

Saimaan ammattikorkeakoulu
Tekniikka Lappeenranta
Rakennusalan työnjohdon koulutus

Matti Lindgren

Kunnallisteknisten töiden laadunvarmistus

Opinnäytetyö 2019

Tiivistelmä

Matti Lindgren

Kunnallisteknisten töiden laadunvarmistus, 32 sivua

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka Lappeenranta

Rakennusalan työnjohdon koulutus

Opinnäytetyö 2019

Ohjaajat: lehtori Jari-Pekka Sinkko, Saimaan ammattikorkeakoulu, rakennuspäällikkö Markus Loikala, Terra Infra Oy

Vesihuolto on yhteiskunnan tärkein kunnallistekninen palvelumme. Tässä työssä käsiteltiin kunnallisteknistentöiden laadunvarmistuksen osalta vesihuoltoa. Työssä perehdyttiin materiaalien valmistukseen, niiden valintaan, käsittelyyn, ja työmenetelmiin vesijohtojen ja viettoviemäreiden osalta. Tavoitteena oli laatia laatukäsikirja, josta tarvittava tieto löytyy nopeasti. Tiiviin ohjeen tueksi raporttiin sisällytettiin myös yleistä tietoa vesihuollosta.

Opinnäytetyön tärkein tehtävä on toimia Terra Infra Oy:lle kunnallisteknisten töiden laatu- ja toimintasuunnitelmana. Työ tulee toimimaan myös laatukäsikirjana sekä työvaiheen toteutussuunnitelmana työmailla työskenteleville. Työn lopussa pohditaan keinoja laadukkaan vesihuollon rakentamiseen.

Avainsanat: vesihuolto, laadun varmistus, työmenetelmät

Abstract

Matti Lindgren

Quality assurance of municipal engineering works, 32 Pages

Saimaa University of Applied Sciences

Technology Lappeenranta

Degree Programme in Construction Management

Bachelor's Thesis 2019

Instructors: Mr Jari-Pekka Sinkko, Lecturer, Saimaa University of Applied Sciences, Mr Markus Loikala, Construction manager, Terra Infra Oy

Water supply is the single most important service provided by our municipal engineering. This paper deals with the quality assurance of water supply and distribution systems. Detailed attention is given to the manufacture, selection and handling of materials used in water pipes and gravity sewers. In addition, working methods used during building and installation of water supply systems are discussed. The objective of this paper is to offer a concise quality manual, with necessary information easily accessible. To complement to-the-point instructions, some general information about our water supply system is included in this report.

The main purpose of this thesis is to serve as a tool for quality and operational planning at Terra Infra Oy. Secondly, it serves as a quality manual, and an implementation guideline for those working on site. At the end, challenges to building water supply and treatment systems, as well as methods for successful design and implementation of high-quality water supply system, are discussed.

Keywords: water supply, quality assurance, working methods

Sisältö

1 Johdanto	7
2 Vesihuoltoverkostojen järjestelmät ja materiaalit	8
2.1 Vesijohdot.....	8
2.2 Vesijohdon venttiilit.....	9
2.3 Vietto- ja paineviemärit	10
2.4 Viettoviemäreiden putkimateriaalit.....	12
2.5 Hulevesikaivot	13
2.6 Jätevesikaivot.....	16
3 Materiaalien laadunvarmistus	18
4 Materiaalien käsitteleminen ja varastointi työmaalla	18
5 Työmenetelmät.....	19
5.1 Työturvallisuus ja ympäristö	19
5.2 Vesijohdot.....	20
5.2.1 Vesijohtojen laadunvarmistuksen kuvaus	23
5.2.2 Vesijohdon painekoe, huuhtelu ja vesinäyte	24
5.3 Viettoviemärit.....	26
5.3.1 Viettoviemäreiden laadunvarmistuksen kuvaus	26
5.3.2 Kaivon asennus	28
5.3.3 Viettoviemärilinjojen kuvaus.....	29
5.3.4 Viettoviemärilinjojen tiiveyskoe	30
6 Yhteenveto ja pohdinta.....	31
Lähteet	33

Käsitteet

Ø	Esimerkiksi putken tai kaivon nimellishalkaisija. Esim. Ø 800 mm. Vaihtoehtoinen merkintä DN 800 mm.
B	Betoni. Materiaalimerkintä.
Br	Betonin lujuusluokka. Raudoitettu betoni. Esim. B/EK-Br.
Cr	Betonin lujuusluokka. Raudoitettu betoni. Esim. B/EK-Cr.
DN	Esimerkiksi putken tai kaivon nimellishalkaisija. Esim. DN 800 mm. Vaihtoehtoinen merkintä Ø 800 mm.
Dr	Betonin lujuusluokka. Raudoitettu betoni. Esim. B/EK-Dr.
E2/E1	Kantavuussuhde, joka kuvaa maassa jäljellä olevaa tiivistymispotentiaalia.
EK	Betoniputkinormijärjestelmä, jossa on määritelty suomalaiset betoniputkien ja -kaivojen lujuus-, mitta-, tiiviys- ja tuotannon laadunvalvontamääräykset. Esim. B/EK-Cr.
h	Putken hitsiliitos. Esim. T/h-PN10.
k	Putken kumitiivisteliitos. Esim. PVC/k-PN10.
KaM	Kalliomurske.
kPa	Kilopascal. Paineen yksikkö. 1 kPa on 0,01 bar
korrugoitu	Poimutettu muoviputki.
MVR	Maa- ja vesirakennustyömaan työturvallisuuden arviointimenetelmä.
N3	Suodatinkangas. (190 g/m ²) Iso murske. Vaativat kohteet, raskaan liikenteen tienpohjat, maantiet.
NaCLO	Natriumhypokloriitti. Voimakas desinfiointiaine.
PE	Polyeteeni. Muovi, jota käytetään esimerkiksi putkimateriaalina.
PEH	Kova polyeteeni. Muovi, jota käytetään esimerkiksi putkimateriaalina.
PEL	Pehmeä polyeteeni. Muovi, jota käytetään esimerkiksi putkimateriaalina.
pmy	Pesäkkeen muodostava yksikkö.

PN	Paineputken paineluokka. Kuvaa putken sisäisen ylipaineen kestävyyttä. Esim. PN10, jolloin putki kestää 10 baarin (bar) ylipaineen.
PP	Polypropeeni. Muovi, jota käytetään esimerkiksi putkimateriaalina.
PVC	Polyvinyylikloridi. Muovi, jota käytetään esimerkiksi putkimateriaalina.
Qmax	Betoninen viemäriputki, jossa on munan muotoinen poikkileikkausprofiili.
RC	Putkessa on integroitu suojakuori.
SFS	Suomen standardisoimisliitto.
SG	Pallografiittivalurauta, jota käytetään esimerkiksi putkimateriaalina.
SN	Rengasjäykkyys. Viettoviemärin luokittelu. Esim. SN8, jossa putken rengasjäykkyys on 8 kN/m ² .
T	Teräs. Käytetään esimerkiksi putkimateriaalina.
Valvira	Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto.

1 Johdanto

Tässä työssä tarkastellaan vesihuollon laadunvarmistusta materiaalien valmistuksesta asentamiseen. Työssä kiinnitetään myös huomioita putkien varastointiin ja käsittelemiseen työmaalla. Työturvallisuus on tärkeänä teemana työssä. Tämän opinnäytetyön tarkoitus on toimia myös Terra Infra Oy:lle yhdyskuntateknisten järjestelmien laatu- ja toteutussuunnitelmana. Opinnäytetyön tehtävänä on varmistaa tuotteiden oikea käyttö ja asentaminen työmaalla.

Terra Infra toimii yhdyskuntarakentamisen ja talonrakentamisen maatöiden sekä purkutöiden kokonaisurakoitsijana Kymenlaakson, Päijät-Hämeen ja Etelä-Karjalan maakuntien alueella.

Vesihuollolla tarkoitetaan yhdyskuntien ja teollisuuden vedenhankintaa ja jäteveden poisjohtamista. Vesihuollon tärkein tavoite on turvata ihmisille käyttökelpoista vettä. Tärkeää on myös jätevesien kerääminen, käsittely ja purkaminen vesistöön. Vesihuolto on suurimmaksi osaksi veden siirtoa luonnonympäristöstä yhdyskunnan käyttöön ja sieltä takaisin luontoon. Puhdas vesi on tärkein elintarvikkeemme. Maapallon vesivaroista vain muutama prosentti soveltuu ihmisten käyttöön. Vesihuollolla on keskeinen merkitys ihmisen terveydelle ja tuotantotoiminnalle. Se on tärkeä julkinen palvelu.

Laadukkaan vesihuollon rakentaminen alkaa jo materiaaleista. Tuotantolaitoksien laadunvarmistus on tarkasti sertifioitua toimintaa. Näin varmistetaan, että loppukäyttäjät saa parhaan mahdollisen tuotteen.

Toimiva, asianmukaisesti rakennettu ja huollettu putkistojärjestelmä on käyttäjälleen huomaamaton. Oikein suunniteltu ja toteutettu järjestelmä takaa sen häiriötömän toiminnan vuosikymmeniksi. Säännöllisellä huollolla ja kunnossapidolla on suuri merkitys yhdyskuntatekniikan putkistojärjestelmien moitteettoman toiminnan turvaamisessa. Ennakoivat toimenpiteet vähentävät putkistojen vaurioitumista ja pienentävät korjaamisesta aiheutuvia kustannuksia.

2 Vesihuoltoverkoston järjestelmät ja materiaalit

2.1 Vesijohtot

Vesilaitokseen ja veden jakeluun luetaan kuuluviksi kaikki rakenteet ja laitteet, joita tarvitaan veden ottoon vesistöistä tai pohjavesiesiintymistä, veden siirtoon vesilähteeltä yhdyskunnalle, veden käsittelyyn, varastointiin, sekä jakeluun. (Vesihuoltotekniikan perusteet, 72.)

Vesijohtoverkoston putkien, laitteiden ja niiden osien tulee olla suomalaisten standardien mukaisia. Vesijohtoverkkoon liitettävien putkien ja laitteiden tulee vastata painekestävyydeltään vesijohtoputkea, johon ne liitetään. Materiaalit tulee valita siten, ettei niistä irtoa tai liukene vesijohtoveteen terveydelle haitallisia aineita, eikä niistä aiheudu veteen hajua, makua, väriä tai muutakaan veden laadun huonontumista. (RIL 124-2-2004, 306.)

Jakeluverkon tärkeimmät putkityypit ovat muovi, valurauta, teräs ja betoni. Muoviputkia käytetään muita putkityyppejä enemmän helpomman asennettavuuden, korroosiokestävyyden ja kilpailukykyisen hintansa takia. Tällä hetkellä yli 90 % maahan asennettavista putkista on muovia. (RIL 124-2-2004, 306.)

Muoviputkien yleisimmät tyypit ovat PVC, PEH ja PEL. Muoviset paineputket on jaettu PE-putkien osalta paineluokkiin PN 3,2–20 ja PVC putkien osalta luokkiin PN 6–16. PE-vesijohtoputkien ulkopinnassa on sininen merkkiväri. (RIL 124-2-2004, 307–308.)

Putkimateriaalin valinta riippuu sekä kustannuksista että verkolle asetettavista vaatimuksista (Taulukot 1 ja 2). Valurautaputki on kallista, mutta mekaanisesti lujaa. Teräsputkia tulisi niiden lyhyemmän käyttöiän vuoksi käyttää vain, jos niihin kohdistuu suuri dynaaminen rasitus, esimerkiksi liikenteen aiheuttama värinä. Teräsputken heikkoutena on korroosioalttius, mikä erilaisilla suojuuksilla, kuten bitumilakalla, muovilla tai betonilla pystytään vain osittain suojaamaan. SG-vesijohtoputkien ulkopuolinen pinnoite on yleensä sinkkialumiini + puolilämpäisevä epoksinpinnoite. Katodisuojausta käytetään teräsputkilla, kun pelkkä putken pinnoite ei anna riittävää suojaa. (RIL 124-2-2004, 307.)

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

Taulukko 1. Vesijohtojen materiaalit ja putkikoot (Lahti Aqua 2017.)

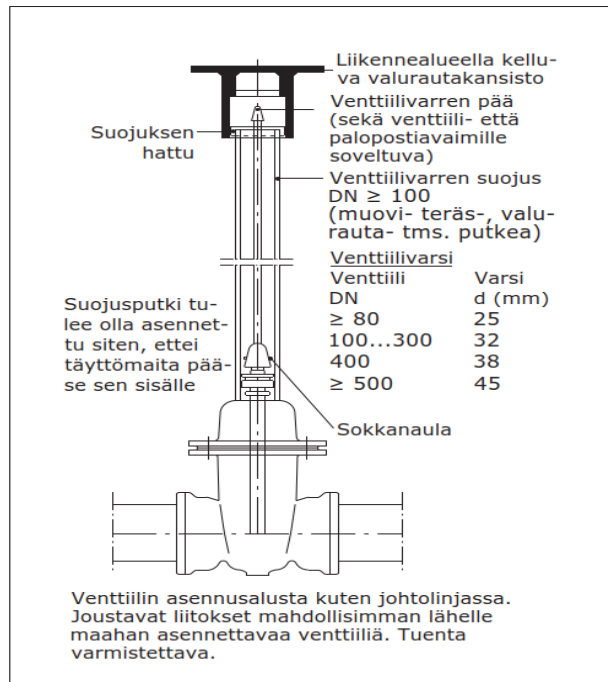
Putken koko [mm]	Materiaali	Käytettävät putkikoot
Ø 32 – 225	PE-PN10 (RC)	25*, 32, 63, 110, 160, 225

*25 mm putki mahdollinen tonttijohtojen sujutuksessa

Taulukko 2. Tonttijohtojen materiaalit ja putkikoot (Lahti Aqua 2017.)

2.2 Vesijohdon venttiilit

Jakeluverkossa tarvitaan venttiilejä, jotka voivat olla sulkuventtiilejä (Kuva 1), yksisuuntaventtiilejä, tyhjennys- ja huuhteluventtiilejä, ilmanpoistovenntiilejä ja paineenalennusventtiilejä. Venttiilejä sijoitetaan verkkoon niin runsaasti, että korjaus ja liitostöiden aiheuttamat häiriöt rajoittuvat mahdollisimman pienelle alueelle. Venttiilit asennetaan joko kaivoihin tai maahan. Tärkeät venttiilit pyritään sijoittamaan kaivoihin huollon helpottamiseksi. Tällaisia ovat suuret venttiilit ja venttiili-ryhmät. (RIL 124-2-2004, 316–317.)



Kuva 1. Esimerkki maahan asennettavasta sulkuventtiilistä (InfraRYL 2006, 316.)

2.3 Vietto- ja paineviemärit

Vesihuoltolain 119/2001 mukaan *vesihuollolla tarkoitetaan mm. viemäröintiä eli jäteveden, huleveden ja perustusten kuivatusveden poisjohtamista ja käsittelyä*. Huleveden poisjohtamiseen sovelletaan vesihuoltolain säännöksiä, silloin, kun se johdetaan erillisjärjestelmän hulevesiverkkoon tai sekajärjestelmän viemäriverkkoon. (RIL 124-2-2004, 453.)

Viemäröintijärjestelmät voidaan jakaa kahteen pääryhmään: sekaviemäröinti ja erillisviemäröinti. Sekaviemäröinnillä tarkoitetaan viemäröintijärjestelmää, jossa hulevedet, kuivatusvedet ja jätevedet johdetaan samoissa putkiviemäreissä toisiinsa sekoittuneina. Erillisviemäröinnillä tarkoitetaan viemäröintimenetelmää, jossa jätevesi johdetaan omassa putkiviemärissään ja hulevesi joko omassa erillisessä putkistossa tai avoviemärissä. (RIL 124-4-2004, 453–454.)

Viemärit ja niihin liittyvät rakenteet kootaan putkista ja muista valmisosista. Viemärinä käytettävän putkimateriaalin tulee olla suomalaisten standardien mukaista. Viemärinä käytettävän materiaalin tulee kestää veden ja sen mukana liikkuvan kiintoaineksen aiheuttamaa mekaanista kulutusta, sekä viemäriveden aineiden aiheuttamaa kemiallista korroosiota. Hydraulisena vaatimuksena on sileä

ja tiivis sisäpinta, jonka virtausnopeus on pieni ja johon veden mukana kulkeva kiintoaines ei tartu. Liian suuri veden virtausnopeus kuluttaa putkea mekaanisesti sitä enemmän, mitä runsaammin vedessä on kiintoainesta. Pienillä virtausnopeuksilla on tukkeutumisvaara. (RIL 124-4-2004, 467–472.)

Tärkeimmät putkimateriaalit ovat muovi ja betoni (Taulukot 3,4 ja 5). Muoviputken etuina varsinaisena viemäriputkena käytettäessä on hydraulisesti erittäin edullinen sileä pinta, sekä rakennustyötä helpottava keveys ja suuri pituus. Muoviputkia käytetään viemäriverkossa sekä viettoviemäreinä että paineviemäreinä. Maahan asennettavien muoviputkien käyttäytymisen kannalta on niiden rengasjäykkyys merkittävä asia. (RIL 124-2-2004, 473.)

Vietto johdon jäykkyysluokan valintaan vaikuttavat ensisijaisesti putken ympärillä käytettävä alkutäyttömateriaali, sekä putkeen kohdistuva kuormitus. Liikennealueiden ulkopuolella käytetään jäykkyysluokkaa SN4 alkutäytön ollessa tiivistettyä hiekkaa, soraa tai murskettä. Liikennealueille suositellaan käytettäväksi jäykkyysluokkaa SN8. (RIL 77-2013, 31.)

Paineviemärijohtojen paineluokka valitaan putkistossa virtaavan veden käyttöpaineen perusteella. Suositeltavia arvoja ovat PE-putkissa vähintään paineluokka PN6 ja PVC-putkissa vastaavasti PN10. Vesistöjen alituksissa käytetään yleensä polyeteeniputkia. Normien mukaan suositeltava minimiarvo, kun putken halkaisija on enintään 200 mm, on paineluokka PN10. (RIL 124-2-2004, 473–474.)

Putken koko [mm]	Materiaali	Käytettävät putkikoot
Ø 160 – 400	PVC/k-SN8	(110)* 160, 200, 250, 315, 400
Ø 300 – 2000	B/EK-Br tai B/EK-Dr (raudoittamattomia putkia vain poikkeustapauksissa)	300, 400, 500, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 2000
	Qmax	300/450, 500/750

*Kiinteistöiden varausputket voidaan toteuttaa 110 mm putkella

Taulukko 3. Jätevesiviemäreiden putkikoot ja materiaalit (Lahti Aqua 2017.)

Putken koko [mm]	Materiaali	Käytettävät putkikoot
Ø 160 – 400	PVC/k-SN8 (siteä)	160, 200, 250, 315, 400
Ø 560 – 1150	PP/k-SN8 (korrugoitu)	560, 680, 902, 1154
Ø 300 – 2000	B/EK-Br tai B/EK-Dr (raudoittamattomia putkia vain poikkeustapauksissa)	300, 400, 500, 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 2000

Taulukko 4. Hulevesiviemäreiden putkikoot ja materiaalit (Lahti Aqua 2017.)

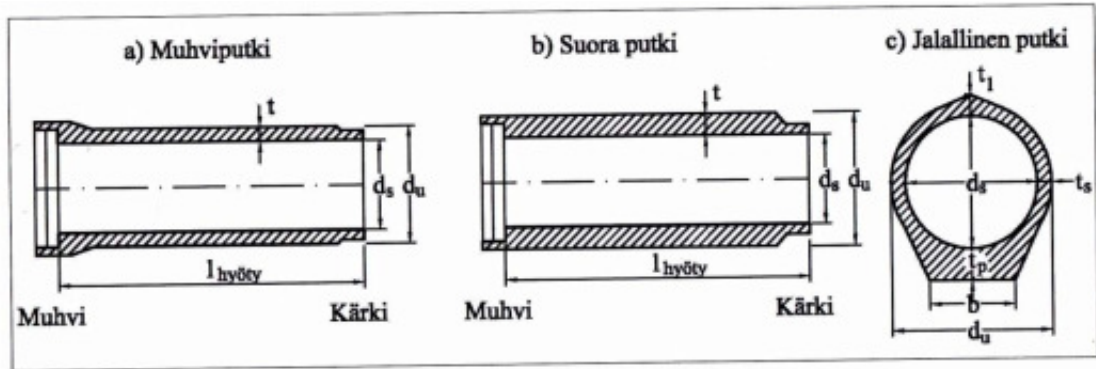
Putken koko [mm]	Materiaali	Käytettävät putkikoot
Ø 110 – 900	PE -PN10	110, 160, 225, 315, 400, 500, 560, 630, 710, 800, 900
Ø ≥300	SG/k-PN10	300, 400, 500, 600, 800

Taulukko 5. Paineviemäreiden putkikoot ja materiaalit (Lahti Aqua 2017.)

2.4 Viettoviemäreiden putkimateriaalit

Muoviputkia käytetään viemäriverkossa sekä viettoviemäreinä että paineviemäreinä. Muoviputkia voidaan asentaa sekä maahan että veteen. Viettoviemäreinä käytetään PE-, PVC- ja PP-putkia. Hule- ja jätevesiputkien liitostavoissa on eroavaisuuksia. Hulevesiputkissa tiiviste on putken ulkopinnassa, kun taas jätevesiputkissa tiiviste on sijoitettu muhviin. (RIL 237-2-2010, 103–104.)

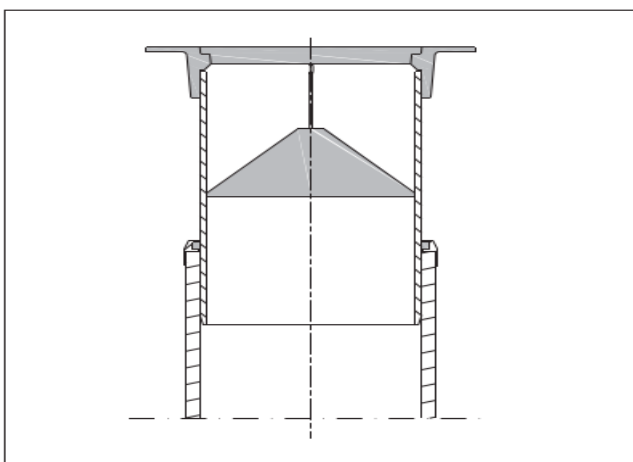
Betoniputkina käytetään pääsääntöisesti Betoniputkinormien 2001 tai sitä uudemman normin mukaisesti valmistettuja EK-järjestelmän betoniputkia (Kuva 2). EK- betoniputken tiivisteet asennetaan putkeen tehtaalla valmistuksen yhteydessä. Liitososat sallivat sauman kulmamuutoksia tiiviiden kärsimättä. (RIL 237-2-2010, 104–105.)



Kuva 2. Viemäröinnissä käytettävät betoniputkityypit (RIL 237-2-2010, 104.)

2.5 Hulevesikaivot

Hulevedet johdetaan viemäriin erityisen kaivon kautta (Taulukko 6). Vesi johdetaan kaivoon valurautasäleikön kautta, tai sitten virtausaukko on kaivon yläosan sivussa (kitakaivo). Katualueilla rakennetaan yksi hulevesikaivo keskimäärin jokaista 800–1000 m² kohden. Hulevesikaivojen väli ei kuitenkaan saisi olla suurempi kuin 60–100 m, jottei kadun pinnalla ja reunatuen vieressä virtaavien vesien määrä nousisi kohtuuttoman suureksi. Hulevesikaivon pohja on lähtöputkea alempana, jotta vesien mukana huuhtoutunut hiekka ja roskat eivät pääsisi viemäriin. Sakkapesän suuruuden tulee olla vähintään 300 litraa. Hulevesikaivoja suojataan myös jäätymiseltä asentamalla kaivoon jäätymissuoja (Kuva 3), koska hulevesilinjoja ja hulevesikaivoja ei aina pystytä rakentamaan routarajan alapuolelle. (RIL 124-2-2004, 481–482.)



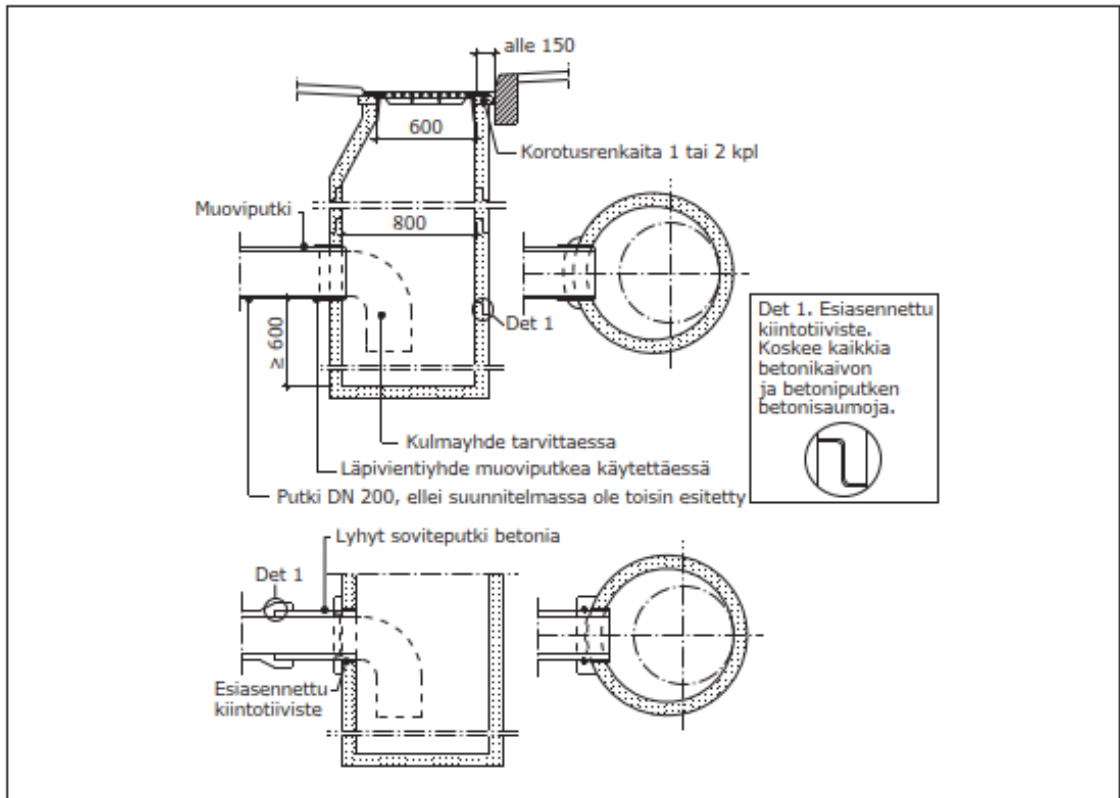
Kuva 3. Esimerkki hulevesikaivon jäätymissuojasta (InfraRyl 2006, 38.)

Betonikaivoina (Kuva 4) käytetään ensisijaisesti kaivoja, joihin putkien liitoskohdat on tehty valmiiksi tehtaalla. Jos kaivon runkoon joudutaan tekemään läpivienti putken liittämistä varten, on huolehdittava, ettei kaivon kestävyys heikenny. Kun betoniseen kaivoon liitytään betoniputkella, käytetään täyspitkää betoniputkea, tai betonista soviteputkea, jonka pituus on vähintään 2 kertaa putken sisähalkaisija. Betoniputkia voi tarvittaessa liittää kaivoon valamalla. (InfraRyl 2006, 38–39.)

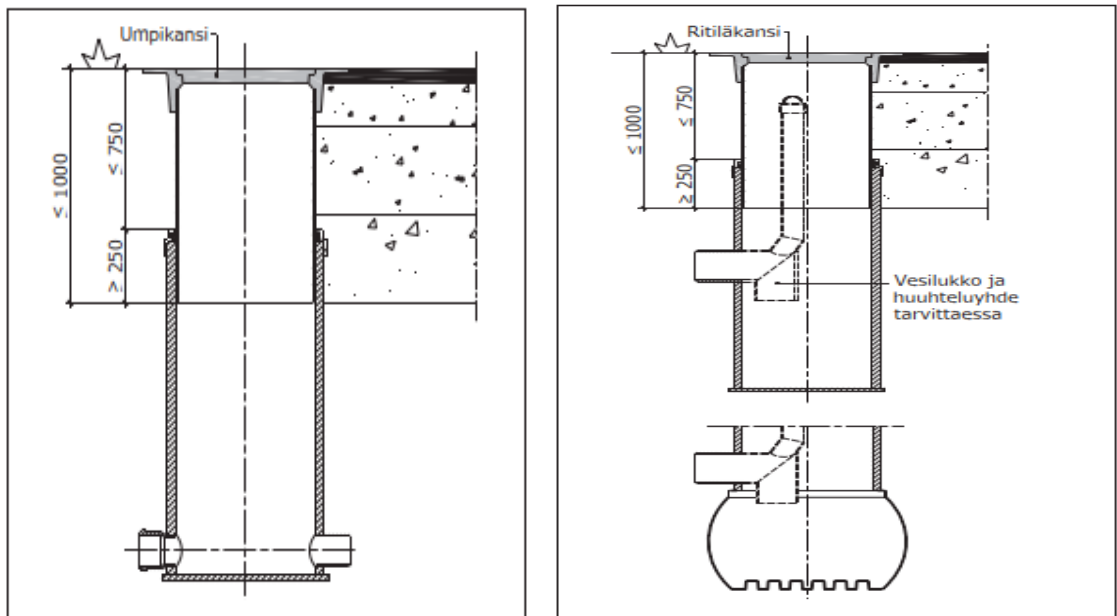
Muovisiin kaivoihin (Kuva 5) tehdään standardin SFS 3468 mukaiset putkiliitokset. Kaivo ja viemäriputki liitetään samalla liitostavalla, jota käytetään viemäriputkien välisissä liitoksissa. Jos muovikaivoon tehdään putkiliitos rakennuspaikalla, käytetään liitossatulaa tai muuta luotettavaksi tunnettua liitostapaa. (InfraRyl 2006, 38–39.)

Linjan koko [mm]	Linjan materiaali	Kaivon koko ja materiaali
Ø 200 – 315	muovi	Ø 800 B/EK-Cr (Ø 560/ 500 PE)
Ø 400	muovi	Ø 800 B/EK-Cr (Ø 800 PE)
Ø 300 – 600	betoni	Ø 800 B/EK-Cr
Ø 800	betoni	Ø 1000 B/EK-Cr

Taulukko 6. Hulevesikaivojen yleisimmät koot ja materiaalit (Lahti Aqua 2017.)



Kuva 4. Esimerkki betonisista valmisosista koottavasta betonisesta hulevesikai-
vosta (InfraRyl 2006, 40.)



Kuva 5. Esimerkit muovisista teleskoopillisista tarkastus ja ritiläkaivosta (InfraRyl
2006, 41.)

2.6 Jätevesikaivot

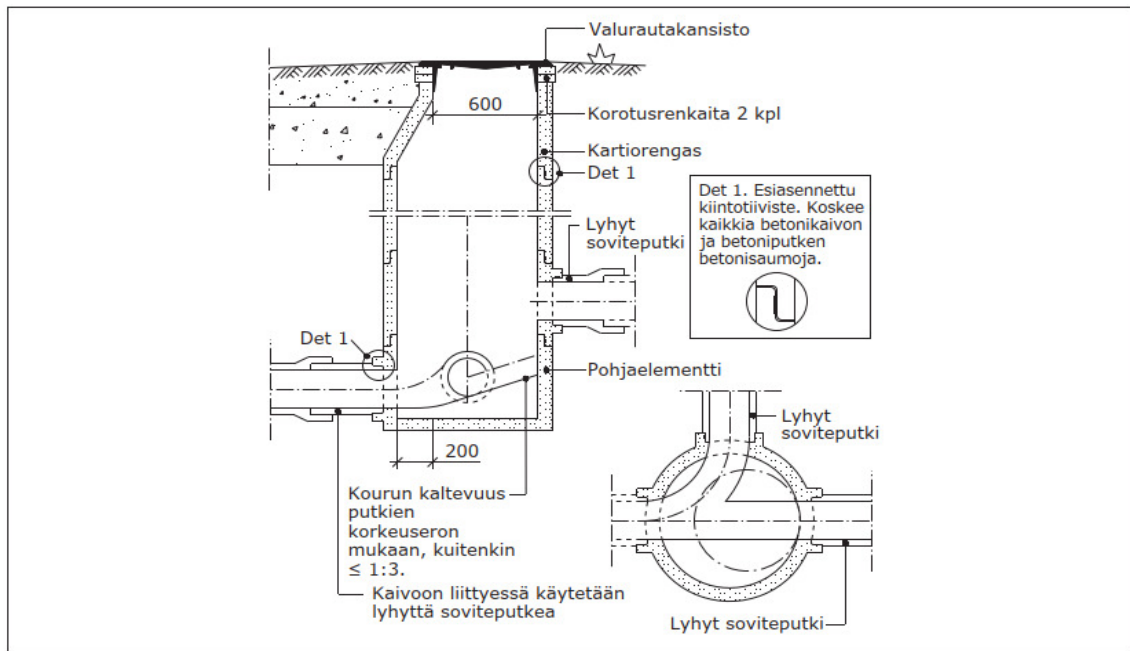
Viemäriverkoston liittymiä ja ylläpitoa varten rakennetaan tarkastuskaivoja ja tarkastusputkia. Ne sijoitetaan viemäriin yleensä 50–80 metrin välein sekä lisäksi viemäriin jokaiseen vaaka- ja pystysuuntaiseen taitteeseen. Tarkastuskaivo on joko muovi- tai betonirakenteinen kaivo, jonka sisähalkaisija on vähintään 500mm (Taulukko 7). Tarkistusputki on joko muovi- tai betonirakenteinen putki, jonka sisähalkaisija on pienempi kuin 500 mm. (RIL 124-2-2004, 477.)

Betonikaivoina (Kuva 6) käytetään ensisijaisesti kaivoja, joihin putkien liitoskohdat on tehty valmiiksi tehtaalla. Jos kaivon runkoon joudutaan tekemään läpivienti putken liittämistä varten, on huolehdittava, ettei kaivon kestävyys heikenny. Kun betoniseen kaivoon liitytään betoniputkella, käytetään täyspitkää betoniputkea tai betonista soviteputkea, jonka pituus on vähintään 2 kertaa putken sisähalkaisija. Betoniputkia voi tarvittaessa liittää kaivoon valamalla. (InfraRyl 2006, 24.)

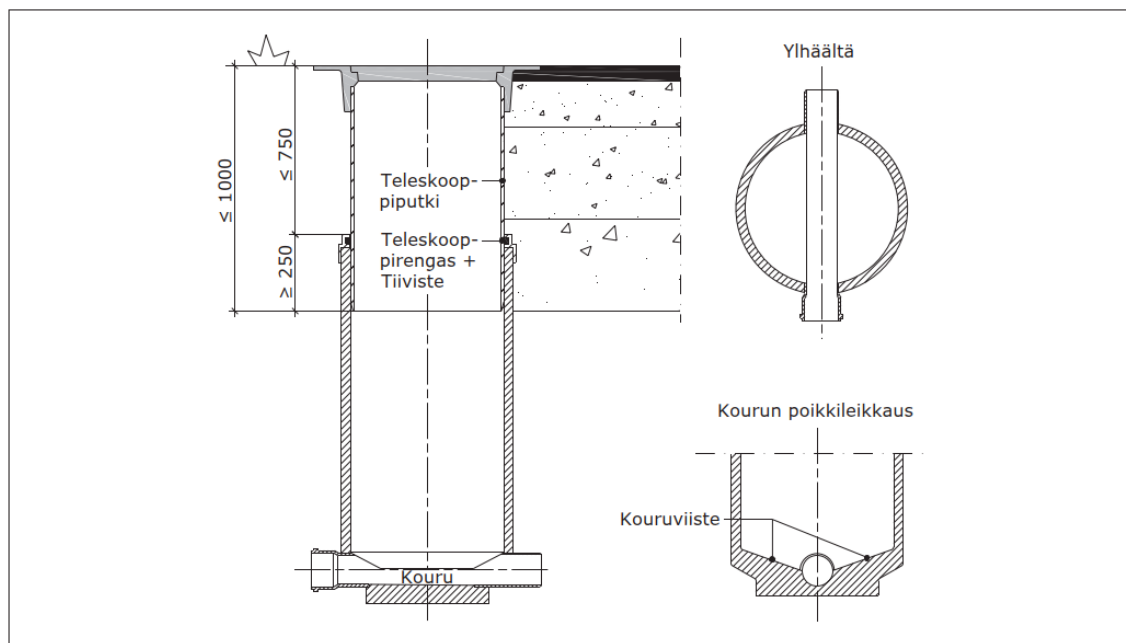
Muovisiin kaivoihin (Kuva 7) tehdään standardin SFS 3468 mukaiset putkiliitokset. Kaivo ja viemäriputki liitetään samalla liitostavalla, jota käytetään viemäriputkien välisissä liitoksissa. Jos muovikaivoon tehdään putkiliitos rakennuspaikalla, käytetään liitossatulaa tai muuta luotettavaksi tunnettua liitostapaa. (InfraRyl 2006, 25.)

Linjan koko [mm]	Linjan materiaali	Kaivon koko ja materiaali
Ø 200 – 315	muovi	Ø 800 B/EK-Cr (Ø 560/ 500 PE)
Ø 400	muovi	Ø 800 B/EK-Cr (Ø 800 PE)
Ø 300 – 600	betoni	Ø 800 B/EK-Cr
Ø 800	betoni	Ø 1000 B/EK-Cr

Taulukko 7. Jätevesikaivojen yleisimmät koot ja materiaalit (Lahti Aqua 2017.)



Kuva 6. Esimerkki betonisista valmisosista tehdystä jäteveden tarkastuskaivosta (InfraRyl 2006, 24.)



Kuva 7. Esimerkki muovisesta teleskoopillisesta jätevedentarkastuskaivosta (InfraRyl 2006, 27.)

3 Materiaalien laadunvarmistus

Tehtaalla muoviputkien laadunvarmistus alkaa jo ennen kuin raaka-aine vastaanotetaan. Raaka-aineen toimittajat lähettävät ennen toimitusta sitä koskevan testaustodistuksen. Valmistaja ottaa raaka-aineerästä useita näytteitä, joille tehdään sisäisiä tarkastuksia ja kokeita. (Uponor 04/2009, 51003.)

Muoviputkien valmistuksen aikana tehtaalla tehdään jatkuvia tarkastuksia ja kerätään automaattisesti tietoa prosessista. Kunkin tuotantoerän valmiista putkista otetaan lisäksi näytteitä. Eri tuotteista tutkitaan esimerkiksi putken halkaisija, seinämöpaksuus, muhvit, rengasjäykkyys, iskulujuus, muodonmuutos, väri ja pinnan laatu sekä valmis tuote. (Uponor 04/2009, 51003.)

Tuotteille tehdään myös pitkäaikaistestejä sertifiointin ja tarkastusten yhteydessä. Käytetyt testausmenetelmät on kehitetty siten, että niillä voidaan osoittaa tuotteiden toimintakyky normaalissa käytössä. (Uponor 04/2009, 51003.)

Rengasjäykkyys, lommahduskoe, iskulujuuskoe

Rengasjäykkyydestä sekä asennusolosuhteista riippuu putken keskimääräinen muodonmuutos heti asennuksen jälkeen. Lommahduskokeessa varmistetaan putken optimaalinen kestävyys ääriolosuhteissa. Putken on kestävä 30 %:n muodonmuutos ilman pysyviä vaurioita 30 minuutin ajan. Iskulujuuskokeessa putki jäädytetään -20 °C:een lämpötilaan. Kokeessa testataan, kuinka putki kestää äkillisiä iskuja käsittelyn ja asentamisen yhteydessä. Kokeiden tekeminen tässä lämpötilassa on tärkeää, koska Suomessa putkia kuljetetaan ja asennetaan täällä myös pakkasena. (Uponor 04/2009, 51003.)

4 Materiaalien käsitteleminen ja varastointi työmaalla

Materiaalien kuljettamista rakennustyömaalla tulisi välttää mahdollisimman paljon. Putket suositellaan purettavaksi lähelle asennuskohdetta. PVC-materiaalin iskunkestävyys heikkenee lämpötilan laskiessa, joten PVC-tuotteiden käsittelemistä alle -15 °C:een pakkasessa on vältettävä. PE- ja PP-putket kestävät hyvin erilaisia lämpötiloja, ja niitä voidaan käsitellä ongelmitta -20 °C:een lämpötilassa.

Mustat PE-paineputket ovat helposti naarmuuntuvia, joten niiden käsittelyssä ja kuljetuksessa on oltava erityisen varovainen. (Uponor 04/2009, 51024.)

Varastoinnissa noudatetaan RIL 77:ssä annettuja ohjeita. Putkiniput ja irralliset putket on pinottava tasaiselle alustalle. Muoviputket kannattaa varastoida mahdollisimman pitkään tehdaslavoilla tai kieppeinä. Alkuperäispakkauksissaan olevat putkiniput on pinottava sijoittamalla putkien ympärillä olevat kehikot päällekkäin. Pinon enimmäiskorkeus on neljä nippua. Irralliset muhviputket on pinottava niin, että muhvit ovat salkojen ulkopuolella, jolloin muhveihin ei kohdistu ylimääräistä kuormitusta. Vesijohtoputkien päiden on oltava tulpattuna, jottei putkiin pääse pieneliöitä tai likaa varastoinnin sekä asennuksen aikana. Putket on syytä suojata auringonvalolta, jos niitä varastoidaan pitkiä aikoja. Auringossa haalistuneet putket ovat kuitenkin standardin mukaisia ominaisuuksiltaan. Lämpö saattaa aiheuttaa virheellisesti pinotuissa putkissa pysyviä muodonmuutoksia. (Uponor 04/2009, 51024.)

5 Työmenetelmät

Työssä tulee käyttää ensiluokkaisia, uusia rakennusaineita ja hyväksi tunnettuja työtapoja siten, että työn tulos luovutettaessa on sopimuksen edellyttämässä kunnossa. Erikseen mainitsemattomat työtavat ja rakenteet on valittava siten, että työn tulos täyttää hyvän laatutason vaatimukset, eikä vanhoille rakenteille aiheudu tarpeetonta vaaraa. Työturvallisuus ja ympäristö on huomioitava erityisen huolellisesti.

5.1 Työturvallisuus ja ympäristö

Yleistä työturvallisuudesta:

Kaikilla työhön osallistuvilla on Tieturva 1 -pätevyys tarvittaessa sekä työturvallisuuskortti. Työntekijät on perehdytetty työmaalle, ja heillä on kulkuluvat. Työkohteille on tehty käyttöönottotarkastukset. Työntekijät käyttävät tarkoitukseen sopivia suojarusteita. Yleisen liikenteen liikennejärjestelyt on tehty suunnitelmallisesti, ja suunnitelmat on hyväksytetty tilaajalla. Työmaalla tehdään viikoittainen MVR-mittaus.

Erityistä huomioitavaa työturvallisuudesta:

- Voimalinjojen läheisyydessä työskenneltäessä noudatettava varoetäisyyksiä ja sähköyhtiöiden antamia ohjeita.
- Maakaasulinjojen läheisyydessä kaivuutyötä ei saa suorittaa 5m lähempänä ilman kaivuvalvontaa.
- Kaivannon sortumisvaara on huomioitava erityisen huolellisesti työtä suunniteltaessa.

Ympäristön huomioiminen:

Haltuunottoalueen ulkopuolista kasvillisuutta tai rakenteita ei vahingoiteta. Työkoneissa säilytetään öljyvahingon varalta imeytysainetta sekä alkusammutuskalusto. Polttoaineet säilytetään aina kaksoisvaipallisissa säiliöissä. On tärkeää huolehtia myös tarvittavasta pölynsidonnasta. Työmaan jätehuolto on järjestettävä asianmukaisesti, ja jokainen aliurakoitsija huolehtii omista jätteistään. Vesistöjen läheisyydessä työskenneltäessä on huolehdittava, ettei vesistöön pääse sinne kuulumattomia esineitä. Jos vesistöissä havaitaan poikkeamia, on niistä välittömästi ilmoitettava työnjohdolle. Pohjavesialueilla koneiden huoltaminen ja polttoaineiden säilyttäminen on kielletty.

5.2 Vesijohdot

Vesijohdon kanaalikaivu tehdään rakennussuunnitelmassa osoitettuun putken asennustasoon ja sijaintiin. Kaivutyössä on vältettävä liikakaivuuta. Kaivanto tehdään loivaluiskaisena (Taulukko 8) tai tuetaan tarvittaessa. Kanaalikaivanto pidetään kuivana tarvittaessa pumppaamalla. (InfraRyl 2006, 48–60.)

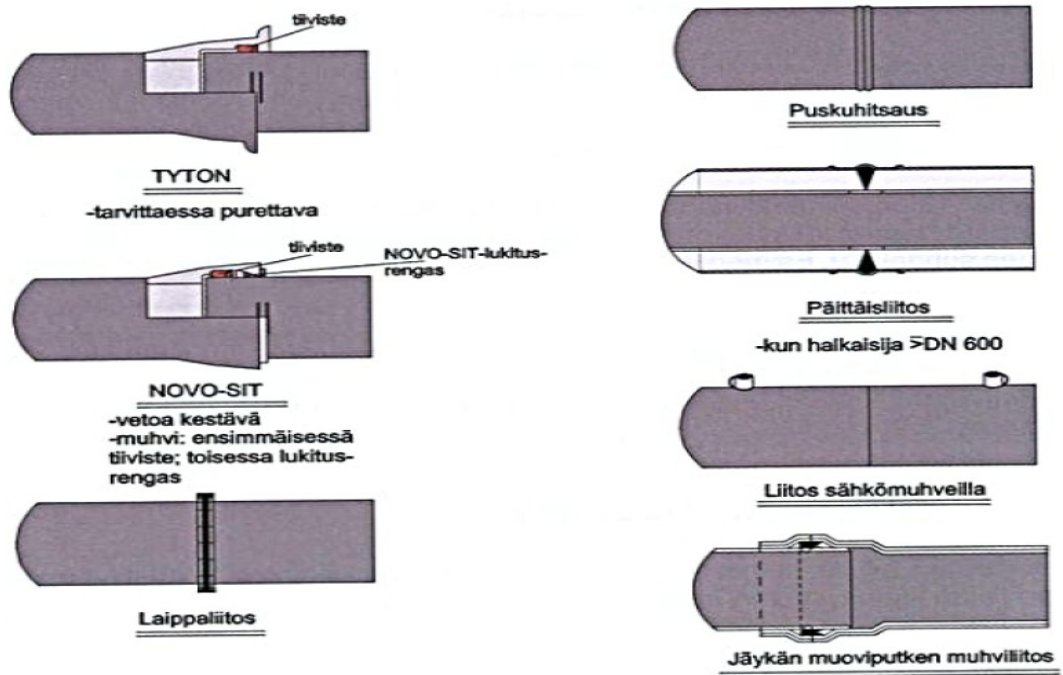
Syvyys	Maalaji	Maan lujuus	Luiska kaltevuus	Kaivumaiden sijoitus
≤ 2,0 m	Pehmeä Savi	$C_{uk} = 10 \text{ kPa}$	1:3	≤ 1 m kerros, etäisyys ≥ 8 m
≤ 2,0 m	Sitkeä Savi	$C_{uk} = 20 \text{ kPa}$	2:1	≤ 2 m kerros etäisyys ≥ 5m
≤ 2,0 m	Löyhä hiekka, keskitiivis siltti	$\varphi = 30^\circ$	1:2	Etäisyys ≥ 4 m
≤ 2,0 m	Keskitiivis hiekka, löyhä sora	$\varphi = 34^\circ$	1:1,5	Etäisyys ≥ 4 m
≤ 2,0 m	Tiivis sora, keskitiivis moreeni	$\varphi = 38^\circ$	1:1,25	Etäisyys ≥ 4 m
2,0...3,0 m	Keskitiivis hiekka, löyhä sora	$\varphi = 34^\circ$	1:1,75	Etäisyys ≥ 4 m
2,0...3,0 m	Tiivis sora, keskitiivis moreeni	$\varphi = 38^\circ$	1:1,5	Etäisyys ≥ 4 m

Kaivumaiden sijoituksessa etäisyys tarkoittaa kaivumaiden etäisyyttä luiskan yläreunasta
 C_{uk} = Maan suljettu leikkauslujuus
 φ = Maan sisäinen kitkakulma

Taulukko 8. Putkikaivannon luiskakaltevuuksia eri maalajeille (RIL 263-2014, 142.)

Kaivannon pohjalle asennetaan tarvittaessa käyttöluokan N3 suodatinkangas arinan alapuolelle. Kiviainesarinan paksuus on vähintään 300 mm, ja se tehdään hyvin tiivistyvistä materiaalista. Tarvittaessa tehdään asennusalusta kiviainesarinan päälle esim. KaM 0/16. Putket asennetaan niin, että ne tukeutuvat koko pituudeltaan tiivistettyyn asennusalustaan. Asennusalustan tiiveys mitataan kannettavalla pudotuspainolaitteella E2/E1-tiiveysuhteena tiiveyden toteamiseksi. Tiiveysuhteen tulee olla $\leq 2,8$. Mikäli tiiveys ei vastaa vaatimusta, tiivistystä jatketaan ja materiaali pyritään saamaan optimikosteuteen. Vesijohto tuetaan kulmakohdistaan InfraRYL 2006 kohdan 31300.3.7 mukaan, ellei suunnitelmissa toisin mainita. (InfraRyl 2006, 48–60.)

Vesijohto kootaan putkiliitosten avulla yhtenäiseksi putkilinjaksi. Liitostyyppit voidaan jakaa kiinnitystavan mukaan: muhviiliitoksiksi, puskuhitsausliitoksiksi, sähkömuhviiliitoksiksi, laippaliitoksiksi, sekä hitsiliitoksiksi (Kuva 8). (RIL 237-2-2010, 71.)



Kuva 8. Putkijohtojen yleisimmät liitostyytit (RIL 237-2-2010, 72.)

Vesijohdon suunta ja korkeustaso tarkistetaan tarkemittausten avulla ennen täyttöjä. Tukitäyttö tehdään lapiotyönä, jonka jälkeen kaivinkoneen kauhasta varistetaan varovasti suojatäyttö. Lapiotyönä vielä varmistetaan, ettei täytöstä pääse kiviä putkea vasten. (InfraRyl 2006, 48–60.)

Vesilaitokset määrittelevät hyvin tarkasti vesihuollon rakentamiseen liittyvät vaatimukset ja pätevyudet. PE putkien hitsaamista varten on käytävä putkihittauskurssi, jossa opitaan hitsauksen oikea toteutus. Vesihuollon rakentajilta vaaditaan myös Valviran hyväksymä, voimassa oleva vesityökortti (Kuva 9), jonka tarkoitus on valmentaa asentajat hygieniseen asentamiseen.



Kuva 9. Asentajilta vaadittavat kortit (HSM Turvallisuuspalvelut Oy 2019.)

5.2.1 Vesijohtojen laadunvarmistuksen kuvaus

Valmiissa vesijohdoissa sallitaan poikkeamia, jos ne eivät haittaa rakenteen toimivuutta tai johtohaarojen rakentamista. Vesijohdon sijainti saa vaakatasossa poiketa ± 100 mm. Vesijohto saa korkeusaseman puolesta poiketa ± 100 mm. Laitekaivojen sijainnit saavat poiketa vaakatasossa ja korkeusasemassa ± 100 mm (Taulukko9). (InfraRyl 2006, 59.)

Laatutekijä	Toleranssi		Yksikkö	Toimenpide	Menetelmä	Kpl/pl	Mitt.väli	Dokumentti	Suorittaja
	ylä	ala							
Sijainnin kartoitus	100	-100	mm	Mittaus	Takymetri			Tarkepiirustus	Mittamies
Paineko- keet				Mittaus	Painekokeet			Mittaustulokset	Työnjohtaja / työvaihetta tekevä
Alku - ja lopputäyttö				Tarkastus	Silmämääräinen				Työnjohtaja / työvaihetta tekevä
Materiaalito- distus putket				Materiaalitark.				Materiaalito- distus	Materiaalin toimittaja
Arinarakenne tiiveys				Tarkastus	Työtapatarkailu				Työnjohtaja / työvaihetta tekevä
Asennusalustan sekä Alku- ja ympäristäyttö tiiveyssuhde KA	< 2,5		E2/E 1	Mittaus	Loadman		20m väleihin	Mittaustulokset	Työnjohtaja / työvaihetta tekevä
Asennusalustan sekä Alku- ja ympäristäyttö tiiveyssuhde yksittäisen mittaustuloksen min	< 2,8		E2/E 1	Mittaus	Loadman		20m väleihin	Mittaustulokset	Työnjohtaja / työvaihetta tekevä
Asennusalustan tasaisuusvaatimus 3 m:n matkalla	15	-15	mm	Tarkastus	Oikolauta				Työnjohtaja / työvaihetta tekevä
Asennus- alustan ma- teriaali				Materiaalitark.	seulontatulokset			Rakeisuus- käyrä	Tavaran toimittaja
Arinan mate- riaali				Materiaalitark.	seulontatulokset			Rakeisuus- käyrä	Tavaran toimittaja

Putken korkeus- asema ja kaltevuus	100	-100	mm	Tarkastus/ Mittaus	Putkilaser / Takymetri			Tarkepiirus- tus	Työntekijä/ Mittaaja
Vesijohdon desinfi- ointi				Vesinäyte				Tarkastusra- portti	Vesilaborato- rio

Taulukko 9. Vesijohdojen laadunvarmistuksen kuvaus (Terra Infra Oy 2019.)

5.2.2 Vesijohdon painekoe, huuhtelu ja vesinäyte

Ennen vesijohdoverkon käyttöönottoa on suoritettava tietyt toimenpiteet. Näitä ovat painekoe, huuhtelu ja vesinäyte. Urakoitsijan tulee esittää työmaan laatusuunnitelmassa, miten hoidetaan vesijohdoputkien hygieninen asennustyö, huuhtelut, desinfiointi, painekokeet ja vesinäytteet.

Painekoe tehdään ensimmäisenä, koska jos jo rakennettu johto-osa vuotaa, niin silloin rakennettu linja on kaivettava auki korjaustoimenpiteitä varten. Korjauksen aikana putkeen voi päästä bakteereja.

Painekokeen tarkoituksena on varmistaa, että putki on tiivis. Painekokeen alussa on tärkeää varmistaa, että alkutäyttö on tehty, ja että ilma on poistettu järjestelmästä. Painekokeessa käytetty paine on 1,3 kertaa putken nimellispaine. Painekokeesta laaditaan painekoepöytäkirja (Kuva 10). Painekoepöytäkirja hyväksytään rakennuttajan edustajalla. On tärkeää muistaa, että painekokeen aikana kaivannossa ei saa työskennellä. (RIL 237-1-2010, 82–83.)

Huuhtelussa putki täytetään verkostovedellä. Myös painesäiliöautoja voidaan käyttää huuhtelussa. Painesäiliöautoja käytettäessä on varmistuttava säiliön puhtaudesta sekä siitä, että säiliö on täytetty vesilaitoksen hyväksymästä vedenotto paikasta. Huuhtelua jatketaan 10–15 minuuttia kunnes vesi on silmämääräisesti tarkasteltuna kirkasta. Yleensä vesilaitokset suorittavat huuhtelun rakennetulle verkostolle, ellei urakkaohjelmassa toisin määrätä. Ohjeista poiketen vesilaitokset huuhtelevat putkea usein 1–2 vuorokautta. Veden virtausnopeus ja huuhtelun kesto määräytyvät putken koon ja pituuden mukaan. Isoissa putkissa ei yleensä saada riittävää virtaamaa suuresta tilavuudesta johtuen. Ne pestään yleensä painepesulla ennen varsinaista huuhtelua. (RIL 237-1-2010, 83.)

Viimeisenä toimenpiteenä on vesinäytteen ottaminen. Tarvittaessa johto-osa desinfioidaan natriumhypokloriitilla (NaClO) siten, että desinfiointiveden klooripitoisuus on noin 50 mg/l. Desinfiointi kestää normaalisti 1–3 vuorokautta. Desinfiointin jälkeen putki tyhjennetään klooripitoisesta vedestä ja huuhdellaan vähintään 10 minuuttia. Huuhtelun päätyttyä putkesta otetaan vesinäyte ja toimitetaan se vesilaboratorioon tutkittavaksi. Kolibakteereiden tutkimustulokset valmistuvat yleensä seuraavaksi päiväksi. Kokonaispesäkeluvun tutkiminen kestää noin 3 vuorokautta. Kolimuotoisten bakteereiden määrän on vedessä oltava aina 0 pmy/100 ml. Kokonaispesäkeluku vaihtelee vesilaitoksittain. Yleensä kokonaispesäkeluku ei saa ylittää arvoa 150 pmy/ml. (RIL 237-1-2010, 83.)

SUOMEN MUOVITEOLLISUUSLIITTO FINSKA PLASTINDUSTRIFÖRBUNDET	KOEPÖYTÄKIRJA PAINEKOKKEESTA	SFS 3115
Putkiston rakennuttaja		
Rakentaja		
Työmaa		
Johto-osa		
Putken leimaus		
Koelaitteiston tunnus		
Koelinjan pituus m	Sisähalkaisija	mm
Liitostyyppi	Liitoksien lukumäärä	kpl
Venttiilien lukumäärä kpl	Haarajohtojen lukumäärä	kpl
Veden keskilämpötila °C	Ilman lämpötila	°C

Kokeen vaihe	Aloitettu klo	Paine (MPa)	Vesimäärä
Täyttö vedellä			kokonaismäärä litraa
Paineen nosto koeylipaineeseen p_{e1}			lisävesimäärä litraa
Paineen nosto arvoon $1,3 \cdot p_{e1}$			lisävesimäärä litraa
Paineen lasku arvoon p_{e1}			poistovesimäärä litraa
Lisävesimäärän mittaus			mittaustulos litraa
			laskettu arvo/km · h litraa

Johto-osa täyttää/ei täytä standardin vaatimukset

Lisähuomautuksia

Koe suoritettu standardin SFS 3115 mukaisesti

19 _____ paikka _____ suorittaja _____ rakennuttajan edustaja _____ rakentajan edustaja

Kuva 10. Vesijohdon painekokeen pöytäkirja (SFS 3115.)

5.3 Viettoviemärit

Putkikaivannot pyritään suunnittelemaan siten, että veden pääsy kaivantoon minimoidaan. Kaivu pyritään aloittamaan aina alajuoksulta. Kaivusyvyys määritellään siten, että suunnitelmien mukainen arina pystytään tekemään. Kaivutyössä on huomioitava luiskakaltevuudet eri maalajeja kaivettaessa (Taulukko 8). Mikäli pohjamaa on pehmeää, laitetaan arinan alle tarvittaessa suodatinkangas. Arina tiivistetään vaadittuun tiiveyteen ja tasataan annettuun korkoon. Putki asennetaan paikalleen ja tarkistetaan asennuskorko ennen täyttöä. Täyttö aloitetaan ympärystäyttöön määrättyllä materiaalilla siten, että täyttö tehdään tasaisesti putken molemmin puolin kerroksittain. Täyttömateriaali sullotaan huolellisesti putken ympärille. Tiivistys tehdään tärylevyllä. Tiivistyskalustolla ajetaan putken yli, kun täyttö on edennyt vähintään 0,3 m putken laen yläpuolelle. Tiivistyksessä yliajo- kertojen määrä on 4–6. Kaivannon lopputäyttö tehdään suunnitelmissa määrättyllä materiaalilla. (InfraRyl 2006, 19–46.)

5.3.1 Viettoviemäreiden laadunvarmistuksen kuvaus

Viemärit asennetaan suunnitelmien mukaiseen kaltevuuteen. Pituuskaltevuuden tulee olla vähintään 0,4 % ja ehdoton vähimmäiskaltevuus on 0,3 %. Asennetun viemäri- linjan sijainnin sallittu poikkeama kaivojen välillä on vaakasuunnassa enintään 0,2 * putken sisähalkaisija ja pystysuunnassa enintään ± 20 mm (Taulukko 10). (InfraRyl 2006, 48–60.)

Laatutekijä	Toleranssi		Yksikkö	Toimenpide	Menetelmä	Mitt.väli	Dokumentti	Suorittaja	Vaatimus lähde
	ylä	ala							
Materiaalit (Putket, kaivot)				Materiaalitarkastus			Materiaalitodistus (mm. CE + DoP)	Työnjohtaja	Infra RYL
Alustamateriaali				Materiaalitarkastus	Seulontatulokset		Rakeisuuskäyrä	Työnjohtaja	Infra RYL
Täyttömateriaali				Materiaalitarkastus	Seulontatulokset		Rakeisuuskäyrä	Työnjohtaja	Infra RYL
Asennusalu- tan tasaisuus- vaatimus 3 m:n matkalla	15	– 15	mm	Työnaikainen mittaaminen	Putkilaser	Jatkuva	Työtapatarkkailu	Työvai- hetta te- kevä	Infra RYL
Asennusalu- tan sekä Alku- ja ympä- rystäyttö tiiveyssuhde KA	< 2,5		E2/E1	Mittaus	Loadman	Vähintään 1mittaus/ kaivoväli	Mittaustulokset	Työnjohtaja työvaihetta tekevä	Infra RYL

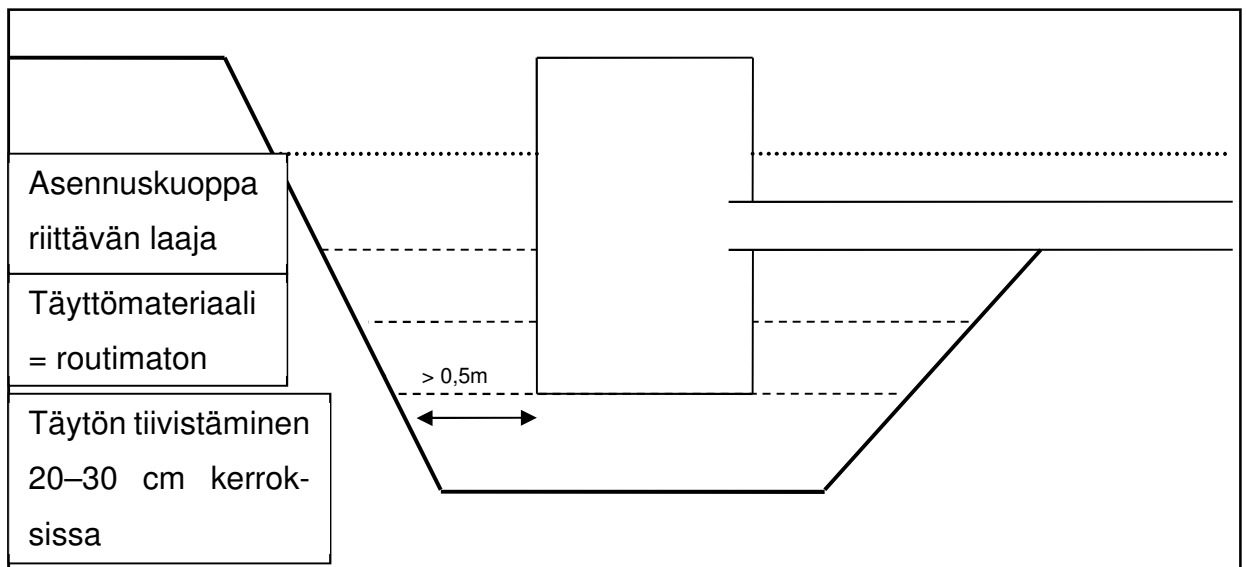
Asennusalueen sekä Alku- ja ympäristäyttö tiiveyysuhde yksittäisen mitaustuloksen	< 2,8		E2/E1	Mittaus	Loadman	Vähintään 1 mittaus /kaivoväli	Mittaustulokset	Työnjohtaja /työvaihetta tekevä	Infra RYL
Kaivon sijainti vaakatasossa, reunatuen vieressä	100	– 100	mm	Mittaus	Takymetri		Tarkepiirustus	Mittamies	Infra RYL
Kaivon sijainti vaakatasossa, muu-	200	– 200	mm	Mittaus	Takymetri		Tarkepiirustus	Mittamies	Infra RYL
Linjan pituus-suunnassa sallitaan poikkeama, kun kaivoon ei ole tiedossa liitty-	300	– 300	mm	Mittaus	Takymetri		Tarkepiirustus	Mittamies	Infra RYL
Kaivon kannen korkeusasema				Mittaus	Takymetri		Kaivotarke-taulukko	Mittamies	Infra RYL
Kaivojen pystysuoruus pystysuoruuden poikkeama / 1m	10	– 10	mm	Työnaikainen mittaaminen	Vesivaaka	Jatkuva	Työtapatarkkailu	Työvaihetta tekevä	Infra RYL
Viettoviemärin sallittu korkeuspoikkeama (vesijuoksun korkeus), kun suunnitelma-asiakirjojen mukainen kaltevuus > 5 ‰	50	– 50	mm	Mittaus	Putkilaser / Takymetri		Kaivotarke-taulukko	Työntekijä / Mittamies	Infra RYL
3...5 ‰	30	– 30	mm	Mittaus	Putkilaser / Takymetri		Kaivotarke-taulukko	Työntekijä / Mittamies	Infra RYL
< 3 ‰	20	– 20	mm	Mittaus	Putkilaser / Takymetri		Kaivotarke-taulukko	Työntekijä / Mittamies	Infra RYL
Viettoviemärin sallittu kaltevuuspoikkeama, kun suunnitelma-asiakirjojen mukainen kaltevuus > 5 ‰	1,5		‰	Mittaus	Putkilaser / Takymetri		Tarkepiirustus	Työntekijä / Mittamies	Infra RYL
≤ 5 ‰	1,0		‰	Mittaus	Putkilaser / Takymetri		Tarkepiirustus	Työntekijä / Mittamies	Infra RYL
Piiloon jäävien rakenteiden todentaminen				Valokuvaaminen		Jokainen kaivo ja tarkastusputki / asennusvaihe	Valokuvat	Työvaihetta tekevä	Tekniset Vaatimukset
Tarkastuskuvaus (video)				Tarkastus	videokuvaus		Raportti + video dokumentti	Kuvausurakoitsija	Infra RYL

Taulukko 10. Viettoviemäreiden laadunvarmistuksen kuvaus (Terra Infra Oy 2019.)

5.3.2 Kaivon asennus

Kaivon asennuksessa tulee huomioida oikea tiivistämistapa koskien sekä kaivon asennusalustaa, vierustäyttöä että tulo- ja lähtöputkia. Sakkapesällisen kaivon asennusta varten tulee kaivaa riittävän laaja asennuskuoppa loivareunaisine luisineen, jolloin sekä vierustäytön, että tulo- ja lähtöputkien alapuolinen tiivistys voidaan toteuttaa kunnolla. Vierustäyttö tulee tehdä routimattomasta materiaalista. Tiivistäminen tulee suorittaa 20–30 cm:n kerroksissa. Kaivon ympärillä tulee olla kauttaaltaan vähintään 0,5 m levyinen alue, jolloin tärylevy mahtuu kulkemaan kaivon ympäri (Kuva 11). (InfraRyl 2006, 48–60.)

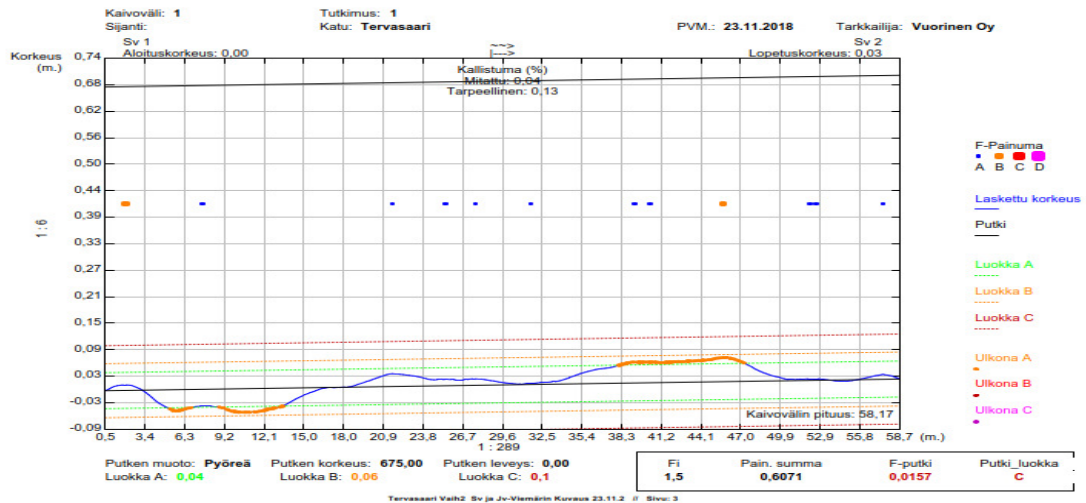
Tulo- ja lähtöputkien ympärys- ja alkutäytön osalta tulee huomioida, että tärylevyllä ei suoriteta tiivistämistä ennen kuin putken päällä on vähintään 0,3 m täytömaata. Samoin tulee huolehtia, että kaivinkoneella tms. työkonella ei kuljeta putkilinjan yli ennen kuin tarvittavat täyttö/tiivistystyöt on suoritettu loppuun asti (InfraRyl 2006, 48–60.)



Kuva 11. Sakkapesällisen kaivon asennus (Terra Infra Oy 2019.)

5.3.3 Viettoviemärilinjojen kuvaus

Kaikki rakennetut viemärilinjat pestään ja Tv-kuvataan. Kuvauksella tarkoitetaan putkien sisäpuolista kuvaamista. Kuvauksella on tarkoituksena saada tietoa kuvattavan putkiosuuden kunnosta ja toimivuudesta. Kuvauksella tarkistetaan myös putkilinjan mahdolliset painaumat ja muodonmuutokset. Kuvauksista laaditaan WinCan-raportti (Kuva 12), josta ilmenee kuvattavan putkiosuuden tiedot, kuten kaivoväli, materiaali, putken koko ja mahdolliset korjaustoimenpiteet. Putkilinjojen virheet määritellään SFS-EN 13508-2 mukaisesti asteikolla 0–4 (Kuva 13). (RIL 237-1-2010, 84.)



Kuva 12. Raportti kuvatusta putkilinjasta (Terra Infra Oy 2019.)

0:	Ei havaintoja EI HAVAINTOJA
1:	HALKEAMA:hiushalkeama SIIRTYMÄ:(A)-liitos auki 10-20mm.(B)-poikkisiirtymä enintään 10mm.(C)-kulmapoikkeama enintään 2 astetta.VUOTO:ilmenee kosteutena tai vuodon jättämänä jälkenä LIITTYMÄN AUKAISU:(1)- avattu reikä on 5mm sivussa(koskee muita kuin X < 5% KAIKKIA VIRHEITÄ KOSKEVA ARVO.UUSINTATUTKIMUS ~5 VUODEN KULUTTUA
2:	HALKEAMA:avoin halkeama SIIRTYMÄ:(A)-liitos auki 20-40mm.(B)-poikkisiirtymä 10-20mm.(C)-kulmapoikkeama on 2-4 astetta. VUOTO:ilmenee veden tippumisena 5 - 15% KAIKKIA VIRHEITÄ KOSKEVA ARVO.UUSINTATUTKIMUS ~2 VUODEN KULUTTUA
3:	HALKEAMA:(1)-putkessa voi irrota tai on irronut palasia.(2)-jäykässä putkessa muodonmuutos enintään 15% putken halk. SIIRTYMÄ:(A)-liitos auki 40-60mm tai tiiviste näkyy lioksessa.(B)-poikkisiirtymä 20-30mm.(C)-kulmapoikkeama 4-6 astetta tai tiivis 15 - 30% KAIKKIA VIRHEITÄ KOSKEVA ARVO.VAATII KORJAUSTA LÄHITULEVAISUUDESSA
4:	HALKEAMA:(1)-putki on menettänyt rakenteellisen lujuutensa.(2)-jäykässä putkessa muodonmuutos yli 15% putken halk.(3)-joustavassa putkessa halkeama putkirikko tai reikä SIIRTYMÄ:(A)-liitos auki yli 60mm tai maa-ainesta näkyy liitoksen läpi.(B)-poikki X > 30% KAIKKIA VIRHEITÄ KOSKEVA ARVO.VAATII KORJAUSTA PIKAISESTI

Kuva 13. SFS-EN 13508-2 standardin mukaiset määritelmät viettoviemäriinjan virheistä (SFS-EN 13508-2.)

5.3.4 Viettoviemäriinjojen tiiveyskoe

Viettoviemäreiden tiiveyskokeessa varmistetaan viemäreiden tiiveys. Tiiveyskoe suoritetaan tulppamaalla kaivoväli kumitulpilla. Tiiveyskoe tehdään usein paineilmalla, mutta testaus voidaan suorittaa myös vedellä. Mikäli tutkittava putki sijaitsee pohjaveden pinnan alapuolella, on koepaineen arvoja korotettava ulkoisen paineen kumoamiseksi. Tiiveyskoe pyritään tekemään yksi kaivoväli kerrallaan 20–100 m välein. Johto-osan tiiveys todetaan kokeen lopussa lisättävän ilma tai vesimäärän perusteella, joka tarvitaan vakiopaineen ylläpitämiseksi. Koepaine vaihtelee välillä 100–650 kPa (100 kPa = 1 bar). Käytettävä koeylipaine riippuu pohjaveden hydrostaattisesta paineesta. Johto-osan vesitiiveydestä laaditaan pöytäkirja (Kuva 14). (SFS 3113; RIL 237-1-2010, 84.)

Rakennuttajan vaatimukset ovat ensisijaisen tärkeitä. Suomessa on useita eri vesilaitoksia, ja niillä jokaisella on omat vaatimuksensa rakennettavasta kohteesta. Vesilaitokset joutuvat noudattamaan ohjeita ja säännöksiä turvatakseen toimivan ja laadukkaan vesihuollon. Rakentajan osuus vesihuollon laadukkaassa rakentamisessa on suuri. Nokian tapahtumat marraskuussa 2007 ovat valitettava esimerkki, kun vesijohtoveteen sekoittui 400 000 litraa jätevettä. Silloin rakennuttajan valvonta ja urakoitsijan osaaminen ja tietämys aiheesta petti niin pahoin, että kolmen ihmisen epäilleen kuolleen. Tapahtuneen jälkeen valvontaa ja laadun-tarkkailua on tehostettu merkittävästi Suomen kaikissa vesilaitoksissa.

Vesihuollon rakentaminen ei ole vaikeaa, jos tuntee ja tietää oikeat menetelmät sekä noudattaa ohjeita. Turhankin usein näen omassa työssäni työmenetelmiä, jotka ovat ristiriidassa laadukkaan rakentamisen kanssa. Usein syynä ovat kiireinen aikataulu, välinpitämättömyys ja kustannusten hallinta.

Laadukkaan lopputuloksen takaavat rakennuttajan riittävät ja tarkistetut lähtötiedot sekä suunnitelmat tarjouspyyntövaiheessa. Näiden lisäksi tarvitaan myös urakoitsijan riittävä ammattitaito kyseiseen työtehtävään sekä suoritteiden oikea hinnoittelu ja töiden suunnittelu ennalta. Rakennuttajan valvonta ja urakoitsijan työnjohdon ja työntekijöiden ammattitaito ovatkin asioita, joilla rakennetaan laadukas vesihuolto.

Lähteet

HMS Turvallisuuspalvelut Oy. 2019. <https://www.hsmturvallisuuspalvelut.fi/vesityokortti/>. Luettu 7.10.2019.

InfraRyl 2006. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset Osa 2. Järjestelmät ja täydentävät osat. Rakennustietosäätiö RTS 2009.

Karttunen, Erkki. 1999. Vesihuoltotekniikan perusteet. Helsinki. Opetushallitus.

Lahti Aqua. 2017. Lahti Aguan suunnitteluohje. (Ei julkinen). Luettu 7.10.2019.

RIL 77-2013. Maahan ja veteen asennettavat kestopuoviputket. 2013. Helsinki. Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry.

RIL 124-2. Vesihuolto 2. 2004. Helsinki. Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry.

RIL 237-1-2010. Vesihuoltoverkkojen suunnittelu. Perusteet ja toiminnallisuus. 2010. Helsinki. Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry.

RIL 237-2-2010. Vesijohtoverkkojen suunnittelu. Mitoitus ja suunnittelu. 2010. Helsinki. Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry.

RIL 263-2014. Kaivanto-ohje. 2014. Helsinki. Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry.

Suomen standardoimisliitto SFS-EN 13508-2. Saimia Finna. <https://online-sfs-fi.ezproxy.saimia.fi/fi/index/hakutulos.html.stx>. Suomen standardoimisliitto SFS-EN 13508-2. Luettu 7.10.2019.

Suomen standardoimisliitto SFS 3113. Saimia Finna. <https://online-sfs-fi.ezproxy.saimia.fi/fi/index/tuotteet/SFS/SFS/ID2/3/1064.html.stx>. Luettu 7.10.2019.

Suomen standardoimisliitto SFS 3115. Saimia Finna. <https://online-sfs-fi.ezproxy.saimia.fi/fi/index/tuotteet/SFS/SFS/ID2/3/1067.html.stx>. Luettu 7.10.2019.

Terra Infra Oy. 2019. (Ei julkinen). Luettu 7.10.2019.

Uponor Oy. Uponor 04/2009, 51003. Uponor yhdyskunta -ja ympäristötekniikka. Laadunvarmistus ja tuotteiden testaus. <https://www.uponor.fi/search-page?q=laadunvarmistus%2Bja%2Btestaaminen&um=0&downloadcenter=1>. Luettu 7.10.2019.

Uponor Oy. Uponor 04/2009, 51024. Uponor yhdyskunta -ja ympäristötekniikka. Käsitteleminen. <https://www.uponor.fi/search-page?q=putkien%2Bk%25c3%25a4sitleminen&um=0&downloadcenter=1>. Luettu 7.10.2019.