



Anette Petjoi-Rolig

# Viemärin asentaminen sekä laadun varmistaminen maanrakennustyö- maalla

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

Mestarityö

1.3.2023

# Tiivistelmä

Tekijä:	Anette Petjoi-Rolig
Otsikko:	Viemäriin asentaminen sekä laadun varmistaminen maanrakennustyömaalla
Sivumäärä:	41 sivua + 2 liitettä
Aika:	5.5.2023
Tutkinto:	Rakennusmestari (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma
Ohjaajat:	Lehtori Anu Ilander

---

Opinnäytetyön aiheena oli viemäreiden rakentaminen ja laadunvarmistus maanrakennustyömaalla. Tavoitteena oli tarkastella yleisiä laatuvaatimuksia infrarakentamisessa viemäriinrakentamisen kannalta ja luoda raportti, jota käyttää apuna tulevaisuuden projekteissa sekä varmistaa viemäreiden laadukas rakentaminen, joka takaa toimivuuden ja pitkän käyttöiän. Lopputuloksena saatiin laadunvarmistukseen keskeiset asiat ja sallitut toleranssit eri työvaiheissa. Aiheen idea tuli työmailta, joissa oli vaihtelevia työolosuhteita sekä innostukseni parantamaan laadunvarmistusta.

Tutkimusmenetelmänä käytettiin kirjallisia lähteitä sekä viemäriinrakennustyömaalta saatuja havaintoja ja kokemuksia. Työssä esitettävät laatuvaatimukset perustuvat InfraRYL:n sekä eri putkimateriaaleille säädetyihin standardeihin. Laatuvaatimukset yleensä tarkentuvat hankekohtaisesti suunnitelma-asiakirjoissa. Työssä pyrittiin laadunvarmistamisen kannalta keskittymään olennaisiin toimiin työtehtävän suunnittelusta valmiin työn tarkastamiseen.

Opinnäytetyössä käsiteltiin myös urakoitsijan ja rakennuttajan roolia sekä rakennushankkeessa olevia velvoitteita, tehtäväsuunnitelman sisältöä, laadunvarmistusmenetelmiä ja urakoitsijan laatusuunnitelmaa. Hankkeen suunnittelun kannalta rakennuttajan myötävaikutusvelvollisuuden noudattaminen on isossa roolissa myös urakoitsijan työtehtävän kannalta.

Avainsanat: viemäri, maanrakennus, laadunvarmistus

## Abstract

Author: Anette Petjoi-Rolig  
Title: Sewer Installation and Quality Management in Excavation Site  
Number of Pages: 41 pages + 2 appendices  
Date: 5 May 2023

Degree: Construction supervisor  
Degree Programme: Degree Programme in Construction Management  
Supervisors: Anu Ilander, Senior Lecturer

---

The subject of the final year project was the construction of sewers and quality assurance at the construction site. The aim was to examine common quality standards at infra-building for sewage construction and create a report which can be used to help with future projects to ensure high-quality construction of sewers guaranteeing functionality and long service life. The result was key elements of quality assurance and accepted tolerances at different stages of the work. The idea arose from work sites with varying working conditions and my enthusiasm for improving quality assurance.

The study methods used were written sources as well as observations and experiences from the sewer construction site. The quality requirements for the graduate study are based on InfraRYL as well as standards for different pipe materials. Quality standards generally become more precise on a project-by-project basis in plan documents. One of the main goals was to focus on the quality assurance essentials activities from job planning to checking finished work.

The thesis discusses the role of the contractor and the developer as well as the obligations of the construction project, the content of the mission plan, quality assurance methods and the contractor's quality plan. For project design purposes the developer compliance with the obligation to contribute has a major role to play also regarding the contractor's task.

Keywords: sewer, excavation, quality control

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	7
2	Viemärit	8
2.1	Yleistä viemäreistä	8
2.2	Viemäreiden perustaminen ja routasuojaus	9
2.3	Työturvallisuus viemäriin asentamisessa	10
2.4	Putkien käsittely, kuljetus ja varastointi	12
3	Laatuvaatimukset	13
3.1	Viettoviemäriputkien materiaalit	14
3.1.1	Viettoviemäriin asennus	18
3.2	Paineviemäriputkien materiaalit	18
3.2.1	Paineviemäriputkien asennus	19
3.3	Kaivannot ja perustaminen	20
3.3.1	Kaivannot	20
3.3.2	Arinarakenteet ja asennusalustat	21
3.3.3	Putkikaivannon täyttö	23
4	Laadunvarmistus työmaalla	26
4.1	Tavoitteet	26
4.2	Viranomaisten edellytykset laadunvarmistustoimenpiteet	26
4.3	Rakennuttajan vastuu laadunvarmistamisessa	28
4.4	Urakoitsijan vastuu laadunvarmistamisessa	29
5	Laadunhallinta viemäriin rakennustyömaalla	30
5.1	Tehtäväsuunnitelma	31
5.2	Menetelmät laadunvarmistamiseen	32
6	Viemäreiden laadunhallinta Teknirakin työmaalla	33
6.1	Kaivannot	34
6.2	Putkikaivannon täytöt	35
6.3	Laadunvarmistus	37
	Lähteet	38

## Liitteet

Liite 1: CE-todistus ja rakeisuuskäyrät. 0/32 kalliomurske

Liite 2: Loadman painonpudotuskokeen tulokset, anturanpohja

## Lyhenteet

EPS	Expanded PolyStyrene, paisutettu polystyreeni.
MRL	Maankäyttö ja rakennuslaki.
N2 ja N3	Suodatinkankaan lujuusluokka.
PE	Muovinen putkimateriaali, jonka raaka-aineena käytetään polyeteeniä.
PP	Muovinen putkimateriaali, jonka raaka-aineena käytetään polypropeenia.
PVC	Muovinen putkimateriaali, jonka raaka-aineena käytetään polyvinyylikloridia.
SG	Valurautaputkesta käytettävä lyhenne.
SN 8	Putken lujuusluokka.
VNa	Valtioneuvoston asetus.
XPS	eXtruded PolyStyrene, suulakepuristettu polystyreeni.

## 1 Johdanto

Jokaisessa hankkeessa on omat haasteensa viemäreiden rakentamisessa. Hyvät suunnitelmat sekä laadukkaasti ja oikeilla työmenetelmillä tehty työ on lähtökohta taloudelliselle ja laadukkaalle rakentamiselle. Työntekijöiden ohjeistus ja riittävä laadunvarmistus on tärkeässä roolissa maanrakennustyömaalla. Virheiden korjaaminen voi olla kallista ja hankalaa, varsinkin jos tekniikka on rakennettu tierakenteen alle. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on viemäreiden rakennustyömaalla laadunvarmistuskansiona. Työssä esitellään yleisesti viemäreitä ja viemäriverkoston päätoimintaperiaate, viemärirakentamisen yleisiä laatuvaatimuksia ja kuvataan rakennushankkeen laadunvarmistustoimenpiteitä eri osapuolten näkökulmasta.

Työssä käsitellään erilaisia viemäreitä, hulevesi- ja jätevesiviemäreitä sekä putkimateriaaleja, joita ovat valurauta, muovi, teräs ja betoni. Tässä työssä ei tulla käsittelemään hule- tai jätevesikaivoja. Maanrakennustyömaalla viemäreiden laadunvarmistukseen kuuluu johtokaivannot ja niiden teko, tuentamenetelmät, putkien eri perustamismenetelmät ja asennusalustat, putkien asennus, täyttötöyt ja kaikkien rakenteiden laadunvarmistustoimenpiteet. Lähdemateriaalina on käytetty muun muassa infrarakentamisen yleisiä laatuvaatimuksia (InfraRYL) sekä työmailta saatuja kokemuksia ja havaintoja.

Tavoitteena on laatia viemäreiden rakennustöissä apuna käytettävä raportti sekä apuna käytettävä raportti kunnolliseen ja parempaan laadunvarmistukseen. Raportin avulla voidaan rakentaa viemäriinjoja taloudellisesti ja laadukkaasti laatuvaatimusten mukaiset laadunvarmistustoimenpiteet tehtynä vaaditulla tavalla.

## 2 Viemärit

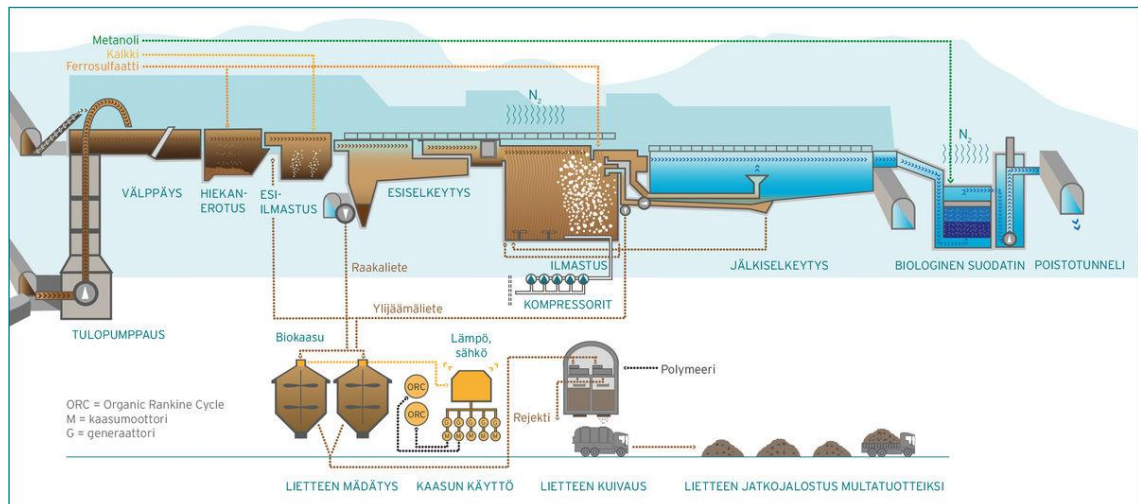
### 2.1 Yleistä viemäreistä

Viemäreillä johdetaan hule- tai jätevesiä käsittelyyn tai paikkaan, jossa niistä ei aiheudu haittaa luonnolle tai terveydelle. Viemäreiden tulisi toimia mahdollisimman häiriöttömästi ja suunnittelussa putkikoon mitoitus tulisi vastata niissä virtaamaa vesimäärää.

Nykyään viemärit jaetaan pääsääntöisesti kahteen eri ryhmään: jätevesiviemärit ja hulevesiviemärit. Aikaisemmin on myös ollut käytössä sekaviemärit, joissa jätevedet ja hulevedet johdetaan jätevesilinjaan samassa putkessa. Sekaviemäreitä voi olla vielä joissakin vanhoissa taloissa, mutta ne pyritään poistamaan ja muuttamaan erillisviemäreiksi saneerauksien yhteydessä.

Hulevesiviemärit keräävät sulamis- sekä sadevesiä, jotka virtaavat kohti merta, järviä, jokia tai puroja. Hulevedet johdetaan mereen tai vesistöihin suoraan tai kunnan hulevesijärjestelmään kuuluvien avo-ojien ja viivytys- ja muiden rakenteiden kautta. Pääsääntöisesti hulevettä ei puhdisteta, vaan hulevedet purkavat suoraan vesistöön puhdistamatta.

Jätevedet johdetaan jätevesipuhdistamoille, jossa jätevedestä saadaan poistettua roskat sekä pääosa orgaanisesta aineesta, typestä ja fosforista. Jäteveden puhdistamisesta syntyy sivutuotteena kierrätettävää materiaalia sekä puhdistetut vedet johdetaan yleensä tunneleiden kautta mereen (kuva 1). [2.]



Kuva 1. Jätevedenpuhdistamo, HSY

Jätevesiä voidaan myös johtaa haja-asutusalueilla tontin omiin kaivoihin, josta jätehuolto autot käyvät tyhjentämässä kaivon ja toimittavat jätevedetpuhdistamolle.

Viemärit voidaan rakentaa joko paine- tai viettoviemärinä. Paineviemärillä siirretään jätevettä pumppaamalla. Viettoviemärillä taas kuljetetaan jätevettä painovoiman avulla putken kaatosuuntaan. Peruseriaate on, että pienemmillä linjoilla kootaan vesiä suurempiin runkolinjoihin, joihin voi yhtyä useampia pienempiä viemäriinjoja. Suuret runkolinjat kuljettavat jäteveden jätevedenpuhdistamolle.

## 2.2 Viemäreiden perustaminen ja routasuojaus

Viemärit yleensä rakennetaan yhdessä muun vesihuolto järjestelmien kanssa. Samaan kaivantoon yleensä viemäriin kassa sijoitetaan vesijohto. Viemärit voidaan perustaa maanvaraisesti tai tarvittaessa vahvistetulle pohjalle. Jos maanpohjan kantavuus ei ole riittävä, voidaan viemäri perustaa esimerkiksi paalulataalle. Yleisesti putkille rakennetaan tiivistetty arina sekä asennusalusta ja putken päälle tehdään riittävän hienosta materiaalista alkutäyttö, joka suojaa putkea lopputäytön perusmaalta. Täyttömateriaalien tulee olla infrarakentamisen yleisten laatuvaatimusten mukaiset. Mikäli viemäri sijaitsee routarajan yläpuolella tai niillä on muu jäätymisvaara, tulee putket routasuojata.

Routasuojavaatimukset on yleensä esitetty suunnitelma-asiakirjoissa. Lämmöneristeet voivat olla putken ympärillä tai sisällä olevia kourueristeitä tai levyeristeitä, jotka asennetaan putken päälle tai ympärille rakennettavia kotelaita, jotka tehdään levyeristeistä. Lämmöneristeenä voidaan käyttää suulakepuristamalla (XPS) tai polystyreenistä paisuttamalla (EPS) valmistettua eristettä. Kevytsoraa voidaan myös käyttää lämmöneristeenä.

Lämmöneristeiden alle jäävä täyttö tulee tasata ja tiivistää hyvin, niin että täyttö ei tiivisty epätasaisesti levyjen alla ja siten aiheuta levyjen rikkoutumista. Jos kaivannon pohja on jäässä, se tulee sulattaa ennen putkien ja eristeiden asennusta.

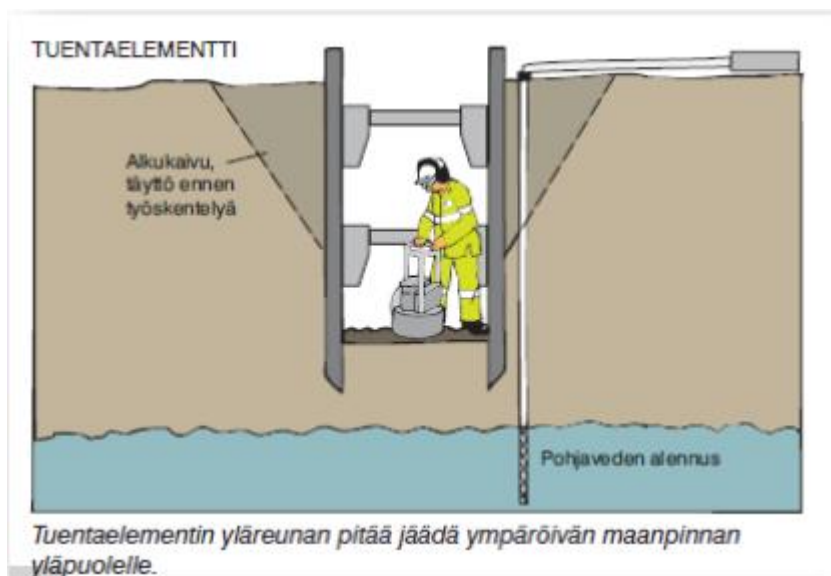
### 2.3 Työturvallisuus viemärin asentamisessa

Turvallisuuslainsäädännöt, jotka ovat merkittävimmät rakennusturvallisuutta koskevat ovat Työturvallisuuslaki 738/2002, Maankäyttö ja rakennuslaki MRL sekä VNa 205/2009 Rakennustyön turvallisuudesta, mistä löytyy erilaisiin kaivantoihin liittyen vaatimusluokat sekä rakentamiseen pätevyysvaatimukset.

Työturvallisuuslaki edellyttää yleisesti, että kaikki vaarat, jotka liittyvät työhön ovat selvitettävä ja mahdollisuuksien mukaan poistettava. Kaivantotyöt ovat laissa määritelty erityistä vaaraa aiheuttavaksi työksi sortumisvaaran takia. Valtioneuvoston asetuksessa 205/2009 kerrotaan, että vaarojen vastuu on jaettu niin, että jokaisella osapuolella rakennushankkeella on omalta osaltaan huolehtimisvelvoite. Kaikkien osapulien on yhdessä ja omalta osaltaan huolehdittava hankkeen turvallisuudesta.

Viemäreille kaivantoa tehdessä, riippuen sijainnista ja maaperästä, tulee valita kaivantotyyppi. Jos viemärin sijainti on kohdassa, jossa on erittäin rajallisesti tilaa tai maaperä sellaista, että ei pysy penkassa, tulee käyttää kaivantotukia (kuva 2) tai muita tukiseinätyyppejä. Kaivannossa virtaavat vedet ovat myös riski, sillä vesi voi saada kaivannon sortumaan. Toinen yleisin tuentavaihtoehto on myös ponttaus eli teräsponttiseinä, jolla saadaan aikaiseksi myös todella

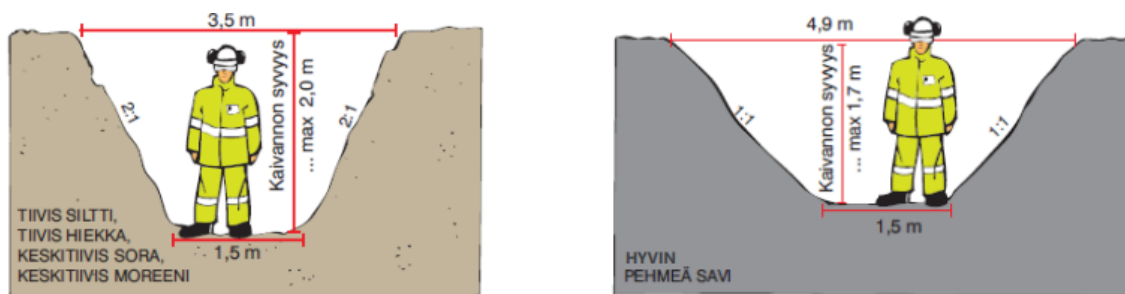
kapeita kaivantoja. Luiskattua kaivantoa voidaan käyttää, jos maaperä ja työkentelytilat sallivat sen.



Kuva 2, Tuettu kaivanto, Terrawise kaivantoturvallisuus

Kaivannossa työskentely on työturvavariski. Yleisin tapaturma maanrakennusalalla on kaivannon sortuman alle jääminen, joka on myös johtanut useampaan kuoleman tapaukseen. Kaivannossa saa oleskella vain työntekijät, jotka parhaillaan suorittavat siellä jotakin työtehtävää, eikä kaivantotöitä saa suorittaa koskaan yksin. Työskentely kaivannossa on sallittu vain tuetussa tai luiskatussa kaivannossa (kuva 3). Kaivantoon laskeudutaan sitä varten tarkoitettua kulkutietä pitkin, ei koskaan hyppäämällä. Yli kaksi metriä syvät kaivannot tulee aida.

Kaivuumaita ei tule läjittää kaivannon välittömään läheisyyteen. Maaperän kantavuus heikkenee kuivumisen kuin sateenkin seurauksena kaivannon ollessa avoinna. [13.]

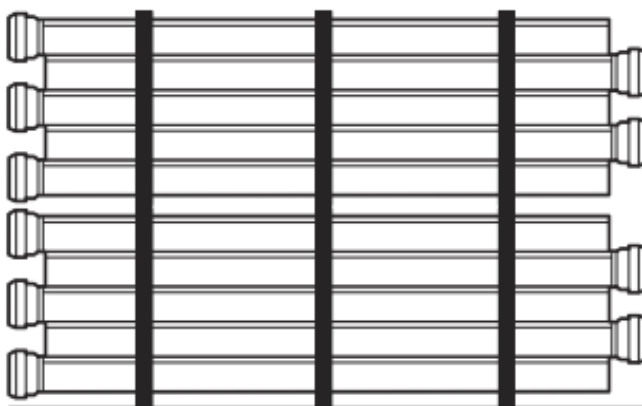


Kuva 3, Kaivannon luiskaaminen, Terrawise kaivantoturvallisuus

## 2.4 Putkien käsittely, kuljetus ja varastointi

Putkia on käsiteltävä riittävän varovasti. Putket saattavat vaurioitua pudotessa tai heitettäessä. Putken tai putkikiepin vetämistä maassa on vältettävä, ettei putkien pinta naarmuunnu haitallisesti.

Kun putkia kuljetetaan tai varastoidaan, tulee huolehtia siitä, että niihin ei jää pysyviä taivutussäteitä. Samoin on huolehdittava siitä, että muhveilla varustetut putket varastoidaan niin, etteivät niiden muhvit kuormitu (kuva 4). Vesijohtoputkien päät on suojattava varastoinnin ja kuljetuksen ajaksi.



Kuva 4, putkien varastointi [6, s. 4.]

On otettava huomioon putkia asennettaessa, että taivutus ei saa kohdistua muhviin. Paineputkia ei saa taivuttaa kohdista, mihin myöhemmin tulee haaraliitoksia.

Putket kuljetetaan suoralla kuljetusalustalla, jossa ei saa olla teräviä särmiä tai muita putkia vahingoittavia esineitä. Kuljetuksen aikana putkien liikkuminen voidaan estää esimerkiksi verkkoa käyttämällä. Erikokoisia putkia kuljettaessa painavimmat putket pinotaan alimmaiseksi. Jos putkia kuljetetaan sisäkkäin, pienempi putki on poistettava ensin ja pinottava erikseen.

Jos putkia käsitellään mekaanisilla nostolaitteilla, on käytettävä sellaisia nostoliinoja ja varusteita, jotka eivät vahingoita putkia.

Jos putkia varastoidaan pitkäaikaisesti, tulee putkien varastointi paikan olla tasainen. Suositeltavina on putkien varastointi kuljetuspakkauksissaan. Jos putkia tullaan varastoimaan pitkään, ne on syytä suojata auringonvalolta.

Jos putket varastoidaan pinottuna, pinon korkeus ei saa ylittää 3 metriä. Putkiyhteet kuljetetaan ja varastoidaan valmisajan ohjeiden mukaisesti.

Muoviputkien iskulujuus alenee lämmön laskiessa. Jos putkia joudutaan kuljettamaan alle -15 °C:n lämpötilassa, on noudatettava putkien valmistajan antamia ohjeita.

### **3 Laatuvaatimukset**

Laadunvarmistukseen viemäri-asennustyömaalla kuuluu kaivannon syvyyden tarkistaminen, kaivannon turvallisuus, arinarakenteen ja asennusalustan paksuus, tiiveys ja laatu, putkien materiaalit, laatu sekä putkien asennus oikeaan tasoon, kaltevuus oikeaan suuntaan, alkutäytön oikea paksuus oikealla materiaalilla ja lopputäyttöjen oikea materiaali sekä täyttöjen tiiveys.

Laatuvaatimuksista viemäri-asennustyömaalla löytyy esimerkiksi seuraavia teoksia:

- InfraRYL
- Maankäyttö- ja rakennuslaki, MRL

- MaaRYL
- RIL-suunnittelu ja toteutusohjeet
- Ratu-menekit ja menetelmät.

Putkien ja kaivojen valmistajia löytyy Suomesta useita, esimerkiksi Pipelife Oy ja Uponor Suomi Oy. Heillä on paljon putkien asennusohjeita sekä kattavaa tietoa putkien materiaaleista, ominaisuuksista ja käyttötarkoituksista.

### 3.1 Viettoviemäriputkien materiaalit

Viemäriputkina käytetään joko muovi-, betoni-, teräs- tai valurautaputkia. Yleisin putkimateriaali on muovi. Putkien jäykkyys- ja lujuusluokka tulee olla suunnitelma-asiakirjojen mukainen.

Muoviputkelle yleisin lujuusluokka on SN 8. Jäykkyysluokka putkelle valitaan liikennekuorman ja peittosyvyyden mukaan. Jos suunnitelma-asiakirjoissa ei ole kerrottu putkelle jäykkyysluokkaa, tuolloin käytetään SN 8 putkea. Viettoviemäriputkissa käytettävän betoniputken kestävyysluokka on yleisesti katualueilla 150-1000 mm:n putkella B, ja 225-3000 mm:n putkella Br ja Dr. B-luokan putket ovat raudoittamattomia, kun taas Br- ja Dr-putket ovat raudoitettuja. Dr-putkissa on isompi hyväksymisrajakuorma ja isompi murtolujuus kuin Br-putkessa. [1 s. 88.]

Käytettäviä muoviputkimateriaaleja viettoviemäreissä ovat PP, PE ja PVC-U -putket, eikä näillä ole varsinaista paineenkestovaatimuksia. PE-putkien, eli polyeteeniputket, tavallisimmat materiaalityypit ovat PE 80 ja PE 100. Materiaalityypinä löytyy myös PE 40, joka on huomattavasti pehmeämpää verrattuna PE 80 tai PE 100.

PE-putket odotettuun elinikään vaikuttavat:

- PE-materiaalin ominaisuudet

- putket kuormitustaso
- kuormitusaika
- lämpötila
- ympäristötekijät.

PE-paineputkien eri lujuusluokat perustuvat vähintään 50 vuoden jatkuvaan paineelliseen kuormitukseen vedessä 20 °C:n lämpötilassa. Oikein paineistettuna PE 100 putken elinikä voi olla jopa 100 vuotta. [7 s. 5.]



Kuva 5, PE-paineputki, Uponor Oy

PP-putki, eli polypropeenista valmistettu putki, on rakenteeltaan kiteinen muovi, joka kestää erilaisten muiden aineiden vaikutuksia, kuten liuottimia, emäksiä ja happoja. Yleensä PP-muoviputkia valmistaessa, lisätään seokseen hieman PE-muovia, jolloin saadaan materiaali sitkeämmäksi, jolloin tuotteen ominaisuus paranee. [Pipelife, muovi raaka-aineet.]



Kuva 6, PP-sadevesiputki, Onninen Oy

PVC-putki, eli polyvinyylidikloridista valmistettu putki, on maailman yleisin kesto-  
muovi, jota käytetään muun muassa rakennusteollisuudessa. Suosio perustuu  
muovin mekaanisten ominaisuuksien kestävyteen. PVC-muovi on sitkeää, ke-  
vyttä ja helposti muokattava materiaali. [Pipelife, muovi raaka-aineena.]

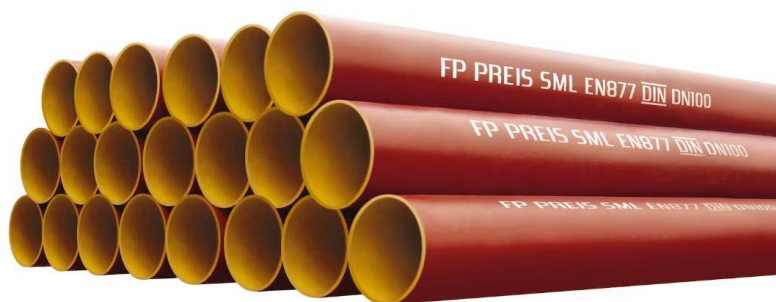
PVC-putken ominaisuuksia:

- jäykkyys
- iskulujuus
- palamattomuus
- ``ikuinen`` kestävyys
- säilyttää ominaisuutensa myös kierrätettynä.



Kuva 7, PVC-U viemäriputki, Pipelife

Kun rakennetaan viettoviemäriä, voidaan tilanteen vaatiessa käyttää myös valurautaa tai teräsputkea. Valurautaputket ovat pallografiittivalurautaisia materiaaliltaan ja sisäpinnaltaan sementtipinnoitettuja. Viettoviemäriputket liitetään kumitiiviste-, liitin-, tai laippaliitoksilla putken valmistajan ohjeiden mukaan.



Kuva 8, valurautaviemäriputki, Presis

### 3.1.1 Viettoviemärin asennus

Viettoviemärin asennustöissä noudatetaan putkien ja tarvikkeiden valmistajien ohjeita. Ennen viemärin asennusta kaivanto ja asennusalusta tarkastetaan. Putket asennetaan asennusalustalle tai arinalle, jotka ovat suunnitelma-asiakirjojen mukaiset. Asennuksen yhteydessä putken ja tarvikkeiden kunto tarkastetaan silmä määräisesti, sekä puhdistetaan huolellisesti. Jos putki tai tarvikkeet ovat vioittuneet, niitä ei saa käyttää. Yleensä kun putkia asennetaan, muhvi asetetaan virtaussuuntaa vastaan. Kun putket on asennettu, linjan tulee olla suora, sekä liitoksissa saa olla kulmapoikkeamaa. Tärkeää on, että putki tukeutuu koko matkalta asennusalustaan. Liitosmuhvien ja laippojen kohdalle kaivetaan asennusalustaan sopivat syvennykset, ettei putki jää kannattelemaan niiltä kohdilta. Myös liitoskohdat tulee varmistaa, että putki on työnnetty muhviin loppuun asti. Asennustöiden aikana on huolehdittava, että kaivanto pysyy koko ajan kuivana. Jos asennustyöt joudutaan keskeyttämään, putki tulpataan, ettei putkeen pääse mitään sinne kuulumatonta.

### 3.2 Paineviemäriputkien materiaalit

Paineviemärissä putkien materiaalina voidaan käyttää PE-, PVC-U, betoni-, SG- tai teräputkea. Käytettävän materiaalin valintaan vaikuttaa maaperäolosuhteet sekä paineluokkavaatimus. Paineluokka valikoituu yleensä käyttöpaineen perusteella, mutta otetaan myös huomioon putkissa esiintyvä mahdollinen alipaine. Paineputket liitetään hitsaus-, laippa- tai liitinliitoksia käyttäen putken valmistajan ohjeiden mukaan (Kuva 9). Betoniputkea voidaan käyttää ainoastaan putkilinjoissa, joiden käyttöpaine on enintään 3 baaria.



Kuva 9, PE-paineputki, hitsattava muhvi (Anette 2022)

### 3.2.1 Paineviemäriputkien asennus

Putkien ja tarvikkeiden asennustyössä noudatetaan valmistajan ohjeita. Kaivanto ja asennusalusta tarkastetaan ennen putken asennusta. Putket asennetaan suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti laatuvaatimukset täyttävälle asennusalustalle tai häiriintymättömän maaperän varaan. Liitoskohtiin kaivetaan riittävä asennustila. Putken etäisyys muista putkista tulee olla 200 mm ja kaivoista tai muista rakenteista 100 mm.

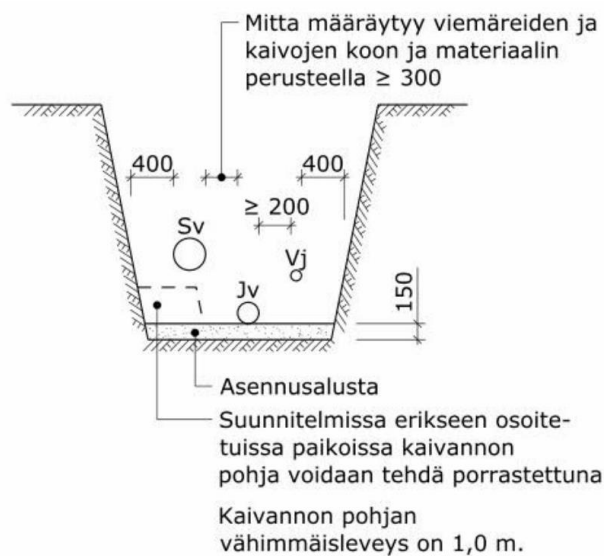
PE-putket liitetään sähköhitsattavilla muhveilla, valurautasilla tai muovisilla laippayhteillä tai purkuhitaamalla. Liitokset määräytyvät yleensä käytettävän putken koon ja osan perusteella. Kun käytetään mekaanisia liittimiä, on käytettävä putken jäykistämiseksi tukiholkkia. Tiivistettä ja ruostumattomia tai haponkestäviä pultteja, muttereita ja aluslevyjä käytetään laippayhteissä. Pultit kiristetään oikeaan momenttiin valmistajan ohjeen mukaisesti.

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

### 3.3 Kaivannot ja perustaminen

#### 3.3.1 Kaivannot

Johtokaivannon pohjan leveyden määrittää putkien ulkohalkaisija, putkien välinen keskeinen etäisyys sekä putkien ulkoreunan ja kaivannon seinämän välinen etäisyys perusteella. Jos kaivannossa työskennellään, kaivannon pohjan leveys tulisi olla vähintään 1 m leveä (kuva 8). Tyypillisesti putkijohtokaivannossa on kuvan 10 mukaisesti vesijohto, sadevesi- ja jätevesiviemäri.



Kuva 10, Tukemattoman kaivannon vähimmäismitat, [4, s.249.]

Kaivantosuunnitelma tulee tehdä kaikista yli 2 metriä syivistä kaivannoista ja niistä, joissa on olemassa sortumisvaara. Kaivantosuunnitelmasta tulee selvittää luiskankaltevuus, kaivuussyvyys, tuennan tarve kaivannolle ja lähirakenteille ja pohjaveden alenemisen tarve. Luiskien kaltevuus ei saa olla jyrkempi kuin 2:1. Taulukossa 1 annetaan ohjeellisia kaltevuuksia erilaisille maaperille.

Taulukko 1, Putkijohtokaivannon ohjeellisia luiskakaltevuuksia, Infra RYL, maa- pohja- ja kalliorakenteet

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

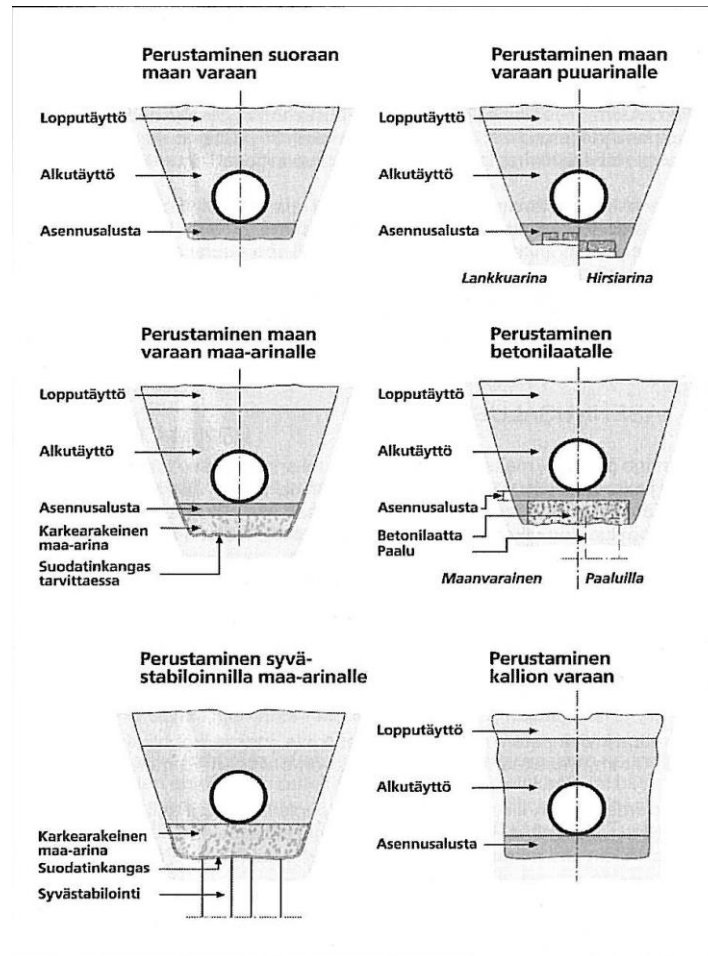
Kaivantosuunnittelu on todella tärkeää työturvallisuuden kannalta. Jos kaivannossa työskennellään, pohjan tulee olla vähintään 1 metrin levyinen. Muutoin kaivannon mitat määrittää putkien koko, asennussyvyudet, putkien väliset etäisyydet, liitokset, tasauskerros ja ympärystäyttö.

Kaivumassoja ei saa tilapäisesti läjittää siten, että ne aiheuttavat kaivannon luiskien sortumisvaaran. Myöskään ei saa käyttää jäistä pintakerrosta hyväksi kaivumassojen läjityksessä, kaivannon tukemisessa tai luiskien kaltevuuksia määrittämisessä kaivutyön aikana.

Kaivannon pohjan ja luiskien, pohjaveden pinnan ja ympäristön tarkkailu toteutetaan kaivantosuunnitelmien mukaisesti. [4, 2. 249.]

### 3.3.2 Arinarakenteet ja asennusalustat

Arinarakenteina putkikaivannossa voidaan käyttää puuarinaa, teräsbetoniariaa, teräslevyarinaa tai kiviainesarinaa. Yleisesti käytetään kiviainesarinaa hyvissä maaperäolosuhteissa. Teräslevyä tai teräsbetonilaattaa käytetään, jos pohjamaa on pehmeää tai halutaan tasata painumaeroja. Maaperän stabilointia voidaan käyttää erittäin pehmeissä olosuhteissa, kuten myös teräsbetonilaatan alla paalutusta. Puuarinaa käytetään nykyään hyvin harvoin. Esimerkkejä erilaisista arinarakenteista kuvassa 11.



Kuva 11, Erilaisia putkien perustamisratkaisuja, [RIL 77-2013.]

Kiviainesarinaan käytettävän materiaalin kelpoisuus osoitetaan ensisijaisesti CE-merkinnällä (Liite 1). Kelpoisuus voidaan osoittaa myös luotettavasti ao. ministeriön tuotehyväksynnöillä tai rakennuspaikkakohtaisilla kokeilla.

Arina tehdään yleensä sorasta tai murskeesta, jonka suurin raekoko on enintään 2/3 kerroksien paksuudesta, mutta kuitenkin enimmillään 150 mm. (Infra-RYL 2020) Hankekohtainen rakeisuus määritellään suunnitelma-asiakirjoissa. Jos perusmaan ja arinan väliin tarvitaan suodatinkangas, tulee käyttöluokan olla vähintään N2 tai tiealueilla N3 kuitukangasta.

Arinan päälle tehdään suunnitelmien mukainen tasauskerros. Tasauskerros tehdään sorasta, hiekasta tai murskeesta. Tasauskerros tiivistetään 0,1...0,2 tonnin painoisella tärylevyllä vaadittuun tiiveysasteeseen, joka saadaan yleensä 4...6 ajokerralla. Tiiveydet todetaan mittauksin ja tulokset dokumentoidaan.

Kiviainesarinan alusta tulee olla kuiva sekä sula ennen kuin arina rakennetaan. Kaikki jää ja lumi on poistettava kaivannosta ennen pohjan tasauksia ja täyttöjä. Jos rakennetaan veteen, tulee kaivannon pohja muotoilla siten, että turhalta kaivannon pohjan löyhtymiseltä vältytään. Koko rakentamisen ajan, kaivannon kuivana pito on tärkeää. Työaikainen pohjavedenpinnan alennus voidaan joutua tekemään, jos pohjaveden pinta ylettää kaivannon pohjan yläpuolelle. Kaivannossa seisova vesi häiriinnyttää perusmaan ja arinan, jolloin tiivistymättömälle arinalle ei voida asentaa putkea.

### 3.3.3 Putkikaivannon täyttö

#### 3.3.3.1 Alkutäyttö

Putken päälle ja sivuille tehdään alkutäyttö, jonka materiaali ei saa vahingoittaa putken pintaa eikä sisältää putkia tai liitosmateriaaleja vahingoittavia aineita. Alkutäyttö voidaan tehdä sorasta, hiekasta tai murskeesta. Savea, turvetta tai liejua ei saa käyttää alkutäytöissä. Liikennöitävällä alueella ei saa käyttää routivia täyttömateriaaleja. Liikennöitävän alueen ulkopuolella alkutäyttönä voidaan käyttää esimerkiksi silttiä, moreenia ja savea. Lunta ja jäätä ei saa olla käytettävissä täyttömateriaalissa. Myös liian märkää materiaalia ei saa käyttää tiivistymisen kannalta. Täyttö tiivistetään käyttämällä kevyitä menetelmiä esimerkiksi lapiolla tai jaloilla tallomalla. Työn aikana tulee estää putken liikkuminen ja ylösnouseminen, esimerkiksi painamalla putkea jalalla alaspäin tai täyttämällä putki vedellä. Kun putken päällä on vähintään 300 mm täyttö, maakerros voidaan tiivistää koneellisesti.

Alkutäytön materiaali valitaan putkimateriaalin mukaan. Betoniputkien alkutäyttö liikennöivällä alueella tehdään routimattomalla materiaalilla hyvin tiivistäen. Materiaalin tulisi olla enimmäisraekooltaan 63 mm jos putken sisähalkaisija on enintään 300 mm ja 100 mm, kun putken sisähalkaisija on yli 300 mm. Kuitenkin liikennöivän alueen ulkopuolella alkutäyttö betoniputken päällä saa olla enintään 100 mm. Muoviputken alkutäytössä käytettävän luonnonkivimateriaalin enimmäisraekoko tulisi olla 10 % putken nimellimitasta DN kuitenkin siten, että

putkille DN < 200 enimmäisraekoko on 20 mm ja putkille DN > 100 mursketta voidaan käyttää alkutäytön materiaalina, jonka enimmäisraekoko on 16 mm. Teräspankujen osalta alkutäyttömateriaali valitaan valmistajan ohjeiden mukaisesti. [4, s.337.]

Valmiin alkutäytön vaatimus, jos muuta ei esitetä, on kun täyttöjen tiiveysvaatimus on sama muin ympäröivän tai päälle tulevan rakenteen tiiveysvaatimus. Alkutäytön tiiveyden toteamiseen voidaan käyttää esimerkiksi pudotuspainolaitetta tai levykuormituslaitetta. Tiiveysaste on keskimäärin vähintään 95 % enimmäiskuivairtoihydestä tai tiiveyssuhde on keskimäärin alle 2,5. Pienin sallittu yksittäinen mittaustulos saa olla tiiveysasteen mittauksissa 92 % tai tiiveyssuhteen mittauksissa 2,8.

### 3.3.3.2 Lopputäyttö

Lopputäyttö tierakenteessa päättyy rakennekerrosten alapintaan ja olemassa olevaan maanpinnan tasoon tiealueen ulkopuolella. Jos lopputäyttöä ei tehdä tiivistämiskelpoisia kaivumaita käyttäen, tuotteen kelpoisuus osoitetaan standardin SFS-EN 13242 [4, s.341.] mukaisella CE-merkinnällä, suoritustasoilmoituksella ja rakeisuuden tutkimustuloksilla, kun laadunvarmistus on tehty edellä mainitun standardin mukaisesti. Jos tuotetta ei voi CE-merkitä, eli tuote valmistetaan rakennuskohteessa käyttöön suoraan tai otetaan käsittelemättä rintauksesta tai rakennuskohteesta tai enimmäisraekoko on  $D > 90$  mm, laadunvarmistuksen on täytettävä standardin SF-EN 13242 vaatimukset soveltuvin osin ja tuoteominaisuudet ovat tässä luvussa esitettyjen vaatimusten mukaiset.

Lopputäyttöön käytettyjen materiaalien kelpoisuus todetaan rakeisuustutkimuksilla. Materiaalin kelpoisuutta tarkkaillaan silmämääräisesti työn aikana.

Ennen täyttöjen aloittamista huolehditaan, että kaivannossa ei ole lunta, jäätä tai jäätyynyttä maa- tai kiviainesmateriaalia.

Maksimiraekoko on 2/3 tiivistyskerroksesta ja on enintään 200 mm. Louhepenkereeseen tehdyt kaivannot ja kalliokanaalit täytetään 0–200 mm soralla tai

vastaavalla materiaalilla, joka on routimatonta. Lopputäyttö tehdään kerros kerrokselta tiivistäen kuten alkutäytössä. Louheesta tehty lopputäyttö kiilataan murskeella lopputäytön yläpinnasta. Soraa, mursketta tai hiekkaa käytetään tiealueilla ja tiealueiden ulkopuolella voidaan käyttää esimerkiksi kaivannon kaivuumaita. Lopputäyttö, joka on tehty oikeaoppisesti, estää putkien muodonmuutosten syntymisen sekä painumiset tierakenteissa. Valmistajan antamat ohjeistukset tulee huomioida suunnittelussa. [4, s.341.]

Lopputäyttöjen tiiveyttä tarkkaillaan työsuorituksen valvontamenetelmillä koko asennettavan putken matkalta ja liikennöidyllä alueilla tiiveys todetaan mittauksin. Tiiveystarkkailun perustuessa tiiviyssuhteeseen, mittauksen tehdään 20 m välein. Jos lopputäyttöjen tiiveyttä mitataan kannettavalla Loadman-pudotuspainolaitteella, on tiiveyssuhde  $<2,9$  (132 mm pohjalevy). Liikennöidyn alueen ulkopuolella valmiin lopputäytön tiiveydet määräytyvät päälle tulevan rakenteen mukaan tai ne osoitetaan suunnitelma-asiakirjoissa. [4, s.343.]

Taulukko 2, Alusrakenteen kantavuusluokitus katurakenteissa, [4, s. 310.]

**Taulukko 18111:T1. Alusrakenteen kantavuusluokitus katurakenteissa.**

Maalaji	Tarkennus	Lyhennys	Luokka
Kallio	kallio louhe <sup>1)</sup> murske <sup>1)</sup>	Ka Lo M	A
Kivet <sup>1)</sup>		Ki	A
Sora		Sr	B
Soramoreeni	routimaton routiva <sup>2)</sup>	rton SrMr SrMr	C E (F <sup>4)</sup> )
Hiekka	routimaton karkea routimaton keskikarkea routimaton hieno routiva keskikarkea routiva hieno	rton kaHk rton keHk rton hHk keHk hHk	C D D (E <sup>4)</sup> E E (F <sup>4)</sup> )
Hiekkamoreeni	routimaton routiva <sup>2)</sup>	rton HkMr HkMr	D (E <sup>4)</sup> E (F <sup>4)</sup> )
Siltti Silttimoreeni		Si SiMr	F (G <sup>4</sup> ), E <sup>5)</sup> )
Savi	kuivakuori (h $\geq$ 1m) sitkeä (Su $\geq$ 25 kN/m <sup>2</sup> ) <sup>3)</sup> pehmeä (Su < 25 kN/m <sup>2</sup> ) <sup>3)</sup>	kuivak. Sa Sa Sa	E F (E <sup>5)</sup> G
Lieju Turve		Lj Tv	G
Kantavuus	A = 300 MN/m <sup>2</sup> B = 200 MN/m <sup>2</sup> (150...280) C = 100 MN/m <sup>2</sup> (70...150) D = 50 MN/m <sup>2</sup> (35...70) E = 20 MN/m <sup>2</sup> (15...35) F = 10 MN/m <sup>2</sup> (5...15) G = 5 MN/m <sup>2</sup>		

## 4 Laadunvarmistus työmaalla

### 4.1 Tavoitteet

Laadunvarmistus sisältää toimenpiteet, jotka ovat tarpeellisia riittävän varmuuden saamiseksi siitä, että rakennus ja rakenteet täyttävät sille asetetut laatuvaatimukset. Laaduntarkastus liittyy myös laadunvarmistukseen. Laaduntarkastuksessa mitataan laatua ja verrataan asetettuihin tai sovitettuihin vaatimuksiin. Yhteisnimitys erilaisille laadunvarmistuksille on laadunvalvonta. Laadunvarmistus ei voi kuitenkaan ainoastaan nojata tarkastuksien varaan vaan myös tarkastaminen edellyttää myös laatuvaatimusten selvittämistä ja niiden kertomista työntekijöille sekä osapuolen yhteistoiminnan kehittämistä.

Myös isona tavoitteena laadunvarmistamisessa on varmistaa, että hankkeen laatuvaatimukset ja muu tiedotus tavat kulkevat moitteettomasti ja systemaattisesti niin rakennuttajien, suunnittelijoiden kuin urakoitsijoiden välillä. Laadunvarmistuksen tavoitteisiin kuuluu myös se, että väärinymmärretyistä ja epätasmoisista tai puuttuvista tiedoista johtuvat ongelmat tai virheet saadaan poistettua. Kun laadunvarmistus toimii oikein, vastuut ja velvollisuudet ovat selvät ja selkeät osapuolilla sekä tehdyt päätökset arkistoituvat systemaattisesti palvelemaan korjaavaa toimintaa.

### 4.2 Viranomaisten edellytykset laadunvarmistustoimenpiteet

Yleinen ohjeistus rakentamisessa perustuu rakennusmääräysten, asetusten ja lakien tasoihin säännöksiin. Asetuksessa ja laissa ovat vaatimukset jotka koskevat rakentamista ja joiden on tarkoitus varmistua rakentamiselta edellytetty vähimmäistaso. Suomen rakentamismääräyskokoelmassa on näitä koskevat tarkemmin, suurimmaltaosin tekniset määräykset. Maankäyttö- ja rakennuslaki (MRL) edellyttää rakennusyon suoritukselta niin, että se täyttää annettujen määräysten ja säännösten vaatimukset sekä hyviä rakennustavan vaatimuksia lain nojalla. Viranomaisella on tehtävänä varmistaa ammattitaito ja asiantuntemus hankkeessa mukanaolevilla. Laissa on asetettu rakennuttajalle erityinen

huolehtimisvelvollisuus, jolloin on huolehdittava, että rakentaminen ja suunnittelu toteutetaan rakentamista koskevien määräysten ja säännösten sekä myönnetyn luvan mukaisesti. Valvonta, käytettävien tuotteiden kelpoisuuden toteaminen, työn tuloksen tarkistaminen ja todentaminen kuuluu huolehtimisvelvollisuuteen.

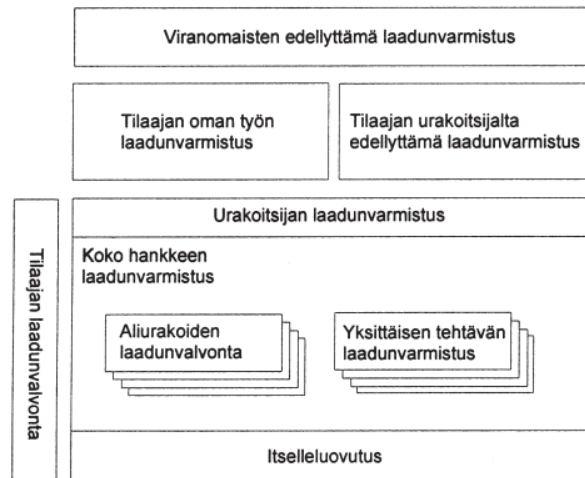
Tärkeimmät viranomaisten edellyttämät laadunvarmistustoimenpiteet ovat:

- Aloituskokous
- Työn tarkistusasiakirja
- Laadunvarmistusselvitys.

Rakennuttajan edellytyksiä huolehtimisvelvollisuuden täyttämiseksi voidaan aloituskokouksessa täsmentää ja täydentää. Rakennushankkeeseen ryhtyvä kutsuu aloituskokoukseen koolle. Rakennushankkeeseen ryhtyvän edustaja, erityisalojen työnjohtajat, pääsuunnittelija ja urakoitsijoiden edustajat on oltava kokouksessa läsnä. Maankäyttö- ja rakennuslaki edellyttää rakennustyön tarkastusasiakirjaa, jonka tarkoituksena on helpottaa ja yhtenäistää valvontakäytäntöä ja kirjaamista. [15, s. 446.]

Aloituskokouksessa todetaan ja merkitään pöytäkirjaan lupa-asiakirjoissa rakennushankkeeseen ryhtyvälle määrätyt velvoitteet, hankkeen suunnittelun ja rakennustyön keskeiset osapuolet, rakennusvaiheiden vastuuhenkilöt ja työvaiheiden tarkastuksia suorittavat henkilöt sekä muut selvitykset ja toimenpiteet rakentamisen laadusta huolehtimiseksi. [14.]

Tarkastusasiakirjaa pidetään rakentamisen asianmukaiset toteuttamisen varmistamiseksi ja tarkastusten todentamiseksi rakennustyömaalla. Tarkastusasiakirjaan tehdään merkinnät katselmuksista, viranomaisen toimittamista tarkastuksista sekä yksityisen vastattaviksi määrätyistä työn suorituksista (Maankäyttö- ja rakennuslaki).



Kuva 12. Työmaan laadunhallinnan osatekijät, Rakennustieto, rakennushankkeen laadunvarmistus, s. 445

### 4.3 Rakennuttajan vastuu laadunvarmistamisessa

Rakennuttajan oman toiminnan laadunvarmistukseen rakentamisvaiheessa vaikuttavat edellä mainitut viranomaisten vaatimukset sekä rakennuttajan oma laatu järjestelmä. Urakoitsijan kannalta tärkeimpiä tekijöitä on työmaavalvonta sekä rakennuttajan myötävaikutusvelvollisuus. Myötävaikutusvelvollisuus mahdollistetaan, että urakoitsija pystyy täyttämään sille kuuluvat velvollisuudet. Tärkein myötävaikutusvelvollisuus on suunnitelma-asiakirjojen toimittaminen urakoitsijalle siirtävän ajoissa ja aikataulun mukaisesti sekä tarkistettuina. Laatusuunnitelma ensisijaisesti palvelee rakennuttajan omaa toimintaa. Laatusuunnitelmia on sisällöltään ja muodoltaan käytössä useita erilaisia versioita. Urakoitsijalta rakennuttaja voi vaatia tekemään oman laatusuunnitelman. Rakennuttaja voi esittää urakkaohjelmassa muut erityiset laadunvarmistusta koskevat vaatimukset ja mahdolliset mallityöt. Urakoitsijan on hyväksyttävä aliurakoitsijansa ja toimittajansa rakennuttajalla. [15 s. 447.]

Rakennuttajan pääasiallisena laadunvarmistustoimenpiteenä rakentamisvaiheessa on työmaavalvonta (YSE1998, 59-62 §). Rakennustöiden varsinaisen valvonnan suorittaa työmaavalvoja, jonka rakennuttajan palkkaa.

Työmaavalvojan lisäksi valvontaa suorittavat työmailla viranomaiset, urakoitsijat, suunnittelijat ja mahdolliset erikoisvalvojat. Ensisijaisena tavoitteena työmaavalvonnassa on urakoitsijan tekemän työn sopimuksenmukaisuuden varmistaminen. Toissijaisena tavoite valvonnassa on virheiden ja ongelmien ennalta ehkäiseminen antamalla suunnitelmia täsmentäviä ja täydentäviä ohjeita.

#### 4.4 Urakoitsijan vastuu laadunvarmistamisessa

Laadunvarmistustoimenpiteet urakoitsijalla jakautuvat koko työmaata koskeviin toimenpiteisiin ja yksittäistä työtehtävää koskeviin toimenpiteisiin. Vaadittaessa urakoitsijan on esitettävä kirjallinen laadunvarmistuksensa. Myös laadunvalvontaa mittauksin, tarkastuksin ja katselmuksin edellytetään urakoitsijalta. Ennen luovutusta rakennuttajalle, urakoitsijan on tehtävä itselle luovutus. Tilaajalle on ilmoitettava vakavista laatuvirheistä ja niiden korjaustoimenpiteistä. Ennen asennusta, käytettävät materiaalit tulee tarkistaa sekä vioittuneet materiaalit tulee poistaa välittömästi työmaalta. Järjestelmien toiminta on tarkastettava käyttökokeilla. Sopimusasiakirjoissa sovitut laatuksokkeet kustantaa urakoitsija ja rakennuttaja kustantaa lisäkokeiden kustannukset, mikäli urakoitsijan työ vastaa laatuvaatimuksia. [15, s. 448.]

Taulukko 3, Rakentamisen laatusuunnitelmien sisältö, Ratu Työmaan laatusuunnitelma

Hankkeen laatusuunnitelma	Suunnittelun laatusuunnitelma	Työmaan laatusuunnitelma	Aliurakoitsijoiden laatusuunnitelma
1. Laatuvaatimet	1. Laatuvaatimet	1. Laatusuunnitelman tarkoitus, päivitys ja jakelu	1. Projektin organisaatio
2. Kriittisten kohtien tunnistaminen ja eliminointi	2. Riskien ja kriittisten kohtien tunnistaminen ja eliminointi	2. Kohdetiedot	2. Aikataulut
3. Muutokset laatujärjestelmään	3. Käytettävät menetelmät ja työskentelytavat	3. Tuotannon ajallinen suunnittelu ja ohjaus	3. Materiaalien kuljetus ja varastointi
4. Uudet menettelyt ja työtavat	4. Tarkastus- ja hyväksymistavat	4. Tuotannon taloudellinen suunnittelu ja ohjaus	4. Materiaalien hyväksyntä
	5. Tiedonkulu ja kirjaukset	5. Riskien kartoitus	5. Kokoukset ja palaverit
	6. Yhteistyö kokonaisprojektin muiden osapuolten kanssa	6. Laadunvarmistus	6. Töiden aloitus, työestöjen hyväksyminen ja siisteys
	7. Laatusuunnitelman ylläpito ja muuttaminen	7. Työturvallisuus	7. Tarkastukset, testit ja koestukset
		8. Kokouskäytäntö	8. Töiden viimeistely ja luovutus
		9. Kohteen luovutus	9. Laskut ja maksuerät
			10. Muutokset
			11. Häiriöiden ja poikkeamien korjaus

## 5 Laadunhallinta viemärin rakennustyömaalla

Hankekohtainen laatusuunnitelma tulee laatia ennen töiden aloitusta. Urakoitsija esittää suunnitelmalla tilaajalle, suunnitelma-asiakirjoissa esitetyt laatuvaatimukset saavutetaan tehokkaasti ja mitkä ovat urakoitsijan vaatimukset, laadunvarmistustoimenpiteet sekä dokumentointimenetelmät kullekin työvaiheelle. Hankkeen erityispiirteet ja mahdolliset ongelmat, sekä niiden hallintamenetelmät suunnitelmassa on otettava huomioon. Hankkeen läpiviennin kannalta tärkeää on riskienkartoitus. Laadunvarmistussuunnitelmalla pyritään ennalta ehkäisemään puutteet ja virheet suunnitelmissa ja toteutuksessa sekä työn tuloksessa. Pyritään myös samalla varmistamaan tehtävien valmistautuminen kerralla sekä niin että lopputuote täyttää sovitut vaatimukset. Urakan laajuus vaikuttaa laatusuunnitelman yksityiskohtaisuuteen, mutta siinä on aina määriteltävä urakoitsijoiden vastuuhenkilöt ja vastuunjako. Edellytyksenä onnistumiselle vaatii, että laatutoimintoja suunnitelmassa mukana ovat vastuuhenkilöt.

Ensisijainen tarkoitus laatusuunnitelmassa on osapuolten oman toiminnan tehostaminen ja asioiden kitkaton sujuminen. Urakoitsija tarvitsee tehdessään laatusuunnitelmaa hankkeesta tehdyt potentiaalisten ongelmien analyysin. Siinä käsitellään hankekohtaiset riskit ja määritellään menettelytavat niiden torjuntaan ja haittojen vähentämiseksi. Löydettyjä ongelmia analyysin avulla voidaan ehkäistä työsuunnittelun parannuksilla, suunnitelmamuutoksilla ja sopimusteknisin keinoin.

Urakoitsija itselle luovutuksessa veloitetaan tarkastamaan suoritusvelvollisuuteensa kuuluvien töiden laatu, sekä tekemään mahdolliset puutteiden ja virheidä korjaukset ennen tilaajalle luovutusta. Itselle luovutuksessa havaittuja virheitä ja puutteita ei tarvitse dokumentoida elleivät ne ole vakavia. Itselle luovutus koskee kaikkia urakkasopimuksia. [15, s. 449.]

## 5.1 Tehtäväsuunnitelma

Tehtävien suunnittelulla varmistetaan, että työt etenevät suunnitellulla tavalla ja myös laadukkaasti. Tehtävän aloitusedellytys ja suorituksen varmistaminen on pääpainona suunnittelussa. Tarkoituksena on varmistaa töiden sujuminen häiriöttä sekä eteneminen tavoitteiden mukaisesti. Laatuvaatimukset tehtävästä kootaan työsuoritusohjeeksi, jonka avulla työ voidaan suorittaa ja lopputuloksena on laatuvaatimuksia täyttävä virheetön työsuorite. Tehtävän laadunvarmistamisessa kerrotaan, miten laatuvaatimusten täyttäminen todetaan ja kuinka poikkeamatapauksissa menetellään ja raportoidaan poikkeamat sekä mitkä ovat tehtävän yleisimmät virheet ja kuinka ne ehkäistään. Laatuvaatimukset koskevat työn lopputuloksen toleransseja sekä mittoja ja kuinka ne ehkäistään. Vaatimukset esitetään työselostuksessa, joka koskevat toimintaa. Aina on etsittävä ratkaisu laatuvaatimuksille sekä ratkaisu, kuinka ne todetaan ja dokumentoidaan. Tehtäväsuunnittelun yhteydessä tehdään tehtäväkohtainen potentiaalinen ongelmien analyysi. Sillä pyritään estämään ongelmia onnistuneesti. Tehtäväsuunnitelma on myös toimitettava työntekijöille ja aliurakoitsijoille. Vastaanotokatselmus tehdään työkohteessa enne töiden aloitusta. Katselmukseen tulisi osallistua edustajat pääurakoitsijalta, aliurakoitsijalta työvaiheen edustaja. Kun

ensimmäinen työkohde valmistuu, se tarkastetaan ja varmistetaan, että sovitut laatuasiat ovat ymmärretty oikein ja lopputulos on halutusti saavutettu. [15, s. 449.]

## 5.2 Menetelmät laadunvarmistamiseen

Valmiista rakenteista suoritetaan laadunvarmistuskoneet tai työn eri vaiheista, jos koko rakenteen laatua ei pysty valmiista työstä toteamaan. Esimerkiksi putkilinjassa rakennustyössä käytettävän osien, putkien, arinan ja asennusalustan laatuvaatimukset on varmistettava ennen täyttötöitä. Osat ja putket ovat todettava suunnitelma-asiakirjojen mukaisiksi ja täyttömateriaalien rakeisuudet on oltava tiedossa. Urakoitsija dokumentoi ja raportoi tilaajalle laadunvarmistuskoheet suunnitelma-asiakirjojen mukaan.

Putkien, arinan ja alkutäyttöjen korkeusasemat ja sijainnit tarkemmitataan sekä dokumentoidaan suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti. Tiiveyssuhde kerroksista voidaan mitata esimerkiksi Loadmanin kevyellä painonpudotuslaitteella. Mittaus perustuu laitteen sisällä olevan painon pudottamiseen mitattavaa kerrosta vasten. Laitte mittaa kantavuusmoduulin E:n kerroksesta. Vertailuarvo saadaan ensimmäisestä pudotuksesta, jota käytetään seuraavissa pudotuksissa. Pudotuskertoja tehdään niin monta, että E:n arvo ei kasva enää, eli suurin tiivistymä on saavutettu. Paksumpia kerroksia voidaan mitata vaihtamalla pohjalevy halkaisijaltaan suurempaan. Tiiveyskokeista tehdään raportti (liite 2), joka toimitetaan tilaajalle.

Kaivinkoneissa on useassa jo käytössä 3D-mittalaitteet, jolla saadaan kaivettu putket ja kaivot oikeaan paikkaan sekä oikeaan syvyyteen. Kauhalla pystytään myös tallentamaan tarketietoja esimerkiksi putken sijainnista ja korkeudesta. Myös GPS-mittalaitteilla tallennetaan putkien sijaintia ja korkeutta. Putkien asentamisen jälkeen linjat huuhdellaan ja kuvataan, jolloin varmennetaan putkien ja kaivojen olevan ehjiä ja painaumia ei ole. Tarkemittaukset ja kuvausraportti toimitetaan tilaajalle.



Kuva 13, Leican GPS, Leica Geosystems

## 6 Viemäreiden laadunhallinta Teknirakin työmaalla

Työmaalla rakennettiin suurta koulu-päiväkoti-yhdistelmää. Teknirakille kuului työmaalla perustusten pohjat, salaojat, kunnallistekniikasta viimeisiin murske pintoihin asti. Työmaalla asennettiin yli 1000 m jätevesiviemäriä ja hulevesiviemäriä sekä kymmeniä kaivoja. Osa putkista ja kaivoista asennettiin valmiista maanpinnasta yli 3 metriin.



Kuva 14, Rakennuksen perustusten pohjien tekoa (Anette 2022)

## 6.1 Kaivannot

Työmaalla sadevesiviemäriä asennettiin joissakin paikoissa 3 metrin syvyyteen. GEO-suunnittelija oli määrännyt kaivantosuunnitelmassa putkikaivantojen luis-  
kaukseksi 1:1,5 jos kaivanto on alle 2 m syvä ja syvemmissä kaivannoissa 1:2. Jos luiskausta ei voitu toteuttaa, käytettäisiin kaivantotukia.

Kaivantotukia käytimme muutamassa paikassa, joihin ei luiskien tekeminen ollut mahdollista (Kuva 15).

Kaivannot kaivettiin kaivinkoneilla, jotka ovat varustettu 3D-ohjauksella. 3D-ohjauksen kanssa kaivannoista ja luiskauksista saatiin suunnitelmien mukaiset helposti, vältettiin kaivantojen kaivaminen ylisyväksi sekä putket ja kaivot saatiin oikeisiin paikkoihin.



Kuva 15, Jätevesiviemäriin asennusta kaivantotuen kanssa (Anette 2022)





Kuva 17, Putkikaivannon täytöt (Anette 2022)



Kuva 18, hulevesien viivästysäiliö (Anette 2022)

### 6.3 Laadunvarmistus

Laadunvarmistus työmaalla suoritettiin työn eri vaiheista. Putkiasennuksista pidettiin mallikatselmus, jossa tuli olla esillä arinarakenteet, putki sekä alkutäyttö. Mallikatselmukseen kirjattiin, onko asennus suunnitelma-asiakirjojen mukainen sekä otettiin valokuvat.

Laadunvarmistukseen eri vaiheita:

- kaivantojen tarkistaminen
- putkilinjojen mallikatselmukset
- perustusten pohjien mallikatselmukset
- täyttöjen tarkastaminen
- murskeiden rakeisuuskäyrien toimittaminen tilaajalle
- materiaaleista CE-todistuksien toimittaminen tilaajalle
- työturvallisuus selvityksen toimittaminen tilaajalle
- jatkuva valokuvaaminen koko työmaan ajan
- tiiveysmittaukset.

Laatua myös varmistettiin koko asennuksen ajan valokuvilla useista putkiasennuksista. Asennusten loppuksi, putkien sijainti ja korkeusasema tarkemittattiin, vesijohtoon tehtiin painekoe sekä huuhdeltiin ja kuvattiin videokuvaamalla viemäreiden kuvaukseen tarkoitetuilla laitteilla. Tarkemittaukset, valokuvat ja video viemäreiden kuvauksista toimitettiin tilaajalle.

## 7 Yhteenveto

On tärkeää rakentaa laadukasta viemäriä, koska ne ovat tärkeimpiä vesihuoltojärjestelmiä vesijohtojen rinnalla. Mahdollisimman pitkä käyttöikä viemäreillä on tärkeä asia ja se myös säästää yhteiskunnan varoja. Näin ollen viemäreiden laadunvarmistukseen on todella tärkeää kiinnittää paljon huomiota ja näin mahdollistaa laadukas lopputulos viemärinrakennustyömaalla.

Jokaisessa projektissa on omanlaiset haasteensa ja niihin vaikuttaa suunniteltu perustamistapa, maaperässä virtaaman vedet sekä pohjaolosuhteet alueellisesti. Tehtävä- ja laatusuunnitelmia on työvaiheita suorittaessa tärkeä noudattaa. Suunnitelmiin perehtyminen etukäteen on tärkeää, koska suunnitelmissa usein kerrotaan myös yleisimmät virheet eri työvaiheissa.

Tässä työssä käytettiin kirjallista lähdeaineistoa paljon, mutta myös työmaalta saatuja havaintoja ja kokemuksia. Kokemuksen pohjalta pystyttiin pohtimaan mitkä ovat laadunvarmistuksen kannalta tärkeitä osa-alueita. Tärkeimmistä asioista on tiedon jakaminen työmaalla työnjohdon kuin työntekijöiden välillä. Työntekijöiden tiedossa tulee myös olla laadulliset asiat ja tehtäväsuunnitelmassa läpikäytyt tekniset asiat. Näin varmistetaan, että työ suoritetaan laadukkaasti. Myös suuri vastuu on työnjohdolla valvoa laadun toteutumista sekä heidän pitää puuttua poikkeamiin välittömästi.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää yleiset laatuvaatimukset viemäreiden osalta sekä luoda raportti, jota käyttää tulevaisuudessa projekteissa. Laadunvarmistuksen kannalta pyrittiin työssä keskittymään tärkeimpiin toimiin suunnittelusta valmiin työn tarkastamiseen.

Opinnäytetyön tavoitteet saavutettiin ja lopputuloksena on raportti, joka sisältää työvaihekohtaisen ohjeistuksen viemäreiden rakennustyömaalla käytettävien työmenetelmien laatuvaatimukset täyttävään tekoon, työvaiheiden suunnitelmista sallitut poikkeamat ja toleranssit, sekä jokaisen vaiheen laadunvarmistustoimenpiteet ja niiden vaatimukset. Tulevaisuudessa on tarkoitus kehittää laadunvarmistamista tämän raportin pohjalta.

## Lähteet

1. Betoniteollisuus Ry

[https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/04/Betoniset\\_viemari\\_ja\\_hulevesijarjestelmat.pdf](https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/04/Betoniset_viemari_ja_hulevesijarjestelmat.pdf) (katsottu 11.5.2023)

2. Helsingin seudun ympäristöpalvelut, HSY

<https://www.hsy.fi/vesi-ja-viemarit/hulevesiviemarit/> (luettu 7.3.2023)

3. Henri Lehtonen, Opinnäytetyö. Viemäriin laadunvarmistus maanrakennustyömaalla

4. InfraRYL, maa-, pohja-, ja kalliorakenteet

5. InfaRYL 2020

6. Muoviteollisuus ry, Muoviputkien asennus

[https://www.plastics.fi/document.php/1/109/muoviputkien\\_asennusopas/59ee39ee50498930974a33506773c927](https://www.plastics.fi/document.php/1/109/muoviputkien_asennusopas/59ee39ee50498930974a33506773c927) (luettu 8.5.2023)

7. Muoviteollisuus ry, Paineputkijärjestelmät polyeteenistä (PE)

<https://www.pipelife.fi/tuotteet-ja-ratkaisut/infratekniikka/pe-paineputket-ja-yhteet.html> (luettu 11.5.2023)

8. Olli Huikari, Opinnäytetyö. Viemäreiden rakentamisen laadunvarmistus

9. Pipelife, Paineputkijärjestelmät polyeteenistä (PE)

[https://www.pipelife.fi/content/dam/pipelife/finland/marketing/general/stakeholder-publications/installation-manuals/paineputkijarjestelmat\\_polyeteenista.pdf](https://www.pipelife.fi/content/dam/pipelife/finland/marketing/general/stakeholder-publications/installation-manuals/paineputkijarjestelmat_polyeteenista.pdf) (Luettu 16.4.2023)

10. Pipelife, Muoviputkien asennusohje

[https://www.pipelife.fi/content/dam/pipelife/finland/marketing/general/stakeholder-publications/installation-manuals/Muoviputkien-asennusohje\\_tasku.pdf](https://www.pipelife.fi/content/dam/pipelife/finland/marketing/general/stakeholder-publications/installation-manuals/Muoviputkien-asennusohje_tasku.pdf) (luettu 40.4.2023)

11. Pipelife, Muovi raaka-aineena

<https://www.pipelife.fi/tietoa-meista/vastuullisuus/raaka-aine.html> (luettu 11.5.2023)

12. Tommi Hakanen, RIL 263-2014, Kaivanto-ohje

<https://www.ril.fi/media/hakanen.pdf> (Luettu 20.3.2023)

13. Terrawise Oy, Kaivanto turvallisuus

<https://www.terrawise.fi/wp-content/uploads/2019/03/kaivantoturvallisuus.pdf> (luettu 23.3.2023)

14. Rakennustieto, Aloituskokous

<https://www.rakentaja.fi/artikkelit/636/aloituskokous.htm> (luettu 13.5.2023)

15. Rakennustieto, Rakennushankkeen laadunvarmistus


<https://tiedostot.rakennustieto.fi/rakentajain-kalenteri/RK020202.pdf> (luettu 12.4.2023)

16. Aino Pelto-Huikko ja Niina Vieno, Vesi-instituutti, Vesikoulu

[https://www.vesikoulu.fi/assets/docs/vesikoulu\\_tietopaketti\\_jateve-  
desta.pdf](https://www.vesikoulu.fi/assets/docs/vesikoulu_tietopaketti_jateve-<br/>desta.pdf) (luettu 10.4.2023)

## Liite 1 (1/3)

### CE-todistus ja rakeisuuskäyrät. 0/32 kalliomurske

	
20	
<b>Peab Industri Oy</b> Karvaamokuja 2a 00380 Helsinki	
DOP n:o 1-131-48	
<b>SFS-EN 13242</b> Maa- ja vesirakentamisessa ja tierakenteissa käytettävät sitomattomat ja hydraulisesti sidotut kiviainekset KaM 0/32, tuotantoerä 1346-10051, Tuusula Huhtari, 200469, 1380/40 Murskattu kalliokiviaines	
Raekoko	0/32
Rakeisuus	G <sub>A85</sub> G <sub>T A20</sub>
Raemuoto	F <sub>I20</sub>
Kiintotiheys	2,72-2,76 Mg/m <sup>3</sup>
Vedenimeytyminen	0,30 %
Hienoainespitoisuus	f <sub>5</sub>
Murtopintaisten rakeiden osuus	C <sub>NR</sub>
Iskunkestävyys	LA <sub>30</sub>
Koostumus	Pegmatiitti, tonaliitti, kiilligneissi
Happoliukoiset sulfaatit Kokonaisriikki	AS <sub>NR</sub> Hyväksytty S<1%
Jäädätys-sulatuskestävyys	Hyväksytty, WA <sub>241</sub>

# Liite 1 (2/3)

## SUORITUSTASOILMOITUS

Nro 1-131-48

**1. Tuotetyypin yksilöllinen tunniste**

KaM 0/32, tuotantoerä 1346-10051, Tuusula Huhtari, 200469, 1380/40

**2. Aiottu käyttötarkoitus (aiotut käyttötarkoitukset)**

Maa- ja vesirakentamisessa ja tierakenteissa käytettävät sitomattomat ja hydraulisesti sidotut kiviainekset

**3. Valmistaja**

Peab Industri Oy, Karvaamokuja 2a, 00380 Helsinki

**5. Suoritustason pysyvyyden arvioinnissa ja varmentamisessa käytetty järjestelmä:**

AVCP-järjestelmä 4

**6a. Yhdenmukaistettu standardi**

SFS-EN 13242:2002+ A1:2007

**7. Ilmoitetut suoritustasot**

Perusominaisuus	Suoritustaso	Yhdenmukaistetut tekniset eritelmät
Raekoko	0/32	SFS-EN 13242:2002 + A1:2007
Rakeisuus	G <sub>A</sub> 85 GT <sub>A</sub> 20	
Raemuoto	F <sub>I</sub> 20	
Kiintotiheys	2,72-2,76 Mg/m <sup>3</sup>	
Vedenimeytyminen	0,30 %	
Hienoainespitoisuus	f <sub>5</sub>	
Murtopintaisten rakeiden osuus	C <sub>NR</sub>	
Iskunkestävyys	LA <sub>30</sub>	
Koostumus	Pegmatiitti, tonaliitti, killegneissi	
Happoliukoiset sulfaatit kokonaisriikki	AS <sub>NR</sub> Hyväksyty S<1%	
Jäädytys-sulatuskestävyys	Hyväksyty, WA <sub>24</sub> 1	

Edellä yksilöidyn tuotteen suoritustaso on ilmoitettujen suoritustasojen joukon mukainen. Tämä suoritustasoilmoitus on asetuksen (EU) N:o 305/2011 mukaisesti annettu edellä ilmoitetun valmistajan yksinomaisella vastuulla.

Valmistajan puolesta allekirjoittanut:

Karoliina Mattsson

Salo

10.8.2020

*K Mattsson*

# Liite 1 (3/3)

1(2)

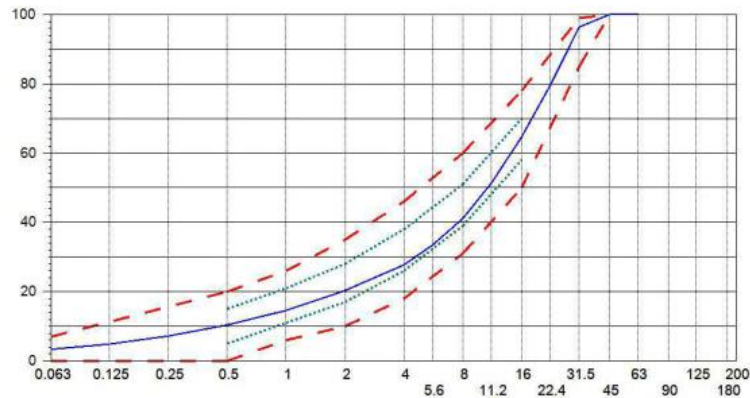
## SWEROCK

Seutulan kiviaineslaboratorio

KIVIAINESYHTEENVETO

Työn tilaaja:	*	Näytelaji:	<b>KaM 0/31 kk</b>
Työkohde:	*	Projektinro:	<b>20T11KSB Huhtari 1346-10051-107141 Ka</b>
Näytteryhmä:	*	DoP:	*
Lisätietoja:			

	0.063	0.125	0.25	0.5	1	2	4	5.6	8	11.2	16	22.4	31.5	45	56	63	Litteysluku	Rakeisuus, pesuseulonta, >31 mm kpl
KPL	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	4	21
KESKIARVO	3,4	5	7	10	15	20	28	33	41	51	65	80	96	100	100	100	16	1
KESKIAJONTA	1,00	1,44	2,00	2,70	3,61	4,87	6,38	7,23	7,82	9,20	8,79	8,38	1,43	0,00	0,00	0,00	2,87	0,00
KESKIARVO ALARAJA				5	11	17	26		39		58							
KESKIARVO YLÄRAJA				15	21	28	38		51		70							
OHJEARVO				10	16	23	32		45		64							
YKSITTÄINEN ALARAJA	0,0		0	6	10	18		31		50		85	100					
YKSITTÄINEN YLÄRAJA	7,0		20	26	35	46		60		78		99	100					



### MÄÄRITYSMENETELMÄT

SFS-EN 933-1

SFS-EN 933-3

Rakeisuus, pesuseulonta, >31 mm

Litteysluku

Peab Industri Oy

Testaussesteen saa kopioida vain kokonaan.

INNOLAB Tulostuspäivä 06.08.2020 17:47

Nämä tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä



