



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

VIEMÄREIDEN RAKENTAMISEN LAADUNVARMISTUS

TEKIJÄ/T: Olli Huikari

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Rakennusmestarin tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Olli Huikari	
Työn nimi Viemäreiden rakentamisen laadunvarmistus	
Päiväys 23.11.2020	Sivumäärä/Liitteet 35
Ohjaaja(t) Mervi Heiskanen, Kai Auvinen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Olli Huikari	
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön aiheena oli viemäreiden rakentamisen laadunvarmistus. Opinnäytetyön tavoitteena oli tarkastella yleisiä laatuvaatimuksia viemäreiden rakentamisen osalta ja luoda raportti, jota käyttää apuna tulevaisuuden projekteissa, koska viemäreiden laadukas rakentaminen takaa toimivuuden ja pitkän käyttöiän. Lopputuloksena saatiin keskeiset asiat laadunvarmistukseen ja sallitut toleranssit eri työvaiheissa. Idea aiheesta tuli tekevästä työmaasta, jossa pohjaolosuhteet olivat hyvin vaihtelevia.</p> <p>Lähteinä käytettiin pääasiassa Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset- teosta sekä muita kirjallisia teoksia ja työmailta saatuja kokemuksia ja havaintoja. Esitetyt laatuvaatimukset perustuvat InfraRYL yleisiin laatuvaatimuksiin, putkimateriaaleille annettuihin standardeihin ja betoniputkinormeihin. Laatuvaatimukset voivat tarkentua hankekohtaisesti suunnitelma-asiakirjoissa. Laadunvarmistuksen kannalta työssä pyrittiin keskittymään olennaisiin toimiin työtehtävän suunnittelusta valmiin työn tarkastamiseen.</p> <p>Työssä käsitellään myös rakennuttajan ja urakoitsijan roolia ja velvoitteita rakennushankkeessa, tehtäväsuunnitelman sisältöä ja laadunvarmistusmenetelmiä sekä urakoitsijan laatusuunnitelmaa. Rakennuttajan myötävaikutusvelvollisuuden noudattaminen on suuressa roolissa urakoitsijan työtehtävän ja koko hankkeen onnistumisen kannalta.</p>	
Avainsanat laadunvarmistus, viemäri	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Management			
Author(s) Olli Huikari			
Title of Thesis Quality Assurance of the Construction of Sewers			
Date	23 November 2020	Pages/Appendices	36
Supervisor(s) Ms Mervi Heiskanen, Senior Lecturer and Mr Kai Auvinen, Senior Lecturer			
Client Organisation /Partners Mr Olli Huikari			
<p>Abstract</p> <p>The subject of this final project was quality assurance of the construction of sewers. The aim was to research general quality standards of the construction of sewers and draw up a report that can be used in future projects, because the high-quality construction of sewers assures functionality and long useful life.</p> <p>The material in this thesis consisted of the book <i>InfraRYL general quality requirements of infraconstruction</i>, literature and experience and observations from the construction site. The quality requirements are based on <i>InfraRYL</i>, standards for the different pipe materials and concrete pipe standards. The quality requirements can become more detailed in the plan documents. This thesis focused on the quality control before and after the project.</p> <p>This thesis also discusses the role and obligations of the construction developer and contractor in a construction project as well as work plans, quality control methods and quality plans. Developers obligation to cooperate is very important in a construction project. Results will be the most important things of the quality control and tolerances of stages.</p>			
Keywords sewer, quality control			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	VIEMÄRIT	7
2.1	Yleistä	7
2.2	Perustaminen	7
2.3	Kaivannot	8
2.4	Järjestelmät.....	8
3	YLEISET LAATUVAATIMUKSET.....	11
3.1	Kaivannot.....	11
3.2	Perustaminen	12
3.2.1	Arinarakenne	12
3.2.2	Kiviainesarina.....	12
3.2.3	Teräsbetoniarina	13
3.2.4	Teräslevyarinat	13
3.2.5	Puuarinat.....	13
3.2.6	Asennusalusta.....	14
3.3	Putket	15
3.3.1	Viettoviemäriputkien materiaalit	15
3.3.2	Viettoviemäriputkien asennus	15
3.3.3	Paineviemäriputkien materiaalit.....	16
3.3.4	Paineviemäriputkien asennus	16
3.3.5	Venttiilit.....	17
3.3.6	Paineviemärin tukeminen.....	19
3.3.7	Putkien varastointi	19
3.4	Kaivot	19
3.4.1	Kaivotyypit ja materiaalit	19
3.4.2	Kaivojen asentaminen	21
3.4.3	Kansistot	22
3.4.4	Putken liittäminen kaivoon	22
3.5	Putkikaivannon täyttö.....	23
3.5.1	Alkutäyttö.....	23
3.5.2	Lopputäyttö	24

4	LAADUNVARMISTUS	26
4.1	Tavoitteet.....	26
4.2	Viranomaisten edellyttämät laadunvarmistustoimenpiteet	26
4.3	Rakennuttajan laadunvarmistustoimenpiteet.....	26
4.4	Urakoitsijan laadunvarmistustoimenpiteet.....	27
5	VIEMÄREIDEN RAKENNUSTYÖMAAN LAADUNHALLINTA	28
5.1	Tehtäväsuunnitelma.....	28
5.2	Menetelmät laadunvarmistukseen	29
5.3	Arinarakenteet	29
5.4	Asennusalusta	30
5.5	Alkutäyttö.....	31
5.6	Valmis jätevesiviemäri	31
5.7	Dokumentointi ja kartoitus	32
6	YHTEENVETO.....	33
	LÄHTEET	34

1 JOHDANTO

Viemäreiden rakentamisessa on joka hankkeessa omat haasteensa. Taloudellisen ja laadukkaan rakentamisen lähtökohtana on hyvät suunnitelmat sekä laadukkaasti ja oikeilla työmenetelmillä tehty työ. Virheiden korjaaminen on hankalaa ja kallista varsinkin esim. tierakenteen alle rakennettuun viemäriinlinjaan, joten työntekijöiden ohjeistus ja riittävä laadunvarmistus ovat tärkeässä roolissa maarakennustyömaalla. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on toimia laadunvarmistuskansiona viemäreiden rakennustyömaalla. Työssä kerrotaan yleisesti viemäriverkostojen toimintaperiaatteesta, viemäreiden rakentamisesta ja laatuvaatimuksista sekä laadunvarmistustoimenpiteistä.

Työssä käsitellään jäte- ja hulevesiviemäreitä sekä niiden rakentamiseen käytettävissä olevia putkimateriaaleja ja kaivoja. Laadunvarmistukseen viemäriin rakennustyömaalla sisältyy kaivantojen teko, putkien perustusmenetelmät asennusaloustoimeen, putkilinjojen alku- ja lopputäyttö, sekä kaikkien edellä mainittujen laadunvarmistustoimenpiteet. Lähdemateriaalina on pääasiassa käytetty infrarakentamisen yleisiä laatuvaatimuksia, sekä omia kokemuksia.

Tavoitteena on laatia viemäreiden rakennustöissä apuna käytettävä raportti, johon on koottu tarvittavat tiedot sekä yleiset laatuvaatimukset helpottamaan laadunvarmistusta. Raportin avulla voidaan rakentaa viemäriinlinjoja laadukkaasti ja taloudellisesti laatuvaatimusten mukaiset laadunvarmistustoimenpiteet tehtynä vaaditulla tavalla.

2 VIEMÄRIT

2.1 Yleistä

Viemäreillä johdetaan jätevettä tai hulevesiä käsittelyyn tai paikkaan, jossa niistä ei aiheudu haittaa terveydelle tai luonnolle. Viemäreiden tulisi toimia mahdollisimman häiriöttömästi ja suunnittelussa putkikoon mitoitus tulisi vastata niissä virtaavaa vesimäärää.

Viemärit jaetaan nykypäivänä pääsääntöisesti kahteen eri ryhmään: jätevesiviemärit ja hulevesiviemärit. Vanhoissa rakennuksissa on ollut käytössä myös sekaviemäreitä, joissa sadevedet ja jätevedet johdetaan samassa putkessa jätevesilinjaan, mutta ne on pyritty poistamaan ja muuttamaan erillisviemäreiksi saneerauksien yhteydessä.

Hulevesiviemärit keräävät sade- ja sulamisvesiä kaivojen avulla, sekä eri rakenteiden salaojien vesiä ja johtavat ne linjastoa pitkin yleensä lähimpään vesistöön.

Jätevesiviemärit johtavat talouksien jätevedet kunnan tai kaupungin jätevedenpuhdistamolle, tai haja-asutusalueella tontin omiin kaivoihin. Pääsääntöisesti pienemmät linjat keräävät kiinteistöjen jätevesiä suurempiin runkolinjoihin, jotka kuljettavat ne eteenpäin. Runkolinjoihin voi liittyä satoja tai jopa tuhansia kiinteistöjä.

Viemärit rakennetaan olosuhteista ja korkeuseroista riippuen joko paine- tai viettoviemäreinä. Viettoviemärin toiminta perustuu painovoimaiseen virtaukseen putken kaatosuuntaan. Paineviemäreissä jätevettä siirretään pumppaamalla. Yleisesti viemäröinneissä pyritään käyttämään maaston muotoja hyväksi, jotta jätevedet voidaan siirtää painovoimaisesti mahdollisimman vähin pump-pauksin.

Jätevesiviemärit rakennetaan suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti uusia ja hyvälaatuisia putkia, kaivoja ja liitostarvikkeita käyttäen, jotka hankitaan valmistajalta joka kuuluu jatkuvan laadunvalvonnan piiriin. Putkien ja kaivojen tiivisteet ja materiaalit on oltava yhteensopivia ja käyttötarkoituksen mukaisia. Vaatimustenmukaisuus todetaan putken standardinmukaisuusmerkinnöistä. Yleisimmät putkimateriaalit ovat muovi-, betoni-, teräs-, ja valurautaputket. (InfraRYL 30000 Järjestelmät, 2)

2.2 Perustaminen

Viemärit rakennetaan pääasiassa yhdessä muun vesihuollon rakentamisen yhteydessä. Samaan kaivantoon pyritään asentamaan viemäreiden lisäksi vesijohto. Viemärit perustetaan maanvaraisesti tai tarvittaessa vahvistetulle pohjalle. Putkille rakennetaan tiivistetty arina ja asennusalusta suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti. Alkutäyttö tehdään riittävän hienolla materiaalilla, se suojaaa putkea

vaurioilta tehtäessä lopputäyttö perusmaalla. Putket tulee eristää, jos ne sijaitsevat routarajan yläpuolella, tai ilmenee muu riskitekijä jäätymiselle. Vaatimukset routasuojaukseen ilmoitetaan suunnitelma-asiakirjoissa. Yleinen ja hyväksi todettu vaihtoehto on Finnfoam XPS-eriste.

2.3 Kaivannot

Kaivantotyyppin valintaan vaikuttaa vallitsevat maaperäolosuhteet, kaivannon syvyys sekä sijainti. Yleisin kaivantotyyppi on luiskattu kaivanto (kuva 1). Sitä voidaan käyttää mikäli tilaa on riittävästi käytössä ja maaperäolosuhteet ovat hyvät kaivannon syvyyteen nähden. Kaivanto vaatii tuennan, jos putkilinja kulkee erittäin ahtaissa paikoissa tai alueilla jossa maaperä on helposti sortuvaa. Kaivantojen sortumisvaaraa lisää huomattavasti maaperässä virtaavat vedet.



Kuva 1. Luiskattu, matala kaivanto (Huikari 2019)

2.4 Järjestelmät

Viettoviemärilinjat rakennetaan muovi-, betoni- tai teräsputkesta. Muoviputkien materiaalivaihtoehtoina on PVC-U, PE ja PP-putket. Betoniputket ovat nykyaikaisen EK-järjestelmän mukaisia. Teräs-

putkien perusmateriaali sinkitty teräs, joka päällystetään polyeteenipinnoitteella tehdasvalmisteisena. Valurautaputket ovat SG-valurautaputkia, jotka luokitellaan seinämävahvuuden tai käyttöpaineen mukaan. (InfraRYL 10000 maa-, pohja- ja kalliorakenteet, 239.) Jätevesiviemärin putkimateriaalina voidaan käyttää PVC-U ja PE muoviputkia, betoniputkia, teräsputkia tai valurautaputkia. Hulevesiviemärin rakennuksessa voidaan käyttää edellisten lisäksi myös PP- muoviputkia.

Viemäriinjoja on päästävä myös tarkastamaan ja tarvittaessa huuhtelemaan, joten linjaan asennetaan tarkastuskaivoja. Viemäreiden liittymäkohtiin asennetaan tarkastuskaivo, sekä useimmiten linjan suunnanmuutos tehdään kaivolla. Kaivojen materiaalina käytetään muovia tai betonia (kuva 2).



Kuva 2. Betoninen hulevesikaivo ja asennustyökalu. (Huikari 2019)

Viemäriputkien liitoksissa käytetään muhvi- tai laippaliitosta, sekä hitsattavia liitoksia. PE-putket liitetään sähköhitsattavilla muhveilla, valurauta laippayhteillä tai puskuhitsaamalla ja niitä käytetään pääsääntöisesti painelinjojen rakentamiseen. Muhviliitosta tehtäessä putkien päät on sorvattava, jolloin likainen päällyskerros poistetaan ja saadaan esiin puhdas muovipinta (kuva 3). Jokaisella hitsausmuhvilla on oma hitsaus- ja jäähtymisaikansa ja ne tulee tarkastaa muhvin kyljestä, eikä putkia saa heilutella hitsaus- eikä jäähtymisaikana. Laippayhteitä käytettäessä putkien päät on viistettävä ja tapana on merkata yhteen uppoamissyvyys putken pintaan, jolloin varmistetaan putken olevan paikallaan. Puskuhitsatessa putkien päät kuumennetaan levyllä ja riittävän lämmitysajan jälkeen päät painetaan tiukasti toisiinsa ja annetaan jäähtyä.



Kuva 3. PE-putken sorvattu pää. (Huikari 2019)

PVC-U, PP ja betoniputkissa muhvit ovat valmiina putken toisessa päässä. Niiden lisäksi käytössä on jatkomuhveja ja kulmayhteitä. Muoviputkien liitoksia tehtäessä katkaistu putken pää on viistettävä esim. puukolla raaputtamalla tai kulmahiomakoneella ettei terävät reunat vaurioita muhvin tiivistettä tai työnnä sitä pois paikaltaan. Putkeen on syytä merkata kuinka paljon putki uppoaa muhviin, eikä liukua kannata säästellä tiivisteessä.

Viettoviemäriinjoja rakennettaessa on huolehdittava putken arinan kantavuudesta ja pohjien tasaisuudesta, ettei putket tai kaivot pääse painumaan. Mahdollisista painumista aiheutuu virtaaman heikkenemistä ja notkoja linjaan. Maaperässä virtaavat vedet aiheuttavat ongelmia arinan kantavuudessa.

Paineviemäriinjoissa käytetään PE, PVC-U, teräsputkea, tai SG-valurautaputkea. Suunnitelmissa määritellään putkien paineluokka, mutta yleisin on PN10, eli putken nimellispaine on 10kPa. Myös paineviemäreille rakennetaan yleensä arina ja taseuskerros. Paineputkia voidaan myös upottaa vesistöihin, jolloin putkeen asennetaan painot.

3 YLEISET LAATUVAATIMUKSET

3.1 Kaivannot

Kaikista yli 2m syvistä kaivannoista ja niistä joissa on olemassa mahdollinen sortumisvaara tulee tehdä kaivantosuunnitelma. Kaivantosuunnitelmasta tulee selvittää luiskan kaltevuus, kaivussyvyys, tuennan tarve kaivannolle ja lähirakenteille ja pohjaveden alentamisen tarve. Luiskien kaltevuus ei saa olla jyrkempi kuin 2:1. Taulukko 1 antaa ohjeellisia luiskakaltevuuksia koheesiomaaperälle. Kaivannon suunnittelu ja rakentaminen edellyttää riittävän kattavaa ja luotettavaa pohjatutkimustietoa. Kaivanto-ohjeen RIL263 avulla kaivannon suunnittelu voidaan tehdä laadukkaasti ja turvallisesti. Kaivannossa työskenteleminen on oltava turvallista ja siitä syystä kaivantojen suunnittelu ja mahdollinen tuenta on tärkeää. Vastuu turvallisuudesta kuuluu kaikille hankkeen osapuolille. (RIL 263-2014 Kaivanto-ohje.)

Taulukko 1. Lyhytaikaisen tukemattoman kaivannon ohjeelliset luiskakaltevuudet koheesiomaissa. (InfraRYL 10000 Maa-, pohja- ja kalliorakenteet, 287.)

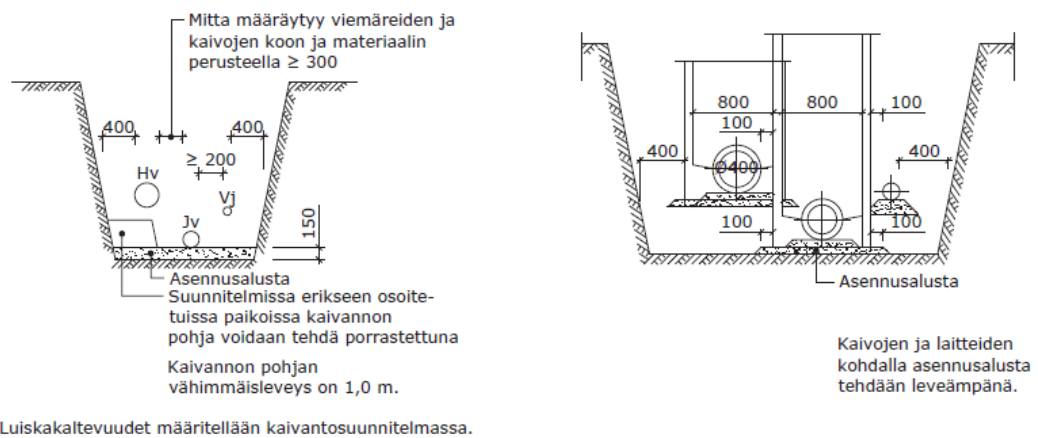
Maapohja		Luiskan kaltevuus					
		5:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3
		Suurin kaivussyvyys, m					
IV	Hyvin pehmeä savi (su = 7...< 10 kPa)	—	—	—	1,7	1,9	2,1
V	Pehmeä savi (su = 10...< 20 kPa)	1,6	1,7	1,9	2,3	2,5	2,7
VI	Sitkeä savi (su ≥ 20 kPa)	2,0	2,5	3,0	3,2	3,7	4,0

Kun on olemassa sortumavaara ja yli 2 m korkeasta kaivannosta on aina tehtävä kaivantosuunnitelma.

Kaivannon tuentatarpeeseen vaikuttaa mm. käytettävissä oleva tila, maaperäolosuhteet ja kaivannon syvyys. Tuet rakennetaan kaivannon ulko- tai sisäpuolelle. Käytettävä tuentatapa määräytyy kaivannon laajuuden, ympäristön, pohjaolosuhteiden ja taloudellisuuden perusteella. Putkikaivannoissa ja muissa pienalaisissa kaivannoissa käytetään yleisimmin sisäpuolisina tukina kaivannon vastakkaisiin seiniin tukeutuvia vaakatuksia. Laajoissa ja syvissä kaivannoissa käytetään ulkopuolista tuentaa. Ne tuetaan ankkuroimalla tukiseinä kaivannon ulkopuolelle. Tuennan ja tukiseinän mitoitus sisältää mm. kuormitusten laskemisen, tukirakenteiden ja tukiseinän dimension laskemisen, lyöntisyvyyden määrittämisen ja pohjan stabiliteetin tarkistamisen. (Väylä 2013)

Kaivannon liikakaivua joka suuntaan on vältettävä, koska sillä on heikentäviä vaikutuksia turvallisuuteen ja taloudellisuuteen. Etenkin hienojakoiset maa-ainekset häiriintyvät helposti, joten kaivaminen on tehtävä tarkasti lähellä perustamistasoa. Kaivannon pohjalta poistetaan tarvittaessa kivet ja lohkareet, jotta pohja saadaan tasaiseksi. Kaivantoon tehdään riittävät levennykset kaivojen ja muiden asennettavien laitteiden kohdalle. Esimerkiksi kaivon kohdalla ympärille on jätettävä niin paljon tilaa, että ympärille voidaan asentaa 0,4 metrin levyinen täyttö. (InfraRYL 10000 Maa-, pohja- ja kalliorakenteet, 291.)

Putkikaivannon pohjan leveys määräytyy rakennettavien putkien ulkohalkaisijan, putkien välisen etäisyyden, sekä ulkoreunan ja kaivannon seinän välisen etäisyyden perusteella (kuva 4). Kaivannossa jossa työskennellään, on pohjan oltava vähintään 1,0 metriä leveä. Vesijohdon etäisyys viemäriputkesta määräytyy viemärin tarkastuskaivon koon perusteella. Kaivon ja vesijohdon ulkopintojen väliin on jätävä 0,1m tilaa. Painumisominaisuuksiltaan huomattavasti erilaisten maalajien rajakohdissa on kaivettava siirtymäkiila, joka ulottuu vähintään 0,5 metriä suunnitellun kaivutason alapuolelle. Kiilan kaltevuus oltava 1:5 tai loivempi. (InfraRYL 10000 Maa-, pohja- ja kalliorakenteet, 290-291.)



Kuva 4. Tukemattoman putkikaivannon vähimmäismitat. (InfraRYL 10000 Maa-, pohja- ja kalliorakenteet, 292)

3.2 Perustaminen

3.2.1 Arinarakenne

Putkikaivannon arinarakenteina voidaan käyttää kiviainesarinaa, teräsbetoniarinaa, teräslevyarinaa tai puuarinaa. Hyvissä maaperäolosuhteissa käytetään yleisesti kiviainesarinaa. Teräsbetonilaattaa tai teräslevyä käytetään, jos pohjamaa on pehmeää ja halutaan tasata painumaeroja. Erittäin pehmeissä olosuhteissa voidaan käyttää maaperän stabilointia, tai teräsbetoniarinan alla paalutusta. Puuarinaa käytetään nykyisin hyvin harvoin.

3.2.2 Kiviainesarina

Käytettävän kiviaineksen kelpoisuus osoitetaan ensisijaisesti CE-merkinnällä. Suunnitelmissa vaaditut ominaisuudet voidaan osoittaa myös rakennuspaikkakohtaisilla kokeilla ja ao. ministeriön tuotetyväksynnällä. Arina tehdään murskeesta tai sorasta, jonka suurin raekoko on enintään 2/3 kerroksen

paksuudesta, mutta enintään 150 mm. Hankekohtainen rakeisuus määritellään suunnitelma-asiakirjoissa. Jos arinan ja perusmaan väliin tarvitaan suodatinkangas, valitaan katurakenteihin vähintään N2 käyttöluokan kangas. Tierakenteissa käytetään vähintään N3 käyttöluokan kangasta ja ratarakenteissa vähintään N4 kangasta. Arinan alla oleva perusmaa on oltava kuiva ja sula. Mahdollinen jää ja lumi poistetaan ennen täyttöjä. Arinan yläpinta muotoillaan suunniteltuun korkeuteen ottaen huomioon määrätyt kaltevuudet. Tierakenteissa rakennetaan routivalle alustalle vähintään 0,3 metrin paksuinen arina, tai arinan yläpinnan jäädessä siirtymäkiilan syvyyden yläpuolelle ja pohjamaan ollessa erittäin routivaa, arinan paksuus oltava vähintään 0,5 metriä. Arina tiivistetään täryttämällä kerroksittain enintään 0,3 m:n kerroksissa. (InfraRYL 10000 Maa-, pohja- ja kalliorakenteet, 84)

Kaivannon kuivanapito on erittäin tärkeää. Kaivannossa seisova vesi häiriinnyttää perusmaan ja arinan, jolloin putkia ei voida asentaa tiivistymättömälle arinalle. Suunnitellun putkilinjan viereen voidaan kaivaa pumpulle syvennys, josta saadaan pumpattua vettä pois rakentamisen ajan. Jos pumpaus ei onnistu tai pohjaveden tulo erittäin runsasta, voidaan käyttää pohjavedenalennusputkia.

3.2.3 Teräsbetoniarina

Teräsbetonilaatan lujuusluokka oltava vähintään C25/30. Betoniteräksenä käytetään kuumavalssattua hitsattavasta teräksestä valmistettua harjatankoa tai verkkoa myötörajaltaan $500\text{N}/\text{mm}^2$. Betonimassan ja perusmaan sekoittuminen estetään tarvittaessa suodatinkankaalla, muovilla tai työbetonilla. Katurakenteissa maanvarainen betonilaatta valetaan yleensä kaivannossa. Laatta ja raudoitus rakennetaan suunnitelma-asiakirjojen mukaan. (InfraRYL 10000 Maa-, pohja- ja kalliorakenteet, 91-92)

3.2.4 Teräslevyarinat

Teräslevyarina koostuu poimulevystä ja kiviaineskerroksesta. Putkiarinalevyt valmistetaan standardin SFS-EN 10147 muikaisesta teräksestä S350GD+Z, jonka vakionimellispaksuus on 0,7 mm. Poimulevyinä käytetään reunoilta ylöstaivutettua tai suoraa levyä. Teräslevyarinan kiviainesmateriaalina käytetään suunnitelmien mukaista kivetöntä hiekkaa, hiekkamoreenia tai soraa. Kaivannon pohja kaivetaan n. 0,15 m putkien asennustason alapuolelle tasaiseksi. Ylikaivu täytetään perusmaalla. Laidalliset arinat kootaan työkohteessa irrallisista laitaosista ja levyistä ja kiinnitetään ruuveilla. Levyt limitetään poikkisuunnassa vähintään 0,2 m ja pituussuunnassa vähintään 0,5 m. Elementit jatketaan noin 0,5 m limityksellä. (InfraRYL 10000 Maa-, pohja- ja kalliorakenteet, 95-96)

3.2.5 Puuarinat

Käytettävän puutavaran on täytettävä lujuusluokan T200 vaatimukset kosteusluokassa 3. Lankkujen vähimmäismitat 50 mm x 150 mm, ja vähimmäispituus pituussuunnassa 3,0 m. Poikittaislankut tai

hirret sijoitetaan 1,0 metrin välein ja ne upotetaan kaivannon pohjaan. Pohja tasataan niin, että pitkittäispuut tukeutuvat pohjamaahan. Pitkittäislankkujen jatkokset tehdään naulaamalla poikkipuiden kohdalla. Vierekkäisiä puita ei saa jatkaa samalla kohdalla. (InfraRYL 10000 Maa-, pohja- ja kalliorakenteet, 90)

3.2.6 Asennusalusta

Asennusalusta on arinan tai pohjamaan päälle rakennettava erillinen kerros, jonka päälle asennetaan putket (kuva 5). Asennusalustan paksuus on oltava vähintään 150 mm. Kerros tiivistetään huolellisesti täyttämällä. Asennusalustan tulee täyttää sille annetut hankekohtaiset laatuvaatimukset. Jos alustan päälle asennetaan monta putkea, on materiaali valittava siten, että se täyttää kaikkien putkien vaatimukset. Materiaali ei saa sisältää jäätä, lunta eikä jäätyneitä kameja. Asennusalustassa käytettävien materiaalien kelpoisuus todennetaan rakeisuustutkimuksilla niin, että jokaisesta alkavasta 50m³:n erästä otetaan yksi näyte. (InfraRYL 10000 Maa-, pohja- ja kalliorakenteet, 426)

Betoniputken asennusalustan materiaalina käytetään soraa, hiekkaa, mursketta tai vaatimukset täyttävää kaivumaata. Suurin raekoko tierakenteissa on 63 mm ja muuten 32 mm, kuitenkin niin, että suurin raekoko on enintään puolet asennusalustan paksuudesta. (InfraRYL 10000 Maa-, pohja- ja kalliorakenteet, 427)

Teräs- ja muoviputken asennusalustana käytettävän luonnonkiviaineksen suurin sallittu raekoko on 10 % putken nimellimitasta kuitenkin niin, että putken DN <200 suurin raekoko 20 mm ja DN <600 suurin raekoko 63 mm. Mursketta voidaan käyttää DN >100 putkelle, jolloin suurin raekoko on 16 mm. (InfraRYL 10000 Maa-, pohja- ja kalliorakenteet, 427)



Kuva 5. Putkien arina ja asennusalusta kolmessa eri korossa (Huikari 2019)

3.3 Putket

3.3.1 Viettoviemäriputkien materiaalit

Käytettävän putken lujuus- ja jäykkyyden tulee olla suunnitelma-asiakirjan vaatimusten mukainen. Viettoviemäreissä käytettävän betoniputken kestävyysluokka on yleisesti katualueilla 150–500 mm:n putkella B, ja 600–2000 mm:n putkella Br. B-luokan putket ovat raudoittamattomia, ja Br-luokan putket raudoitettuja. Muoviputken jäykkyyden luokka määräytyy liikennekuormituksen ja peittosyvyyden mukaan. Jos suunnitelma-asiakirjoista ei löydy annettua jäykkyyden luokkaa, käytetään luokan SN8 putkea. Se on yleisin käytössä oleva jäykkyyden luokka. Muoviputken materiaaleina voi käyttää PVC-U, PP tai PE putkea. Niillä ei ole varsinaisia paineenkestovaatimuksia. Viettoviemäreissä voidaan tarvittaessa käyttää myös sisäpinnaltaan sementtipinnoitettua pallografiittivalurautaista valurautaputkea tai teräsputkea. Viettoputket liitetään kumitiiviste-, liitin- tai laippaliitoksien putken valmistajan ohjeiden mukaisesti. (InfraRYL 30000 Järjestelmät, 8)

3.3.2 Viettoviemäriputkien asennus

Asennustyössä noudatetaan putkien ja tarvikkeiden valmistajien ohjeita. Ennen asennusta kaivanto ja asennusalusta tarkastetaan. Putket asennetaan vain suunnitelma-asiakirjojen mukaan laatuvaatimukset täyttävälle asennusalustalle tai arinalle. Liikennealueen ulkopuolella putket voidaan perustaa häiriintymättömään ja kivettömään perusmaan varaan suunnitelma-asiakirjojen niin esittäessä. Asennuksen yhteydessä putken ja tarvikkeiden kunto tarkastetaan ja ne puhdistetaan huolellisesti. Vioittuneita putkia tai tarvikkeita ei saa käyttää. Yleensä putket asennetaan muhvit virtaussuuntaa vastaan. Asennetun putkilinjan on oltava suora, eikä liitoksissa saa olla kulmapoikkemaa. Putkia ei saa asentaa kannattimien tai puukapuloiden varaan. Erittäin tärkeää on, että putki tukeutuu koko pituudeltaan asennusalustaan. Liitosmuhvien ja laippojen kohdalle kaivetaan asennusalustaan sopivat syvennykset, ettei putki jää kantamaan niiltä kohdilta. Tärkeää on myös varmistaa, että liitoskohdissa putki on työnnetty muhvin tai laipan pohjaan saakka. Asennustyön aikana kaivanto on pidettävä riittävän kuivana, ettei veden noste kohota putkea. Putki tulpataan asennustyön keskeytyksen ajaksi. Viemäriputken vähimmäisetäisyysvaatimukset on esitetty taulukossa 2. (InfraRYL 30000 Järjestelmät, 10-11)

Taulukko 2. Viemäriputken vähimmäisetäisyyksiä muista rakenteista. (InfraRYL 30000 Järjestelmät, 9)

Rakenne	Vähimmäisetäisyys, m
kaukolämpöputki (ilman lämmöneristettä)	0,5
maakaasuputki	2,5
maakaasuputki risteämissä	0,5
sähkökaapelit (suojaputkeen)	0,2
telekaapelit (suojaputkeen)	0,2
puut	1,5

3.3.3 Paineviemäriputkien materiaalit

Paineviemäreissä putkien materiaaleina voidaan käyttää PE-, PVC-U, betoni-, SG- tai teräsputkea. Käytettävän materiaalin valintaan vaikuttaa maaperän olosuhteet sekä paineluokkavaatimus. Paineluokka valikoituu pääsääntöisesti käyttöpaineen perusteella, mutta huomioon otetaan myös putkissa esiintyvä mahdollinen alipaine. Paineputket liitetään hitsaus-, laippa- tai liitinliitoksia käyttäen putken valmistajan ohjeiden mukaisesti (kuva 6). Betoniputkea voidaan käyttää ainoastaan putkilinjoissa, joiden käyttöpaine on enintään 3 baaria. (InfraRYL 30000 Järjestelmät, 8-9)



Kuva 6. PE- paineviemäri, venttiili, Y-haara, hitsattavat muhvit ja supistuskappale (Huikari 2019)

3.3.4 Paineviemäriputkien asennus

Asennustyössä noudatetaan putkien ja tarvikkeiden valmistajien ohjeita. Ennen asennusta kaivanto ja asennusalusta tarkastetaan. Putket asennetaan suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti laatuvaatimukset täyttävälle asennusalustalle tai häiriintymättömän perusmaan varaan. Liitoskohtiin kaivetaan riittävä asennustila. Putken vaakasuoraan mitattu vapaa etäisyys muista putkista on oltava 200 mm ja kaivoista tai muista rakenteista 100 mm.

PE putket liitetään sähköhitsattavilla muhveilla, valurautaisilla tai muovisilla laippayhteillä tai puskuhitsaamalla. Liitokset määräytyvät yleensä käytettävän putken koon ja osan perusteella. Mekaanisia liittimiä käytettäessä on putken jäykistämiseksi käytettävä tukiholkkia. Laippayhteissä tulee käyttää tiivistettä ja ruostumattomia tai haponkestäviä pultteja, muttereita ja aluslevyjä. Pultit kiristetään valmistajan ohjeiden mukaisesti oikeaan momenttiin.

PVC-U ja valurautaputkien liitoksissa käytetään putkien omia muhveja tai valurauta yhteitä ja laippoja. Laippayhteiden kiinnityksessä pätee sama ohjeistus kuin PE putkissa.

Teräsputket liitetään vetoa kestäväällä hitsausliitoksella tai kumitiivistemuhvilla. Muhvin tiivisteet puhdistetaan vedellä tai miedolla soodaliuoksella. Muhviliittimet ovat muovisia tai metallisia korroosion kestäviä liitiimiä. Laippaliitos tehdään korroosion kestäväällä teräksisellä irtolaipalla ja putkeen hitsattavalla kauluksella. Liitoksessa käytetään ruostumattomia tai haponkestäviä pultteja. Laippaliitoksella voidaan liittää myös venttiilit. Putkilinjan koon ja suunnan muutokset tehdään yhteillä. (InfraRYL 30000 Järjestelmät, 10)

Vesistöasennuksessa suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti vesistön pohjaan kaivetaan putkikaivanto. Luiskien kaltevuus valitaan niin, että kaivanto pysyy auki asentamisen ajan. Vesistön pohja tarkastetaan ennen ja jälkeen asennuksen niiltä osin johon kaivantoa ei suunnitelma-asiakirjojen mukaan tarvitse tehdä ja poistetaan putkea vahingoittavat ainekset. Putkeen ei saa kohdistua pistekuormia pohjasta, joten pohja tasataan konetyön tarkkuudella. Putki painotetaan niin, ettei vaaraa ylösnousemisesta ole. Putket painotetaan 100 prosenttisesti nosteeseen nähden, ellei suunnitelma-asiakirjoissa ole muuta mainittu. Painot sidotaan ja ketjutetaan siten, etteivät ne pääse liukumaan. Putken ja betonipainon väliin asennetaan kestävä eriste suojaamaan putkea hankaukselta. Vesistöön asennetut putket merkitään lupaviranomaisten ehtojen ja suunnitelma-asiakirjojen mukaan. (InfraRYL 30000 Järjestelmät, 19)

3.3.5 Venttiilit

Viemäriin liitettävien laitteiden on vastattava paineenkestävyydeltään asennettua putkea. Materiaalien muutoskohdissa tulee varmistua, ettei korroosiota pääse syntymään. Venttiileinä voidaan käyttää kumiluistiventtiiliä (kuva 7) tai läppäventtiiliä, jotka asennetaan valmistajan ohjeen mukaan. Vesijohtoverkon haltija määrittelee venttiilityypin. Venttiili asennetaan tukevalle asennusalustalle ja varmistetaan ettei putki jää kantamaan kummaltakaan puolelta venttiiliä. Venttiiliin kiinnitetään karan jatko avaamista ja sulkemista varten (kuva 8). Karan on ulotuttava maan pinnalle ja sen ympärille asennetaan suojaputki suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti. (InfraRYL 30000 Järjestelmät, 61)



Kuva 7. Kumiluistiventtiili (Huikari 2020)



Kuva 8. Karan jatkot suoja-putkissa (Huikari 2019)

3.3.6 Paineviemärin tukeminen

Putkilinjan kulmat, päät ja supisteosat tuetaan kulmatuilla ja tukivoima siirretään maahan suunnitelma-asiakirjojen mukaan. Poikkeuksena putkikoon ollessa pienempi kuin 225 mm ja jos käytetään vetoa kestäviä osia. Kulmatuenta mitoitetaan 1,5 kertaista käyttöpaineesta, mutta koepaineesta vähintään 1,3 kertaa linjan nimellispainesta aiheutuille voimille. Viemärioutki ei saa tukeutua muihin putkiin tai kaivoihin. Yleisesti kulmatuki valetaan betonista. (InfraRYL 30000 Järjestelmät, 72-73)

3.3.7 Putkien varastointi

Putkien, osien ja muiden tarvikkeiden varastoinnissa, kuljetuksessa ja käsittelyssä noudatetaan valmistajan antamia ohjeita ja lämpötiloja. Tarvikkeet ja putket tarkastetaan heti kun ne saapuvat työmaalle. Vioittuneet merkitään ja poistetaan välittömästi työmaalta. Putket ja osat säilytettävä niin, etteivät ne taivu, vaurioidu tai likaannu. Putkissa olevat suojatulpat pidettävä paikallaan asennushetkeen saakka. Varastointiaika pyrittävä pitämään mahdollisimman lyhyenä. Kumitiivisteet suojataan auringolta ja vahingoittavalta kuumuudelta. (InfraRYL 30000 Järjestelmät, 35)

3.4 Kaivot

3.4.1 Kaivotyypit ja materiaalit

Jäte- ja hulevesiviemäriinjoissa voidaan käyttää tehdasvalmisteisia muovisia (kuva 9) tai betonisia kaivoja ja tarkastusputkia. Kaivot voivat olla teleskooppirakenteisia tai kiinteitä. Valintaan vaikuttaa sijoituspaikka.

Muovisten kaivojen ja tarkastusputkien on oltava standardin SFS 3468 mukaisesti valmistettuja. Liikennealueilla käytetään vain kaivoja, jotka valmistaja on ilmoittanut liikennealueilla käytettäväksi. Niiden kansisto välittää kuormat päällysteeseen ja teleskooppi estää kuormituksen välittymisen kaivon alapohjaan. Teleskoopin pituus oltava korkeintaan 1 m ja rengasjäykkyyksivaatimus SN2. Liikennealueiden ulkopuolella ei teleskooppirakenne ole välttämätön. (InfraRYL 30000 Järjestelmät, 33)



Kuva 9. Muovinen teleskooppirakenteinen jäteveden tarkastuskaivo (Huikari 2019)

Betonikaivot rakennetaan suunnitelma-asiakirjojen mukaiseen korkoon käyttäen mahdollisimman vähän renkaita. Betonirengaskaivoissa käytetään lujuusluokan Cr mukaisia renkaita, jolloin suurin sallittu asennussyvyys on 10 metriä. Kaivo koostuu pohjaelementistä, renkaista, kartioista ja korokerenkaista. Betonisena tarkastuskaivona voidaan käyttää tehdasvalmisteista satulakaivoa. Kaivon halkaisijan oltava vähintään 800 mm, jos huoltohenkilöiden on voitava laskeutua kaivoon. (InfraRYL 30000 Järjestelmät, 34)

Hulevesilinjoissa käytetään myös ritiläkantaisia vesiä kerääviä hulevesikaivoja. Hulevesikaivossa sakkapölyn tilavuus oltava vähintään 300 litraa (kuva 10). Kaivomateriaalina voidaan käyttää edellä mainittujen lisäksi myös terästä. Betonisen hulevesikaivon yleinen koko on 800 mm, ellei suuri putkikoko edellytä suurempaa kaivoa. Muovi- ja teräskaivon sisäläpimita oltava vähintään 450 mm, kun kaivon syvyys on yli 3,5 metriä. Teräs- ja muovikaivojen putkiliitokseksi hyväksytään valmis tai jälki-asennettu liitos. (InfraRYL 30000 Järjestelmät, 33)



Kuva 10. Keräävä muovinen hulevesikaivo sakkapesällä. (Huikari 2019)

3.4.2 Kaivojen asentaminen

Rakennustyön aikana kaivojen haitallinen jäätyminen ja pakkasen tunkeutuminen kaivojen kautta putkistoon ja alkutäyttöön on estettävä. Tarkastusputket ja kaivot perustetaan kuten niihin liittyvät putket. Maa-ainesta ei saa päästä kaivoon. Teleskooppiosan tulee olla vähintään 250 mm ja enintään 750 mm kaivon rungon sisällä. Muovisten jätevesiviemärien tarkastuskaivojen suositellut mitat on esitetty taulukossa 3. Tarkastusputkina voidaan käyttää tehdasvalmisteisia halkaisijaltaan 110–400 mm olevia tarkastusputkia. (InfraRYL 30000 Järjestelmät, 16)

Taulukko 3. Muovisten tarkastuskaivojen koot. (InfraRYL 30000 Järjestelmät, 16)

Liittymän halkaisija, mm	Suositteluvakaivon halkaisija, mm
≤ 200	400
≤ 315	560
≤ 500	800
> 500	suurimman putken DN + 200

Betonikaivossa pohjaelementin koon määrää kaivoon liittyvien putkien koko. Betonisessa tarkastuskaivossa käytettävä pohjaelementtiä, johon on muotoiltu putken kokoa vastaava puoliympyrän muotoinen kouru putken puolivälin korkeuteen. Jos kaivoon liittyviä putkia on monia, muotoillaan kourut niin, että kaikki tulevat vedet kootaan purkulinjan kouruun. Purkukouru tehdään samaan kaltevuuteen.

teen putkilinjan kanssa 0,2 metrin matkalla. Betonikaivon pohjaelementin suositellut mitat on esitetty taulukossa 4. Halkaisijaltaan 800–1000 mm kaivojen yläosaan asennetaan kartiorengas. Kartion päälle asennettava vähintään kaksi 50 mm:n korokerengasta. Pohjaelementin halkaisijan ollessa suurempi kuin 1200 mm, tehdään siihen kansilaatta, ja yläosa tehdään kaivonrenkaista halkaisijaltaan 1000 mm. Jos tehdasvalmisteista valmiista osista koottavaa kaivoa ei voida käyttää, tehdään alaosa paikallaan valamalla. Yli 800 mm kokoisissa putkilinjoissa tarkastuskaivoina voidaan käyttää myös betonista valmistettuja satulakaivoja. Se asennetaan putken päälle, eikä pohjaelementtiä ole. (InfraRYL 30000 Järjestelmät, 42)

Taulukko 4. Suositeltavat pohjaelementin nimellismitat (InfraRYL 30000 Järjestelmät, 42)

Läpimenevän putken nimellismitta DN, mm	Suosittelava kaivon pohjaelementin nimellismitta DN, mm
225...500	800
600	800...1000
800	1000
> 800	Suurimman putken nimellismitta + 200

3.4.3 Kansistot

Kansistoina käytetään suunnitelma-asiakirjojen mukaista, oikeille kuormituksille tarkoitettuja kansistoja, jotka valmistetaan ja testataan standardin SFS-EN 124 mukaan. Liikennöidyillä alueella käytetään kuormituskestävyydeltään 400kN kansistoja. Ei liikennöidyille alueille riittää 250 kN kuormituskestävyys. Pelloilla voidaan kansisto asentaa 0,7 metrin syvyyteen maan pinnan alle. (InfraRYL 31100.1.2.3) Sidotuilla päällysteillä kaivoissa käytetään kelluvaa kansistoa, jossa kehys tukeutuu päällysteeseen. Kansisto oltava säädettävissä pinnan kaltevuuden mukaan. Pinnan pituuskaltevuuden ollessa yli 5 %, tehdään kallistus vinolla säätöputkella teräs- ja muovikaivoissa ja korotusrenkaalla betonikaivossa. Yleensä käytetään kansistoa, jonka reuna on pyöreä. (InfraRYL 30000 Järjestelmät, 34)

3.4.4 Putken liittäminen kaivoon

Ensisijaisesti pyritään käyttämään kaivoja, joissa putkien liitoskohdat on tehty tehtaalla. Jos liitospaikka tehdään työmaalla, käytetään muovi- ja teräskaivoissa jälkiliitossatulaa tai muuta luotettavaa liitostapaa. Betonikaivoon jälkiliityttäessä muovi- tai teräsputkella, tehdään se porausliitoksena, joka tiivistetään läpivientiyhteellä tai läpivientitiivisteellä. Betonikaivoon voidaan tehdä liitos myös valamalla, jos olosuhteiden takia muut liitostavat eivät ole mahdollisia. Kaivoon tehty reikä ei myöskään saa heikentää kaivon kestävyyttä tai huonontaa tiiviyttä. Putken ja kaivon välinen liitos on oltava yhtä tiivis kuin putkien väliset liitokset. (InfraRYL 30000 Järjestelmät, 13)

Hitsaamalla liitetty muoviputki asennetaan yhtenäisenä betonikaivon läpi, jos korkeusporrastusta ei ole suunniteltu kaivon kohdalle. Kaivon läpi rakennettavaan viettoviemäriin on tehtävä kaivon kohdalle noin 0,5 m:n pituinen tarkastusaukko putken yläreunaan. (InfraRYL 30000 Järjestelmät, 14)

Betonikaivoon liityttäessä betoniputkella, käytetään vain täyspitkää putkea tai soviteputkea, jonka pituus on vähintään 0,5 m ja enintään 2 kertaa putken sisähalkaisija. Tarvittaessa betoniputken voi liittää betonikaivoon valamalla. Valuliitosten on täytettävä suunnitelma-asiakirjojen mukaiset samat tiiviys- ja lujuusvaatimukset kuin mitä läpivientitiivisteliitoksella ja kiintotiivisteliitoksella on. (InfraRYL 30000 Järjestelmät, 13)

Paineviemärin purkukaivossa purkupää liitetään viettoviemärikaivoon asentamalla putken päähän kulmayhde, joka osoittaa kaivon pohjaa kohti. Putken liitoskorkeus määräytyy yhteen alareunan ja kaivosta lähtevän putken laen mukaan siten, että näiden väliin jäävä korkoero on noin 5–10 cm. Jos paineputkessa on alle 4 metrin päässä vetoa kestämaton liitos, tulee putki ankkuroida maahan tai kaivoon. Paineputki liitetään kaivoon vesitiiviisti tiivisterengasta tai lävistysholkkia käyttäen. Muovi-kaivon liitos tehdään yleensä hitsaamalla. Betonipurkukaivon pohjaan asennetaan hapokestävä, 2 mm:n paksuinen teräskouru estämään kaivon kulumista. (InfraRYL 30000 Järjestelmät, 18)

3.5 Putkikaivannon täyttö

Ennen täyttöä tarkistetaan, että putket ja osat ovat oikein asennetut, vahingoittumattomat ja oikeilla paikoillaan. Myös täyttötöiden aikana varmistetaan, ettei putket pääse vahingoittumaan tai liikkumaan. Näiden lisäksi on varmistettava mahdollisten betonirakenteiden riittävä lujuuden saavutus. (InfraRYL 10000 Maa-, pohja- ja kalliorakenteet, 435)

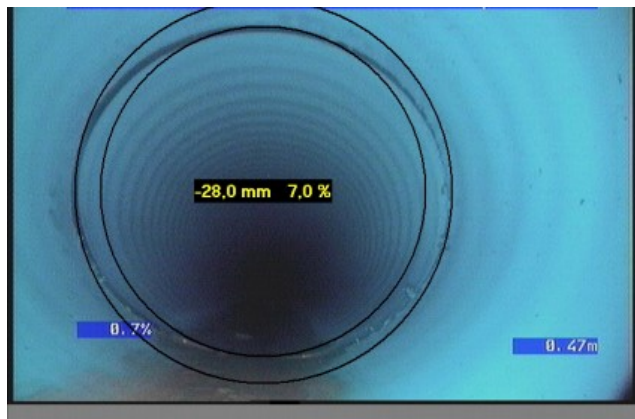
3.5.1 Alkutäyttö

Kaivannon alkutäyttö tehdään materiaalilla, joka sopii kaikille asennetuille putkille. Materiaali ei saa vahingoittaa putkien pintaa eikä sisältää putkia tai liitosmateriaaleja vahingoittavia aineita. Alkutäyttö tehdään murskeesta, hiekasta tai sorasta. Täyttömateriaalin on täytettävä saman putken asennusalustalle esitetyt vaatimukset. Savea, turvetta tai liejua ei saa käyttää, eikä myöskään liian märkää materiaalia tiivistymisen kannalta. Liikennealueilla ei käytetä routivia täyttömateriaaleja. Siltti, moreeni ja savi, joiden raekoko ei ylitä asetettuja vaatimuksia soveltuu alkutäyttömateriaaliksi liikennöitävän alueen ulkopuolella. Käytettävä kiviaines ei saa olla routaantunutta eikä sisältää lunta tai jäätä. Talvella alkutäyttöön voidaan käyttää kiviainesta, josta on poistettu alle 6 mm:n raekoko.

Liikennöitävällä alueella betoniputken alkutäyttö routimattomalla, hyvin tiivistyvällä materiaalilla, jonka suurin sallittu raekoko on 63 mm putken sisähalkaisijan ollessa 300 mm tai pienempi, ja suurin

sallittu raekoko 100 mm putken sisähalkaisijan ollessa yli 300 mm. Liikennöitävän alueen ulkopuolella suurin sallittu raekoko on 100 mm ja täyttö tehdään aiheuttamatta mekaanisia rasituksia putkelle. Muoviputkelle alkutäyttömateriaalina voidaan käyttää soraa tai hiekkaa, jonka suurin sallittu raekoko on 0,1 kertaa putken sisähalkaisija, kuitenkin 20–60 mm. Putkikoon ollessa 110 mm tai suurempi, voidaan alkutäytössä käyttää murskattuja kiviaineksia, jonka suurin sallittu raekoko on 16 mm. Teräsputken alkutäytössä noudatetaan valmistajan ohjeita. Kuonaa, voimalaitoksen tuhkaa tai muuta vaurioittavaa materiaalia ei saa käyttää. (InfraRYL 10000 Maa-, pohja- ja kalliorakenteet, 430)

Materiaali lasketaan tasaisesti ja varovasti kaivantoon putkien molemmille puolille levittäen. Materiaalia ei saa kipata suoraan putken päälle. Putki tuetaan paikalleen molemmin puolin toppaamalla, mielellään lapiotyönä. Kiviainesta sullotaan putken alle ja sivuille tasaisesti, ettei putki siirry tai nouse ja tukeutuu tasaisesti alustaan. Alkutäyttökerrokset tehdään ja tiivistetään huolellisesti kerroksittain. Ensimmäinen kerrospaksuus saa olla tiivistettynä enintään puolet putken halkaisijasta, kun sisähalkaisija on 600 mm tai pienempi. Yli 600 mm:n putken ensimmäinen täyttökerrospaksuus saa olla tiivistettynä enintään 300 mm. Ensimmäisen tiivistetyn kerroksen jälkeen alkutäyttöä tehdään ja tiivistetään putken molemmilta puolilta 200–300 mm:n vaakasuorina kerroksina. Putken sivujen tiivistys on erityisen tärkeää putken muodonmuutosten estämiseksi (kuva 11). Alkutäyttö ulottuu 300 mm putken laen yläpuolelle. (InfraRYL 10000 Maa-, pohja- ja kalliorakenteet, 436)



Kuva 11. Muodonmuutos 400 mm hulevesiputkessa (Huikari 2020)

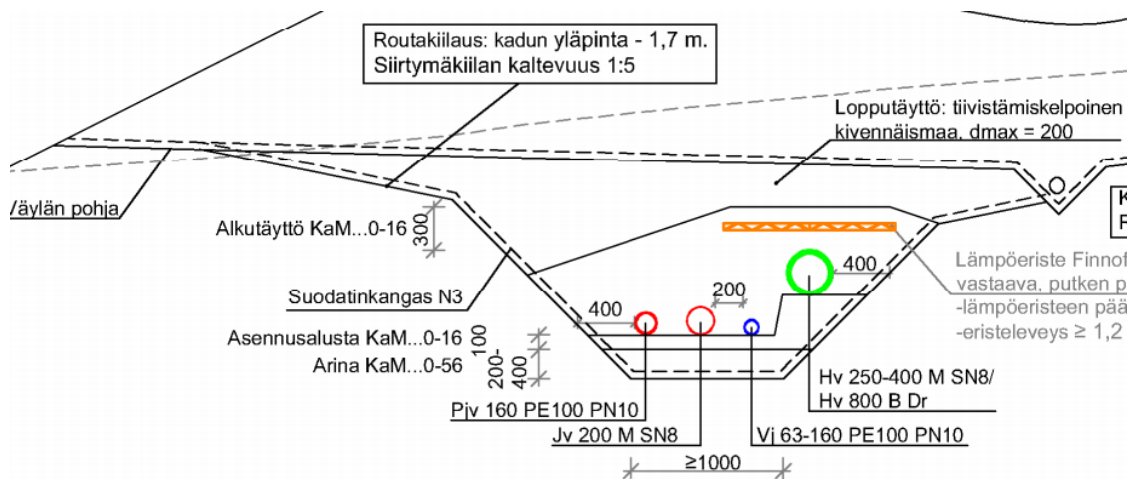
3.5.2 Lopputäyttö

Ennen täyttöä varmistetaan, ettei täyttömateriaali sisällä jäätä tai lunta. Täyttömateriaalin oltava tiivistämiskelpoista ja vastattava routimisominaisuuksiltaan kaivannosta positettua materiaalia. Suurin sallittu lohkarain tai kiven läpimitta on 2/3 kerralla tiivistettävän kerroksen paksuudesta, mutta enintään 400 mm. Kalliokanaalit ja louhepenkereeseen tehdyt kaivannot täytetään soralla tai vastaavalla routimattomalla materiaalilla 0–200 mm. Materiaalien kelpoisuus todetaan rakeisuustutkimuksilla ja sitä tarkaillaan työn aikana silmämääräisesti. (InfraRYL 10000 Maa-, pohja- ja kalliorakenteet, 443)

Liikennöitävillä alueilla lopputäyttö tehdään ympärillä olevalla rakennekerroksen materiaalilla, pen-
gertäytteellä tai siirtymäkiilatäytteellä. Täyttö ulotetaan rakennekerrosten alapintaan (kuva 12). Lop-
putäyttö tiivistetään sijaintinsa tiiviysvaatimusten mukaisesti.

Liikennöitävän alueen ulkopuolella lopputäyttö tehdään yleensä kaivumailla. Tiivistys voidaan jättää
tekemättä, jos suunnitelma-asiakirjoissa on niin esitetty. Täyttö tehdään riittävään korkeuteen, jotta
tiivistyessään maanpinta asettuu suunniteltuun korkeuteen. Sulkuventtiilien ja kaivojen sivuilla loppu-
täyttö tehdään vähintään 400 mm:n etäisyyteen ulkopinnasta. (InfraRYL 10000 Maa-, pohja- ja kal-
liorakenteet, 443)

Tuetun kaivannon lopputäyttöä tehdään tukirakenteiden poistamisen mukaan niin, ettei kaivanto
pääse sortumaan eikä putket siirtymään tai täyttö löyhtymään. (InfraRYL 10000 Maa-, pohja- ja kal-
liorakenteet, 444)



Kuva 12. Vesihuoltosuunnitelma (Huikari 2020)

4 LAADUNVARMISTUS

4.1 Tavoitteet

Yleisinä tavoitteina on varmistaa, että rakennettavat järjestelmät ja tuotteet täyttävät niille asetetut laatuvaatimukset koskien materiaalien kerrostoleransseja, rakeisuutta ja tiiviyyttä. Infrahankkeissa vaatimuksen liittyvät hankekohtaisiin laatuvaatimuksiin ja suurelta osin InfraRYL laatuvaatimuksiin.

Laadunvarmistukseen sisältyy kaikki toimenpiteet, jotka ovat tarpeen riittävän varmuuden saamiseksi siitä, että kohde täyttää sille asetetut vaatimukset. Siihen liittyy myös laadun mittaamista ja vertaamista asetettuihin vaatimuksiin. Laadunvalvonta kattaa kaikki laaduntarkastustoimenpiteet. Laadunvarmistaminen edellyttää kohteen laatuvaatimusten tiedostamisen ja ohjeistamisen myös työntekijöille. Tavoitteena on varmistaa laatuvaatimusten ohella myös tiedonkulun toimivan suunnittelijoiden, rakennuttajan ja urakoitsijoiden välillä. Laadunvarmistuksen toimiessa oikein, on osapuolten velvollisuudet ja vastuut selvät ja tehdyt päätökset arkistoituvat systemaattisesti. (Rakennushankkeen laadunvarmistus)

4.2 Viranomaisten edellyttämät laadunvarmistustoimenpiteet

Rakentamisessa yleinen ohjaus perustuu rakennusmääräysten, asetusten ja lakien tasoihin säännöksiin. Asetusten ja lain vaatimuksilla pyritään varmistamaan rakentamiselta edellytetty vähimmäistaso. Rakennus- ja maankäyttölaki edellyttää rakennustyön suoritukselta, että se täyttää lain nojalla annettujen säännösten ja määräysten vaatimukset, ja hyvän rakennustavan vaatimukset. Viranomaisten tehtävänä on varmistaa hankkeessa mukana olevien ammattitaito ja asiantuntemus. Rakennuttajalle on asetettu laissa erityinen huolehtimisvelvollisuus, jonka mukaan on huolehdittava, että suunnittelu ja rakentaminen tehdään rakentamista koskevien määräysten ja säännösten, sekä myönnetyn luvan mukaan. Huolehtimisvelvollisuuteen kuuluu myös valvonta, käytettävien tuotteiden kelpoisuuden toteaminen sekä työn tuloksen tarkastus ja todentaminen. Viranomaisten edellyttämät tärkeimmät laadunvarmistustoimenpiteet ovat aloituskokous, työn tarkastusasiakirja ja laadunvarmistusselvitys. Aloituskokouksessa voidaan täsmentää ja täydentää rakennuttajan edellytyksiä huolehtimisvelvollisuuden täyttämiseksi. Aloituskokouksen kutsuu koolle rakennushankkeeseen ryhtyvä. Kokouksessa on oltava läsnä rakennushankkeeseen ryhtyvän edustaja, pääsuunnittelija, eristyisalojen työnjohtajat ja urakoitsijoiden edustajat. Maankäyttö- ja rakennuslaki edellyttää rakennustyön tarkastusasiakirjaa. Sen tarkoituksena on helpottaa ja yhtenäistää valvontakäytäntöä ja kirjaamista. (Rakennushankkeen laadunvarmistus)

4.3 Rakennuttajan laadunvarmistustoimenpiteet

Rakennuttajan laatujärjestelmä sekä viranomaisten vaatimukset vaikuttavat rakennuttajan rakentamisvaiheen laadunvarmistukseen. Rakennuttaja laatii hankekohtaisen laatusuunnitelman ja laadunvalvontasuunnitelman. Laatusuunnitelma palvelee ensisijaisesti rakennuttajan omaa toimintaa. Laatusuunnitelmista käytössä on sisällöltään ja muodoltaan useita erilaisia versioita. Rakennuttajan toiminnassa korostuu työmaavalvonta sekä myötävaikutusvelvollisuus. Myötävaikutusvelvollisuus on urakoitsijan suoritteita ylläpitävää tai luovaa, eli edellytys, että urakoitsija pystyy täyttämään hänelle kuuluvat velvollisuudet. Rakennuttajan on varmistettava, että hänelle kuuluvat myötävaikutusvelvollisuudet täyttyvät. Tärkein myötävaikutusvelvollisuus on suunnitelma-asiakirjojen toimittaminen urakoitsijalle aikataulun mukaisesti tarkastettuina. Rakennuttaja voi vaatia urakoitsijaa tekemään oman laatusuunnitelman. Urakkaohjelmassa rakennuttaja voi esittää muut erityiset laadunvarmistusta koskevat vaatimukset ja mahdolliset mallityöt. Urakoitsijan on hyväksyttävä rakennuttajalla aliurakoitsijansa ja toimittajansa. (Rakennushankkeen laadunvarmistus)

4.4 Urakoitsijan laadunvarmistustoimenpiteet

Urakoitsijan laadunvarmistustoimenpiteet jakautuvat koko työmaata koskeviin toimenpiteisiin, sekä yksittäistä työtehtävää koskeviin toimenpiteisiin. Urakoitsijan on vaadittaessa esitettävä kirjallinen laadunvarmistuksensa. Urakoitsijalta edellytetään myös laadunvalvontaa mittauksin, tarkastuksin ja katselmuksin. Urakoitsijan on tehtävä itselleluovutus ennen luovutusta rakennuttajalle. Vakavista laaturiveistä ja niiden korjaustoimenpiteistä on ilmoitettava tilaajalle. Käytettävät tarvikkeet on tarkastettava ennen asennusta ja vioittuneet poistettava työmaalta välittömästi. Järjestelmien toiminta on tarkastettava käyttökokein. Urakoitsija kustantaa sopimusasiakirjoissa sovitut laatuksikokeet ja lisäkokeiden kustannusvastuu on rakennuttajalla, mikäli urakoitsijan työ vastaa laatuvaatimuksia. (Rakennushankkeen laadunvarmistus)

5 VIEMÄREIDEN RAKENNUSTYÖMAAN LAADUNHALLINTA

Ennen töiden aloitusta laaditaan hankekohtainen laatusuunnitelma. Suunnitelmalla urakoitsija esittää tilaajalle, kuinka suunnitelma-asiakirjoissa esitetyt laatuvaatimukset saavutetaan tehokkaasti ja mitkä ovat urakoitsijan vaatimukset, laadunvarmistustoimenpiteet ja dokumentointimenetelmät kullekin työvaiheelle. Suunnitelmassa otettava huomioon hankkeen erityispiirteet ja mahdolliset ongelmat, sekä niiden hallintamenetelmät. Riskienkartoitus on hankkeen läpiviennin kannalta tärkeää. Laadunvarmistussuunnitelmalla pyritään ennalta torjumaan puutteet ja virheet suunnitelmissa ja toteutuksessa sekä työn tuloksessa. Samalla pyritään varmistamaan tehtävien valmistuminen kerralla ja että lopputuote täyttää sovitut vaatimukset. Urakan laajuus vaikuttaa laatusuunnitelman yksityiskohtaisuuteen, mutta siinä on määriteltävä aina urakoitsijoiden vastuuhenkilöt ja vastuunjako. Onnistumisen edellytyksenä voidaan pitää, että laatutoimintoja suunnittelemassa on mukana vastuuhenkilöt. Laatusuunnitelman ensisijainen tarkoitus on osapuolten oman toiminnan tehostaminen ja asioiden kitkaton sujuminen. Laatusuunnitelmaa tehdessään urakoitsija tarvitsee lähtötiedoksi hankkeesta tehdyn potentiaalisten ongelmien analyysin. Siinä käsitellään hankekohatset riskit ja määritellään menettelytavat niiden torjuntaan ja haittojen vähentämiseksi. Analyysin avulla löydettyjä ongelmia voidaan ehkäistä suunnitelmamuutoksilla, työsuunnittelun parannuksilla ja sopimusteknisin keinoin. (Rakennushankkeen laadunvarmistus)

Itselleluovutuksessa urakoitsija veloitetaan tarkastamaan suoritusvelvollisuuteensa kuuluvien töiden laatu, sekä tekemään mahdolliset puutteiden tai virheiden korjaukset ennen tilaajalle luovutusta. Itselleluovutuksessa havaittuja puutteita tai virheitä ei tarvitse dokumentoida elleivät ne ole vakavia. Itselleluovutus koskee kaikkia urakkasopimuksia. (Rakennushankkeen laadunvarmistus)

5.1 Tehtäväsuunnitelma

Yksittäisen tehtävän suunnittelulla varmistetaan, että työt etenevät suunnitellulla tavalla laadukkaasti. Suunnittelussa pääpaino on tehtävän aloitusedellytysten ja suorituksen varmistamisessa. Tarkoituksena varmistaa töiden häiriötön sujuminen ja eteneminen tavoitteiden mukaan. Tehtävän laatuvaatimukset kootaan työsuoritusohjeksi, jonka avulla työ voidaan suorittaa ja lopputuloksena on virheetön laatuvaatimukset täyttävä työsuorite. Tehtävän laadunvarmistuksessa kerrotaan, miten laatuvaatimusten täytyminen todetaan, kuinka poikkeamatapauksissa menetellään ja poikkeamat raportoidaan sekä mitkä ovat yleisimmät tehtävään liittyvät virheet ja kuinka ne ehkäistään. Laatuvaatimukset koskevat työn lopputuloksen toleransseja ja mittoja, sekä ulkonäköä ja ominaisuuksia. Toimintaa koskevat vaatimukset esitetään työselostuksessa. Laatuvaatimuksille on aina etsittävä ratkaisu, kuinka ne todennetaan ja dokumentoidaan. Tehtäväkohtainen potentiaalisten ongelmien analyysi tehdään tehtäväsuunnittelun yhteydessä. Sillä pyritään torjumaan ongelmia onnistuneesti. Tehtäväsuunnitelman tulos on välitettävä työntekijöille ja aliurakoitsijoille. Ennen töiden aloitusta työkohteessa tehdään vastaanottokatselmus. Katselmukseen osallistuu edustajat pääurakoitsijalta, aliura-

koitsijalta työvaiheen tekijän edustaja. Esimmäisen työkohteen valmistuttua se tarkastetaan ja varmistetaan että sovitut laatuasiat ovat ymmärretty oikein ja haluttu lopputulos on saavutettu. (Rakennushankkeen laadunvarmistus)

5.2 Menetelmät laadunvarmistukseen

Laadunvarmistuskokeet suoritetaan valmiista rakenteesta tai työn eri vaiheista, jos koko rakenteen laatua ei pystytä valmiista työstä toteamaan. Esimerkiksi putkilinjan rakennustyössä käytettävän putken, osien, arinan ja asennusalustan laatuvaatimukset on varmistettava ennen täyttötöitä. Putket ja osat on todettava suunnitelma-asiakirjojen mukaisiksi ja täyttömateriaalien rakeisuudet on oltava tiedossa. Urakoitsija kustantaa, dokumentoi ja raportoi tilaajalle laadunvarmistus kokeet suunnitelma-asiakirjojen mukaan.

Arinan, putkien ja alkutäytön korkeusasemat ja sijainnit tarkemmitataan ja dokumentoidaan suunnitelma-asiakirjan mukaisesti. Kerrosten tiiviyssuhde voidaan mitata Loadmanin kevyellä painopudotuslaitteella ja tiivysaste parannetulla Proctor kokeella. Painopudotuslaitteella tehtävä mittaus perustuu laitteen sisällä olevan painon pudottamiseen mitattavaa kerrosta vasten. Laite mittaa kerroksesta kantavuusmoduulin E. Ensimmäisestä pudotuksesta saadaan vertailuarvo, jota käytetään seuraavissa pudotuksissa. Pudotuskertoja tehdään niin monta, kunnes E:n arvo ei kasva enää, eli suurin tiivistymä on saavutettu. Pohjalevyn halkaisijaa suurentamalla voidaan mitata paksumpia kerroksia. Parannettu Proctor koe mittaa kerroksen tiivysastetta vertaamalla aineksen kuivairtoteiheyttä teoreettiseen maksimikuivairtoteiheyteen. Irtoteiheyttä mitataan työmaalla valmiista, tiivistetystä kerroksesta. Saatua tulosta verrataan laboratorio olosuhteissa mitattuun maksimi kuivairtoteiheyteen. Tuloksista saadaan määritettyä prosentuaalisesti aineksen tiivys verrattuna suurimpaan mahdolliseen tiivyyteen.

5.3 Arinarakenteet

Kiviainesarina: Suurin sallittu epätasaisuus 3 metrin matkalla on +/-20 mm. Arinan sallittu paksuuspoikkema on +0,1 m ja leveyden +0,2 m. Tiivistyksen laatu todetaan mittaamalla tiiviyssuhde tai tiivysaste (kuva 13). Tierakenteiden vaadittu keskimääräinen tiivysaste on 92 % ja ratarakenteissa 95 %. Taulukko 5. antaa ohjeelliset arvot proctor kokeen tuloksista pohjalevyn halkaisijan mukaan. Arinan sijainti mitataan ennen asennusalustan tekoa (InfraRYL 10000 Maa-, pohja- ja kalliorakenteet, 88)

Taulukko 5. Proctor kokeen ohjeelliset arvot pohjalevyn halkaisijan mukaan (InfraRYL 10000 Maa-, pohja- ja kalliorakenteet, 385)

Parannetun kokeen arvo	Kevyen pudotuspainolaitteen kokeen arvo, kun pohjalevyn halkaisija on		
	300 mm	200 mm	132 mm
95	1,7	2,1	2,5
92	1,9	2,3	2,8
90	2,0	2,4	2,9
87	2,1	2,5	3,0
	Kerros-paksuus ¹⁾		
	350...400 mm	300...350 mm	200...300 mm

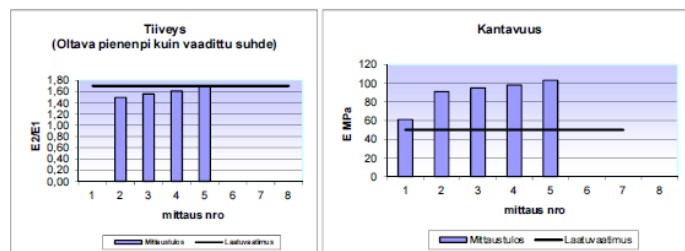
¹⁾ Vaikutussyvyys noin 1,5 x D, mutta kuormitus pienempi kuin esimerkiksi LKK:ssa.

Mittauspaikka: **Sijainti: PL.460 / 12.0 m oik. tasolla: +102.94**

Pohjalevy: 132 mm 300 mm

Mittaus nro	E2/E1		MITTAUKSEN TULOS	
1	61		E-moduli	E ₁ 61 Mpa
2	91	1,49		
3	95	1,56		
4	98	1,61	E-moduli	E ₂ 103 MPa
5	103	1,69	Tiiveys E2/E1	1,69
6			Arvioitu Proctor tiiviys-%	
7			Huomautukset/loppupäätelmä:	
8				

Mittaus nro	1	2	β	4	5	6	7	8
E2/E1		1,49	1,56	1,61	1,69			
Laatuvaat.	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70
E Mpa	61	91	95	98	103			
Laatuvaat.	50	50	50	50	50	50	50	50



Kuva 13. Työmaan pudotuspainokokeen pöytäkirja (Huikari 2019)

Teräsbetoniarina: Suurin sallittu poikkeama korkeussuunnassa 20 mm ja sivusuunnassa 50 mm. Laatan korkeusasema ja sijainti tarkemitataan ennen asennusalustan tekoa tai putkien asennusta. Teräslevyarina: Suurin sallittu poikkeama sijainnista on +/- 50 mm. Arinan korkeusasema ja sijainti todetaan heti työn jälkeen ja lisäksi ennen tasauskerroksen tekoa. Puuarina: Suurin sallittu sijainnin poikkeama on +/- 50 mm. Arinan korkeusasema ja sijainti mitataan heti työn jälkeen. (InfraRYL 10000 Maa-, pohja- ja kalliorakenteet, 97)

5.4 Asennusalusta

Tasatun kerroksen suurin sallittu epätasaisuus 3 metrin matkalla on 15 mm. Suunnitelma-asiakirjoissa esitetystä tasosta suurin sallittu poikkeama on 30 mm. Asennusalustan tiiveysaste on vähintään 90 % parannetulla proctor kokeella tai tiiveyssuhde alle 2,9 kannettavalla painopudotuslaitteella mitattuna. Pienin sallittu yksittäinen mittaustulos tiiveysasteen mittauksessa on 88 % ja tiiveys-

suhteen mittauksessa 3,0. Asennusalustalla on sama tiiviysvaatimus kuin ympäröivällä tai päälle tulevalla rakennekerroksella. Asennusalustan taso ja tasaisuus varmistetaan ennen putkien asentamista. Tiiviysaste todetaan 100 m:n välein tehtävillä mittauksilla tai vähintään yksi mittaus työkohteetta kohti. Tiiviysuhde todetaan 20 m:n välein tehtävin mittauksin. (InfraRYL 10000 Maa-, pohja- ja kalliorakenteet, 429)

5.5 Alkutäyttö

Valmiin alkutäytön keskimääräinen tiiviysaste on parrannetulla Proctor-kokeella mitattuna oltava yli 95 % ja pienin sallittu yksittäinen mittaustulos saa olla 92 %. Keskimääräisen tiiviysuhteen on kannettavalla pudotuspainolaitteella mitattuna oltava alle 2,5 ja suurin yksittäinen tulos saa olla 2,8. Tiiviysaste todetaan katurakenteiden täytöissä 50 metrin välein, tai vähintään 1 mittaus joka työkohteelta. Tiiviysuhde mitataan 20 metrin välein. (InfraRYL 10000 Maa-, pohja- ja kalliorakenteet, 439-440)

5.6 Valmis jätevesiviemäri

Valmiissa jätevesilinjassa sallitaan tietyt poikkeamat, jos ne eivät haittaa viemäriin toimivuutta tai haarojen rakentamista. Paine- ja viettoviemäriin vaakatasossa mitattu sallittu sijaintipoikkeama suunnitellusta on +-100 mm. Paineviemäriin sallittu poikkeama korkeussuunnassa +-100 mm. Viettoviemäreissä sallitaan taulukon 6 mukaiset poikkeamat suunnitellusta kaltevuudesta, edellyttäen että linjaan ei jää painanteita ja kaivossa tulevan putken vesijuoksu ei ole alempana kuin purkavan putken. Maan alle jäävien viemäreiden päät on tulpattava vesitiiviisti. Viettoviemäriin kuvataan esim. videokuvauksella. Sen avulla nähdään mahdolliset painumat, vuodot tai poikkeamat suunnitelluista koroista. (InfraRYL 30000 Järjestelmät, 21)

Paineviemäriin vedellä tehty tiiviyskoe on hyväksyttävä, kun 30 minuutin aikana paine vakiintuu enintään 20kPa aloituspaineen alapuolelle. Aloituspaine on 1,3 kertaa kyseisen linjan nimellispaine. Paineen aleneman ollessa suurempi ja jatkuessa koko tarkkailijakson ajan, nostetaan paine koepainearvoon. Kokeen aikana kaivannossa ei saa työskennellä. Kokeen alussa paine nostetaan 10 kPa varsinaista koepainetta suuremmaksi ja pidetään riittävän kauan tällä tasolla putken venymisen vuoksi. Tiiviyskoe tehdään lopputäytön jälkeen. (InfraRYL 30000 Järjestelmät, 22)

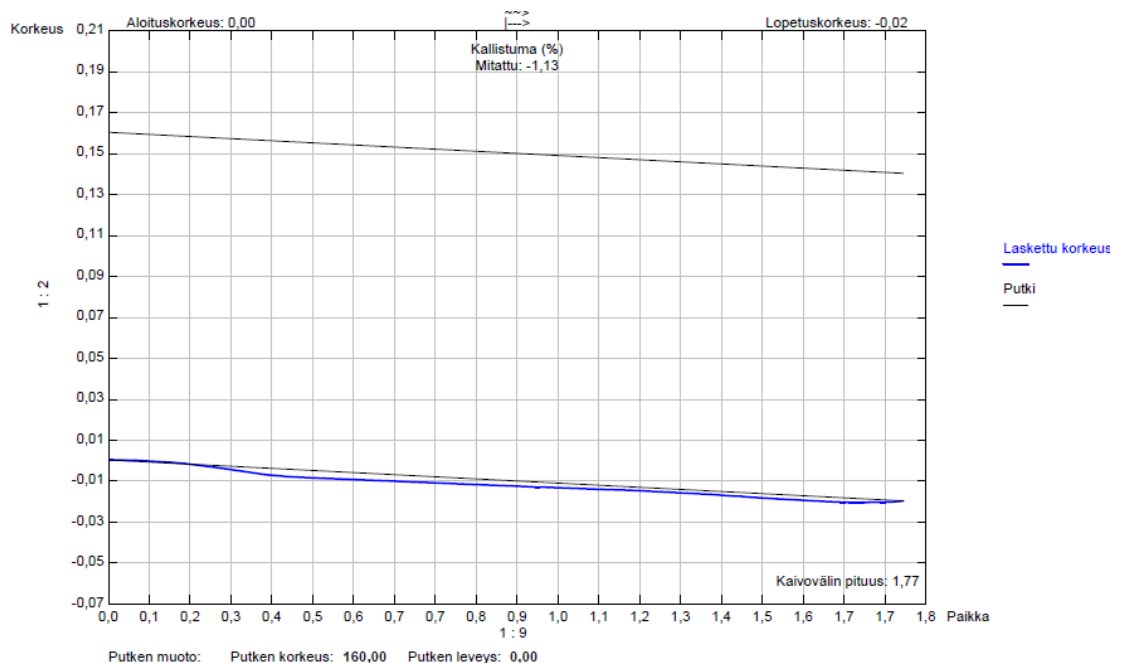
Muoviputkilla suurin sallittu muodonmuutos asentamisen ja täyttötöiden jälkeen on PVC-putkilla 8 %, PP-putkilla 8 % ja PE-putkilla 9 %. (InfraRYL 30000 Järjestelmät, 22)

Kaivot on oltava pystysuorassa ja suurin sallittu poikkeama on 10 mm 1 metrin matkalla. Vaakatasossa sallittu sijaintipoikkeama on +-100 mm. Pituussuunnassa sallittu sijaintipoikkeama on +-300 mm, kun kaivoon tulevia liittymiä ei ole tiedossa. (InfraRYL 30000 Järjestelmät, 23)

Viemärien sijainti tarkastetaan työn aikana tarkemittauksin. Tiedot tallennetaan x-, y-, ja z- tietoina sovitussa tiedostomuodossa.

Taulukko 6. Viettoviemärien sallitut poikkeamat (InfraRYL 30000 Järjestelmät, 22)

Suunnitelman mukainen kaltevuus, ‰	Kaltevuus-poikkeama kaivovälillä enintään, ‰	Korkeus-poikkeama enintään, mm
> 5	1,5	50
3...5	1,0	30
< 3	1,0	20



Kuva 14. Valmiin hulevesilinjan kuvausraportti. (Huikari 2019)

5.7 Dokumentointi ja kartoitus

Rakennettava viemäriin osineen tarkemittaan suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti. Mittaustiedot toimitetaan tilaajalle sovitussa tiedostomuodossa. Kaikki työn aikana tehdyt laadunvarmistuskokeet dokumentoidaan laatukansioon. Tilaajasta riippuen dokumentointivaatimuksia voi olla esim. valokuvaus jokaisen kaivon lähdöistä, sekä vieressä olevista huomioitavista rakenteista.

Viemäreiden toimivuus ja mahdollisimman pitkä käyttöikä ovat viemäreiden rakentamisen pää- tavoitteet, joten laadunvarmistukseen on rakennusvaiheessa kiinnitettävä erityistä huomiota. Viemä- rit ovat vesijohtojen ohella tärkeimpiä vesihuollon järjestelmiä. Jokaisen projektin haasteet ovat omanlaisensa ja niihin vaikuttaa suunniteltu perustamistapa, sekä alueellisesti pohjaolosuhteet ja maaperässä virtaavat vedet. Työvaiheita suorittaessa on tärkeää noudattaa kyseisen työvaiheen teh- tävä- ja laatusuunnitelmia. Ne on tehty laadukasta ja kustannustehokasta rakentamista varten. Teh- täväsuunnitelmassa kerrotaan myös työvaiheen yleisimmistä mahdollisista virheistä ja kuinka ne eh- käistään, joten huolellinen perehtyminen suunnitelmiin on tärkeää jo etukäteen.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää yleiset laatuvaatimukset viemäreiden rakentamisen osalta ja luoda raportti, jota käyttää tulevaisuuden projekteissa. Lähteinä käytettiin pääasiassa Infrarakenta- misen yleiset laatuvaatimukset- teosta ja työmailta saatuja kokemuksia ja havaintoja. Esitetyt laatu- vaatimukset perustuvat InfraRYL yleisiin laatuvaatimuksiin, putkimateriaaleille annettuihin standar- deihin ja betoniputkinormeihin. Laadunvarmistuksen kannalta työssä pyrittiin keskittymään olennai- siin toimiin työtehtävän suunnittelusta valmiin työn tarkastamiseen.

Opinnäytetyön tavoitteet saavutettiin ja lopputuloksena on raportti, joka sisältää työvaihekohtaisen ohjeistuksen viemäreiden rakennustyömaalla käytettävien työmenetelmien laatuvaatimukset täyttä- vään tekoon, työvaiheiden suunnitelmista sallitut poikkeamat ja toleranssit, sekä kunkin vaiheen laa- dunvarmistustoimenpiteet ja niiden vaatimukset.

LÄHTEET

InfraRYL, Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Rakennustieto Oy. <https://www.rakennustieto.fi/infraryl/>

Junnonen, Juha-Matti, julkaisuaika tuntematon. Rakennushankkeen laadunvarmistus <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK020202.pdf>

Hakanen, Tommi, Lemminkäinen 2014, RIL 263-2014 Kaivanto-ohje, ohjeet ja suositukset. <https://www.ril.fi/media/hakanen.pdf>

Väylä 2013. Vaara vaanii kaivannossa. Verkkojulkaisu. https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lts_2013-09_vaara_vaanii_web.pdf

Huikari, Olli 2019. Luiskattu, matala kaivanto. JPG-kuva. Paikkakunta: Äänekoski. Huikarin kokoelma.

Huikari, Olli 2019. Betoninen hulevesikaivo ja asennustyökalu. JPG-kuva. Paikkakunta: Äänekoski. Huikarin kokoelma.

Huikari, Olli 2019. PE-Putken sorvattu pää. JPG-kuva. Paikkakunta: Äänekoski. Huikarin kokoelma.

Huikari, Olli 2019. Putkien arina ja asennusalusta kolmessa eri korossa. JPG-kuva. Paikkakunta: Äänekoski. Huikarin kokoelma.

Huikari, Olli 2019. PE- paineviemäri, venttiili, Y-haara, hitsattavat muhvit ja supistuskappale. JPG-kuva. Paikkakunta: Äänekoski. Huikarin kokoelma.

Huikari, Olli 2020. Kumiluistiventtiili. JPG-kuva. Paikkakunta: Äänekoski. Huikarin kokoelma.

Huikari, Olli 2019. Karan jatkot suojaputkissa. JPG-kuva. Paikkakunta: Äänekoski. Huikarin kokoelma.

Huikari, Olli 2019. Muovinen teleskooppirakenteinen jäteveden tarkastuskaivo. JPG-kuva. Paikkakunta: Äänekoski. Huikarin kokoelma.

Huikari, Olli 2019. Keräävä muovinen hulevesikaivo sakkapesällä. JPG-kuva. Paikkakunta: Äänekoski. Huikarin kokoelma.

Huikari, Olli 2020. Muodonmuutos 400 mm hulevesiputkessa. JPG-kuva. Paikkakunta: Äänekoski. Huikarin kokoelma.

Huikari, Olli 2020. Vesihuoltosuunnitelma. JPG-kuva. Paikkakunta: Äänekoski. Huikarin kokoelma.