ja sen vaikutus pumppauskustannuksiin
- kokovalikoima ja valittavissa olevat paineluokat
- muotokappaleiden tarve ja valikoiman suuruus
- putkien ja muotokappaleiden toimitusaika ja varmuusvarastointi
- putkipituudet ja -painot
- vaatimukset perustamistöille ja sijoituspaikalle. (RIL 124-2 2004, 315-316.)

5.8 Putkien vastaanottotarkastus

Työmaalle toimitetut putket tarkistetaan vastaanoton yhteydessä ja tarkastuksesta tehdään tarvittaessa pöytäkirja. Pöytäkirjaan merkitään muiden muassa:

- putkikoot, määrät ja putkissa olevat merkinnät
- putkien jäykkyys- tai paineluokat
- putkissa näkyvät vauriot. (RIL 77-2005 2005, 41.)

Tarkastuksen yhteydessä katsotaan, että asennettavat putket ovat ulkonäöltään, muodoltaan sekä väriltään käyttötarkoitukseen sopivia ja ehjiä. Lisäksi varmistetaan putkien mitat. Viat ja vauriot merkitään vastaanottopöytäkirjaan. Virheellisiksi arvioituja putkia voidaan käyttää, kun niiden käyttökelpoisuus on varmistettu tutkimuksin. Kelvottomat putket erotellaan kelvollisiksi luokitelluista. Muhviputkista tarkastetaan tiivisteiden ehjyys

ja että ne ovat paikoillaan, jos ne on asennettu tehtaalla valmiiksi. Irrallisista tiivisteistä tarkistetaan yhteensopivuus asennettävien putkien kanssa. (RIL 77-2005 2005, 41.)

5.9 Rakentamisen aikainen valvonta

Työn aikana valvotaan, että asennus tapahtuu suunnitelmien mukaisesti. Jos suunnitelmista poiketaan taloudellisten, asennus- tai maaperäolosuhteiden tai muun syyn vuoksi, niin rakentaja on velvollinen ilmoittamaan muutoksista työn valvojalle. Tämän jälkeen muutoksista keskustellaan tilaajan, suunnittelijan ja rakentajan kesken ja sovitaan tarpeen mukaan rakennussuunnitelmien muutoksista. (RIL 77-2005 2005, 41.)

Putkikaivannon tulee noudattaa sijainniltaan ja muodoltaan suunnitelmissa esitettyä. Kaivannossa tulisi olla riittävästi putkien ja kaivojen asennustilaa. Kaivannon rakentamisen etenemistä ja suunnitelmien mukaisuutta tarkkaillaan rakentamisen edetessä tehtävillä tarkemittauksilla (Suomen Kuntaliitto 2002, 199-201).

5.10 Verkoston puhdistus- ja koestusmenetelmät ennen käyttöönottoa

Vesijohdoille on tehtävä huuhtelu, painekoe ja desinfiointi ennen käyttöönottoa. Putket joiden halkaisija on ≤ 160 mm, puhdistetaan huuhtomalla ne verkoston vesijohtovedellä. Suurempien putkien puhdistukseen käytetään tehokkaampia menetelmiä, kuten esimerkiksi vesi-ilmahuuhtelua. (InfraRYL 2006, 31300.3.1.3, 53.)

5.10.1 Vesijohdon huuhtelu

Vesijohdon huuhtelussa käyttöönotettava putkiosa täytetään hitaasti vesijohtovedellä. Kun putki on täysi, veden virtausnopeutta kasvatetaan hitaasti maksimiarvoonsa. Vesijohdon huuhtelussa pyritään 2 m/s virtausnopeuteen, jotta putkessa olevat epäpuhtaudet saadaan huuhtoutumaan pois. Huuhtelua jatketaan maksimiteholla 10...15 minuuttia. Tämän jälkeen huuhtelu voidaan lopettaa jos vesi todetaan silmämääräisesti kirkkaaksi. Ennen huuhtelun aloittamista varmistetaan, että alkutäyttö on tehty ja putki on tuettu hyvin, jotta putki kestää kokeiden aiheuttamat rasitukset. Vesijohtoputkea ei saa kuitenkaan tukea viemärikaivoja tai -putkia vasten. (InfraRYL 2006, 31300.3.1.3, 53, 31300.3.7, 56; RIL 124-2 2004, 622.)

Vesi-ilmahuuhtelussa verkostoon tuodaan vuoronperään paineilmaa ja vettä. Ilma- ja vesipatsaan vuorottelulla aikaansaadaan sykemäinen virtaus, jonka avulla pyritään puhdistamaan putkiston seinämät epäpuhtauksista. Puhdistettava verkoston osa täytyy sul-

kea kokonaan muusta verkostosta. Paloposteja voidaan käyttää veden sisäänmeno- ja ulostuloaukkoina. (Nissinen & Lehtola 2003.)

Isot putket eivät usein huuhtoudu kunnolla maksimipaineellakaan, joten huuhtelu tehdään painepesurilla. Huuhtelun jälkeen putki huuhdotaan vielä pienemmällä nopeudella. Huuhtelun aikana putken tulisi olla täynnä vettä. (RIL 124-2 2004, 622.)

5.10.2 Vesijohdon painekoe

Painekokeella osoitetaan, että asennettu putki on tiivis. Ennen painekoetta varmistetaan, että putkessa ei ole ilmaa. Viettoviemärien ja tarkastuskaivojen tiiviyskoe tehdään yleensä paineilmalla. Tiiviyskoe voidaan tehdä lopputäytön jälkeen sopivissa osissa. Osien maksimipituus on 500 metriä. Ennen koetta varmistetaan että kulmat, haarat ja vapaaksi jäävät putken päät on tuettu hyvin. Johto-osuus pidetään vähintään vuorokauden ajan vedellä täytettynä vesijohtoverkolle ominaisessa käyttöpaineessa ja varmistetaan, että putkeen ei jää ilmaa. Painekokeen suorittamisen aikana kaivannossa työskentely on kiellettyä. (Suomen Kuntaliitto 2002, 275.) Painekokeen aikana on vaarana, että voimakas vedenpaine aiheuttaa venttiilin irtoamisen paikaltaan ja kaivantoon tulvii erittäin nopeasti vettä. Tapaturman riski on tämän takia erittäin suuri. (Hokkanen 3.12.2010.)

Kokeen alussa vedenpaine nostetaan koeosuudella koeylipaineeseen, eli 10 kPa varsinaista kokeen aikaista painetta suuremmaksi. Koepaine on 1,3 x kyseisen vesijohtolinjan nimellispaine. Putken paineluokka PN ilmoittaa putken nimellispaineen. Nimellispaine on tällöin esimerkiksi PN 10 -paineluokan putkelle 10 bar. (Suomen Kuntaliitto 2002, 275; RIL 124-2 2004, 473.)

Paine pidetään koeylipaineessa riittävän kauan, jotta mahdolliset putken muodonmuutokset saadaan ilmenemään ennen varsinaista koetta. Paine lasketaan tämän jälkeen koepaineen tasolle. Tämän jälkeen aloitetaan varsinainen paineen aleneman tarkkailu. Tarkkailusta pidetään pöytäkirjaa. (Suomen Kuntaliitto 2002, 275.) Pöytäkirjamalli löytyy liitteestä 3.

Koe on hyväksyttävä, kun putkessa oleva paine tasaantuu 30 minuutin aikana aloituspaineen alapuolelle. Paine saa laskea enintään 20 kPa aloituspaineesta. Mikäli koe ei mene läpi ja paineen alenema on suurempi tai jatkuu koko 30 minuutin tarkkailujakson ajan, paine nostetaan koepainearvoon pumppaamalla putkeen lisää vettä. (Suomen Kuntaliitto 2002, 274). Tarvittavan lisävesimäärän Q (l/km) tulee olla alla olevan kaavan tulosta pienempi. Putkilla, joiden sisähalkaisija on pienempi kuin 50 mm, sallittu vesi-

määrä on 0,1 l/km. Jos koejohdossa on useita liittymiä tai venttiilejä, vesimäärä voi olla 1,5-kertainen. (RIL 124-2 2004, 623.)

$$Q \text{ [l/km]} = (0,01d - 0,5) \quad d = \text{putken sisähalkaisija millimetreinä}$$

Painekoe kestää ainakin kaksi tuntia, jonka aikana paineen tulee pysyä sallituissa rajoissa. Jos koe epäonnistuu kaksi kertaa, niin sen syy täytyy selvittää. Syynä on tavallimmin vuoto, mutta yllätyksiä voi aiheuttaa myös putkimateriaali. Mahdolliset vuodot täytyy korjata. Hyväksyttävästi suoritettun painekokeen jälkeen kaivanto voidaan täyttää. (RIL 124-2 2004, 623.)

5.10.3 Vesijohdon desinfiointi

Ennen putken käyttöönottoa putken puhtaus voidaan varmistaa desinfioinnilla. Vesijohdon desinfiointi tehdään natriumhypokloriitilla (NaClO). Desinfiointin aikana veden klooripitoisuus on noin 50 mg/l. Desinfiointiveden annetaan olla vesijohdossa 1...3 vuorokauden ajan, minkä jälkeen veden vapaan kloorin pitoisuuden tulisi olla 25 mg/l. Desinfiointin jälkeen vesi tyhjennetään putkesta ja putkea huuhdellaan ainakin 10 minuutin ajan. Huuhtelun jälkeen vedestä otetaan näyte, jossa klooripitoisuus saa olla enintään 0,2 mg/l. Arvo saattaa olla suurempi, jos vedenkäsittelylaitos käyttää sitä suurempaa klooripitoisuutta. Klooripitoinen vesi johdetaan mieluiten sadevesiviemäriin. Toimenpiteestä täytyy kuitenkin ensin sopia puhdistamon hoitajan kanssa. Vedestä otetaan tämän jälkeen vielä laboratorionäyte, jonka perusteella rakennettu vesijohto hyväksytään käytettäväksi. (RIL 124-2 2004, 623.)

5.10.4 Viettoviemäriin tiiviyskoe

Viettoviemäriin tiiviyskoe tehdään ilmanpaineella lopputäytön jälkeen. Jos kaivanto on tuettu, tiiviyskoe tehdään ennen lopputäyttöä. Koestettavan johto-osan enimmäispituudeksi suositellaan 500 metriä. Kokeen ajaksi koestettava kaivoväli suljetaan kumitulpilla. (RIL 124-2 2004, 624.) Ilmanpaineella suoritettava tiiviyskoe tehdään viettoviemäreille, joiden DN < 1 200 mm. Viemärit, joiden DN ≥ 1 200 mm tarkastetaan silmämääräisesti. (InfraRYL 2006, 31300.5.2.1, 60; Suomen Kuntaliitto 2002, 234.)

Ilmanpaine nostetaan viemärissä 11 kPa ylipaineeseen, jonka jälkeen annetaan laskeutua koestuspaineeseen 10 kPa. Sen jälkeen mitataan aika, joka kuluu paineen laskemiseen 10 kPa arvoon 7 kPa. Ajan tulee olla sekunteina vähintään yhtä paljon, kuin putken halkaisija on millimetreinä. Esimerkiksi putkella, jonka sisähalkaisija on DN 250, vähimmäisaika on 250 sekuntia, eli 4 minuuttia 10 sekuntia. (RIL 124-2 2004, 624.)

5.10.5 Jätevesiviemärin videokuvauks

Jätevesiviemäri voidaan varmuuden vuoksi videokuvata. Mikäli putkilinja on otettu käyttöön ennen TV-kuvausta, se huuhdellaan. Kuvauksen suorittamisesta saa lisätietoa Vesi- ja viemäriyhdistyksen julkaisusta *Viemäreiden TV-kuvauksen tulkinta*. (InfraRYL 2006, 31100, 26.)

Jos kuvauksen aikana on syytä epäillä putken muuttaneen muotoaan haitallisesti, putki tarkastetaan vetämällä sen läpi päistään pyörästetty sylinteri. Sylinterin pituus on noin 1,5 kertaa putken ulkohalkaisija ja sen halkaisija noin 92 % pyöreän putken sisähalkaisijasta. Jos sylinteri kulkee putken läpi kevyesti, putki ei ylitä sallittua muodonmuutosarvoa. Muodonmuutos voidaan mitata myös tarkennetulla videokuvauksella tai erityisellä mittaussäilyneellä. (InfraRYL 2006, 31100, 26.)

5.11 Vastaanottotarkastus

Työmaan vastaanottotarkastuksessa tarkistetaan, että työ on tehty suunnitelmien mukaisesti. Viimeistään tässä vaiheessa työtä tehdään putkijohtojen tiiviyskokeet. Kokeet tehdään putkijohdon tyypistä riippuen, painejohdolle ja viettojohdolle, sille määritellyn standardin mukaisesti. (RIL 77-2005 2005, 42.)

Mikäli epäillään, että viettoputkien alkutäytössä on käytetty jäässä olevia maamateriaaleja, vastaanottotarkastus tai lisätarkastus tehdään sulana vuodenaikana. Tarkastus voidaan suorittaa myös TV-kameralla tai muulla asianmukaisella mittaussäilyneellä. Näin voidaan menetellä esimerkiksi tilanteessa, jossa rakentamistyötä ei ole syystä tai toisesta voitu tehdä työselostuksen ohjeiden mukaisesti, tai jos työ muuten vaatii erityistä seuranta. (RIL 77-2005 2005, 42.)

5.12 Vesihuoltolinjan rakentaminen Wredenkadun urakassa

Wredenkadun urakka hoitui kokonaissaneerauksena ja vanha vesihuoltojärjestelmä korvattiin uudella verkostolla. Urakka-alueen kaikki vanhat kaivot ja vesihuoltoputket purettiin uusien tieltä. Vanha vesijohto- ja jäteviemäriinjohto pidettiin käytössä rakentamistyön ajan uusien putkien asentamishetkeen saakka. Vanha hulevesiviemäri voitiin kuitenkin purkaa jo aiemmin ennen uuden hulevesilinjan rakentamista. (Hokkanen 26.11.2010.)

Vesihuollon rakentaminen aloitettiin Wredenkadulla likimain paalulta 180, jossa jäte- ja hulevesiviemärit liitettiin vanhaan linjaan. Vesijohto liitettiin kaupungintalon läheisyydessä sijainneeseen venttiiliin. Vesihuoltolinjan rakentaminen päätettiin uimahallin viereen

likimain paalulle 260 kevyen liikenteen väylälle. Wredenkadun vesihuolto- ja kuivatussuunnitelma on liitteessä 4.

Työmaalle toimitettujen putkien kuntoa ei tarkistettu kovin yksilöllisesti heti toimituksen yhteydessä, vaan tarkastettiin lähinnä, että kaikki tarvittavat putket ovat paikalla. Suurin osa putkista toimitettiin puukehikoissa ja isoimmat putket irrallaan, mutta kuljetuksen ajaksi hyvin kuormaan sidottuina. Lastin purkamisen yhteydessä tapahtuvaan putkien käsittelyyn olisi kuitenkin ehkä kiinnitettävä enemmän huomiota. Putket toimitettiin aivan varastoalueen välittömään läheisyyteen, mutta putkien raahaamista ja pudottamista kuitenkin tapahtui. Tämä voi aiheuttaa putkiin vaurioita. Yksittäisten asennettavien putkien yleinen kunto varmistettiin juuri ennen asennustoimeen ryhtymistä.

Linjan rakentamisessa jätevesiviemäreinä käytettiin SN 8-jäykkyysluokan PVC-putkea, jonka halkaisijat olivat 200 ja 250 millimetriä. Hulevesiputket olivat niin ikään jäykkyydeltään SN 8-luokan putkia. Materiaalina oli polyeteeni ja halkaisijana 315 mm ja 560 mm. Vesijohtona käytettiin Uponorin ProFuse -painevesiputkea, jonka paineluokkana oli PN 10. Materiaaliltaan putki oli PEH-putkea eli kovaa polyeteeniä, jonka halkaisijana käytettiin sekä 200 mm että 160 mm. Jätevesiputket asennettiin 4...5 % kaltevuuteen ja hulevesiputket 3...4 % kaltevuuteen. Vesijohtoa uusittiin kaiken kaikkiaan noin 82 metrin matkalta. Jätevesiviemäriä vedettiin yhtä paljon kuin vesijohtoa. Hulevesiviemäriä asennettiin kaikkiaan noin 120 metriä. Wredenkadulla käytetyt putkimateriaalit näkyvät saaneeraustyömaan pituusleikkauksesta liitteestä 5.

Pohjamaan päälle rakennettiin suunnitelmien mukainen 200 mm murskearina, joka vuorattiin suodatinkankaalla. Arinan päälle levitettiin 150 mm:n asennusalusta. Tämän päälle asennettiin jätevesiputki ja noin 300 mm:n päähän rinnalle painevesijohto. Jätevesi- ja vesiputken päälle tasattiin hiekkaa noin 700 mm ja päälle asennettiin 560 mm hulevesiviemäri siten, että hulevesiputki ei sijainnut suoraan alempien putkien yläpuolella. Vaakasuora etäisyys vesijohtoon oli noin 300 mm. Putkien keskinäinen sijainti näkyy kuvasta 12.



KUVA 12. Rakennekerroksen tiivistämistä. Kaivannossa näkyvät paineellinen vesijohto 200 mm (sininen), viemäriputki 250 mm ja hulevesiputki 560 mm; valokuva Juha Karppinen. Wredenkadun kiertoliittymätyömaa, Varkaus 2010.

Tiivysmittauksia tehtiin työmaalla kantavan kerroksen päältä. Tiiveyttä ei kuitenkaan mitattu erikseen alku- tai lopputäytöstä, kuten se ohjekortissa ohjeistetaan. Tiiveys todettiin lähinnä kokemukseen perustuen. Alku- ja lopputäyttäjien paksut kerrokset kasteltiin hyvin ennen tiivistystöiden suorittamista ja jyrättiin tärylevyllä 5...6 ajoilytkerran verran niin, että kerroksesta tuli erittäin luja.

Vesijohtolinjan koestukset tehtiin käytännössä käyttöpaineella. Viemäreitä ei koestettu, sillä tilaaja ei vaatinut putkijohtojen koestamista. Kiinteistöille menevät vesijohtojen lähtöliitokset tarkistettiin vuotojen varalta. Lähtöpaalun 180 kohdalla sijainneessa kerrosta-
lon lähtöliitoksessa havaittiin vuoto liittämisen jälkeen, joka korjattiin välittömästi. (Hokkanen 3.12.2010.)

Rakennustyöt hoituivat pääosin suunnitelmien mukaisesti. Työmaa viipyi noin puolitoista päivää vesihuoltolinjan rakentamisen aikana, koska suunnitelmissa esitetyt vanhan linjan putkikoot eivät pitäneet paikkaansa. Kaivo oli ehditty jo tilaamaan työmaalle suunnitelmien mukaisesti, mutta tilaus jouduttiin vielä uusimaan mittavirheen vuoksi. Tämä aiheutti työmaan aikatauluun pienen viivästyksen. (Hokkanen 26.11.2010.)

Tilajalle toimitettiin putkitöiden jälkeen putkikartat, joista ilmenivät putkien tarkat rakentamistöiden jälkeiset sijainnit ja putkikorot. Työmaakokousten yhteydessä tilaajalle esitettiin tuoreimpien MVR -mittausten tulokset. (Hokkanen 3.12.2010.)

6 VESIHUOLTOLINJAN PUTKISTOT JA NIIDEN ASENNUSTYÖ

6.1 Vesijohdot

Vesijohdot rakennetaan uusista, laadultaan hyvistä putkista ja osista, joiden valmistajat ovat jatkuvassa laadunvalvonnan piirissä. Käytettävien materiaalien tulee täyttää suomalaiset standardit. (Suomen Kuntaliitto 2002, 273.) Muovisen viemäriputken standardien mukaisista merkinnöistä on esimerkki liitteen 1 kuvassa 28.

6.2 Muoviputki

Muoviputkia on valmistettu Suomessa vuodesta 1954. Ulkomailta tuotuja muoviputkia on käytetty rakentamisessa jo tätä aikaisemmin. 1960-luvulta lähtien muoviputkien käyttö on yleistynyt aluksi maaseudulla vesijohto- ja myöhemmin viemäriputkimateriaalina. Vuonna 1994 muoviputkia oli vesijohtojen kokonaispituudesta kaikkiaan 82 %. Viemärijohtoissa vastaava osuus oli noin puolet kaikista viemärijohtoista. Toinen puolikas oli betoniputkia. (Katko 1996, 219.)

Maahan asennettavista putkista muovisten putkien osuus on Suomessa yli 90 %. Myös veteen asennettava putki on tyypillisesti muoviputki. Muoviputken suosio johtuu sen hyvistä ominaisuuksista, joita ovat helppo asennettavuus ja käsiteltävyys muihin raskastekoisempiin putkiin verrattuna. Tämän lisäksi etuna on sen kilpailukykyinen hinta. Muoviputkea voidaan käyttää kaikkialla vesijohtoverkon piirissä sen hyvien liitettävyysominaisuuksien ansiosta. (RIL 124-2 2004, 306.)

Muoviputkia valmistetaan käyttötarkoituksensa mukaan erityyppisistä muoveista. Yleisimpiä ovat polyvinyylikloridi (PVC), kova polyeteeni (PEH) ja pehmeä polyeteeni (PEL). Muovisia paineputkia rakennetaan edellisten lisäksi puolikovasta polyeteenistä (PEM) ja polypropeenista (PP). (RIL 124-2 2004, 307-308.)

6.2.1 PVC-, PE- ja PP-putket

PVC-putkien käyttö painottuu jätevesi- ja painevesiputkien käyttöön sen hyvien jäykkyysominaisuuksien ja kemiallisen rasituskestävyyden vuoksi. PVC ei kuulu kesto-muoveihin kuten PE- ja PP-putket, joten sitä ei voi hitsata. Polypropeeniputkia käytetään nykyään usein hule- ja jätevesijärjestelmissä hyvän lämmönsietokyvyn ja iskutheyden vuoksi (Uponor - Yhdyskuntatekniikan käsikirja 51001 2009, 16-17).

6.3 Vesijohtojen asentaminen

Vesijohdot asennetaan siten, että

- vaakasuora etäisyys muihin vesi- ja viemäriputkiin on vähintään 200 mm
- etäisyys kaivoihin ja muihin rakenteisiin on muhvia lukuun ottamatta 100 mm
- pystysuora vapaa etäisyys seuraavaan putkeen on vähintään 100 mm ellei suunnitelmissa toisin mainita
- kaivannon reuna-alueella seinämän ja lähimmän kaivon, putken tai muun laitteen välillä tulee olla tyhjää tilaa vähintään 400 mm kaivannossa työskentelyn mahdollistamiseksi. (InfraRYL 2006, 31300.3.1.1.)
- jos vesijohdon ulkopinnan poikkileveys on ≥ 300 mm, se tulee rakentaa suorana, eikä esimerkiksi kaivoja saa ohittaa kulmien avulla. (Suomen Kuntaliitto 2002, 199.)

Jos suunnitelma-asiakirjoissa ei ole muuta mainittu, vesijohdon etäisyydet ympäröiviin rakenteisiin määräytyy alla olevan taulukon 2 mukaisesti. Kuvassa 14 on periaatepiirros putkijohtojen asentamiseksi.

TAULUKKO 2. Vesijohdon minimietäisyydet ympäröiviin rakenteisiin.
(InfraRYL 2006, taulukko 31300:T5; © Rakennustietosäätiö RTS 2010.)

Rakenne	Vähimmäisetäisyys (m)
kaukolämpöputki (ilman lämpöeristeitä)	0,5
maakaasuputki	2,5
maakaasuputki risteämässä	0,5
sähkökaapelit (suoja-putkeen)	0,2
telekaapelit (suoja-putkeen)	0,2
puut	1,5

6.4 Viemäriputkien asentaminen

Viemäriputket asennetaan uusista ja laadultaan hyvistä putkista, joiden valmistajat ovat jatkuvan laadunvalvonnan piirissä (InfraRYL 2006 31100.1.1.1, 19). Rakennetussa jätevesiviemärissä sallitaan seuraavat poikkeamat, jos ne eivät haittaa rakenteen toimivuutta tai haarojen rakentamista:

- vietto- ja paineviemärin sijainti saa poiketa vaakatasossa ± 100 mm
- paineviemärin korkeusasemassa saa olla poikkeavuutta ± 100 mm
- viettoviemärin sivusuuntainen poikkeama suorasta linjasta saa olla valitusta mitausmatkasta kolmassadasosa ($1/300$). (Suomen Kuntaliitto 2002, 242.)

6.5 Viettoviemäri

Viettojohdot valitaan jäykkyysluokan mukaisesti. Jäykkyysluokka määräytyy ensisijaisesti tiivistetyn alkutäyttömateriaalin mukaan, mutta huomioitavia asioita ovat myös putkea kuormittavat peitesyvyys ja liikennekuormitus. Viettoputkien jäykkyysluokkien valinnasta on suositukset taulukossa 3. Jos jäykkyyttä ei ole määritetty suunnitelmissa, niin katualueilla käytettävien putkien tulee olla vähintään SN 8-luokan putkia. (InfraRYL 2006, 31100.3.1.1, 22.)

TAULUKKO 3. Kestomuovisten viettoviemäriputkien jäykkyysluokka liikennealueilla. (RIL 77-2005 2005, taulukko 7, 29; © Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.)

Alueen käyttötarkoitus	Peitesyvyys (m) putken laesta mitattuna. Alkutäyttömateriaali on tiivistetty Hk, Sr tai M.	Jäykkyysluokka
Kevyen liikenteen väylät ja vastaavat, pihat	0,8...6,0 > 6,0	SN 4 SN 8
Kadut ja vastaavat, yleiset paikoitusalueet, tavaraliikenteen kentät	1,0...6,0 >6,0	SN 8 SN 16 tai vastaava paineputki

Kun alkutäyttö on tehty ja tiivistetty hiekasta, sorasta tai murskeesta ja olosuhteet ovat normaalit, materiaalina on vähintään SN 4-luokan putki aina kuuden metrin täyttöön saakka. Kun peitesyvyys on yli kuusi metriä, käytetään vähintään SN 8-luokan putkea. Tällöin laaditaan lisäksi yksityiskohtainen suunnitelma rakentamis- ja asennustyötä varten. (RIL 77-2005 2005, 29.)

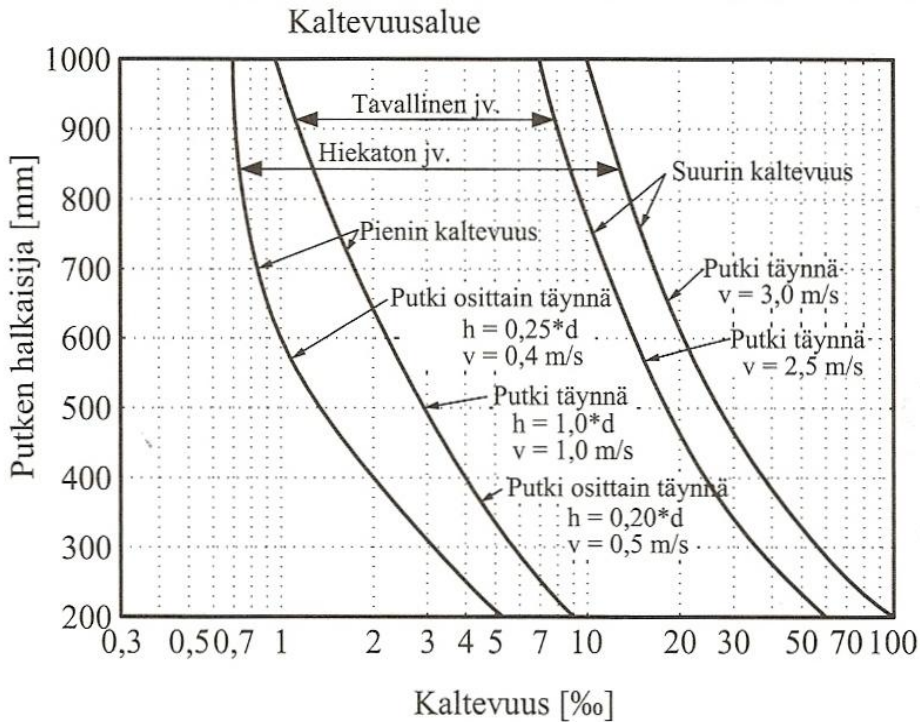
Viettoviemäreiden muoviputket voivat olla PVC- U-, PE- tai PP-putkia. Putkien yhteydessä käytetään yhteensopivia putkiyhteitä sekä liitososia. (InfraRYL 2006, 31100.1.1.4, 20.)

6.5.1 Viemäreiden kaltevuudet

Jos virtausnopeus on putkessa liian suuri, se kuluttaa putken pintaa sitä kovemmin, mitä enemmän virtaava vesi sisältää kiintoainesta. Lisäksi kiintoainesta voi aiheuttaa putken pintaan mekaanista korroosiota. Seka- ja hulevesiviemäreissä kulkevan veden suurimmat sallitut nopeudet ovat 3...4 m/s ja jätevesiviemäreissä 4...5 m/s. (RIL 124-2 2004, 467-468.) Viemäriputkien kaltevuuksien raja-arvot on esitetty graafisesti kuvassa 13.

Liitteen 1 kuvassa 34 näkyy viettoviemärin kaltevuuden ohjaamiseen käytetty vaa'ituslaite.

Viemäriputkien minimikaltevuus varmistaa, että putkessa olevan veden virtausnopeus on ainakin kerran vuorokaudessa niin suuri, että se vie putken pohjalle jääneen kiintoaineksen mennessään. Seka- ja hulevesiviemäreissä kulkevan veden pienimmät sallitut nopeudet ovat 0,5...0,6 m/s ja jätevesiviemäreissä 0,4...0,5 m/s. (RIL 124-2 2004, 467-468.)



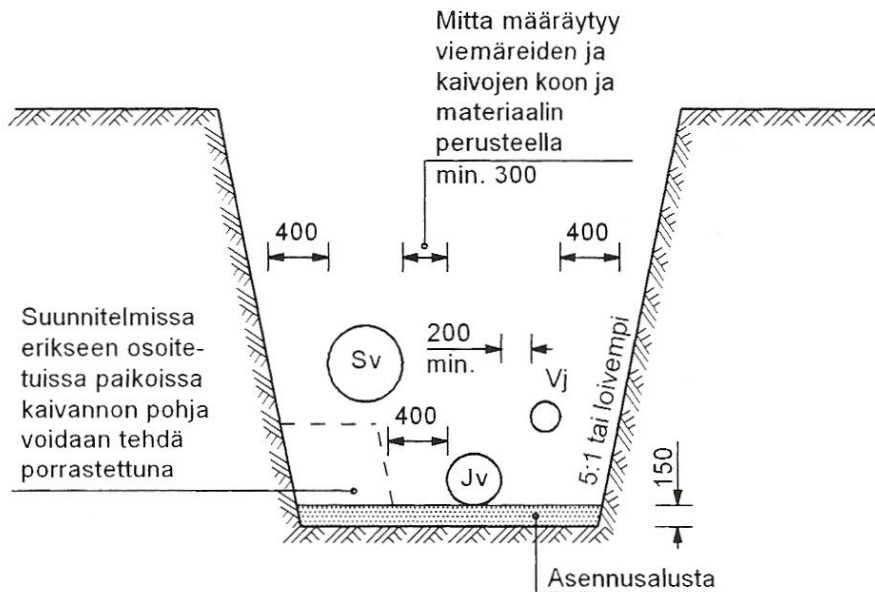
KUVA 13. Putken kaltevuuksien raja-arvot viemäreissä (RIL 124-2 2004, kuva 358, 468; © Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry)

6.5.2 Paineviemäri

Paineviemärin paineluokka valitaan pääasiassa putkistossa virtaavan nesteen käyttöpaineen mukaan. Paineviemäreissä otetaan huomioon myös mahdollinen alipaine. Liikennealueilla paineluokka valitaan liikennekuormasta aiheutuvan lisäpaineen mukaan. Paineluokka määritetään suunnitelma-asiakirjoissa. (RIL 77-2005 2005, 30.)

Paineviemäreissä muoviset putket ovat joko PVC- U- tai PE-putkia (InfraRYL 2006, 31100.1.1.4, 20). PE-putkissa on suositeltavaa käyttää vähintään SDR 17-luokan seinämäsarjaa, joka PE 80-putkessa vastaa paineluokkaa PN 6 ja PE 100-putkessa paineluokkaa PN 10. PVC-putkissa käytetään vastaavasti paineluokkaa PN 10. SDR-arvo ilmaisee putken ulkohalkaisijan ja seinämäpaksuuden välisen eron (Uponor-Yhdyskuntatekniikan käsikirja 51001 2009, 233).

Painejohto peitetään liikennealueilla vähintään 1,0 metrin syvyydelle maanpinnasta. Liikenneväylän alituksessa käytetään suojaputkena vähintään SN 8 -luokan putkea. (RIL 77-2005 2005, 30.)



KUVA 14. Putkien asentamisohje tukemattomassa kaivannossa. Kaivannon pohjan minimileveys on 1,0 metriä. (InfraRYL 2006, 31300.1.1, kuva 31300:K3, 51; © Rakennustietosäätiö RTS 2010.)

6.6 Muoviputkien ja putkitarvikkeiden varastointi ja kuljetus

Putket ja tarvikkeet varastoidaan siten, että putket eivät taivu, kuormitu tai likaannu varastoinnin aikana. Varastointiajan tulisi olla mahdollisimman lyhyt. Putkissa olevat suojatulpat pidetään paikallaan asennusvaiheeseen saakka. Kuorman purkamisessa ja siirtämisessä käytetään kumipäällysteisiä tai vastaavankaltaisia nostoliinoja, jotka eivät vaurioita putkea. Kumitiivisteet säilytetään auringonvalolta ja kuumuudelta suojatussa paikassa. Voiteluaineet, bensiinit ja liuottimet tulisi säilyttää eri paikassa. (InfraRYL 2006, 31300.1.11, 51.)

Putkien käsittelyyn tulisi kiinnittää erityistä huomiota. Putkia ei kannattaisi heitellä tai pudottaa, sillä ne saattavat vaurioitua. Putkien ja putkikieppien raahaamista maata pitkin ei suositella, koska niiden pintaan voi tulla haitallisia naarmuja. Kiepit varastoidaan kyljellään tai lavoilla (Uponor-Yhdyskuntatekniikan käsikirja 2009, 272). Putkiin ei saisi muodostua varastoinnin aikana pienempiä taivutussäteitä, kuin taulukossa 4 on annettu. Paineputket eivät saa vääntyä sellaisista kohdista, joihin tehdään putkiliitos. Pitkäaikaisessa varastoinnissa tulisi huomioida, että putket eivät joudu olemaan auringonpaisteissa. Auringonvalo aiheuttaa lähinnä putkien värin haalenemista. Tämä ei kuitenkaan vaikuta putkien käyttöominaisuuksiin. Lämpö taas voi aiheuttaa putkissa haitallisia muo-

donmuutoksia. Varastointialueen tulisi olla mahdollisimman tasainen. (RIL 77-2005 2005, 11-12; Uponor - Yhdyskuntatekniikan käsikirja 2009, 272.)

Putkien kuljetusalustan tulee olla suora, eikä siinä saa olla teräviä särmiä tai vastaavia, jotka voivat vaurioittaa putkia. Kuljetuksen aikana putkien liikehdintä estetään esimerkiksi verkolla. Kuljetuksessa otetaan huomioon, että painavimmat putket ovat nipussa alimpana. Suositeltavat korkeudet putkien pinoamiselle esitetään taulukossa 5. (RIL 77-2005 2005, 12.)

TAULUKKO 4. Muoviputkelle määritellyt taivutussäteiden raja-arvot. Taivutusta ei saa syntyä muhviosaan. (RIL 77-2005 2005, taulukko 4, 12; © Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.)

Putkimateriaali	Pienin sallittu taivutussäde asennuksessa
PVC	300 x d _e
PE 80 pehmeä	40 x d _e
PE 80 kova	50 x d _e
PE 100	50 x d _e
PP	100 x d _e

TAULUKKO 5. Irrallisten putkien suurimmat sallitut varastointikorkeudet metreinä. (RIL 77-2005 2005, Taulukko 3, 12; © Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.)

Putken materiaali	Viettoputki			Paineputki	
	SN 4	SN 8	SN 16	PN 4	PN 6... PN 20
PE	2,8	2,8	3,0	2,8	3,0
PP	2,8	2,8	3,0	-	-
PVC	2,6	2,6	3,0	-	3,0

6.7 Betoniputki

Betoniputken käytön hyviä puolia ovat sen ympäristöystävällisyys, hyvä saatavuus sekä lujuus- ja säilyvyysominaisuudet (Rakennusteollisuus RT ry 2003, 9). Näiden lisäksi betoniputkien vedenjohtavuus on hyvä. (RIL 124-2 2004, 319). Betoniputket suunnitellaan kestäväksi käytössä 100 vuotta. Käyttöikään vaikuttavia asioita ovat

- kaivu- ja asentamistyön laatu
- täyttötöyt
- maaperäolosuhteet ja siitä aiheutuva kuormitus
- putkessa johdettavan veden laatu.
- saumojen ja tiivisteiden käyttöikä
- betonin ja raudotteiden kestävyys. (Rakennusteollisuus RT ry 2003, 14.)

Betoniputkia on muodoltaan sekä jalallisia että pyöreitä, suoria ja muhvillisia. Betoniputket valmistetaan normien mukaan vähintään lujuusluokan K40 betonista. (Rakennusteollisuus RT ry 2003, 15.)

Ympäristöystävällisyytensä vuoksi betoniputki voidaan käytöstä poistamisen jälkeen murskata ja käyttää uudelleen tien runkoaineena. Se voidaan myös jättää maahan paikalleen ilman pelkoa ympäristöhaitoista. (Rakennusteollisuus RT ry 2003, 15.) Jos betoniputki jätetään maahan ja korvataan esimerkiksi vesihuoltorakentamisen yhteydessä muoviputkella, se olisi hyvä täyttää betonilla. Muutoin betoniputki saattaa sortua katurakenteen alla, ja aiheuttaa kadun liikennöitävyyden kannalta haitallista painumista.

Betoniputkia valmistetaan viemäriputkiksi raudoitettuina ja raudoittamattomina. Raudoittamattomia betoniputkia valmistetaan halkaisijaltaan 150 mm:stä ylöspäin aina 1 000 mm:iin saakka, joka on suurin sallittu halkaisija raudoittamattomalla betoniputkella. Kokoluokkia 800...1 000 mm käytetään ainoastaan liikennealueiden ulkopuolella. Pääsääntöisesti pieniläpimittaiset (Φ 225...400 mm) putket ovat raudoittamattomia ja suuriläpimittaiset ($\Phi \geq 500$ mm) raudoitettuja. (Rakennusteollisuus RT ry 2003, 15, 59.)

Raudoitettujen betoniputkien halkaisija voi olla yli 1 000 mm. Kestävyysluokaltaan ne ovat luokkaa Br tai Dr. Näistä luokka Dr on lujempaa. Raudoitettuja putkia käytetään tavallisimmin suuriläpimittaisissa viemäreissä. Raudoitteiden tarkoituksena on parantaa betonin kestävyttä murtumista vastaan. Niiden tehtävänä on myös estää putkien äkillinen sortuminen yllättävien kuormitusten tai painumien vaikutuksesta. (Rakennusteollisuus RT ry 2003, 15.) Taulukossa 6 esitetään betoniputken sallittuja peitesyvyyksiä eri lujuusluokille.

TAULUKKO 6. Betoniputkelle sallitut peitesyvyydet hautateorian mukaan metreinä. (RIL 124-2 2004, taulukko 126, 476; © Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.)

Putkiluokka	Tiivistetty		Ei tiivistetty	
	maksimi	minimi	maksimi	minimi
B	5,00	0,60	4,00	1,00
Br	8,00	0,40	5,00	0,60
Dr	13,00	0,20	7,50	0,40

6.7.1 Betoniputken asennusalusta

Asennusalustassa käytettävän kiviaineksen suurin sallittu raekoko on tiealueilla 63 mm ja muualla 32 mm. Materiaalina käytetään hiekkaa, soraa tai murskettä. Jos rakennetaan talvisena vuodenaikana ja asennusalustan hienoaines voi jäättyä, asennusalusta

voidaan tehdä sepelistä tai sorasepelistä. Tällöin raekokona käytetään 8/32. Hienoaineksen puuttuminen aiheuttaa toisaalta ongelmia tiivistyvyyteen. (InfraRYL 2006, 18310.1.2, 370; Rakennusteollisuus RT ry 2003, 69.)

6.7.2 Liitosmenetelmät ja tiivisteet

Betoniputkiin esiasennetaan kumitiivisteet tavallisesti tehtaalla. Näillä EK-järjestelmän putkilla saavutetaan useita hyötyjä, joita ovat muiden muassa tiivisteiden paikallaan pysyminen ja oikea koko. Liitos kestää yli- ja alipainetta, eikä rikkoonnu tai irtoa myöskään painepesussa. Näiden lisäksi liitos sallii normien mukaisen kulmamuuutoksen tiiviiden kärsimättä. Betoniputket eivät ole kulmamuuutoksissa kosketuksissa keskenään, sillä kumitiiviste kantaa koko kuorman. Tiivisteiden ansiosta sauma pysyy tiiviinä myös kuormien muuttuessa. Liitos myös lukittuu voimakkaasti liukuaineen kuivumisen jälkeen. (Rakennusteollisuus RT ry 2003, 16.)

Asentamisen yhteydessä betoniputken muhvilla oleva solumuoviossa irtoaa vetämällä sen pinnalla olevasta teipistä, jolloin se samalla puhdistaa muhvin jäästä, lumesta tai liasta. Kuumennusliekin käyttöä ei suositella. Talvisaikaan tiivistettä voidaan pehmentää naputtelemalla sitä kumivasaralla, mikä helpottaa asennustyötä. Ennen asennustyötä tiivisteeseen levitetään valmistajan suosittelemaa liukastetta, joka ei sisällä tiivisteelle haitallisia ainesosia. Pakkasella asennustyötä helpottaa, jos tiiviste valellaan aineella sekä kärkipäästä että tiivisteiden reunaosasta. Putki liitetään kaivoon lyhyellä soviteputkella, mikä mahdollistaa putkilinjan joustavuuden. (Rakennusteollisuus RT ry 2003, 17.)

6.7.3 Betoniputkien käyttö

Betoniputkia käytetään pääasiassa viettoviemäreissä. Muita käyttöalueita ovat tierummut, paineviemärit ja raakavesijohdot. Paineputket valmistetaan erikoisbetonista, jolla on hyvät korroosionkesto-ominaisuudet. (Rakennusteollisuus RT ry 2003, 21.)

6.8 Valurautaputki

Valurautaputket ovat olleet teräsputkien ohella vallitseva vesijohtomateriaali 1950-luvulta aina 1970-luvulle asti, kunnes muoviputki valtasi markkinoita. (Katko 2006, 219.) Paineviemäreissä voidaan käyttää standardin mukaisia pallografiittivalurautaputkia (SG-valurautaputkia). Putken ulkopinta käsitellään tehtaalla sinkittämällä ja kuumabitumilla. Sisäpuolinen pintakäsittely määritellään suunnitelmissa. (Suomen Kuntaliitto 2002, 241.)

6.8.1 SG-valurautaputkien valmistuksesta

SG-valuraudan edut harmaavalurautaan verrattuna saavutetaan erilaisella valmistusmenetelmällä. Harmaavaluraudassa olevat hiilimolekyylit ovat lamellimaisessa muodossa pitkittäin, jolloin kuormituksen yhteydessä paine etenee kuormituspisteestä lamelleja pitkin ja aiheuttaa murtumisen. SG-valurautaputkessa taas hiilimolekyylit ovat pallomaisessa muodossa, jolloin kuormituksen aiheuttama paine ei pääse etenemään hiili- ja rautamolekyylien välissä. Tämä ehkäisee murtumien syntymisen. Hiilen olomuoto muutetaan harmaavaluraudalle ominaisesta lamellista pallomaiseen muotoon lisäämällä sulana olevaan rautaan magnesiumia valmistuksen yhteydessä. (Saint-Gobain Pipe Systems 2010, 5.)

6.8.2 Valurautaputken käyttöominaisuuksia

Valurautaputki kestää hyvin mekaanista rasitusta, eikä syövy kovinkaan herkästi aggressiivisissakaan vesissä. Toisaalta se on kustannuksiltaan kallis putkimateriaali. Valurautaputkea voidaan käyttää paikoissa, missä talonjohtoja, sulkuventtiilejä, paloposteja ja haarautumia on paljon ja uudisrakentamisen kustannukset nousevat korkeiksi. Perusolosuhteiden täytyy olla vähintään tyydyttävät. (RIL 124-2 2004, 307.)

SG -valurautaputki kestää erittäin hyvin varastoinnin ja sään vaihtelut. Putki voidaan asentaa myös talvisaikaan. Valurautaputken etuna on myös sen toiminta epävakaassa maaperässä ja säilyvyys ympäristytön epähomogeenisuudesta ja tiivyydestä huolimatta. Putkessa tapahtuvia kemiallisia reaktioita vastaan putken sisäpinta vuorataan alumiinioksidisementillä. Ulkopuolinen pinta taas kestää hyvin erityyppisiä maaperäolosuhteita. (Saint-Gobain Pipe Systems 2006, 3.)

6.8.3 SG -valurautaputken asentaminen

Putken asennusalustalla ei saa olla kiviä eikä louhetta. Erillisiä korokkeita, kuten puutukia tai vastaavia ei alustassa myöskään saa olla. Jos asennusalustan tasaisuudesta on epävarmuutta, sinkki-bitumipinnoitetulle perusputkelle käytetään dimensioltaan 0/32 soraa, jossa suurin yksittäinen raekoko saa olla 63 mm. Jos putkena on PE-pinnoitettu SG-putki, soran rakeisuuden tulee olla 0/6, missä yksittäisen rakeen maksimikoko on 15 mm. Tavallisesti asennusalustan tiivistämiselle ei ole vaatimuksia, mutta se täytyy tasata huolellisesti. (Saint-Gobain Pipe Systems 2006.)

Talviolosuhteissa täytyy varmistaa, että asennusalustassa ei ole jäisiä paakkuja. Tarvitessa on mahdollista käyttää sepeliä, jonka raekoko on puolet edellä mainituista. Hienoainesta ei tarvitse tässä tapauksessa poistaa. (Saint-Gobain Pipe Systems 2006.)

SG-valurautaputken alkutäyttö täytyy tehdä samasta materiaalista, kuin asennusalustakin on tehty. Tällöin varmistetaan, että materiaali ei sisällä syövyttäviä ainesosia ja materiaali on tiivistyvää. Kun asennetaan alle DN 600 putkia liikennealueiden ulkopuolelle, putken ympärystäyttöä ei tarvitse normaaliolosuhteissa tiivistää. Tämä on kuitenkin suotavaa tarkistaa suunnitelmista. Talviolosuhteissa tarkistetaan, että täyttömateriaalissa ei ole jäisiä paakkuja. Kun asennetaan PE -pinnoitettuja valurautaputkia, varmistetaan että pinta ei vaurioidu ja liitosten suojaamiseen käytetty lämpökutiste on jäähtynyt ennen kaivannon täyttämistä. (Saint-Gobain Pipe Systems 2006.)

Valurautaputkien asentamisesta löytyy lisätietoa Saint-Gobain Pipe Systems:n internet-sivuilta suunnittelu- ja asennuskirjastosta osoitteesta <http://www.sgps.fi>. Sivuilla esitellään myös erilaisia liitos- ja muhviyyppejä sekä asennusohjeita.

6.9 Teräsputki

Teräsputken käyttöikä on suhteellisen lyhyt. Teräsputken käyttö on perusteltua jos putkelta vaaditaan suurta halkaisijaa, rasiukset ovat suuria ja maapohja huonoa. Teräsputken heikkoutena on sen korroosioherkkyys, jota voidaan osittain ehkäistä bitumilakalla, muovilla tai betonilla. (RIL 124-2 2004, 307.)

6.10 Asbestisementtiputki

Asbestisementtiputkien valmistus aloitettiin Suomessa vuonna 1961. Niitä käytettiin 1980-luvulle saakka, kunnes 1980-luvun loppupuolella käyttö lopetettiin työsuojelusyistä. (Katko 1996, 219.) Asbestisementtiputkissa käytettiin liitoksissa yleensä erillistä, asbestisementtiputkesta sorvattua irrallista muhviosaa, joka varustettiin kumirengastiivisteellä. Putkijohdojen yleisimpiä liitostyypppejä esitellään kuvassa 15. (RIL 124-2 2004, 306-307.)

6.11 Kupariputki

Kupariputken valmistus aloitettiin Suomessa vuonna 1941. Kupariputkia käytettiin tonttijohdoissa varsinkin 1960- ja 1970-luvuilla. Kupariputken korroosionkesto on melko hyvä. Putken ulkopuolista kosketuskorroosiota sekä sisäpuolista eroosiororroosiota voi tosin ilmetä. Liitostyypppeinä kupariputkissa on käytetty juotosliitosta ja kiristinliitosta. (Katko 1996, 219; Kaupunkiliiton julkaisu B 63 1979, 159.)

6.12 Liitostavat

Putket voidaan liittää toisiinsa kumitiiviste-, laippa-, liitin- tai hitsausliitoksilla, kuten kuvassa 15 on esitetty, kunkin putkityypin valmistajan ohjeiden mukaan. Kaivon liittyminen tapahtuu lyhyttä liitosputkea käyttämällä. PVC-putket liitetään toisiinsa kumitiivistemuhviliitoksella. PE-putket liitetään pusku-, sähköhitsaus-, laippa- tai liitinliitoksella. Myös venttiileihin ja yhteisiin voidaan käyttää laippaliitosta. Valurautaputkiin käytetään yleensä kumitiivistemuhviliitosta. (Suomen Kuntaliitto 2002, 245, 277.)

1. Sidosaineliitokset

- Lyijyliitos



- Juotos- tai kapillaariliitos



2. Tiivisteliitokset

- Rengastiivisteliitos



- Kaksoistiivisteliitos



- Kierteellinen tiivisteliitos



3. Hitsiliitokset

- Hitsattu päittäisliitos



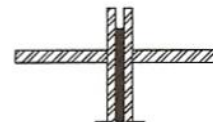
- Hitsattu muhviliitos



- Hitsattu kartioliitos



4. Laippaliitos



5. Kierreliitos



6. Kiristinliitos



KUVA 15. Putkijohtojen liitosmenetelmät.

(RIL 124-2 2004, kuva 242, 307;

© Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.)

6.12.1 Kumi- ja muovirengastiiviste

Kumi- tai muovirengastiivisteistä muhvia käytetään valurauta- ja teräsputkien yhteydessä. Muhvi on nopea ja yksinkertainen asentaa. Lisäksi se sallii putken vähäisen liikkumisen ilman vuotojen syntymistä. (RIL 124-2 2004, 313.)

6.12.2 Puskuhitsaus

Muoviputken puskuhitsauksessa putkien päät lämmitetään niin, että muoviaines muuttuu liitospinnaltaan puolijuoksevaksi massaksi. Tämän jälkeen ne puristetaan nopeasti yh-

teen suurella paineella ja annetaan jäähtyä. Liitoksen lujuus on lopulta sama kuin putken lujuus muiltakin osin. Liitos vaatii erikoistyökalujen käyttöä, mutta työvaihe on sinällään yksinkertainen ja nopea suorittaa. (RIL 124-2 2004, 311.)

Puskuhitsauksen suorittaminen vaiheittain:

- Hitsauskone asetetaan tukevasti työskentelypaikkaan.
- Letkut, kaapelit ja kiinnitysleuat kytketään paikoilleen ohjeiden mukaisesti.
- Tarkistetaan, ovatko putkien päät puhtaat.
- Hitsattavat putket kiinnitetään koneeseen tukevasti.
 - Pitkät putket tuetaan yhdensuuntaisuuden säilyttämiseksi.
- Höylä asennetaan koneeseen ja putkien päät höylätään keskenään yhteensopiviksi.
- Hitsauskone avataan ja höylä otetaan irti.
- Kaikki lastut poistetaan putkien päistä ja alta siten, että höyläyspintoja ei kosketa.
- Hitsauskone suljetaan ja tarkistetaan, että hitsattavat putkien päät asettuvat yhteen.
 - Päiden välillä ei saa olla epäkeskeisyyttä enempää kuin 10 % putken seinämäpaksuudesta.
- Putkien päät pyyhitään hyväksytyllä puhdistusnesteellä, joka poistaa mahdollisen lian lisäksi staattista sähköä.
 - Likaa, hiekkaa ja muita epäpuhtauksia varotaan puskuhitsauksen aikana.
- Hitsauspeilin puhtaus, ehjyys ja lämpötila tarkastetaan. Lämpötilan täytyy olla $220\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$ astetta. Jos peili on likainen, se voidaan puhdistaa nukkaamattomalla paperilla.
- Hitsauspeili asetetaan putkien päiden väliin ja hitsattavat päät puristetaan pieliä vasten ohjeiden mukaisella paineella, kunnes päät alkavat sulaa.
 - Hitsauspaineen tulee olla vähintään $0,12\text{ N/mm}^2$ ja enintään $0,15\text{ N/mm}^2$ (1,2 bar...1,5 bar)
- Paine alennetaan melkein nolnaan, kun riittävä sulan purseen paksuus on saavutettu. Purseen paksuus riippuu putken paksuudesta. Putkien päät pidetään kiinni hitsauspeilissä. Putken paksuus ja materiaali määrittävät jälkikumennusajan.
- Jälkikumennusajan kuluttua umpeen, kone avataan ja hitsauspeili irrotetaan. Putkien päät puristetaan nopeasti yhteen koskettamatta sulaneita pintoja.
- Paine nostetaan jälleen maksimiinsa.
 - Paine ja puristusaika tarkistetaan hitsauskoneen ohjeista.
- Liitoksen annetaan olla hitsauspaineessa ja jäähtyä noin 40 asteeseen. Purseen väri muuttuu jäähtymisen aikana (katso kuva 16).
- Jäähtymisajan kuluttua umpeen, paine voidaan laskea ja kiinnitysleuat avata.

- Purseen oikeanlainen muoto varmistetaan. (Uponor-Yhdyskuntatekniikan käsikirja 2009, 197-202.)

Hitsauksessa tulee huomioida, että

- Hitsausta ei tehdä alle -20 asteen lämpötilassa.
- Jos hitsauksen aikana tuulee tai sää on kostea, käytetään telttaa tai katetta estämään tuulen tai kosteuden pääseminen hitsausalueelle.
- Vapaana olevat putkenpääät suojataan tulpilla, jotta putken läpi ei kulje ilmavirtaa. Ilma voisi jäähdyttää putkea hitsaamisen aikana.
- Hitsattavien putkien seinämien täytyy olla yhtä paksut.
- Putkien hitsaamistyön aikainen liikehdintä estetään.
- Putkien tulee olla samassa linjassa keskenään hyvän hitsaustuloksen saavuttamiseksi. (Uponor-Yhdyskuntatekniikan käsikirja 2009, 197.)



KUVA 16. Esimerkki hyvästä saumasta Uponorin ProFuse-putkessa. Purse on korkea ja väri vaalentunut jäähtymisen aikana. (Uponor-Yhdyskuntatekniikan käsikirja 2009, 203; © Uponor Suomi Oy.)

6.12.3 Sähköhitsaus

Sähköhitsaus on helppo tapa yhdistää muoviputket yhteen. Hitsauksessa tarvitaan kiinnitystyökalu, jonka sisään putken päät työnnetään ohjeiden mukaiseen rajaan saakka ja hitsataan kiinni. Hitsauksessa huomioidaan, että liitettävät putket ovat mahdollisimman suorassa ja samassa linjassa pituus- ja vaakasuuntaisesti. Putkien liikehdintä estetään

hitsauksen ja jäähtymisen aikana. (Uponor-Yhdyskuntatekniikan käsikirja 2009, 192-196.)

Sähköhitsauksen eteneminen vaiheittain:

alustavat toimet:

- Merkitään alue, jolta suojakuori poistetaan.
 - Jos putkessa ei ole suojakuorta, pinnasta raavitaan hapettunut osa pois.
- Merkitty alue leikataan asianmukaisella työvälineellä.
- Suojakuori irrotetaan juuri ennen hitsaustyön aloittamista. Liitteen 1 kuvassa 31 on esimerkki suojakuoren poistamisesta.
 - Valkoisen putken pinnan täytyy olla puhdas. Putken pinta puhdistetaan tarvittaessa hyväksytyllä puhdistusnesteellä.

muhvin hitsaaminen:

- Suojakuoren poistamisen jälkeen mitataan ja merkitään oikea asennussyvyys putkeen. Mittaan lisätään 5 mm.
- Muhvi työnnetään putkeen merkkiin saakka.
- Asennetaan kiinnitysokalu, jos sellainen on käytettävissä. Käsitellään toinen putki alustavien toimien mukaisesti.
- Laitetaan hitsauskaapelit paikoilleen.
- Hitsaustiedot luetaan muhvin mukana tulleesta hitsauskortista. Esimerkki hitsauskortista on liitteessä 1 kuvassa 30.
- Suoritetaan sähköhitsaus. Liitteen 1 kuvassa 32 hitsataan T-liitoskappaletta painevesiputken kaivannon ulkopuolella. Kuvassa 33 sama putki on asennettuna kaivantoon.

porasatulan hitsaaminen:

- Suojakuoren poistamisen jälkeen kiinnitetään putkiyhde putkeen kiertämällä ruuvit tiukasti kiinni.
 - Ruuvien kiristykseen voi käyttää porausavainta.
- Suoritetaan sähköhitsaus.
- Liittymisreikä voidaan porata porausavaimella jäähtymisajan jälkeen.
- Kierretään kansi tiukasti kiinni. (Uponor-Yhdyskuntatekniikan käsikirja 2009, 192-196.)

7 KAIVOT

7.1 Yleistä

Viemäriverkostoon rakennetaan tarkastuskaivoja ja -putkia yleensä noin 50...80 metrin välein liittymiä ja ylläpitoa ajatellen. Tarkastusputkia sijoitetaan jokaisen viemäriverkoston pysty- ja vaakasuoraan taitekohtaan. Tarkastuskaivo rakennetaan aina, jos kulma- muutos on yli 45 ° (InfraRYL 2006, osa 2, kuva 31100:K6, 26). Tarkastuskaivojen välillä putket rakennetaan suoraan, mistä on etua kunnossapidon ja seurannan yhteydessä. (RIL 124-2 2004, 477.)

Kaivojen tulee olla vesitiiviitä, jolloin saumauksiin ja putkien läpivientiin tulee kiinnittää huomiota. Jos pohjavedenpinta ulottuu kaivon korkeudelle, rengaskaivoissa käytetään saumatiivisteitä tai kaivo tehdään valamalla paikan päällä. Joustava putkiliitos tehdään heti kaivon ulkopuolelle ja läpivienti tiivistetään joustavalla tiivisteellä. (RIL 124-2 2004, 320.)

Tarkastuskaivo rakennetaan betonista tai muovista. Sen tulee olla riittävän suuri, jotta sen kautta voidaan tehdä viemärin tarkastus- ja puhdistustöitä. Kaivon sisähalkaisijan tulee olla teleskooppiosaltaan kuitenkin vähintään 500 mm. Jos kaivossa tehdään huoltotöitä, kaivon sisähalkaisijan on oltava vähintään 800...1 000 mm. Renkaat jaetaan lujuusluokan mukaisesti Br- ja Cr-luokkaan. Renkaiden tiivydelle on asetettu samat vaatimukset kuin putkillekin. (RIL 124-2 2004, 320, 477, 479.) Tarkastuskaivosta on esitetty piirros kuvassa 17.

7.1.1 Verkoston laitteiston sijoittamisesta

Vesijohtoverkoston laitteiden sijoittamisessa huomioidaan, että

- Kiinteistöt voivat liittyä vesijohtoon mahdollisimman tasapuolisesti.
- Laitteiden ja putkien korjaustöiden tekeminen voidaan suorittaa turvallisesti, eikä siitä aiheudu haittaa liikenteelle, teiden kunnossapidolle ja muille putkistoille.
- Vesijohtoverkon toiminta on mahdollisimman varmaa vesimäärien, paineiden ja vedenlaadun osalta. (RIL 124-2 2004, 320-321.)

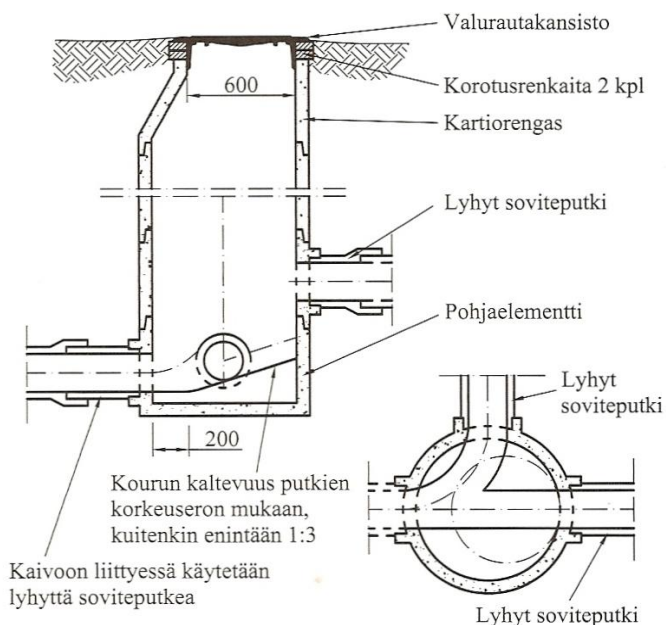
7.1.2 Kansisto

Katualueella olevan kaivon kantena käytetään esimerkiksi viemärikaivon kantta. Ajoradan ulkopuolella kaivon kansi ja kehykset asennetaan ympäröivää maanpintaa korke-

ammalle, jotta pintavedet eivät valu kaivoon. Vesijohtoverkon kaivojen tulisi olla lukittavissa. Palopostikansistoissa noudatetaan paloviranomaisen antamia ohjeita. (RIL 124-2 2004, 320.)

Kartion päälle asetetaan kaivonkansi, joka on valurautainen ja mieluiten pyöreä yksin- tai kaksinkertainen kansi. Kaksinkertaista, lämpöeristävää tai lukittavaa kansistoa käytetään vain, jos suunnitelmissa on näin osoitettu. Korkeutta säädellään kannen alle asetettavilla betonisilla korokerenkailla. Renkaiden paksuus on ainakin 50 mm ja niitä tulee olla kannen alla vähintään kaksi ja enintään neljä. Kelluvaa kansistoa käytetään päällysteillä liikennealueilla. Kehyksen reuna tukeutuu tällöin päällysteeseen tai maahan. Kelluvan kehyyksen alareuna asennetaan betonikaivoissa ylimmän korokerenkaan sisään ja muovikaivoissa se kiinnitetään pulteilla tai vastaavasti teleskooppiputkeen. Kansiston tulee olla säädettävissä tien- tai maanpinnan vieton mukaisesti. Sitä saa korjata korokerenkaita käyttäen enintään 100 mm. Jos tien tai kadun pituuskaltevuus on yli 5 %, muovi- ja teräskaivojen kallistus tehdään vinolla säätöputkella ja betonikaivojen kallistus korokerenkailla. (RIL 124-2 2004, 479; InfraRYL 2006, osa 2, 31100.3.2.6, 27.)

Katualueella kansiston kuormituskestävyyden täytyy olla 400 kN ja muualla 50 kN...250 kN välillä. Valurautakannen paksuuden tulee olla vähintään 50 mm. (RIL 124-2 2004, 479; InfraRYL 2006, osa 2, 31100.3.2.6, 27.)



KUVA 17. Esimerkki tarkastuskaivosta.
(RIL 124-2 2004, kuva 364, 478;
© Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.)

7.2 Kaivokortit

Kaivojen tilaamisessa tulee huomioida mahdolliset verkostoa koskevat rakentamisaikaiset muutokset. Mikäli suunnitelmiin tulee muutoksia, kaivot tilataan kaivokortteihin tehtävien muutosten mukaan. Kaivokortissa esitetään lähtö- ja tuloputkien liittymiskulma sekä viettokaltevuus. Lisäksi kortista nähdään haluttu kaivomateriaali. Kaivokorttien avulla valmistaja pystyy tekemään halutunlaiset kaivot. Kortista ilmenee lisäksi muiden muassa kaivon korkeus ja käyttötarkoitus. Jos tilattava kaivo eroaa valmistajan vakiomallisina tuotettavista kaivotyypeistä, kyseessä on tilauskaivo. Muussa tapauksessa kaivo on valmistajan perusmalli ja kyseessä on vakiokaivo. Esimerkki kaivokortista on liitteessä 6. (Hokkanen 26.11.2010.)

7.3 Kaivojen asentaminen työmaalla

7.3.1 Betonikaivo

Rakentamisen aikana pyritään estämään kaivojen haitallinen jäätyminen ja pakkasen työntyminen kaivon kautta putkiin ja putkien alkutäyttöön. Lisäksi estetään maa-ainesten kerääntyminen kaivoon. Betonikaivojen pohjarenkaissa ja kartioissa käytetään esiasennettuja kiintotiivisteitä. Korotusrenkaat ja kannen renkaat tiivistetään tiivistenauhaa käyttämällä. (InfraRYL 2006, osa 2, 31100.3.2.1, 31100.3.2.1, 23-24.)

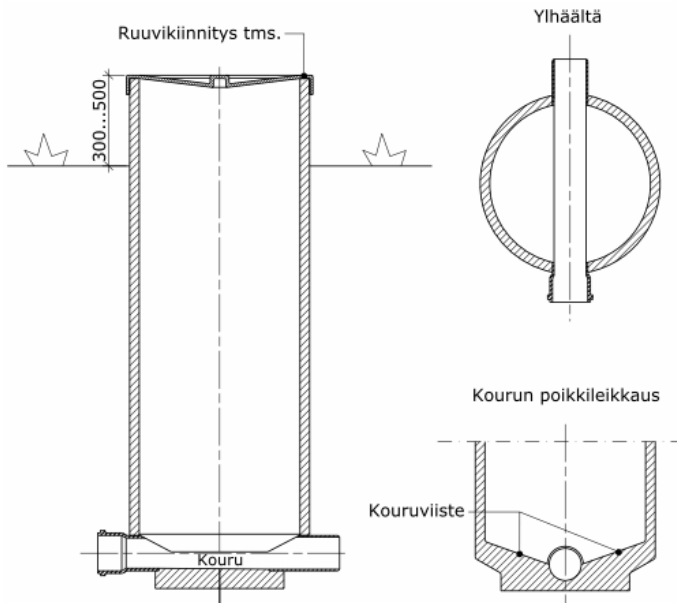
Betonikaivot rakennetaan käyttämällä mahdollisimman vähän kaivon renkaita niin, että kansisto voidaan asentaa suunnitelmien mukaiseen korkoon (InfraRYL 2006, osa 2, 31100.3.2.4, 25). Kaivonrenkaat, joiden sisähalkaisija on 600...3000 mm:n välillä, voidaan asentaa lujuusluokan mukaisesti joko maksimissaan 7 metrin (Br-luokka) tai 10 metrin (Cr-luokka) syvyyteen. Kaivon ylimmäksi osaksi asennetaan kartiorengas, joka supistaa renkaan halkaisijan kansistolle sopivaksi. Kartioita on sekä 800/600 että 1000/600 mm:n kaivoihin soveltuvia. (RIL 124-2 2004, 479.)

Jos betonikaivoa, valmisosina toimitettavaa tai muovikaivoa ei voida käyttää, kaivon alaosa tehdään valamalla se työmaalla. Yläosa tehdään betonirenkaista. Koko kaivo voidaan tehdä paikallavaluna, jos kaivo on matala tai sen rakentaminen renkaita käyttämällä ei ole tarkoituksenmukaista. (InfraRYL 2006, osa 2, 31100.3.2.4, 25.)

7.3.2 Muovinen tarkastuskaivo ja -putki

Käytettävä muovikaivo voi olla täyskorkea tai teleskoopillinen tehdasvalmisteinen valmiskaivo. Esimerkki on kuvassa 18. Liikennealueilla kaivon yläosan tulee olla tele-

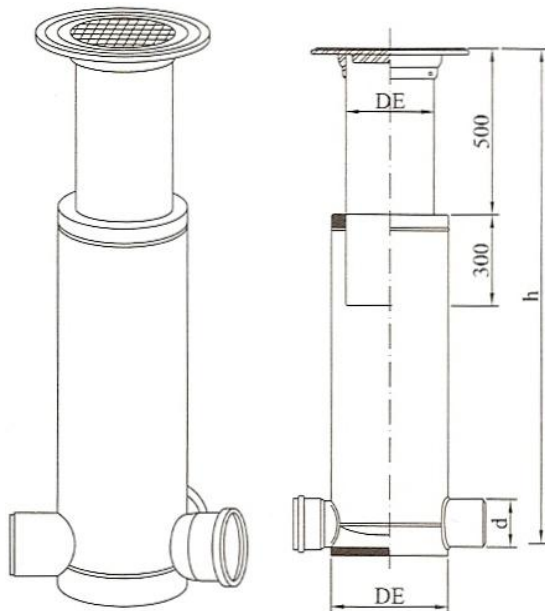
skooppimallinen. Teleskooppiosan pituus ei saa olla yli 1,0 metriä. Teleskooppiosa täytyy asentaa vähintään 250 mm ja enintään 750 mm nousuputken sisään. Muovisesta teleskooppirakenteisesta tarkastuskaivosta on esimerkki kuvassa 12. Taulukossa 7 esitetään muovisten tarkastuskaivojen kokoja liittymän halkaisijan mukaan. (InfraRYL 2006, 31100.3.2.5, 26.)



KUVA 18. Esimerkkipiirros täyskorkeasta muovisesta tarkastuskaivosta. (InfraRYL 2006, kuva 31100:K7, 26; © Rakennustietosäätiö RTS 2010.)

7.4 Tarkastusputki

Tarkastusputkina käytetään niin ikään täyskorkeita tai teleskooppirakenteisia tehdasvalmisteisia valmisputkia kuten kuvassa 19. Suuruusluokaltaan ne ovat DE 110...200. Tarkastusputken kautta on mahdollista tutkia viemäriputken kuntoa ja tarvittaessa laskea vettä tukkeutumien aukaisemiseksi. Tarkastusputkea voidaan käyttää pienikokoisten viemärien suorissa osissa, jolla voidaan saavuttaa kustannussäästöjä. Tarkastuskaivojen keskinäistä etäisyyttä voidaan pidentää aiemmin mainituista 50...80 metrin rajoista 100...120 metriin, jos puoleen väliin asennetaan tarkastusputki. (RIL 124-2 2004, 481; InfraRYL 2006, 31100.3.2.5, 26.)



KUVA 19. Kuva muovisesta tarkastusputkesta.
(RIL 124-2 2004, kuva 367, 481;
© Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.)

7.5 Hulevesikaivot

Vesi johdetaan hulevesikaivoon valurautasäleikön kautta. Vesi voidaan johtaa kaivoon myös kaivon yläosassa olevan aukon kautta (kitakaivo). Katualueille rakennetaan hulevesikaivoja keskimäärin yksi 800...1 000 katu-m²:ä kohden. Hulevesikaivojen keskinäisten etäisyyksien tulisi olla toisistaan enintään 60...100 m. Tällä estetään katujen pinnalle ja reuna-alueille kertyvän vesimäärän kasvaminen liian suureksi. (RIL 124-2 2004, 481.)

Hulevesikaivossa pohja on lähtöputkea alempana, jolloin veden mukana valuva hiekka ei pääse viemäriin. Hiekkapesän tilavuuden täytyy olla vähintään 0,3 m³. Erityisesti kevään aikana hulevesikaivoon kertyy hiekkaa. Hiekkapesä täytyykin tyhjentää säännöllisesti. Talven pakkasia varten hulevesikaivoon asennetaan jäätymissuoja. (RIL 124-2 2004, 482.)

Hulevesikaivon kansisto voi jäädä ympäröivää maanpinnan tasoa korkeammalle rakentamisen jälkeen, kun maa kaivon alla tiivistyy. Tällöin kaivo ei voi toimia oikein ja asia tulisi korjata mahdollisimman pian. (RIL 124-2 2004, 482.)

TAULUKKO 7. Muovisten tarkastuskaivojen koot. (InfraRYL 2006, taulukko 31100:T4, 26; © Rakennustietosäätiö RTS 2010.)

Liittymän halkaisija [mm]	Suosittelava kaivon halkaisija [mm]
≤ 200	400
≤ 315	560
≤ 500	800
> 500	suurimman putken DN + 200

7.6 Betoniputken liittäminen kaivoon

Työmaalla käytetään ensisijaisesti kaivoja, joihin putkien liitoskohdat on jo tehty tehtaalla valmiiksi (InfraRYL 2006, 31100.3.2.3, 24). Kaivot voivat olla vakio- tai tilauskaivoja. Erona on, että vakiokaivojen putkien liitoskohdat ovat valmistajan määrittelemiä, tiettyyn kulmaan tehtyjä liitospaikkoja. Tilauskaivoissa tilaaja on määritellyt putkien liitoskulmat. Jos kaivoon tehdään reikä työmaalla, se ei saa heikentää kaivon kestävyyttä eikä huonontaa tiiviyttä. Kaivon ja putken välisen liitoksen tiiviyden täytyy vastata putkien välisiä liitoksia viemäriinlinjassa. (InfraRYL 2006, 31100.3.2.3, 24.)

Kun betonikaivoon liitetään betoniputki, käytetään täyspitkää putkea tai lyhyttä soviteputkea. Soviteputken pituus saa olla korkeintaan kaksi kertaa putken sisähalkaisija, mutta kuitenkin vähintään 500 mm. Putki voidaan liittää työmaalla myös valamalla. Kaivoon porattava reikäaiho tehdään siten, että ei vaurioiteta ympäröivää kaivon rakennetta. (InfraRYL 2006, 31100.3.2.3.1, 24.)

7.7 Muoviputken liittäminen kaivoon

Muovinen kaivo- ja putkielelementti liitetään toisiinsa samoin, kuin muoviset viemäriputketkin. Jos muovikaivoon tehdään putkiliitos työmaalla, käytetään liitossatulaa tai muuta luotettavaa liitosta. Kun muoviputki liitetään betonikaivoon, se voidaan tehdä työmaalla. Liittäminen tapahtuu timanttiporausliitoksena ja tiivistys läpivientitiivistettä käyttämällä. (InfraRYL 2006, 31100.3.2.3.2, 25.)

7.8 Vaatimukset tarkastuskaivoille ja -putkille

Tarkastuskaivoille ja -putkille on asetettu seuraavat vaatimukset:

- Kaivot täytyy asentaa pystysuoraan.
 - Poikkeamaa sallitaan 1 metrin matkalla maksimissaan 10 mm
- Kaivojen sijaintipoikkeama vaakasuunnassa saa olla enintään ± 100 mm.
- Linjan pituussuuntainen poikkeama saa olla enintään ± 300 mm silloin, kun kaivossa ei ole liittymää.

- Betoni-, betonikivi- ja luonnonkivipinnoilla kannen korkeusasema saa olla 0...5 mm päällysteen pinnan alapuolella.
- Sora- ja murskepäällysteisillä liikennöitävillä alueilla korkeusasema on 50...100 mm päällysteen pintaa alempana ja peitettyinä.
- Asfalttipäällysteisillä pinnoilla korkeusaseman tulee olla taulukon 8 mukaisissa rajoissa.
- Kannet asennetaan valmiin rakenteen pinnan osoittamaan kaltevuuteen.

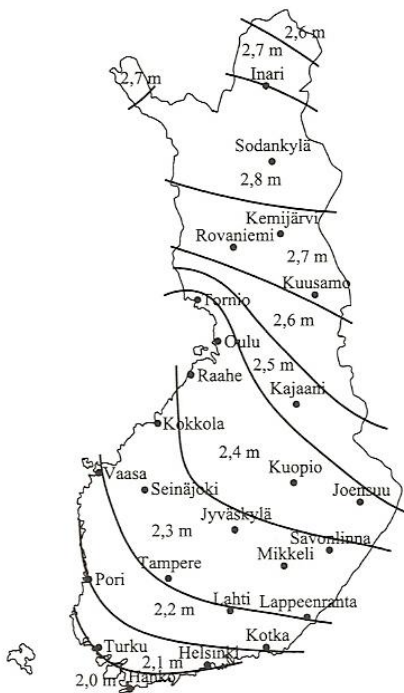
TAULUKKO 8. Kaivon kannen korkeusaseman poikkeavuudet asfalttipäällysteisellä pinnalla. (InfraRYL 2006, taulukko 31200:T8, 45; © Rakennustietosäätiö RTS 2010.)

Kannen tyyppi	Sallittu poikkeama oikolaudan tasosta alaspäin [mm]		
	Ajokaistalla tai muulla liikenneväylällä	Välittömästi reunatuen vieressä ajoradalla	Pysäköintialueilla tai pihoilla
Kelluva umpikansisto	5...10	5...15	5...20
Kelluva hulevesikaivon kansisto	5...10	5...20	5...30
Portaittain säädettävä umpikansisto, paloposti tai sulku	5...15	5...20	5...30
Portaittain säädettävä hulevesikaivon kansi	5...15	5...20	5...30

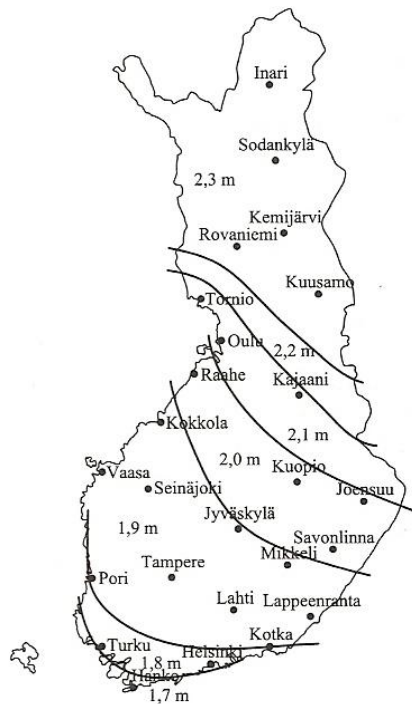
8 ROUTASUOJAUS

8.1 Yleistä routasuojuuksesta

Pohjarakennusohjeissa (RIL 121-2004 2004, 78) kerrotaan, että ”routivalla maapohjalla on maanvaraiset perustukset ja muut roudan aiheuttamille liikkeille alttiit rakenteet perustettava roudattomaan syvyyteen tulevasta maanpinnasta mitattuna eli routimatto- maan perustussyvyyteen”. Putkien ohjeelliset asentamissyvyydet eri puolilla Suomea ovat kuvien 20 ja 21 mukaiset. Putkijohtojen routasuojuuksen suunnittelussa otetaan huomioon maan tai kallion lämpötekniset tekijät, putkistosta vapautuvan lämmön määrä sekä paikkakunta-kohtainen pakkasmäärä. Maa jäätyy maalajista riippuen Etelä-Suomessa lumettomalla alueella enintään 2...3 metrin syvyydeltä ja Pohjois-Suomessa 3...4 metrin syvyydeltä olettaen, että putkista ei vapaudu lämpöä. (RIL 77-2005 2005, 25.)

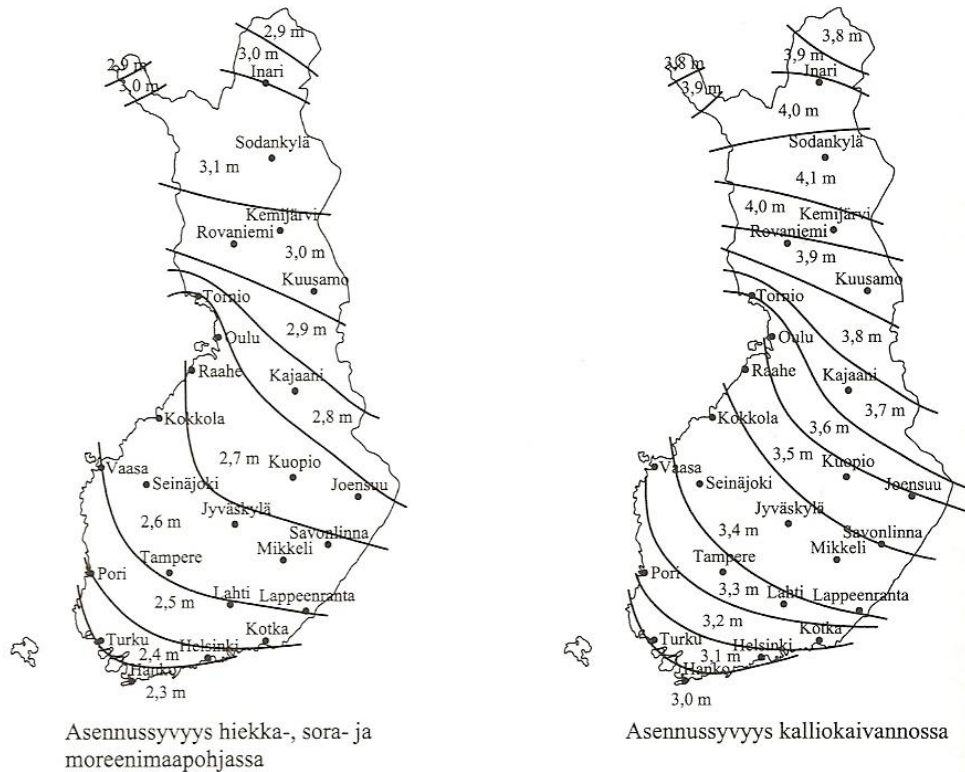


Asennussyvyys siltimaapohjassa



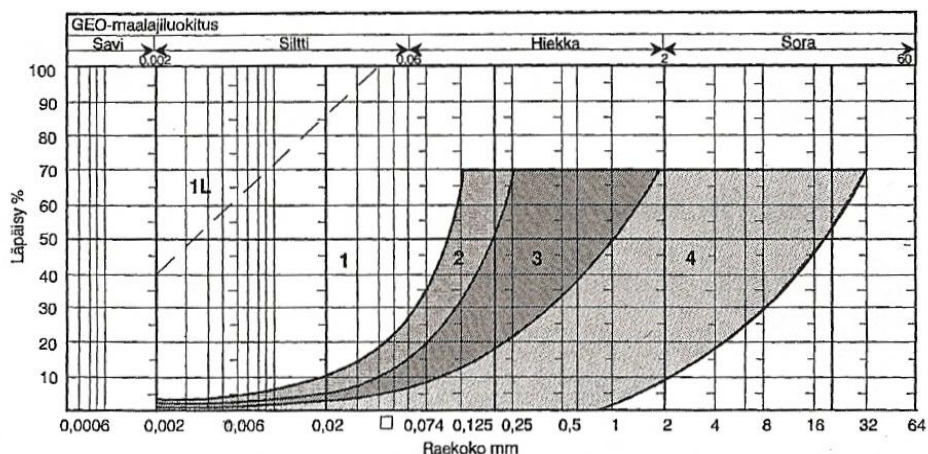
Asennussyvyys savimaapohjassa

KUVA 20. Vesi- ja viemäriputkien ohjeelliset asentamissyvyydet koheesiomaassa. (RIL 124-2 2004, kuva 463, 610; © Suomen Rakennusinsinöörin Liitto RIL ry.)

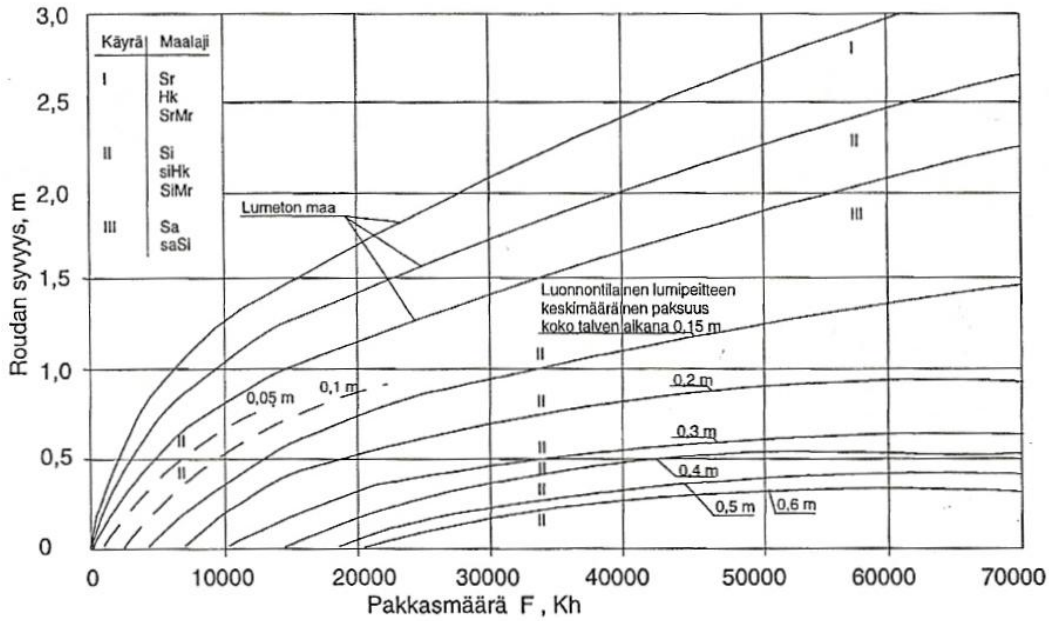


KUVA 21. Vesi- ja viemäriputkien ohjeelliset asentamissyvyudet kitkamaisissa ja kalliokaivannossa. (RIL 124-2 2004, kuva 463, 610; © Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.)

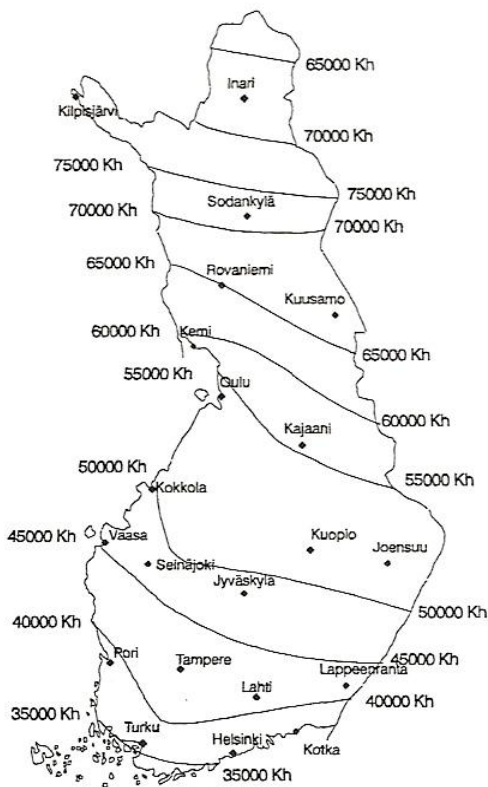
Maaperän routivuutta voidaan arvioida kuvan 22 mukaisen rakeisuusikäyrän avulla. Tarkempia routivuusarvoja saadaan laboratoriossa tehtävillä kapillaarisuus- ja routanousukokeilla sekä havainnoimalla maan routanousuja maastossa. Roudan syvyyttä voidaan arvioida talven pakkasmäärän perusteella kuvan 23 mukaisesti. Talven pakkasmäärää voidaan arvioida suunnittelun yhteydessä esimerkiksi kuvan 24 mukaisen kerran 50 vuodessa toistuvan pakkasmäärän mukaan. (RIL 121-2004 2004, 35.)



KUVA 22. Maaperän routivuuden arviointia maalajin rakeisuuden perusteella. Alueella 1 maalaji on routivaa ja alueella 1L lievästi routivaa. Jos maalajin rakeisuusikäyrä kulkee alueiden 2, 3 tai neljä sisäpuolella, niin maalaji on todennäköisesti routimatonta. (RIL 121-2004, kuva 2, 36; © Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.)



KUVA 23. Keskimääräinen roudan syvyys eri maalajeissa pakkasmäärän funktiona (RIL 121-2004, kuva 3, 36; © Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry).
Pakkasmäärän F yksikkönä on talven pakkasmäärä Kh.



KUVA 24. Kuvassa on esitetty Suomessa kerran 50 vuodessa toistuva talven pakkasmäärä. (RIL 121-2004 2004, kuva 4 e, 39; © Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.)

8.2 Eristeiden käyttö

Putkien jäätymistä voidaan estää käyttämällä esieristettyjä putkijohtoja tai ympäröimällä putki lämmöneristeellä. Jäätyminen voidaan estää myös eristämällä putkien yläpinta ja tarvittaessa lisäksi lämmityskaapelilla. Putket ympäröidään eristeellä, kun ne asennetaan routimatonta maapohja tai kalliota vasten. Routivassa maassa putket täytyy eristää putkien yläpuolelle asetettavilla eristeillä. Tämä estää maan jäätyksen myös putken alapuolelta. Routaeristeen käyttäminen mahdollistaa asennustason nostamisen lähemmäksi maanpintaa. (RIL 77-2005 2005, 25-26; Rantamäki & Tammirinne 2006, 39.)

Jos suunnitelmissa ei mainita muuta, eristelevynä käytetään suulakepuristettua muovilevyä, jonka kuivairtotiheys on pienimmillään 35 kg/m³. Lämpöeristeenä käytettävän kevytsoran tulee olla dimensioltaan 8/20. (Suomen Kuntaliitto 2002, 233.)

8.3 Solumuovieristeet

Putkijohtojen, rumpujen sekä kaivojen lämpöeristeenä käytetään polystyreenistä valmistettuja eristelevyjä. Polystyreeni voi olla vesihöyryn avulla paisutettua (EPS) tai suulakepuristettua (XPS) solumuovia (InfraRYL 2010, 115). Eriste asennetaan kaivantoon putken yläpuolelle vaakasuoraan silloin, kun putkia ei ole mahdollista tai järkevää asentaa roudattomaan syvyyteen. Tällöin voidaan säästää myös kaivu-, louhinta- ja täyttökustannuksissa, minkä lisäksi voidaan välttyä myös kaivantojen tuennalta. Valmis solumuovieriste täytyy kuitenkin asentaa ainakin 700 mm syvyyteen tienpinnasta (InfraRYL 2010, 14211.4.2, 114). Eristeen toimintaperiaatteena on estää maanpinnalta tulevan kylmyyden pääsy putkien lähelle hidastamalla lämmön karkaamista sulana olevasta maaperästä. Lämpöä poistuu, kun maassa oleva vesi luovuttaa lämpöenergiaa. (Rakennuseristeteollisuus 2006, 3.)

Tarvittaessa voidaan käyttää myös lämmityskaapelia, joka asennetaan lämmitettävän putken viereen. Kaapeli voidaan sijoittaa myös vesiputken sisään. Tällöin on tarkistettava, että se täyttää elintarvikkeille asetetut vaatimukset. Koteloitujen levyeristysten sisäpuolisena täytteenä käytetään joko soraa, hiekkaa, murskesoraa tai dimensioltaan 4...8 mm:n sepeleitä. (RIL 77-2005 2005, 26.)

8.4 Lämpöeristeen vaatimukset

Solumuovieristeen täytyy kestää siihen kohdistuvia rasituksia. Eristeeltä vaadittavia ominaisuuksia ovat

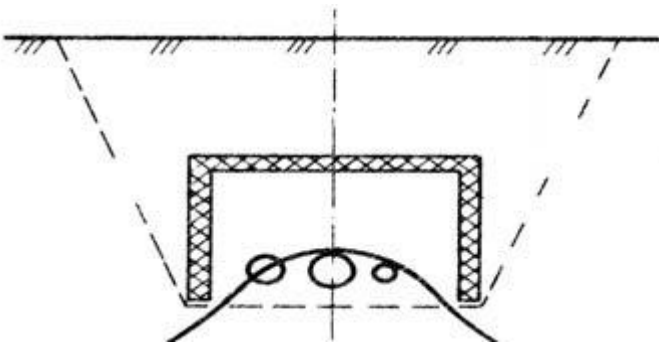
- sen lyhytaikainen puristuskestävyys on ainakin 150 kPa

- levy imee itseensä vettä vähemmän kuin 2 tilavuus-%
- lämmönjohtavuus $\lambda_{10} < 0,035 \text{ W/mK}$
- lämpöeristeenä käytettävän kevytsoran rakeisuus on 8/20. (InfraRYL 2010, 14221.1, 115.)

Lämmöneristeiden alapuolinen täyttö tasataan ja tiivistetään niin, ettei alustaan muodostu epätasaisen tiivistymisen vuoksi painaumia. Eristelevyt voivat hajota epätasaisella alustalla. Irtoaineksen, kuten kevytsoran käyttö eristeenä ei edellytä tasaustöitä. Parhaita levyn alusmateriaaleja ovat hiekka, sora ja murskesora 0/16. (InfraRYL 2010, 14221.1, 14221.2, 115.)

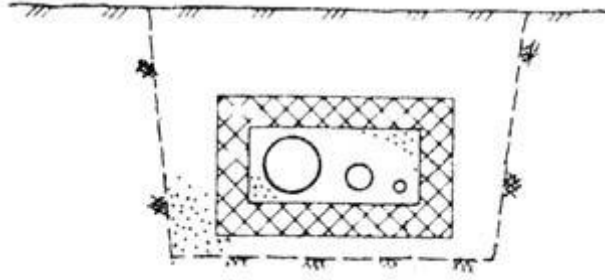
Tavallisesti putkijohtojen jäätyminen estetään maalämmöllä käyttämällä vaakatasoon asennettavaa eristystä putkien yläpuolella, erityisesti savimaalla. Savimaassa oleva vesi toimii hyvänä lämmönlähteenä vapauttaessaan lämpöenergiaa maan jäähtymisen yhteydessä (Rakennuseristeteollisuus 2006, 5). Jos maapohja ei roudi, maan jäähtymistä ei tarvitse estää. Putken ympärillä voidaan silloin käyttää koteloeristystä. (InfraRYL 2010, 14221.4, 116.)

Kuvan 25 mukaista U-mallin muotoista eristettä suositellaan routimattomaan hiekka- ja soramaahan putken ympärille. Eristyksen ansiosta putkesta vapautuvan lämmön tarve on pienempi vaakasuoraan eristykseen verrattuna. (Rakennuseristeteollisuus 2006, 6.)



KUVA 25. U-mallinen lämmöneriste putkien ympärillä. (Rakennuseristeteollisuus 2006, kuva 4, 6; © EPS-rakennuseristeteollisuus.)

Kalliokaivannoissa suositellaan käytettävän kuvan 26 mukaista kotelomallista, umpinaista eristystä. Koska maaperän jäähtyessä kalliosta ei juurikaan vapaudu lämpöä, mikä lämmittäisi putkea. Koteloon tulee asentaa myös lämmityskaapelit, jotka pitävät putket lämpiminä talvisaikaan. Eristyksen toiminta perustuu kotelon sisälle kiviainekseen varastoituneeseen lämpöön (InfraRYL 2010, 14221.4, 116). Kotelon sijaan putket voidaan eristää myös putken ympärille muotoon leikatulla eristeellä, putkikourueristeellä. (Rakennuseristeteollisuus 2006, 7.)



Kuva 26. Kotelomallinen lämmöneriste
kalliokaivannossa. (Rakennuseristeteollisuus
2006, kuva 5a, 7; © EPS-rakennuseristeteollisuus)

9 TURVALLINEN RAKENTAMINEN

9.1 Henkilönsuojaimet

Henkilönsuojainten käytöstä säädetään Valtioneuvoston päätöksessä 1407/1993. Työnantajan on ennen suojainten valintaa arvioitava työn tekemisestä ja olosuhteista aiheutuvat vaaratekijät, joiden välttämiseksi tai rajoittamiseksi on käytettävä asianmukaisia henkilönsuojaimia. Työnantajan on lisäksi huolehdittava, että hankittavat suojaimet täyttävät niille asetetut kriteerit. Määrätyt henkilönsuojaimia on käytettävä.

Tarvittavia henkilönsuojaimia ovat:

- 2-luokan heijastimilla varustettu vaatetus (esimerkiksi paita, takki, housut, varolii- vi)
- suojakypärä
- turvakengät
- kuulonsuojaimet

Tarpeen mukaan lisäksi:

- käden ja käsivarren suojaus
- silmien- ja kasvonsuojaimet
- hengityksen suojaus. (VNp 1407/1993, 10 §.)

9.2 Kaivutyön turvallisuus

Ennen töiden aloittamista tulee arvioida maalajin ominaisuuksia ja maamassojen pysyvyyttä tulevassa kaivannossa. Arvioinnissa kiinnitetään huomiota tekijöihin, jotka voivat vaikuttaa turvalliseen kaivantotyön toteuttamiseen. Jos sortumavaara on ilmeinen, kaivanto täytyy tukea. Tuenta- ja suojaussuunnitelman saa tehdä vain asiantunteva henkilö. (VNa 205/2009, 7 luku, 34 §.)

Kaivannon tukemistarve ja liukusortumavaara tarkistetaan, kun kaivanto kaivetaan savimaahan ja kaivannon syvyys on yli 1,7 metriä. Kitka- ja moreenimaalajeissa tarkistetaan vakavuus, kun kaivanto on yli 3 metriä syvä. (Rakennusteollisuus RT ry, 68.)

9.3 Louhintatyöt

Räjätystyö kuuluu luvanvaraisiin töihin, jota varten on tehtävä kirjallinen räjäytystyösuunnitelma. Suunnitelmassa otetaan huomioon muiden muassa räjäytystyöstä aiheutuvat vaaratekijät ja täkkien käytön tarpeellisuus. Vaaralliseksi alueeksi määritellään räjäy-

tyskohteen ympäristö, missä henkilö voi vahingoittua kivenheiton, sinkoutumisen, tärinän, painevaikutuksen, kaasujen, putoavien kivien tai muiden syiden vuoksi. (VNp 410/1986, 1 luku, 1 §)

Poraustyössä huomioidaan, että:

- irtokivet ja maakerros on poistettu ennen poraustyötä
 - maakerros voi kuitenkin toimia peitteenä heittoa ja sinkoutumista vastaan
- vanhaa reikää ei saa porata
 - jos epäillään, että reiässä on räjähtämätön panos, jota ei voida tehdä vaarattomaksi, niin porausta ei saa tehdä 80 cm:ä lähempänä vanhaa reikää
- poraamista ei tehdä kahta metriä lähempänä panostettua reikää
- poraus- ja panostustyötä voidaan tehdä samanaikaisesti vähintään viiden metrin etäisyydellä toisistaan. (VNp 410/1986, 6 luku, 27 §, 28 §.)

Panostustyössä huomioidaan, että:

- panostamista ei saa tehdä kahta metriä lähempänä samaan aikaan puhdistettavaa porausreikää
- panostamista ei saa suorittaa sähkösytytystä käytettäessä ukonilmalla
- panostaja työskentelee panostilaan nähden sivussa niin, henkilövahingoilta vältetään jos räjähteet räjähtävät ennenaikaisesti
- sytytyspala sijoitetaan lähelle reiän pohjaa, jos reiässä käytetään useita räjähdysainepatruunoita
- panostettua ja räjähtämätöntä kenttää vartioidaan ja merkitään tarvittaessa selkeästi varoituskilvillä tai punaisilla lipuilla. (VNp 410/1986, 6 luku, 40 §, 41 §, 42 §, 44 §.)

9.4 Ympäröivän liikenteen huomioiminen

Tiealueella työskenteleminen määritellään lain mukaan työksi, johon liittyy erityisiä vaaroja työntekijän turvallisuudelle ja terveydelle (Vnp 738/2002, 18 luku, 10 §). Liikennealueella tehtäviin töihin vaaditaan tieturva 1-koulutus ja työnjohdolta tieturva 2-koulutus. Tieturva 2-koulutusta vaaditaan lisäksi seuraavilta tiellä tehtäviin töihin osallistuvilta henkilöiltä:

- päätoteuttajan nimeämä vastuuhenkilö
- muun urakoitsijan valtuutettu vastuuhenkilö
- työnaikaisten liikennejärjestelyjen suunnittelija. (Tiehallinto 2009, 12.)

Tiealueella työskentelyssä tärkeimpänä asiana on varoittaa muuta liikennettä poikkeavista liikenneolosuhteista sekä ohjata työntekijöitä ja muuta liikennettä työmaa-alueella. Työmaan ja liikennejärjestelyjen huolellinen suunnitteleminen varmistaa turvallisen työskentelyn ja liikkumisen liikennealueella. (Ympäristöhallinnon ohjeita 2006, 33.)

9.5 Sähköjohdot, putket ja kaapelit

Kaivajan tulee ennen kaivutöihin ryhtymistä varmistaa maakaapeleiden, sähköjohtojen ja putkien linjat kaivualueella. Kaivaminen suoritetaan kunkin laitteen tai johdon omistajan antamien turvallisuusetaisyyksien ja ohjeiden mukaisesti. Kaapelit kaivetaan la-
piokaivuna näkyville tarpeellisiksi katsottavissa kohdissa, jotta kaapeleiden suunta ja syvyys saadaan varmistettua. Kun kaapelit ovat näkyvissä, voidaan koneella kaivaa kaapeleiden sivulta ja päältä lähimmillään 20 cm:n etäisyydeltä. Kivisessä maastossa edellä mainittua etäisyyttä voidaan harkinnan mukaan suurentaa. (Suomen Kuntaliitto 2002, 19.)

Ilmajohtojen välittömässä läheisyydessä työskenteleminen voi olla hengenvaarallista. Jos tällaiseen tilanteeseen joudutaan, olisi varmistettava että johdoissa ei ole virtaa. Muuten johtojen läheisyydessä työskentelemisessä on noudatettava taulukon 9 mukaisia varoetaisyyksiä.

Jos kaapeleiden ja johtojen lähellä kaivetaan talviolosuhteissa, maaperä täytyy saada sulamaan ennen kaivutöihin ryhtymistä. Kun maata leikataan vesijohtojen kohdalla, varmistetaan, että vesijohto ei pääse jäätymään. (Suomen Kuntaliitto 2002, 19.)

Sähkölaitteet sijoitetaan niin, että ne eivät rikkoonnu helposti tai aiheuta kompastumisen tai sähköiskun vaaraa. Ajoteillä olevat kaapelit täytyy suojata ajoneuvojen rasiuksilta tai ripustaa riittävän korkealle tarkoituksenmukaisella tavalla. (VNp 629/1994, 8 luku, 33 §.)

TAULUKKO 9. Sähköjohtojen läheisyydessä työskentelyn varoetäisyydet.
(Turvatekniikan keskus, 3; © Turvatekniikan keskus.)

Nimellisjännite Voltia	Varoetäisyys metreinä		
	Avojohto		Riippujohto
	alla	sivulla	
400	2	2	0,5
20 000	2	3	1,5
110 000	3	5	-
220 000	4	5	-
400 000	5	5	-

9.6 Työturvallisuuden huomioiminen Wredenkadun työmaalla

Työmaalla tehtiin asianmukaiset MVR- eli maa- ja vesirakentamisen mittaukset, jossa tehtiin huomioita työkoneiden toimivuudesta ja työmaan yleisestä turvallisuudesta sekä työntekijöiden turvallisuusmääräysten noudattamisesta. Mittauksessa otettiin työmaan lisäksi huomioon työmaan välittömässä läheisyydessä oleva muu ympäristö ja lähellä liikkuvien ihmisten turvallinen liikkuminen. Tarkastuksen yhteydessä katsottiin esimerkiksi, onko kaivannossa työskentely ja kaivannon ympärillä liikkuminen turvallista. Näiden lisäksi henkilönsuojainten käytön ja turvallisen työskentelyn valvontaan kiinnitettiin huomiota. Työmaan aikana kenellekään ei sattunut tapaturmia tai aiheutunut työssä vaaratilanteita. (Hokkanen 26.11.2010.)

10 JOHTOPÄÄTÖKSET

Putkitöiden toteuttaminen vaatii rakentajalta tarkkaa paneutumista putkitöistä annettuihin ohjeisiin ja turvallisuusmääräyksiin. Työturvallisuutta ei voi korostaa liikaa ja se onkin aina pidettävä mielessä työmaalla liikuttaessa. Ympäristössä liikkuvien ihmisten turvallisuudesta vastaavat heidän itsensä lisäksi työmaalla työskentelevät henkilöt. Turvallinen liikkuminen varmistetaan riittävin opastein. Opasteiden määrällä ei kuitenkaan korvata niiden laatua. Liikennejärjestelysuunnittelussa urakoitsijan tulisi kiinnittää huomiota siihen, että oikea merkki pystytetään oikeaan paikkaan. Käytännössä merkkien tulisi olla selkeitä ja informatiivisia. Tätä varten liikennejärjestelyistä vastaavan työnjohtajan olisi hyvä tehdä maastokatselmus tulevalla työmaalla ja esimerkiksi valokuvata hankalimmiksi arvioimansa paikat. Katselmus olisi hyvä tehdä mahdollisuuksien mukaan myös pimeän aikaan, jolloin hankalat paikat ja ”pimeät kulmat” näkyvät selkeämmin.

Kun urakoitsijalla on putkirakentamisesta kokemusta, tietyt työvaiheet hoituvat rutiinimaisesti. Kaivetaan kaivanto, rakennetaan pohjat, asennetaan putket ja täytetään kaivanto. Vaikka työvaiheet pysyvät samanlaisina, olosuhteet kuitenkin muuttuvat ja ne voivat tuoda ongelmia tai viivytyksiä työn toteutumiseen. Kuitenkin, mitä huolellisemmin valmistelutyöt ja suunnitelmat on tehty, sitä varmemmalla mielellä voidaan töitä tehdä.

Työnjohtajan työtehtävät putkityömaalla ovat usein haastavat mutta samalla mielenkiintoiset. Jokainen kohde on omanlaisensa projekti. Yhteispeli usean sidosryhmän kanssa ja asiakkaiden sekä ympäristön huomioiminen tuovat omat haasteensa työhön. Suunnitelmat eivät aina vastaa täysin työmaaolosuhteita, minkä vuoksi niitä joudutaan joskus soveltamaan. Hyvä yhteistyö suunnittelijan ja tilaajan kanssa kuitenkin varmistaa osaltaan onnistuneen ja kaikkia tyydyttävän lopputuloksen.

10.1 Mietteitä Wredenkadun putkitöiden onnistumisesta

Wredenkadun työmaalla tapahtunut vesihuollon uudistaminen sujui kaiken kaikkiaan hyvin tiukasta aikataulusta huolimatta. Aikataulussa pysyminen olikin eräs projektin tärkeimmistä tavoitteista aloittamisen venähdettyä loppukesälle. Toisena tärkeänä tavoitteena oli suorittaminen turvallisesti ilman työtaturmia. Työturvallisuusmittaukset osoittivatkin työntekijöiden noudattavan määräyksiä tunnollisesti, vaikkakin osalla työntekijöistä sattuikin joskus olemaan puutteita henkilönsuojainten käytössä. Työntekijöiden henkilönsuojainten käyttöä ja turvallista työskentelyä valvotaan YIT:llä ahkerasti ja työturvallisuuteen kiinnitetään muutenkin erityistä huomiota, mikä on erinomainen asia. Yhteisellä työmaalla työskenteleviltä edellytetään turvallisuusmääräysten noudattamista työn-

kuvaan katsomatta. Työmaalta voidaan poistaa ne henkilöt, joilla turvallisuusmääräysten noudattamisessa on puutteita. Liitteessä 7 on kerrottu tarkemmin YIT:n työturvallisuuskäytännöistä työmaalla.

Wredenkadun työmaa toteutettiin kokonaissaneerauksena, jossa vesihuoltojärjestelmän uusiminen katsottiin taloudellisesti järkeväksi toteuttaa. Vanhan järjestelmän jättäminen käyttöön olisikin ollut todellinen taloudellinen riski, jos se uuden kiertoliittymän rakentamisen ja päällystystöiden jälkeen olisikin päättännyt poksahdusta.

Se mihin Wredenkadun urakassa olisi pitänyt kiinnittää lisähuomiota oli varovaisuus kaivutöiden yhteydessä. Kaapeleiden runsaudesta tiedettiin jo ennen urakan aloittamista, ja tavoitteena olikin suoritua projektista mahdollisimman vähäisillä kaapelivaurioilla. Kaivukoneen kuljettaja ei voi olla yksin vastuussa kaapelin hajoamisesta, vaan kuljettajan kanssa ja häntä kaivutöissä ohjaavan työmiehen täytyy olla myös valppaana. Lapiomiehen täytyy selkein ohjein pysäyttää kaivaminen, mikäli maassa kauhan vedon jälkeen näkyy mitään epämääräistä. Kaapelimerkintöjen vahvistamiseen tulisi kiinnittää myös huomiota ennakoivana toimenpiteenä ja lisänäyttöjä tulisi tarpeen mukaan pyytää.

Putkitoimitusten yhteydessä vastaanottajan olisi hyvä olla valppaana kuorman purkamisessa. Kuormaa tuovalla kuljettajalla ei välttämättä ole tietoa putkien oikeanlaisesta käsittelystä. Tarkoitus ei toki olekaan, että putkia käsitellään silkkihansikkaat käsissä, mutta olennaista on, että oikeanlaisella varastoinnilla vältetään putkien vaurioituminen ja siitä johtuvat ylimääräiset harmit työmaalla.

LÄHTEET

Aluehallintovirasto. Työsuojeluhallinto. 2010. *Kapeat kaivannot* [verkkodokumentti]. [viitattu 17.11.2010]. Saatavissa: http://tyosuojelujulkaisut.wshop.fi/fi/376/t_43

Hokkanen, Hannu. Vastaava mestari, YIT Rakennus Oy, Varkaus. Puhelinkeskustelu. 22.11.2010.

Hokkanen, Hannu. Vastaava mestari, YIT Rakennus Oy, Varkaus. Puhelinkeskustelu. 26.11.2010.

Hokkanen, Hannu. Vastaava mestari, YIT Rakennus Oy, Varkaus. Puhelinkeskustelu. 3.12.2010.

InfraRYL 2006. *Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset osa 2. Järjestelmät ja täydentävät osat*. 2006. Rakennustieto Oy. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy.

InfraRYL 2010. *Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset osa 1. Väylät ja alueet*. 2010. Rakennustieto Oy. Helsinki: Rakennustieto.

Kaupunkiliiton julkaisu B 63. 1979. *Vesijohtojen ja viemäreiden suunnittelu*. Helsinki: Suomen Kaupunkiliitto.

Katko, T. 1996. *VETTÄ! – Suomen vesihuollon kehitys kaupungeissa ja maaseudulla*. Tampere: Hämeen kirjapaino Oy.

Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999. [online]. Finlex-Ajantasainen lainsäädäntö. [viitattu 19.11.2010]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

Nissinen, T. & Lehtola, M. 2003. Parantaako vesijohtoverkoston puhdistus veden laatua? *Vesitalous* [verkkolehti] 1 [viitattu 3.12.2010]. Saatavissa: <http://www.mvtt.fi/Vesitalous/arkisto/2003/012003/tarjinniss.pdf>

Rakennuseristeteollisuus 2006. *EPS-routaeristeiden routasuojausmitoitusohje putki-kaivannoille*. [verkkodokumentti]. Rakennuseristeteollisuus. [viitattu 19.11.2010]. Saatavissa: http://thermisol.okia.ee/static/files/20.putki_epsohjesuunn_KO_2006.pdf

Rakennusteollisuus RT ry. 2003. *Betoniviemärit 2003-käsikirja*. [verkkodokumentti].

Suomen Betonitieto Oy. [viitattu 10.11.2010]. Saatavissa:

<http://www.betoni.com/fi/Tuotesivu/?intProductID=135>

Rantamäki, M. & Tammirinne, M. 2006. *Pohjarakennus*. 13. muuttumaton painos. Helsinki: Hakapaino Oy.

Rantamäki, M., Jääskeläinen, R. & Tammirinne, M. 2008. *Geotekniikka*. 22. uudistettu painos. Helsinki: Hakapaino Oy.

RATU TT 10-00101. *Kaivutyösuunnitelma* [verkkodokumentti]. Rakennusalan työturvallisuus. [viitattu 31.10.2010]. Saatavissa: <https://www-rakennustieto-fi.ezproxy.savonia-amk.fi:2443/kortistot/tuotteet/101887.html.stx>

RATU TT 16-00599. *Työministeriön päätös rakennustyötä veden alla tekevän sukeltajan pätevyydestä 674/1996* [verkkodokumentti]. Rakennusalan työturvallisuus. [viitattu 31.10.2010]. Saatavissa: <https://www-rakennustieto-fi.ezproxy.savonia-amk.fi:2443/kortistot/ratu/fi/index/haku.html.stx>

RIL 77-2005. 2005. *Maahan ja veteen asennettavat kestopuoviputket*. Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL r.y.

RIL 194-1992. 1992. *Putkikaivanto-ohje*. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y.

RIL 121-2004. 2004. *Pohjarakennusohjeet*. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y.

RIL 124-1 2003. 2003. *Vesihuolto I*. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y.

RIL 124-2 2004. 2004. *Vesihuolto II*. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y.

Saint-Gobain Pipe Systems. *SG-putkilinjan asentaminen*. [online]. [viitattu 22.11.2010].

Saatavissa: <http://www.sgps.fi/linkkitiedosto.asp?taso=3&id=137&nimi=tiedosto.mht>

Sillsten, Sami. Tilaustyöyksikön päällikkö, Aluepäällikkö, HSY-Vesi, Helsinki. Sähköpostikeskustelu. 29.11.2010.

Suomen Kuntaliitto. 2002. *Kunnallisteknisten töiden yleinen työselostus 02*. Helsinki.

Tiehallinto. 2005. Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset - Leikkaukset, kaivannot ja avo-ojarakenteet. [verkkodokumentti]. Tiehallinto. [viitattu 31.10.2010]. Saatavissa: http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2200042-v-05leikkaukset_kaivannot.pdf

Tiehallinto. Liikenne tietyömaalla 11.3.2009. *Pätevyysvaatimukset ja työturvallisuuden perusteet*. [verkkojulkaisu]. Tiehallinto. [viitattu 31.10.2010]. Saatavissa: http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2200057-09_patvaat_ia_tyotperusteet.pdf

Turvatekniikan keskus. 2007. *Varo ilmajohtoja* [verkkodokumentti]. TUKES. [viitattu 19.11.2010]. Saatavissa: <http://www.tukes.fi/fi/Palvelut/Tiedotteet/Sahko-ja-hissit/Varo-ilmajohtoja--esite-ilmestynyt/>

Uponor – Yhdyskuntatekniikan käsikirja. 04/2009. *Yhdyskunta- ja ympäristötekniikka 51001*. [verkkodokumentti]. Uponor. [viitattu 25.11.2010]. Saatavissa: <http://www.uponor.fi/fi-fi/service-center/lataa-tiedostoja/yhdyskuntatekniikan-kasikirja.aspx>

Valtioneuvoston asetus 205/2009. *Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta* [online]. Finlex-Ajantasainen lainsäädäntö. [viitattu 19.11.2010]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20090205>

Valtioneuvoston päätös 410/1986. *Valtioneuvoston päätös räjäytys- ja louhintatyön järjestysohjeista* [online]. Finlex-Ajantasainen lainsäädäntö. [viitattu 19.11.2010]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1986/19860410>

Valtioneuvoston päätös 738/2002. *Työturvallisuuslaki* [online]. Finlex – Ajantasainen lainsäädäntö. [viitattu 19.11.2010]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>

Valtioneuvoston päätös 1407/1993. *Valtioneuvoston päätös henkilönsuojainten valinnasta ja käytöstä työssä* [online]. Finlex – Ajantasainen lainsäädäntö. [viitattu 19.11.2010]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1993/19931407>

Vesihuoltolaki 119/2001. *Vesihuoltolaki* [online]. Finlex – Ajantasainen lainsäädäntö. [viitattu 19.11.2010]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010119>

Vesi- ja viemärlaitosyhdistys. *VVY kouluttaa 2010*. [verkkodokumentti]. [viitattu 22.11.2010]. Saatavissa:

http://www.vvy.fi/files/756/VVY_KOULUTTAA_2010_ok_net.pdf

Ympäristöhallinnon ohjeita. 5/2006. *Työsuojelu maa- ja vesirakennustöissä*. Ympäristöministeriö. Helsinki: Edita Prima Oy.

TOIMINTAMALLI PUTKITÖIDEN TEKEMISEEN**Ennen rakentamista**

1. Pyydä tarvittavat kaapeli- ja putkinäytöt
2. Tarkastele suunnitelmia ja perehdy rakennettavaan putkilinjaan
3. Tarkasta suunnitelmissa olevista kaivokorteista käytettävät putkimateriaalit ja tee mahdolliset korjaukset
4. Tee tarvittavat materiaali- ja kiviainestilaukset
5. Tee työturvallisuutta koskevat suunnitelmat ja esitä ne tilaajalle
6. Tee tarvittaessa paikalliselle työsuojeluviranomaiselle ennakoilmoitus työmaasta
7. Tee liikennejärjestelysuunnitelma ja esitä se tilaajalle
8. Tee tarvittavat lupahakemukset kaivannon kaivamista ym. varten
9. Ole yhteydessä pelastuslaitokseen ja kerro liikenteenjärjestelyjen muutoksista
10. Ole yhteydessä myös muihin ryhmiin, joihin liikennejärjestelyt vaikuttavat, kuten
 - näkövammaisten yhdistykseen
 - joukkoliikennöinnistä vastaaviin tahoihin
11. Varmista ennen kaivutöihin ryhtymistä, että
 - kaivantosuunnitelma on tehty ja pohjaolosuhteet otettu huomioon
 - johdoista ja kaapeleista saadut näytöt ja merkinnät ovat paikallaan. Tarvittaessa vahvista merkintöjä
 - selvitä kaivutyön vaikutuksia ympäristöön
 - valokuvaa kaivutyön välittömässä vaikutuspiirissä olevat rakenteet ja laitteet
12. Tee liikennejärjestelyt suunnitelmien mukaisesti
13. Ole yhteydessä asukkaisiin töiden aloittamisesta
14. Ilmoita asukkaille viimeistään 1 päivää ennen, mikäli vedentulo katkeaa

Rakentamisen aikana

15. Kaiva kaivanto suunnitelmien mukaisesti ja kiinnitä huomiota luiskien kaltevuuksiin
 - ole varovainen erityisesti hienojakoisten maalajien kohdalla
 - lisäohjeita kaivutyössä huomioitavista asioista löydät mm. InfraRYL 2010 kohdasta 16200 Maakaivannot
16. Varmista, että kaivannossa on riittävästi putkien ja kaivojen asennustilaa
 - jos kaivannossa työskennellään, kaivannon pohjan leveys on vähintään 1,0 metriä
 - kaivannon reunoilla tilaa vähintään 40 cm
 - vesijohdon ja lähimmän viemäriputken väliin jää tyhjää tilaa 100 mm
 - kalliokaivannoissa, louhikoissa ja kivisessä maassa kaivetaan vähintään 150 mm putken alareunan alapuolelle
 - putket, joiden sisähalkaisija DN > 300 rakennetaan kaivantoon suorana, eikä niihin tehdä kulmia kaivojen ohittamiseksi

17. Varmista arinan rakentamiseen käytettävän kiviaineksen kelpoisuus

- putkikoko ≤ 200 mm, maksimiraekoko 20 mm
- putkikoko ≥ 600 mm, maksimiraekoko 60 mm
- putkikoko 200...600 mm, maksimiraekoko $0,1 \times d_e$, jossa d_e = putken ulkohalkaisija
- murskattua kiviainesta voidaan käyttää ≥ 110 mm putkilla. Murskeen maksimiraekoko on 16 mm.
- vuoraa arina tarvittaessa suodatinkankaalla ja limitä kankaan reunat 200 mm verran päällekkäin



KUVA 27. Murskearinan vuoraminen suodatinkankaan sisään; valokuva Juha Karppinen. Wredenkadun kiertoliittymätyömaa, Varkaus 2010.

18. Varmista, että arina ja asennusalusta eivät ole jäässä ennen tiivistämistä ja putkien asennusta

19. Tee tarvittavat tiiviysmittaukset asennusalustalle

20. Tee putkille ja niiden liitososille vastaanottotarkastus työmaalla ja tarkista

- putkien koot, määrät ja merkinnät
- putkien jäykkyys- tai paineluokat
- putkissa ilmenevät vauriot

21. Tee tarkastuksesta tarvittaessa tarkastuspöytäkirja ja merkitse siihen havaintosi



KUVA 28. Esimerkki Uponorin PVC-viettoviemäriputken merkinnöistä; valokuva Juha Karppinen. Wredenkadun kiertoliittymätyömaa, Varkaus 2010.

22. Varmista asennusaikana, että vesipinta ei nouse kaivannossa liian korkealle



KUVA 29. Kaivannon kuivatusta. Pohjavettä pulppusi kaivantoon, minkä vuoksi kaivantoon tehtiin pieni syvennys johon laskettiin päällekkäin kaksi betonista kaivonrengasta. Vesi kerääntyi renkaiden sisään, josta se pumpattiin uppopumpun avulla pois kaivannosta; valokuva Juha Karppinen. Wredenkadun kiertoliittymätyömaa, Varkaus 2010.

23. Varmista, että muoviputkien liittämistyöt suoritetaan asianmukaisesti

- sähköhitsaamisessa muistetaan raapia putken hapettunut osa ja viistetään putken pää ennen liittämistä
- noudatetaan liitososan mukana tulevan kortin antamia hitsausaikoja

- varmistetaan, että putket ovat yhtenevässä linjassa keskenään
- pidetään putki liikkumattomana hitsaustyön aikana
- liittämisessä käytetään valmistajan suosittamaa liukuvoidetta



KUVA 30. Esimerkki sähköhitsattavan muoviputken liitososan mukana tulevasta hitsauskortista. Kortin yläosassa on taulukko, josta nähdään hitsausaika tietyllä ilman lämpötila-alueella; valokuva Juha Karppinen. Wredenkadun kiertoliittymätyömaa, Varkaus 2010.



KUVA 31. Uponorin ProFuse -painevesijohdon kuorintaa Wredenkadun työmaalla. Putken sisähalkaisija on 160 mm. Kuorinta tehdään juuri ennen hitsaustyön aloittamista. Kuorinta tehdään tässä puukon avulla. Putkea peittävän suojakuoren ansiosta paljastettuna oleva putken pää on ollut suojassa hapettumiselta; valokuva Juha Karppinen. Wredenkadun kiertoliittymätyömaa, Varkaus 2010.



KUVA 32. Uponorin ProFuse -painevesijohtoon liitettävä T-liitoskappale hitsattavana Wredenkadun työmaalla. Työ tehdään kaivannon reunalla, josta yhdistelmä siirretään jäähtymisen jälkeen asennettavaksi kaivantoon; valokuva Juha Karppinen. Wredenkadun kiertoliittymätyömaa, Varkaus 2010.



KUVA 33. Kuvassa 32 esitetty putki asennettuna kaivantoon. Putkeen on liitetty 63 mm:n tontti-vesijohtot venttiileineen sekä 160 mm:n venttiilit. Kuvan oikeassa yläkulmassa on vanhaan vesijohtoon (musta) yhdistetty uusi painevesijohto laajatoleranssiliitoksella (punainen); valokuva Juha Karppinen. Wredenkadun kiertoliittymätyömaa, Varkaus 2010.



KUVA 34. Topcon -laser putkien vaai'itusta varten; valokuva Juha Karppinen. Wredenkadun kiertoliittymätyömaa, Varkaus 2010.

24. Tarkkaile, että putket rakennetaan suunnitelmien mukaiseen kaltevuuteen

25. Varmista, että rakentaminen tapahtuu suunnitelmien mukaisesti

- tarvittaessa ota yhteyttä suunnittelijaan ja tiedustele mahdollisten muutoksien kelpoisuudesta
- keskustele muutoksista tilaajan kanssa

26. Tarkista, että vesijohtoputkien avoinna olevat päät tulpataan muovilla tai muulla tavoin tiivisti

27. Tarkkaile alkutäytön tekemistä ja sen tiivistämistä. Huomaa että

- täyttöä tulee sulloa tiiviisti putken alle ja ympärille.
- alku sullotaan lapiotyönä ja esimerkiksi polkemalla
- alkutäytön ensimmäisen kerroksen korkeus ennen tiivistämistä saa olla korkeintaan puolet putken ulkohalkaisijasta
- ensimmäinen kerros tiivistetään korkeintaan 150...200 mm:n kerroksena
- putki ei saa liikkua tiivistämisen aikana
- betoniputken alkutäytön maksimirakoko on 65 mm halkaisijaltaan 300 mm:n putkelle ja 100 mm tätä suuremmalla putkella
- jos alkutäytössä käytetään savisilla alueilla kivihiilituhkaa, putkiin liittyvät metalliset rakenteet täytyy suojata korroosiota vastaan
- alkutäyttömateriaalin tulee olla homogeenistä koko täytön matkalla
- alkutäytön koneellinen tiivistäminen voidaan aloittaa aikaisintaan, kun täyttöä on putken laen yläpuolella ≥ 300 mm.

- tiivysaste mitataan ainakin yhdestä kohdasta tai 50 metrin välein
 - tiiviyssuhde mitataan 20 metrin välein putken laen korkeudelta putken sivulta
 - tiivysaste on vähintään 95 % (parannettu Proctor) tai tiiviyssuhde on alle 2,5 (Loadman)
 - Pidä huoli, että alkutäyttömateriaalista otetaan jokaista alkavaa 200 m³ kohden näyte rakeisuustutkimuksia varten
28. Huomioi roudaneristyksessä, että eriste ei saa olla 700 mm lähempänä tienpintaa
29. Tee vesijohdoille tarvittavat koestukset
- huuhtelu
 - painekoe
 - desinfiointi
30. Varmista, että lopputäyttömateriaali on tiivistämiskelpoista
- kaivantomateriaaliakin voidaan käyttää, jos se tiivistyy hyvin
31. Varmista materiaalin laatu silmämääräisesti tai tarvittaessa rakeisuustutkimuksilla
32. Huomaa lopputäyttömateriaalista lisäksi, että
- se ei sisällä halkaisijaltaan 300 millimetriä suurempia kiviä tai lohkareita, eivätkä ne sijaitse halkaisijansa mittaa lähempänä putkea
 - lopputäytön yläosassa olevien kivien suurin sallittu halkaisija on 2/3 kerrolla tiivistettävän kerroksen paksuudesta
 - liikennealueiden ulkopuolella lopputäyttömateriaali voidaan tehdä kaivu- maista
 - kivihiilituhkaa ei saa käyttää kasvukerroksissa lähellä maanpintaa
33. Huomioi lopputäytön tiivistämisessä, että
- tiivysasteen (parannettu Proctor) tulee olla vähintään 90 % ja se mitataan 50 metrin välein
 - tiiviyssuhteen (Loadman) tulee olla vähintään 2,5 ja se mitataan 20 metrin välein
 - liikennealueiden ulkopuolella lopputäyttö voidaan tiivistää paikallisten olosuhteiden vaatimaan tiiviyteen

Vastaanottotarkastus

34. Suorita työmaalla laaduntarkastus, jossa käyt läpi mahdolliset puutteet ja korjautat ne ennen työmaan luovuttamista tilaajalle
- tee paine- ja viettojohtojen tiivyskoe viimeistään tässä vaiheessa
 - suorita tarvittaessa verkoston TV-kuvaus

35. Toimita tilaajalle rakennustöiden jälkeen


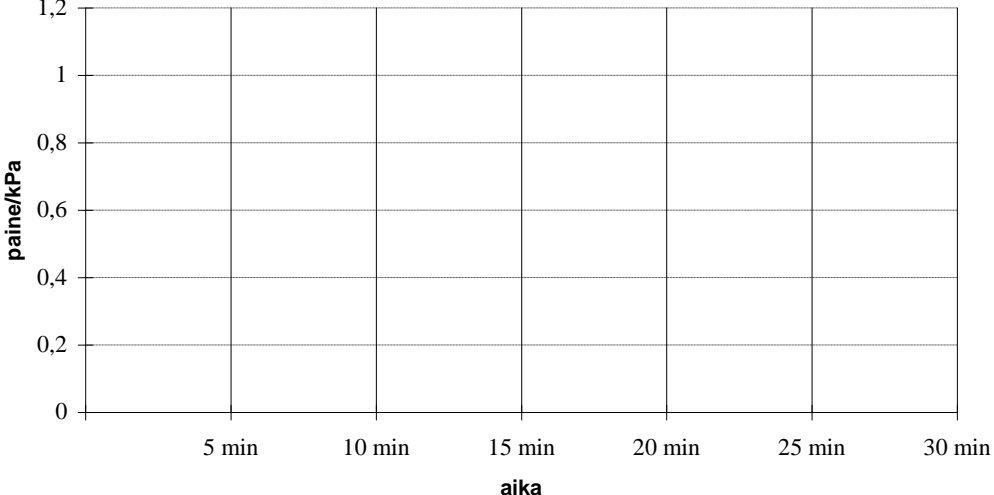
- tarkat putkilinjan sijainti- ja korkotiedot
- dokumentit tiiviys- ja painekokeiden tuloksista sekä muista työmaalla tehdyistä tehdyistä mittauksista, kuten MVR-mittauksesta
- työmaan loppuraportti

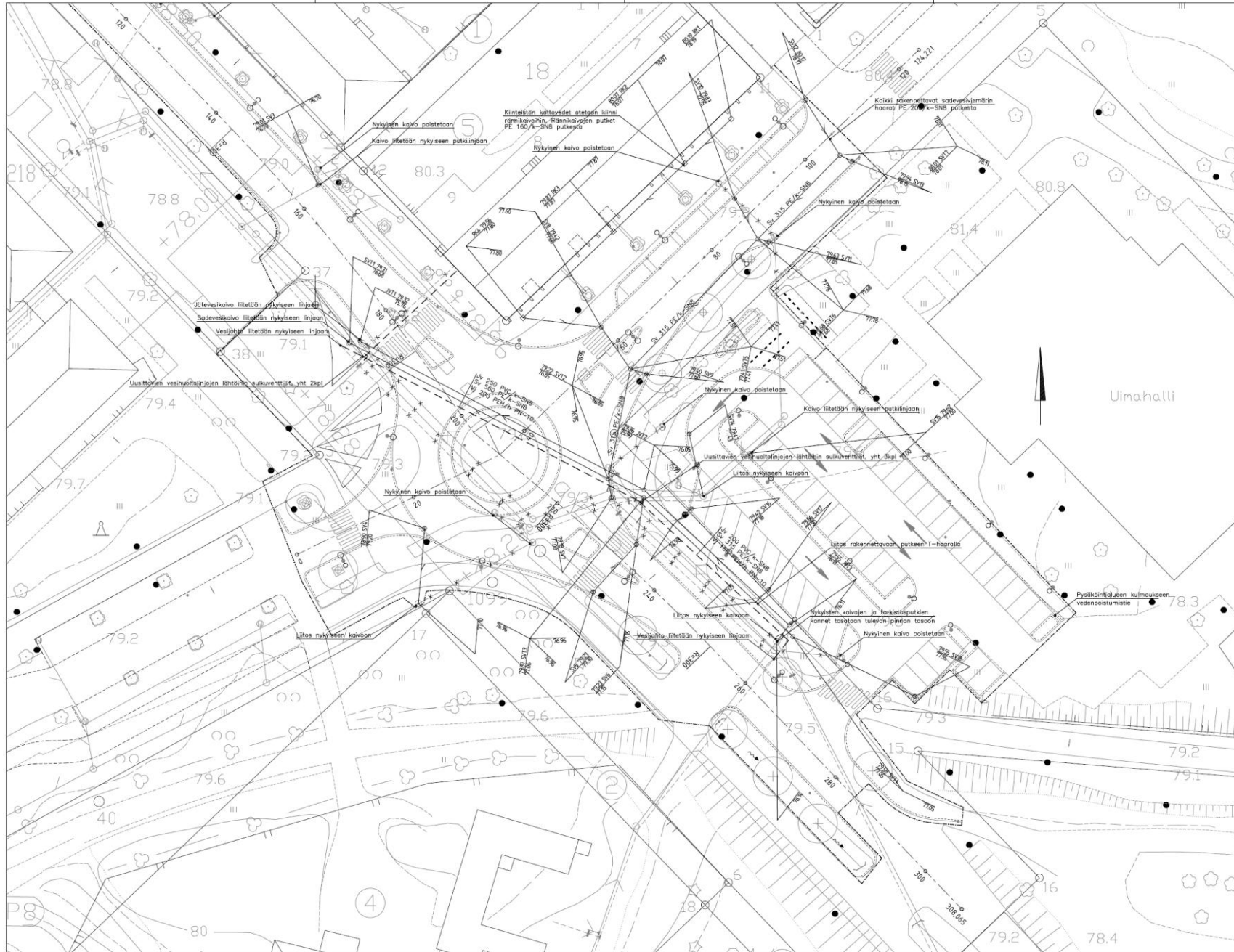
TALOYHTIÖN ASUKKAILLE TIEDOKSI

Kiinteistössä on vesikatko keskiviikkona 18.8.2010 klo 05:00 – 08:00 välisenä aikana Wredenkadun työmaalla tehtävän vesi-huoltosaneerauksen vuoksi. Pahoittelemme katkosta mahdollisesti aiheutuvaa haittaa.

Tiedustelut vesikatkoon liittyen:

(Nimi), (Ammattinimike) /(Yritys)
050 – 111 1111

 YIT RAKENNUS OY INFRAPALVELUT		VESIJOHDON JA PAINEVIEMÄRIN PAINEKOEPÖYTÄKIRJA				
Rakennuskohde		Työnro		Vastaava mestari		
Tilaaja					Puhelinnumero	
Tarkastettava putkiosa (paaluväli tai kaivoväli)					Koepäivämäärä	
Putkimateriaali		Putken nimellispaine		Putken nimellismitta (DN) mm		
KOKEEN SUORITUS: 1) Johto-osuus pidetään vedellä täytettynä käyttöpaineessa vähintään 1 vrk ajan. Putkeen ei saa jäädä ilmaa. 2) Painekekeen alussa johto-osuuden vedenpaine nostetaan 10 kPa koepainetta suuremmaksi. 3) Paineen annetaan laskea valittuun koepainearvoon, joka on 1,3 x putkilinjan nimellispaine. 4) Koepainearvosta aloitetaan paineen aleneman tarkkailu jota seurataan 30 min ajan pitäen pöytäkirjaa paineen arvoista. 5) Koetulos on hyväksyttävä, jos paine vakiintuu enintään 20 kPa koepaineen alapuolelle. 6) Mikäli paineen alenema on suurempi, paine nostetaan koepainearvoon pumpaamalla lisäettä putkeen. Lisäveden määrä tulee olla pienempi kuin $Q[l/km] = (0,01 \times d) - 0,5$, jossa d=putken sisähalkaisija millimetreinä (HUOM. 100 kPa = 1 kp/cm ² = 1 bar)						
KÄYTETTY KOEYLIPAINE						
KOKEEN SUORITTAJAT						
PAINEKOKEEN TULOKSET	PAINEKOE	AIKA KOKEEN ALUSTA				
		5 min	10 min	15 min	20 min	25 min
	KOEYLIPAINE /kPa	PAINEEN ARVOT /kPa				
PAINEEN ALENEMA AJAN FUNKTIONA						
						
HUOMAUTUKSIA						
Päiväys		LÄÄTINUT				
Päiväys		TARKASTANUT				



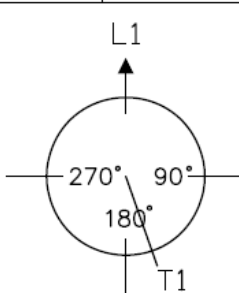
MERKINTÖJEN SELITYKSET:

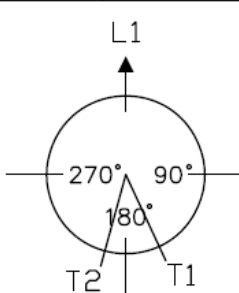
-  Suunnittelu sadevesiviemäri
-  Suunnittelu jätevesiviemäri
-  Suunnittelu vesijohdo
-  Poistettava vesijohdo tai viemäri
-  Tolmentitehtäen raja

HUOMI! Kaikki nykyiset kaivot joihin liitetään uusi putki ja kaikki nykyiset putkiliinat joihin liitetään uusi kaivo, on vesijoukujen koot sekä nykyiset putkikoot ja materiaalit tarkistettava työmaalla ennen kaivojen tilaamista.

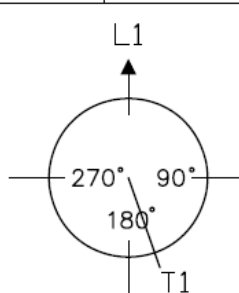
Seurantaohjelma	kuutiolla	Terästä	Seurantaohjelma
Käytökäytävät	Käytökäytävät	Käytökäytävät	Käytökäytävät
Käytökäytävät	Käytökäytävät	Käytökäytävät	Käytökäytävät
FCG Finnish Consulting Group	TKA	03749	7
Määräys n. 11/09, 70211 Kuopio Puh. 010456600, www.fcg.fi	Maailman	03749	7
Päiväys 05.03.2019	Maailman	03749	7
Revisio	Maailman	03749	7

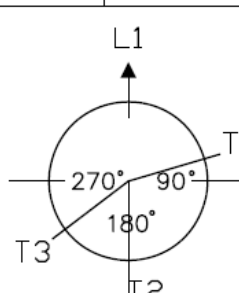
KAIVOKORTIT – JÄTEVESI, WREDENKATU VARKAUDEN KAUPUNKI 05.03.2010

KAIVO N:O	JVT1	SIJAINTI gas, Jv	PI		Sivuet. (+o -v)				
MATERIAALI	Betonirengas		X= 3546218.90		Y= 6912213.28				
KANSI		 <p>L = lähtö T = tulo</p>	TULO- JA LÄHTÖPUTKET						
-korkeus	79.32			Koko ja materiaali	Kork. cm vesijuoks.	Kulma asteina	Kaato cm/m		
-koko			L1	315 Muo	0	0	-0.3		
-kuormituskestävyys	40TN		T1	250 Muo	0	161	0.5		
POHJA									
-korkeus	75.76								
-vesijuoks. korkeus	75.76								
-koko	valmistaja								
-pohjakourut									
KOK. KORKEUS CM	356								
-vesijuoksuun	356								
-sakkapesä									
MUUT OSAT									
Lähtö L1 nykyinen putki, putken koko ja korkeusasema tarkistettava ennen kaivon tilaamista.									

KAIVO N:O	JVT2	SIJAINTI gas, Jv	PI		Sivuet. (+o -v)				
MATERIAALI	Betonirengas		X= 3546262.54		Y= 6912190.43				
KANSI		 <p>L = lähtö T = tulo</p>	TULO- JA LÄHTÖPUTKET						
-korkeus	79.36			Koko ja materiaali	Kork. cm vesijuoks.	Kulma asteina	Kaato cm/m		
-koko			L1	250 Muo	0	0	-0.5		
-kuormituskestävyys	40TN		T1	160 Muo	6	155	1.0		
POHJA			T2	200 Muo	0	195	0.4		
-korkeus	75.99								
-vesijuoks. korkeus	75.99								
-koko	valmistaja								
-pohjakourut									
KOK. KORKEUS CM	337								
-vesijuoksuun	337								
-sakkapesä									
MUUT OSAT									
Tulo T1 nykyinen putki, putken koko ja korkeusasema tarkistettava ennen kaivon tilaamista.									

KAIVOKORTIT – SADEVESI, WREDENKATU VARKAUDEN KAUPUNKI 05.03.2010

KAIVO N:O	SVT1	SIJAINTI	PI		Sivuet. (+o -v)				
MATERIAALI	Betonirengas		X= 3546217.27		Y= 6912213.04				
KANSI		 <p>L = lähtö T = tulo</p>	TULO- JA LÄHTÖPUTKET						
-korkeus	79.31			Koko ja materiaali	Kork. cm vesijuoks.	Kulma asteina	Kaato cm/m		
-koko			L1	500 Bet	0	0	-0.7		
-kuormituskestävyys	40TN		T1	560 Muo	0	161	0.4		
POHJA									
-korkeus	76.68								
-vesijuoks. korkeus	76.68								
-koko	valmistaja								
-pohjakourut									
KOK. KORKEUS CM	263								
-vesijuoksuun	263								
-sakkapesä									
MUUT OSAT									
Lähtö L1 nykyinen putki, putken koko ja korkeusasema tarkistettava ennen kaivon tilaamista.									

KAIVO N:O	SVT2	SIJAINTI	PI		Sivuet. (+o -v)				
MATERIAALI	Betonirengas		X= 3546257.03		Y= 6912192.13				
KANSI		 <p>L = lähtö T = tulo</p>	TULO- JA LÄHTÖPUTKET						
-korkeus	79.22			Koko ja materiaali	Kork. cm vesijuoks.	Kulma asteina	Kaato cm/m		
-koko			L1	560 Muo	0	0	-0.4		
-kuormituskestävyys	40TN		T1	315 Muo	10	74	2.7		
POHJA			T2	560 Muo	0	180	1.8		
-korkeus	76.85		T3	200 Muo	10	233	1.7		
-vesijuoks. korkeus	76.85								
-koko	valmistaja								
-pohjakourut									
KOK. KORKEUS CM	237								
-vesijuoksuun	237								
-sakkapesä									
MUUT OSAT									



Työturvallisuus YIT:ssä

- Puutumme välittömästi työturvallisuuden laiminlyönteihin
- Teemme turvallisuussuunnitelmat
- Käytämme henkilökohtaisia suojaimia

Puuttuminen

Kaikilla YIT:läisillä on velvollisuus noudattaa yhteisiä työturvallisuusohjeita ja puuttua laiminlyönteihin.

- **Kaikista tapaturmista ilmoitetaan heti henkilökohtaisesti oteeseen**
Ilmoita tapaturmasta (myös yhteistyökumppanille sattuneet) omalle esimiehelle. Jos tapaturmasta aiheutuu poissaolo, kohteen esimiehen on ilmoitettava tieto heti myös yksikönjohtajalle. Yksikön johtaja välittää tiedon viimeistään seuraavan työpäivän aikana sekä liiketoimintaryhmän että toimialan johtajalle.
- **Tapaturmat tutkitaan kolmen työpäivän kuluessa tapahtuneesta**
- **Johdolle raportoidaan poissaolon aiheuttaneet tapaturmat**
Kaikki poissaolon aiheuttaneet tapaturmat käsitellään aina myös yksikön, liiketoimintaryhmän ja toimialan johtoryhmissä. Lisäksi em. johtoryhmissä käsitellään kuukausittain tapaturmataajuus ja toimialan muu keskeinen seurantamittari.
- **Vakavat tapaturmat ilmoitetaan heti myös toimialajohtajalle ja turvallisuuspäällikölle**
Vakavin tapaturmiin liittyy aina viranomais toimintoja tai odotettavissa on vähintään 30 päivän poissaolo. Vakavista tapaturmista on erillisoheistus.
- **Esimiehen tulee opastaa ja valvoa työturvallisuusohjeiden noudattamista**
Henkilöille, jotka eivät noudata yhteistä ohjeistusta, annetaan ensin suullinen ja sen jälkeen kirjallinen varoitus. Toistuvissa tai vakavissa rikkomuksissa henkilö poistetaan työkohteesta / työmaalta heti. Tällöin joudutaan aina harkitsemaan myös työsuhteen päättämiseen liittyviä keinoja.

Esimerkkejä rikkomuksista

Työsuojeluohjeiden vastainen toiminta

- henkilökohtaisten suojainten laiminlyönti
- työskentely tehtävään sopimattomalla työkalulla tai tarkastamattomilla työ- ja suojavälineillä
- työskentely ilman vaadittavia lupia
- työkohteen siisteyden laiminlyönti

Vakavat rikkomukset

- tahallinen vaaran aiheuttaminen
- esimiehen valvontavelvollisuuden laiminlyönti
- putoamissuojauksen laiminlyönti
- työskentely lupamenettelyn vastaisesti
- työskentely alkoholin tai huumeiden vaikutuksen alaisena
- työpaikkakiusaaminen ja aggressiivinen häiriökäyttäytyminen

Toimialoitain ohjeet voivat olla vielä tarkempia tai tiukempia esimerkiksi asiakasvaatimuksista johtuen. Konseminoheistus ei syrjäytä lainsäädäntöä tms. Jos ei ymmärrä tai osaa työturvallisuuteen liittyviä asioita, niin kysy!

Turvallisuussuunnitelma

Turvallisuussuunnitelmat tehdään kaikissa työkohteissa yhteisten riskien hallinnan käytäntöjen mukaisesti.

- Tunnista vaara.
- Arvio seuraukset ja riskin todennäköisyys -> riskin merkittävyys.
- Poista riski kokonaan, jos mahdollista.
- Suunnittele ja toteuta toimenpiteet riskin vähentämiseksi.
- Perekdytä ja opasta henkilöstö työtehtävään.
- Valvo toteutusta, suojavälineiden käyttöä, työmenetelmiä sekä työympäristön ja olosuhteiden muutoksia.
- Raportoi vaaratilanteet.
- Puutu laiminlyönteihin.

Suojautuminen

Seuraavat suojautumisen määräykset ovat pakollisia kaikissa työkohteissamme ja työmaillamme.



Henkilökohtaiset suojavarusteet

- Suojakypärä
- Kuulosuojaimet
- Silmäsuojaimet / visiri
- Suoja-asu
- Turvajalkineet

Putoamissuojaus

Putoamissuojausten suunnittelu perustuu työmaan riskien arvioinnille.

Toteuta putoamissuojaus aina ensisijaisesti rakenteellisesti.

Käytä aina turvavaljaita, jos putoamissuojausta ei voi toteuttaa rakenteellisesti.

Vastuut työturvallisuudessa

Rooli	Tehtävät
Ylin johto Vastaa kokonaisuudesta	<ul style="list-style-type: none"> organisoi työturvallisuuden, perehdytyksen ja opastuksen yrityksen toiminnan kautta asettaa työturvallisuustavoitteet ja valvoo niitä varmistaa resurssit
Keskijohto Ennaltaehkäisee, suunnittelee, hallitsee riskit	<ul style="list-style-type: none"> organisoi työnjohdon turvallisuusvalvonnan varmistaa edellytykset perehdyttämiseksi ja työnopastukselle varmistaa aliurakoitsijoiden työturvallisuusohjeistuksen valvonnan valvoo käyttöön otettavia koneita ja laitteita
Työnjohto Opettaa, ohjaa, valvoo, suunnittelee ja toteuttaa	<ul style="list-style-type: none"> suunnittelee työt turvallisiksi perehdyttää, opastaa työhön ja valvoo työntekijöitä valvoo aliurakoitsijoita, työolosuhteita, käytettäviä koneita ja laitteita, työmenetelmiä ja muita työhön liittyviä tekijöitä
Työntekijä Noudattaa ohjeita ja määräyksiä	<ul style="list-style-type: none"> noudattaa määräyksiä työkohteessa kysyy, jos ei tiedä, ilmoittaa vaaroista huolehtii työvälineistä ja siisteydestä
Yhteistyökumppanit Noudattavat YIT:n määräyksiä ja sopimuksia	<ul style="list-style-type: none"> huolehtii työturvallisuussuunnittelusta, jossa oleellista on riskien arviointi ja ennaltaehkäisy vastaa toteutuksesta omaan työkenttään liittyen perehdyttää ja valvoo työntekijöitä
Työsuojelupäällikkö Asiantuntija, kehittää ja tiedottaa	<ul style="list-style-type: none"> vastaa työnantajan ja työntekijöiden välisestä yhteistoiminnasta ja tiedonkultaa työsuojelua koskevissa asioissa työpaikalla omaa normaalin linjavastuun, jos toimii samalla esim. työnjohtoon kuuluvana henkilönä
Työsuojeluvaltuutettu Edustaa työntekijöitä	<ul style="list-style-type: none"> edustaa työntekijöitä työsuojelua koskevassa yhteistoiminnassa välittää tietoa työturvallisuusasioista työmaan työntekijöiden keskuudessa edesauttaa osaltaan työturvallisuusasioiden kehittämistä
Työsuojelutoimikunta Asiantuntijaelin	<ul style="list-style-type: none"> työnantajan ja eri henkilöstöryhmien edustajista koostuva yhteistyöelin toimii henkilöstöryhmien vaikutuskanavana toimialueensa asioissa tekee toimenpide-ehdotuksia asioiden eteenpäin viemiseksi

YIT Oyj

PL 36 (Panuntie 11), 00621 HELSINKI

Puh 020 433 111, Fax 020 433 3700

etunimi.sukunimi@yit.fi

www.yit.fi

www.savonia.fi

