

# Vesihuollon rakentamisen laadunvalvonta

LAB-ammattikorkeakoulu  
Rakennusmestari (AMK)  
2022  
Antti Löyttynen

## Tiivistelmä

Tekijä(t) Löyttynen Antti	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK Sivumäärä 32	Valmistumisaika 29.7.2022
Työn nimi <b>Vesihuollon rakentamisen laadunvalvonta</b>		
Tutkinto ja koulutusala Rakennusmestari (AMK), rakennusalan työnjohdon koulutus		
Toimeksiantajan nimi, titteli ja organisaatio (jos opinnäytetyöllä on toimeksiantaja) Antti Löyttynen, Toimitusjohtaja, Maanrakennus Antti Löyttynen Oy		
Tiivistelmä <p>Vesihuoltoverkosto on pyrittävä rakentamaan mahdollisimman kestäväksi ja pitkäikäiseksi. Työmaalla tehtävä työnlaadunvalvonta on tärkeää juuri siksi, että maan alle jäävien osien ja järjestelmien asennukset ovat tehty oikein ja mahdollistavat asennuksiansa puolesta järjestelmien pitkäikäisen toiminnan. Tässä käsitellään vesihuollon eri osien käyttö-, jäte- ja hulevesijärjestelmien toiminta periaatteet, sekä niiden rakentamisen vaatimukset. Vaatimukset todennetaan laatukokein, jotka tehdään valmiille järjestelmälle ja dokumentoidaan työn luovutusta varten.</p> <p>Huomattuani monella työmaalla eroavaisuuksia asentajien ja työnjohdon osaamisessa, monesti se on johtanut töiden hidastumiseen ja asennusten huonoon laatuun. Tähän työhön on koottu oleellisia asioita, jotka liittyvät vesihuollon järjestelmien rakentamiseen ja laadun valvontaa.</p> <p>Työ toimii ohjeena työmaan työnjohdolle työnaikaiseen laadunvalvontaan. Sen avulla on helppo perehdyttää ja kouluttaa työnjohtoa omaksumaan vesihuollon rakentamiseen kuuluvat osat ja vaatimukset. Raportti kokoaa kadunrakentamiseen liittyvät vesihuollon perusrakenteet yhteen ja helpottaa siihen liittyvien määräysten ja vaatimusten löytämistä.</p>		
Asiasanat Vesihuolto, laadunvalvonta, juomavesi, jätevesi, hulevesi, työnjohto		

## Abstract

Author(s) Löyttynen Antti	Type of Publication Thesis, UAS	Published 29.5.2022
	Number of Pages 32	
Title of Publication <b>Quality control of water supply construction</b>		
Degree and field of study Bachelor of Engineering, construction management		
Name, title and organization of the client (if the thesis work is commissioned by another party) Antti Löyttynen, CEO, Maanrakennus Antti Löyttynen Oy		
Abstract <p>Quality management is very important part when built new or maintenance existing underground water supply systems. All materials and installations must guarantee long life cycle for whole system. The Thesis will process water supply built to civil construction as qualitative correctly performed. This will process potable water, sewage and stormwater system construction and onsite supervision and quality management. This will assemble all parts to inspection and test plan and open the test operates to use of onsite management.</p> <p>During my career I'm seen different method to do installations and a lot of difference in knowledges for working by foremen. Ignorance can be retard time schedule or be harmful for installed system, this is one solution to construction site training and work method development.</p> <p>The Thesis will collect thinks of waters supply to civil construction together and lead reader to use correct sources. The Results can be applied onsite working and helps onsite managers for their works by better quality.</p> <p>For the future I recommend creating the guide for installers from installations of water supply works. It could be support construction site management from side of employee and their trained knowledges will be raise working quality.</p>		
Keywords Water supply, quality control, potable water, sewage, stormwater, supervisor		

## Sisällys

Käsitteet.....	
1 Johdanto.....	1
2 Vesihuolto.....	2
2.1 Vesihuoltoverkosto .....	2
2.2 Hulevesiverkosto .....	3
3 Vesijohdot.....	4
3.1 Vesijohtoputket .....	4
3.2 Liittäminen .....	8
3.3 Liittimet.....	9
3.4 Venttiilit.....	9
3.5 Laadunvarmistus menetelmät.....	10
4 Jätevesijärjestelmät .....	14
4.1 Kaivot .....	14
4.2 Putket .....	14
4.3 Asentaminen.....	14
4.4 Laadunvalvonta .....	15
4.5 Valmiin jätevesiviemäri vaatimukset .....	16
5 Hulevesijärjestelmät.....	18
5.1 Hulevesikaivo .....	18
5.2 Hulevesiputket.....	18
5.3 Laadunvarmistus .....	18
6 Pumppaamot .....	19
7 Vesihuolto kanaali.....	21
7.1 Kaivannot .....	21
7.2 Työturvallisuus.....	21
7.3 Kiviainesarina .....	21
7.4 Asennusalusta .....	22
7.5 Laadunvalvonta .....	23
8 Päätelmät .....	25
Lähteet .....	26

## Käsitteet

DN	Nimellishalkaisija
InfraRYL	Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset
Muhvi	Putken-, liittimen tai erillinen osa, jolla kaksi kappaletta saadaan liitettyä toisiinsa
PE-H	Polyethylene high, korkeatiheyksinen PE, n.940–970 Kg/m <sup>3</sup>
PE-M	Polyethylene medium, keskitiheyksinen PE, n.930–940 Kg/m <sup>3</sup>
PP	Polypropeeni, rakenteeltaan kiteinen muovi
PVC	Polyvinyylikloridi, maailman yleisin kestopuovi
RC	Materiaali antaa lisäsuojaa pistekuormaa vastaa
SG	Pallografiittivalurauta

## 1 Johdanto

Tämän työn tilaajana toimii Maanrakennus Antti Löyttynen Oy ja sen tarkoituksena on koota yhteen työ- ja laatusuunnitelmissa edellytettäviä laadullisia vaatimuksia vesihuollon eri osien rakentamista varten. Vesi on monelle yhdyskunnassa huomaamaton, mutta äärimmäisen tärkeä elementti päivittäisessä toiminnassa, riippuvuuden tärkeys huomataan siinä vaiheessa, kun veden toimitukseen tulee keskeytys. Vesihuollon rakenteiden ja asennuksien tulee taata järjestelmien elinkaarenaikaisen toimintavarmuus. Infrarakentamisessa vesihuollon rakennusosat jäävät maan alle, jolloin korjaaminen vaatii aina kaivuutyötä ja aiheuttaa lähes aina tilapäistä haittaa ympäristölle ja muille alueen käyttäjille. Vesihuollon rakenteiden jäädessä maan alle on korjaaminen kallista. Huolellisella ja ammattitaitoisella asennustyöllä ja riittäväällä valvonnalla, sekä asentajien kouluttamisella voidaan välttää korjaustarpeet ja taataan eri osille mahdollisimman pitkä elinkaari.

Vesihuollon rakentamisen laadunvalvontaan liittyvän aineiston löytäminen ja asioiden huomioon ottaminen voi olla hieman työlästä, koska eri rakennusosiin liittyviä laadullisia vaatimuksia voi olla monessa eri lähteessä. Selvitän lukijalle kirjallisuuden, Infra-alan yleisten laatuvaatimusten ja valmistajien ohjeiden kautta mitä kaikkea työmaalla on otettava huomioon vesihuollonrakentamisessa.

Tässä työssä perehdytään siihen, miten laadunvarmistus toteutetaan ja mitkä ovat eri osien laadulliset vaatimukset. Mitä asioita työnjohdon on otettava huomioon työmaalla ja mihin asioihin tulisi kiinnittää huomiota työmaalla tapahtuvassa työnaikaisessa laadunvalvonnassa. Työn tavoitteena on kehittää ja laajentaa omaa osaamista, sekä tiivistää yritykselle vesihuollon eriosien laatuvaatimukset samaan raporttiin. Työssä selvitetään mitä erilaisia laatuksia vesihuollon eriosille tulee tehdä niitä rakentaessa tai saneerattaessa.

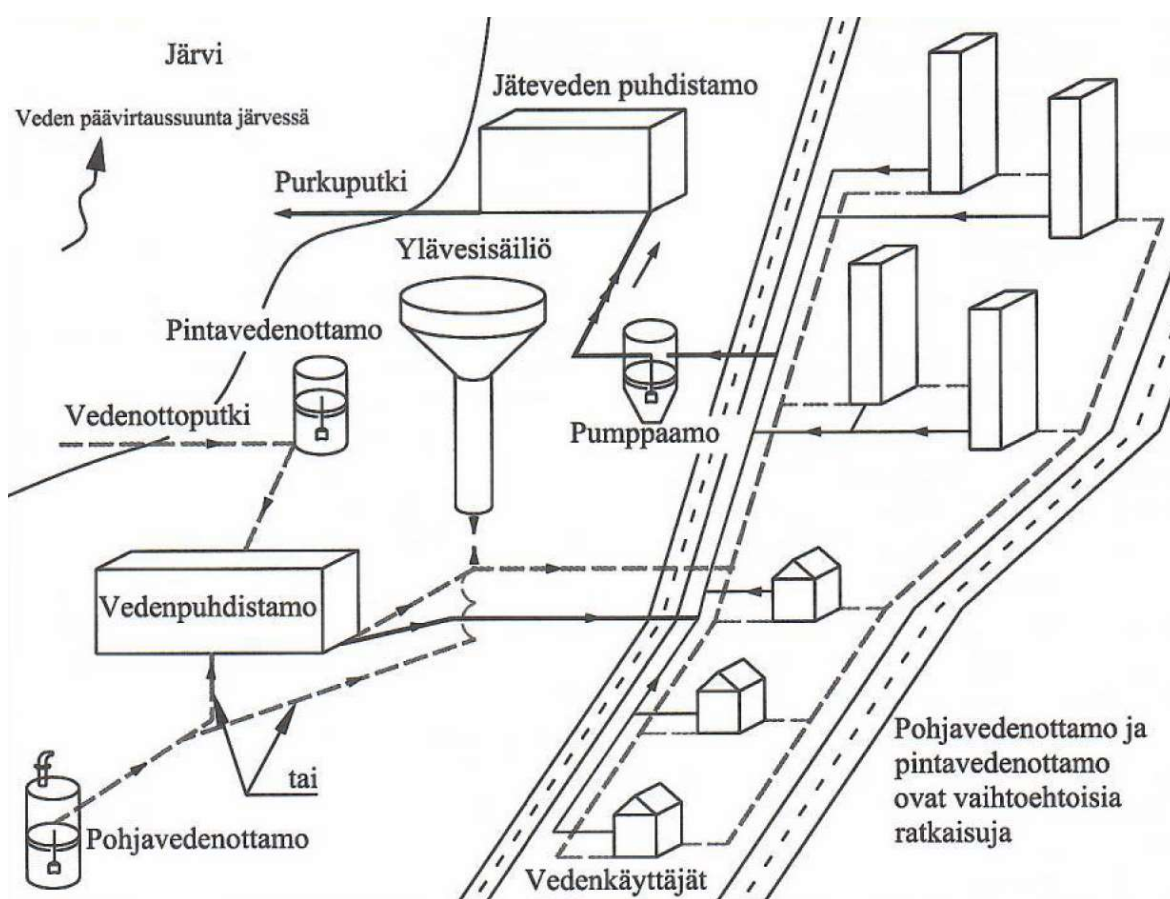
Aihealue on laajaa ja se on rajattu käsittelemään yhdyskunnan tavanomaisen vesihuollon toimintoja, kuten asuinalueilla toimivaa vedensiirtoa. Vesihuollon rakentamiseen käytettävien osien määrä on suuri, joten tähän on koottu yleisimmin käytettäviä osia. Aiheesta on rajattu pois kaikki erikoisemmat osat ja järjestelmät, joiden käyttö on harvinaisempaa.

## 2 Vesihuolto

### 2.1 Vesihuoltoverkosto

Vesihuollolla tarkoitetaan yhdyskuntien ja teollisuuden raakaveden veden siirtämistä juomavedeksi, jäteveden käsittelyä ja kierrätystä, sekä hulevesien hallintaa ja kierrätystä. Vesilaitokseen kuuluu kaikki rakenteet vedenottamisesta pohjavedestä tai vesistöistä, vedensiirtoon aina yhdyskunnan käyttöön jakeluverkostoa pitkin, kuten kuvassa 1 on esitetty käyttö veden kiertokulku. Rakennusten sisäiset johdot ja laitteet, eivät taasen kuulu vesilaitokselle. Vesilaitoksen jakaman veden on oltava kaikissa tilanteissa terveydelle vaarantonta. (Karttunen 1999, 6; 2003, 41.)

Vesijohdossa voi äkillisen virtaaman vaihtelun johdosta tapahtua paineiskuja, jotka voivat olla monin kertaisia normaaliin käyttöpaineseen verrattuna. Iskut aiheuttavat vesijohdossa muodonmuutoksia, jonka johdosta ne voivat rikkoa rakenteita. (Karttunen 2003, 158.)



Kuva 1. Vesi- ja viemärilaitoksen yleiskaavio (Karttunen 2003, 16).

## 2.2 Hulevesiverkosto

Hulevesien hallinnalla pyritään kuivattamaan rakennettua ympäristöä ja ehkäisemään tulvien syntyminen taajamissa, samalla tarkoituksena on myös suojella pohja- ja pintavesiä. Hulevesiä kerääntyy eniten keväällä, kun lumet sulavat, kiinteistöiltä on tarkoituksen mukaista johtaa hulevedet mahdolliseen hulevesijärjestelmään. Hulevesien johtaminen avo-ojia pitkin on keinotekoisista maanalaistalinjaa parempi vaihtoehto, koska oja sitoo samalla rakenteeseensa vedessä olevia epäpuhtauksia, toisin kuin keinotekoinen putki. Joka paikkaan ei kuitenkaan pystytä rakentamaan, eikä ole välttämättä tarkoituksenmukaista rakentaa avo-ojia, silloin maanalaisilla linjoilla johdetaan vedet sinne missä niistä ei ole ympäristölle haittaa ja missä niitä voidaan imeyttää ja haihduttaa. (Hulevesiopas 2012 s.20.)

Hulevesien suunnittelua ja rakentamista ohjaa lainsäädäntö ja asetukset, rakennusmääräyskokoelma, sekä kuntien omat selvitykset ja strategiat. Rakennusvalvonnan tulee edellyttää suunnittelulta ja rakentamisen aikaiselta työnjohdolta riittävää pätevyyttä työn toteuttamiseen. (Hulevesiopas 2012, 86.)



### 3 Vesijohdot

#### 3.1 Vesijohtoputket

Asennettavien putkien tulee olla uusia, laadultaan hyviä, jatkuvan valmistajan laadunvalvonnan piirissä olevia ja niiden tulee täyttää standardin SFS-EN 805 vaatimukset. Putkien pitää säilyttää puhtaan veden laatuvaatimukset ja täyttää viranomaismääräykset sen käyttöönotettua. Materiaali on valittava siten, että se soveltuu asennettavaan maaperään ja ympäristöön. (InfraRyl 31300.1.1.)

PE-paineputket (kuva 2) ovat polyeteenimuovista valmistettuja tuotteita. Uponor profuse RC on PE-putki, jossa on sininen PP-muovia oleva asennussuojakuori, jonka tarkoituksena on suojata putkea naarmuilta ja kolhuilta. Pipelifeilta löytyy myös asennus suojakuorellinen Robust paineputkijärjestelmä. Uponor Barrier Plus paineputki järjestelmä on tarkoitettu pilaantuneeseen maaperään ja riskialueille, kyseessä on diffuusiosuojattu muovinen paineputkijärjestelmä. (Uponor Oy 2016.)



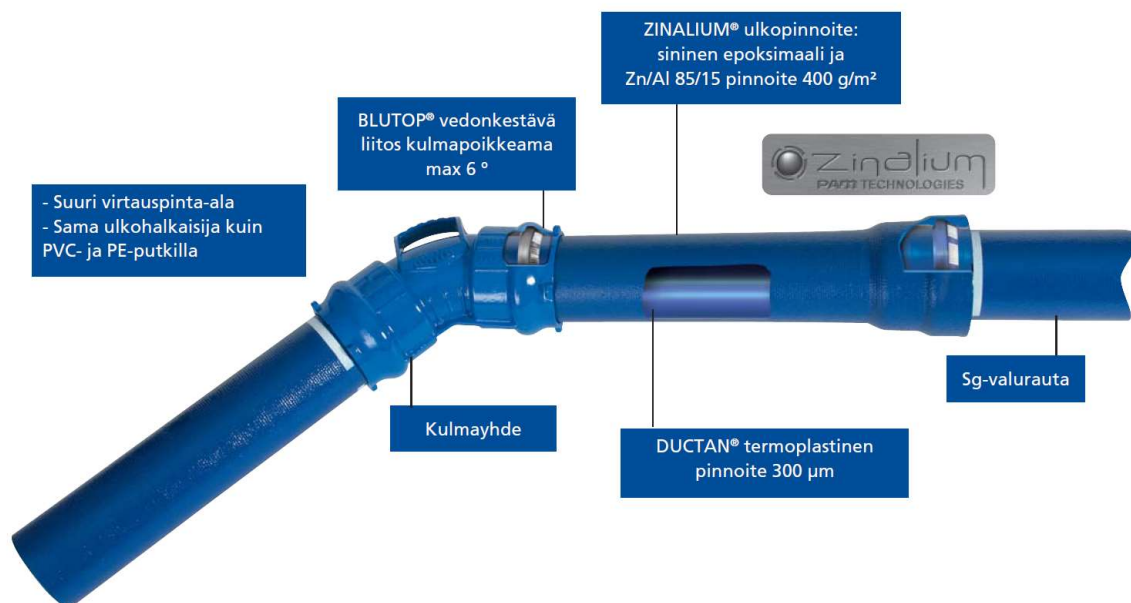
Kuva 2. PE-putki (Onninen Oy).

PVC paineputkia (kuva 3) juomavedelle löytyy 110–400 mm halkaisijaltaan paineluokkaan PN10 asti. PVC paineputket ovat tiivisteellisiä 6 metriä pitkiä putkia, joiden asennukseen ei tarvita erillistä hitsaus pätevyyttä. Muoviputkien käsittelyä tulee välttää alle -15 asteen pakkasessa, valmistaja voi antaa putkille eri pakkasraja vaatimuksia. (Pipelife 2022; InfraRyl 31300.3.1.1.)



Kuva 3. PVC paineputki 110 mm (Onninen Oy).

Sg-valurautaiset paineputket (kuva 4) soveltuvat käytettäväksi sekä saneeraukseen, että uudisrakentamiseen. Putkijärjestelmiä on saatavilla erilaisilla ulkopinnoitteilla ja putket so- pivat peitettäväksi karkeilla maa-aineksilla ja kaivuumailla. Valurautaputkien etuna on korkea kestävyys ja niissä oleva rauta on 100 % kierrätyskelpoista. Putkien sisäpinnoitteena käy- tetään yleisesti keskipakovalettua betonipinnoitetta. Teräksiset vesijohdot on sisäpuolelta käsitelty keskipakolingotulla betonipinnoitteella. Ulkopuolelta putki tulee olla vähintään po- lyeteenipinnoitettu. (InfraRyl 31300.1.4; InfraRyl 31300.1.6.)



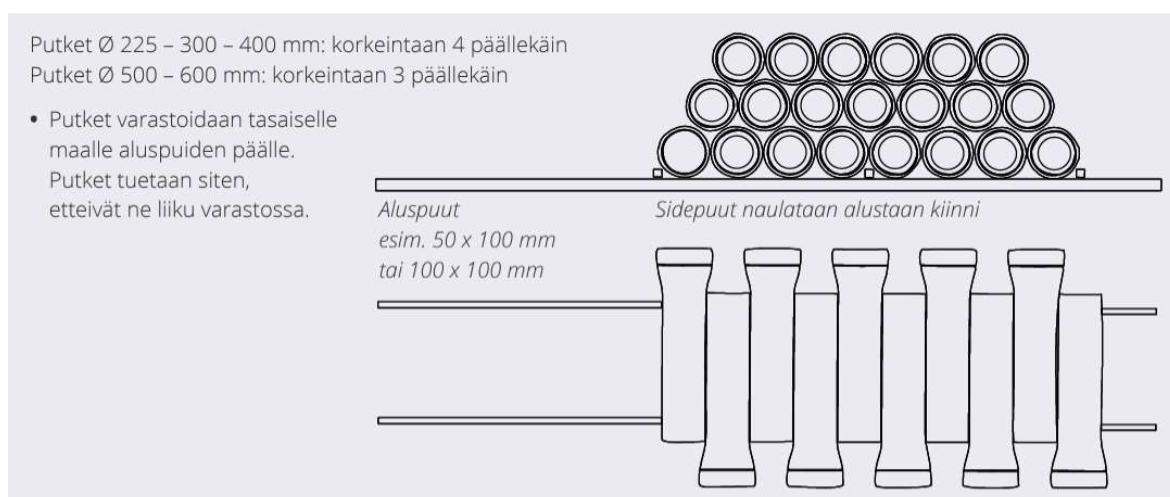
Kuva 4. SG-valurauta putki (Saint-Gobain Pipe Systems Oy).

Putkilinjat tulee pitää hyvän rakennustavan mukaisesti puhtaina ja työnaikaisesta suojaamisesta tulee huolehtia työmaalla. Kuvassa 5 on rakennettuun linjaan liitetty putki, jossa on paikallaan tehtaalla toimitusta varten teipattu suojaussi estämässä putken sisäpuolista li- kaantumista.



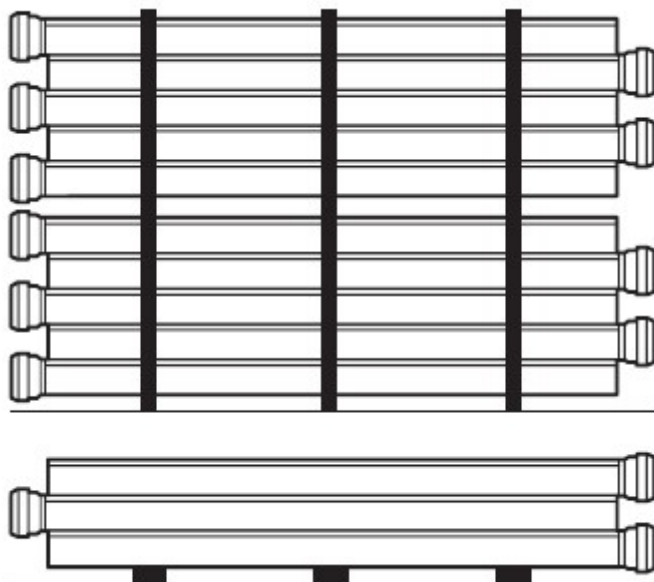
Kuva 5. Putken suojaus (Antti Löyttynen 2021).

Putket ja osat tulee varastoida työmaalla siten, etteivät ne pääse likaantumaan tai vaurioitumaan (kuva 6, kuva 7). Putkimateriaalista riippumatta, putket varastoidaan tasaiselle alustalle, aluspuiden päälle. Nostot tulee suorittaa siten, ettei putkiin tule vaurioita. Putkille tehdään työmaalla vastaanottotarkastus, jossa tarkistetaan määrä, materiaali, koko, paine- ja jäykkyyssluokka, putkien eheys, nippujen eheys ja putkien tulppaus. Vaurioituneet putket tulee merkitä, eikä niitä ei saa käyttää. Osien varastoinnissa (kuva 8) on otettava huomioon, ettei samassa tilassa saa säilyttää voiteluaineita, bensiiniä tai liuottimia. (InfraRyl 31300.1.11)



Kuva 6. Betoniputkien varastointi (Betoniteollisuus ry, 2017).

Muoviputket (kuva 7) varastoidaan kehikoissa maksimissaan 2,6 m korkeisiin pinoihin ja irralliset putket aluspuiden päälle maksimissaan 1,5 m korkeisiin pinoihin. Varastointi paikan tulee olla puhdas ja tasainen, sekä paineputkissa on pidettävä tulpat päissä. (Muoviteollisuus ry.)



Kuva 7. Muoviputkien varastointi (Muoviteollisuus ry 2016).



Kuva 8. Venttiilien varastointi (Antti Löyttynen 2021).

### 3.2 Liittäminen

Muoviputkien liittäminen voidaan toteuttaa vetoakestävällä liittimellä, sähköhitsausmuhvilla tai puskusaumahitsauksella. Teräs- ja valurautaputket liitetään toisiinsa yleensä muhvilii-toksella. (Onninen Oy.)

Muoviputkilla käytettäessä vetokestäviä- tai laippaliittimiä on putkessa käytettävä tukiholk-kia, joka on ruostumattomasta teräksestä valmistettu. Tukiholkin tehtävä on tukea putkea samalla kun siihen kohdistuu puristusta liittimistä. Tukiholkin avulla saadaan mahdollisesti soikea putken pää oikaistua, jolloin se helpottaa asennusta ja antaa asennus varmuutta. (Onninen Oy.)

Sähköhitsausosat ovat kustannuksiltaan edullisin vaihtoehto käyttää, mutta niiden liittämi-seen tarvitaan käyttöön hyväksyty ja kalibroitu sähköhitsauskone (kuva 9) sekä hitsaajalta edellytetään yleensä sähköhitsauspätevyyttä. Sähköhitsausliitokset yksilöidään hitsausko-noon avulla, ja kone kerää hitsaustapahtumasta tiedon talteen, joka on otettavissa koneesta hitsausraportin muodossa. Sähköhitsauksessa tulee noudattaa valmistajan antamia ohjeita pakkasrajoista. (Muoviteollisuus ry.)

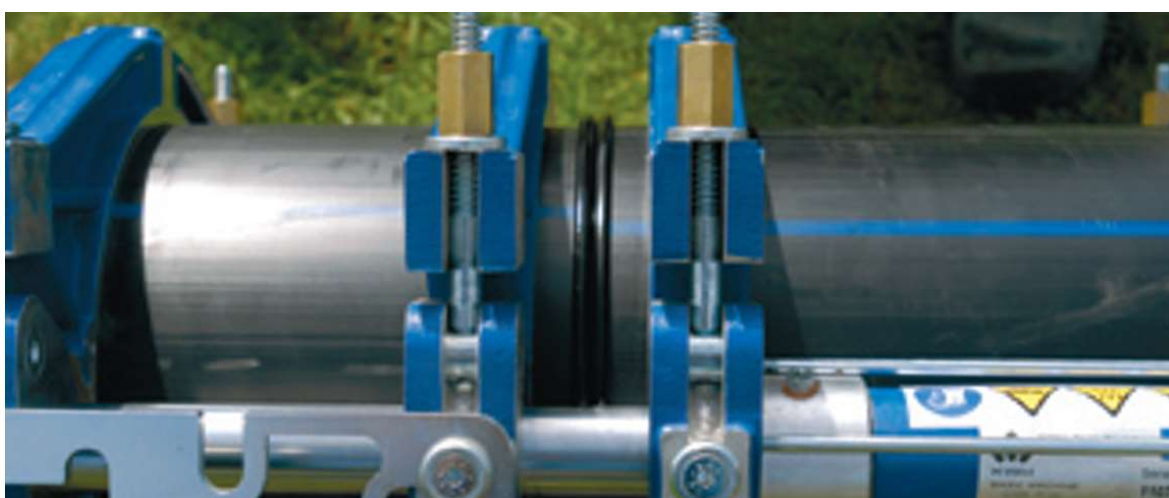


Kuva 9. Sähköhitsauskone (Onninen Oy).

Puskuhitsauksessa (kuva 10) muoviputket liitetään toisiinsa koneellisesti sulattamalla ja pu-ristamalla toisiinsa. Hitsausta varten putkenpäät höylätään tasaisiksi ja puhdistetaan epä-puhtauksista. Valittu hitsauspaikka tulee olla kuiva, tai vaihtoehtoisesti voidaan rakentaa katos tai käyttää vaikka konttia, jossa hitsaukset suoritetaan. Putkille on varattava tilaa si-ten, että päät saadaan suoraan toisiinsa nähden. (Muoviteollisuus ry.)

Hitsaus tarkastetaan silmämääräisesti ja hitsausparametrit kirjataan ylös tai taltioidaan hitsauskoneeseen, josta ne saadaan myöhemmin siirrettyä tarvittaessa työmaan laatukansioon. Silmämääräisesti tarkistetaan sauman koko, tasaisuus ja mahdollinen sivuttaissiirtymä, sauman on oltava tasainen, eikä siinä ei saa olla rakkuloita tai huokoisia. Hitsausauma voidaan analysoida tarkasti vain leikkaamalla sauma irti ja tekemällä sille lujuuksusteitä. (Muoviteollisuus ry.)

Työmaalla tulee tehdä ensin koehitsaus, jossa hitsattu sauma halkaistaan ja hitsauksen tasaisuus ja laatu analysoidaan ennen työn jatkamista, testisauma tulee tehdä myös vuoden välein. Puskuhitsattusauma kestää aina vähintään saman kuin itse putki. (Muoviteollisuus ry.)



Kuva 10. Puskuhitsauslaite (Muoviteollisuus ry).

### 3.3 Liittimet

Vetoakestävät liittimet on tarkoitettu putkien ja osien yhteen liittämiseen. Kokoluokasta 63 mm ylöspäin on pultein kiristettäviä liitoksia ja pienemmille putkikoille on tarkoitettu käytettäväksi pistoliittimiä, joita ei tarvitse erikseen pultein kiristää. Pistoliittimiä käytetään kokoluokissa 20–63 mm, liittimet ovat yksinkertaisia käyttää, putket painetaan rasvaa apuna käyttäen liittimen pohjaan asti.

### 3.4 Venttiilit


Vesijohtoverkostossa tarvitaan venttiileitä, kuten sulkuventtiileitä, yksisuuntaventtiileitä, tyhjennys- ja huuhteluventtiileitä, ilmanpoistovenntiileitä ja paineenalennusventtiileitä. Vesijohtoverkoston tulee sijoittaa riittävästi sulkuventtiileitä, että korjaus- ja liitostöistä aiheutuvat häiriöt kohdistuisivat mahdollisimman pienelle alueelle. Venttiilit asennetaan joko maahan



tai kaivoon, suuret venttiilit tulisi asentaa kaivoon, huollon helpottamiseksi. (Karttunen 1999, 120).

Maahan asennettuja venttiileitä ohjataan niiden päässä olevalla karalla, johon asennetaan karajatko, että venttiiliä pystytään ohjaamaan maanpinnalta täytön jälkeen. Karanjatko on tarvittaessa lyhennettävä ennen täyttövaihetta, että se jää n. 30 cm lopullisen maanpinnan alapuolelle. Karanjatkon ympärille asennetaan 110 mm tai 160 mm suojaputki maanpinnan läheisyyteen, jonka päähän tulee yleensä valurautakansisto. Karanjatkon tulee olla hyvän asennustavan mukaisesti keskellä suojaputkea. (Lahti aqua).

Laippaliitoksilla varustetut venttiilit on hyvä koota mahdollisimman valmiiksi mahdollisimman puhtaassa ympäristössä. Laippojen tiivisteet tulee olla ehyitä ja puhteita, sekä laippojen pultit tulee olla ruostumattomasta teräksestä valmistettuja ja ruuvit tulee kiristää valmistajan ohjeen mukaan, kuvassa 11 on valmistajanohje pulttiliitoksen kiristämiseen.

 Nm	Putkihalkaisija
35	DN 32 / 40 mm to DN 65 / 75 mm, ≤ 5 bar
60	DN 32 / 40 mm to DN 65 / 75 mm, ≤ 10/16 bar
	DN 80 / 90 mm to DN 150 / 180 mm, ≤ 5 bar
	DN 200 / 200 mm, ≤ 5 bar
	DN 200 / 225 mm, ≤ 5 bar
80	DN 250 / 250 mm to DN 250 / 280 mm, ≤ 5 bar
100	DN 300 / 315 mm, ≤ 5 bar
110	DN 80 / 90 mm to DN 150 / 180 mm, ≤ 10/16 bar
	DN 200 / 200 mm, ≤ 10 bar
	DN 200 / 225 mm, ≤ 10 bar
140	DN 200 / 200 mm, ≤ 16 bar
	DN 200 / 225 mm, ≤ 16 bar
160	DN 250 / 250 mm to DN 250 / 280 mm, ≤ 10/16 bar
200	DN 300 / 315 mm, ≤ 10/16 bar



Kuva 11. Esimerkki AVK liittimien pulttien kiristyksestä. (AVK Supa Plus asennusohje, 2).

### 3.5 Laadunvarmistus menetelmät

Erilaisilla testauksilla pystytään toteamaan järjestelmien toimivuus, sekä se että ne täyttävät annetut laatuvaatimukset. Nämä eivät poista varastoinnissa, työmaasiirrossa tai asennuksessa tapahtuneita vaurioita tai vääriä asennustapoja, jotka voivat vaikuttaa olennaisesti järjestelmän osan elinkaareen.

Puhdistus elementillä (kuva 12) on tarkoitus poistaa putkista asennuksessa tullut irtolika. Elementit lasketaan putkistoon veden kanssa, siten että vedellä saadaan työnnettyä elementti putkistossa eteenpäin. Puhdistamista varten on jätettävä kaivannot auki niistä kohdista, joita elementit halutaan laskevan linjastoon ja josta ne pääsevät pois, ilman että puhdistuksen mukana tullut likainen vesi valuu takaisin linjaan. Elementtejä lasketaan linjan läpi niin kauan, kunnes vesi on silmämääräisesti puhdasta. (Allwatec Oy).



Kuva 12. Pehmeä puhdistuselementti (Allwatec Oy.)

Vesijohdon kelpoisuuden osoittamista varten johdolle tehdään vesipainekoe SFS-3115 mukaisesti. Standardista poiketen painekoe tehdään peittämisen jälkeen. Painekokeesta tehdään mittauspöytäkirja. (InfraRyl 31300.5.2.1.)

Vähintään 1 vuorokausi ennen painekoetta putki täytetään vedellä ja siinä pidetään käyttöpaine, jolloin putki venyy mittaansa. Putkesta tulee laskea aika ajoin ilmaa pois ja varmistua että kaikki venttiilit ovat asianmukaisesti kiinni. (InfraRyl 31300.5.2.1.)

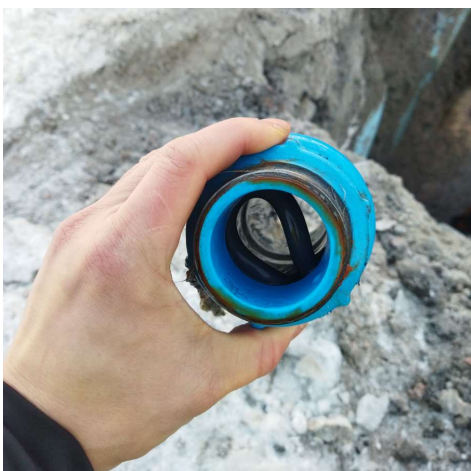
Painekoe suoritetaan kaksivaiheisena, jossa 1. vaiheessa putkessa oleva paine nostetaan 10 kPa aloituspainetta suuremmaksi ja putkiosuuden annetaan venyä. 2. vaiheessa aloitetaan varsinainen painekoe ja paineen aleneman tarkkailu. Koepaineen suuruus on 1,3 kertaa putken nimellispaineesta ja painetta tarkkaillaan 30 minuutin ajan. Jos lisätty veden määrä on sallittua suurempi, voidaan painekoe uusia kertaalleen. Painekokeen suorittamiseen tarvitaan vesiauto, jolla saadaan täytettyä linja, sekä kohotettua paine, tai vaihtoehtoisesti pumppu, kuten kuvassa 13, joka nostaa paineen linjassa. (InfraRyl 31300.5.2.1.)





Kuva 13. Meneillään oleva painekoe (Antti Löyttynen 2022)

Mikäli putkiosuudella havaitaan vuotoja, voidaan vuodon kohtaa yrittää rajata sulkemalla venttiileitä ja näin ollen kaventaa kojeistettavaa aluetta. Vuotokohdan löytäminen voi olla hankalaa työmaalla, tästä syystä on erityisen tärkeää tehdä työnaikaista laadunvalvontaa asennuksia tehdessä. Kuvassa 14 näkyy kun 63 mm pistoliitin on asennettu ilman rasvaa ja putki, joka on työnnetty liittimeen, on painanut liittimessä olevan tiivisteiden pois paikaltaan



Kuva 14. Vaurioitunut pistoliitin (Antti Löyttynen 2022).

Vesijohto huuhdellaan käytössä olevalla verkostovedellä, kun kaivannot on täytetty. Huuhdeluvesi johdetaan hulevesiviemäriin tai sen puuttuessa jätevesiviemäriin tai maastoon. Ennen huuhdeltun aloittamista kannattaa varmistua verkostoveden puhtaudesta, ottamalla käyttövedestä vesinäyte. Kohteissa, joissa olen itse työskennellyt, on asia järjestynyt paikallisen vesilaitoksen kautta. (InfraRyl 31300.3.1.3).

Mikäli epäillään, että linjaan on voinut saastua ulosteperäisestä aineesta, voidaan linjasto desinfioida kalsiumhypokloriitilla tai nestemäisellä natriumhypokloriitilla. Klooripitoisuus

tulee olla 10–50 mg/l. Klooraamista varten linja tulee tyhjentää ja uudelleen täytettäessä lisätään samaan aikaan klooriseos, jolloin kloori leviää joka puolelle linjaa. Liuosta pidetään vähintään 1 vrk ja mielellään 3 vrk putkistossa. Mikäli rakennettu linja on kloorattu, voidaan kloorin poistuminen varmistaa esim. klooriliuskalla, joka näyttää veden klooripitoisuuden välittömästi. Myös kloorin haju on hyvä indikaattori. Mikäli vedessä on edelleen klooria, jatketaan linjan huuhtelua, kunnes kloori on poistunut juoksevan veden mukana. (InfraRyl 31300.3.1.4.)

Vesinäyte otetaan viimeisestä huuhtelusta ja toimitetaan laboratorioon bakteeriviljelyä varten. Tulokset ovat saatavilla n. 3 päivässä, koska bakteeripesäkkeitä pitää kasvattaa laboratorioissa tietty aika tulosten saamiseksi. Näytteenottopullot saa laboratoriosta, johon näytteet sittemmin toimitetaan.

## 4 Jätevesijärjestelmät

### 4.1 Kaivot

Putkiviemäriin hoitoa ja kunnan tarkkailua varten rakennetaan tarkastusputkia ja -kaivoja n, 50–100 metrin välein. Viemäri rakennetaan kaivojen välillä suorana, milloin sen valvonta ja huolto on helpompaa. (Karttunen, 1999, s. 53.)

Pienemmät tarkastuskaivot, sekä -putket ovat bulkkitavaraa, toisin kuin runkokaivot, jotka tilataan yleensä työmaalle suunnitelmien pohjalta. Suunnitelman perusteella tehdään kaivokortit, joissa määritellään kaivon tyyppi, rakenne ja tulo- sekä lähtö korot putkille.

Tarkastuskaivoina käytetään joko muovisia tai betonisia kaivoja, jos huoltohenkilöstön on päästävä kaivoon, on sen halkaisija oltava silloin vähintään 800 mm. (InfraRyl 31100.1.2.)

Kaivojen kansistoina käytetään liikennöitävällä alueella 400 kN kuormituksen kestäväää ja muualla 250 kN kansistoa. Kannen vapaan aukon halkaisija tulee olla vähintään 500 mm, mikäli huoltohenkilöstön täytyy päästä kaivoon. (InfraRyl 31100.1.2.)

Kaivot tulee asentaa pystysuoraan, suurin sallittu poikkeama on 10 mm 1 metrin matkalla. Sijainnissa suurin sallittu poikkeama on vaakatasossa +/- 100 mm ja putkilinjan suunnassa +/- 300 mm, kun kaivoon ei ole liittymiä. (InfraRyl 31100.4.2)

### 4.2 Putket

Jätevesilinja voidaan rakentaa, joko vietto viemärinä tai paineellisena putkilinjana. Jätevesiputkien valmistusmateriaaleina käytetään muovi, betoni, valurauta- (sg-valurautaputki) ja teräsputkia. Muoviputken sallittu muodon muutos on asennuksen jälkeen PE-putkella 9 %, PVC-putkella 8 % ja PP-putkella 8 %. (InfraRyl 31100.2.1; 31100.4.1.)

### 4.3 Asentaminen

Putket liitetään toisiinsa kumitiiviste-, laippa-, liitin tai hitsausliitoksella riippuen putki tyypistä. Viettoviemäri asennetaan siten, että kahden rinnakkain kulkevan viettoviemärin etäisyys toisistaan on vähintään 300 mm ja paineputkilla 200 mm toisistaan. Etäisyys kaivoihin ja risteäviin putkiin tulee olla vähintään 100 mm. (InfraRyl 31100.3.1.)

Putkia asennettaessa tulee ensi tarkastaa putkikaivanto ja tasata asennusalusta, putkia ei saa asentaa jäätyneelle alustalle. Putkilinjan suoruus tarkastetaan ja muhviilitosta varten kaivetaan tarvittava kolo, putkia ei saa asentaa vinoon toisiinsa nähden. Ennen putken

asennusta tarkastetaan, että putket ja tarvikkeet ovat virheettömiä, vioittuneita materiaaleja ei saa käyttää. (InfraRyl 31100.3.1.)

Muhviliitoksien asennuksessa tiiviste tulee rasvata siihen soveltuvalla rasvalla, jotta tiiviste pysyy paikallaan putkea asennettaessa. Vioittuneen tiivisteiden voi havaita monesti vasta putkisto kuvauksissa tai tiiveyskokeessa, suurien putkien silmämääräinen tarkastaminen on pientä putkea huomattavasti helpompaa.

Kuvassa 15, jätevesiputken liitoksen asennustyössä oli käytetty liian vähän rasvaa, jolloin seuraavaa putkea työnnettäessä muhviin, tiiviste ei päässyt liukumaan, vaan painui muhvi-liitoksen sisään. Lopputuloksena liitos pääsi vuotamaan asennustyössä vioittuneen tiivisteiden vuoksi. Liitos paikannettiin putkistokuvauksen yhteydessä, joka oli osa laadunvalvontaa, kohta korjattiin kaivamalla katu uudelleen auki ja tekemällä uudet liitokset. Korjattu putki kuvattiin kaivojen väliltä korjaustyön jälkeen uudelleen.



Kuva 15. Vioittunut tiiviste (Antti Löyttynen 2021).

#### 4.4 Laadunvalvonta

Työmaa laadunvalvonta toteutetaan tilaajan suunnitelmien ja tehtyjen työ- ja laatusuunnitelmien mukaan. Asentajille taataan työmaalla riittävät välineet ja hyväksytyt materiaalit työn toteutusta varten. Asennustöiden keskeytysten ajaksi putken päät tulee suojata, sekä kaivojen asennuksen jälkeen kannet tulee suojata.

#### 4.5 Valmiin jätevesiviemäri vaatimukset

Jätevesiviemärissä sallitaan seuraavat poikkeamat (taulukko 1), jos ne eivät haittaa toimivuutta ja haaroja; vietto- ja paineviemäriin vaakasuuntainen poikkeama +/- 100 mm, paineviemäriin korkeusaseman poikkeama +/- 100 mm ja viettoviemäriin suurin sallittu sivuttaispoikkeama saa olla valitulla matkalla kolmasosa (1/300). Viettoviemärissä kahden kaivon välillä on oltava > 0 promillea ja putkeen ei saa jäädä vesipainannetta. Taulukossa 1 on esitetty sallitut poikkeamat viettoviemäriin suunnitellusta kaltevuudesta ja korkeusasemasta. (InfraRyl 31100.4.1.)

Suunnitelman mukainen kaltevuus, ‰	Kaltevuuspoikkeama lillä enintään, ‰	kaivovä- Korkeuspoikkeama mm	enintään,
> 5	1,5	50	
3...5	1,0	30	
< 3	1,0	20	

Taulukko 1. Viettoviemäriin sallitut kaltevuus- ja korkeuspoikkeamat. (InfraRyl 31100:T6).

Putkilinja tarkastetaan esim. videokuvauksella ja tilaajalle toimitetaan tarkastusraportti putkien kunnosta (kuva 16). Putkistokuvauksen tarkoituksena on tarkastaa putkien kunto ja toimivuus. Kamera, jolla putket kuvataan, lasketaan kaivon kautta putkeen, jolloin tulee aina kuvatuksi yksi kaivoväli. Kuvaamalla pystytään paikantamaan vioittuneet kohdat niin uudiskuin saneerauskohteissa. Jos kuvauksessa on syytä epäillä putken muodonmuutoksia, voidaan putken läpi vetää 1,5 kertaa putken halkaisijan mittainen ja 92 % putken sisähalkaisijasta oleva sylinteri lävitse. (InfraRyl 31100.5.1; Lahden Putkistokuvaus Oy.)

Nro. 139		Työ 01	Tilaja	Kaupunki tai kylä Hollola	Katu Kallioimarre	Sijainti/ kohde Tie
PVM. 18.1.2022		Auto	Kuvaaja Jari Karhu	Puhdistettu Puhdistettu	Kaivovälin käyttö Sadevesi	Arvo
Sää	Aurinkoinen	Kartan Nro.	0	Yläkaivo	H34453.1	
Lämpötila	-15	Projektin tunnus	Perhoslehto	Alakaivo	H34453	
Tutkimus-suunta	Vastavirtaan	Tallenteen tunnus		Kaivovälin pituus[m]	4,64	
Tutkimuksen tarkoituks.	Uuden putken laaduntarkis	Kamera	iPEK	Muoto		
Rakenteellinen kunto	0	Halkaisia [mm]	200			
Toiminnallinen kunto	0	Leveys [mm]				
Vuotavuus		Materiaali	PVC			
Vikatyypit		Pinnoitemenetelmä				
Huomautus						
1:50	m +	T-%	Havainto	MPEG	Kuva	Arvo
H34453	0.00	0	Kuvauksen alku	00:00:00		
H34453.1	4.64	0	Kuvauksen loppu	00:00:27		

Kuva 16: Esimerkki putkistokuvausta saadusta raportista (Lahden Putkistokuvaus Oy).

Viettoviemäreille voidaan tehdä ilmanpaineella tiiveyskoe, jonka tulos on hyväksyttävä, mikäli kokeen tulos on aloituspaineesta (10kPa) lopetuspaineeseen (7kPa) on vähintään putken nimellismitta (millimetreinä) sekunteina, Mikäli putkilinja on pohjaveden pinnan alapuolella, korotetaan painetta vedenpaineen kumoamiseksi. Koepaine ei saa ylittää 30 kPa. DN > 1200 mm koon putkille tarkastus tehdään silmä määräisesti. (InfraRyl 31100.5.1.3.)

Paineviemärin tiiveysvaatimukset voidaan todeta hyväksytyksi vedellä tehtävällä painekokeella, kun paine vakiintuu putkessa 30 minuutin aikana enintään 20 kPa aloituspaineen alapuolelle. Jos paine laskee tarkkailun aikana, nostetaan paine takaisin aloituspaineeseen lisäämällä vettä. (InfraRyl 31100.4.1.2.)

## 5 Hulevesijärjestelmät

### 5.1 Hulevesikaivo

Hulevesikaivojen tarkoituksena on kerätä maanpäällisiä pintavesiä ja johtaa ne toisaalle. Hulevesikaivoja rakennetaan keskimäärin jokaista 800–1000 katuneliömetriä kohden yksi kaivo, kuitenkin siten, ettei kaivo väli olisi suurempi kuin 60–100 m. Tarkastuskaivoissa menetellään viemärin tavoin. (Karttunen 1999, 156.)

### 5.2 Hulevesiputket

Hulevesiviemäreiden putket tulee olla kestäviä ja kestää mekaanista kulutusta, sekä työstä johtuvaa kovaa asennuksen aikaista käsittelyä. Käytetyimmät putkimateriaalit ovat muovi ja betoniputki ja näiden lisäksi voidaan käyttää valurautaputkea paikoissa, joissa veden virtaus on suuri ja kohdistuu suuri mekaaninen rasitus. Muoviputken asennus on helppoa sen kevyen käsiteltävyyden vuoksi, kun taas betoni ja valurautaputket ovat selvästi raskaampia käsitellä. (Karttunen 1999, 148–153.)

### 5.3 Laadunvarmistus

Hulevesiviemärin laadunvalvonta toteutetaan kuten vastaavan jätevesiviemärin. Viemärin sijantiedot tallennetaan x-, y-, ja z-koordinaatti tietona ennen peittämistä ja talletetaan sovitettuun tiedostomuotoon. (InfraRyl 31200.5.1.)

## 6 Pumppaamot

Pumppaamoita käytetään veden paineelliseen siirtämisen, niin vesi- kuin viemärlaitoksella. Pumppaamon pääosat ovat pumppaamorakennus ja koneisto. Suuret pumppaamot ovat yleensä maan päällä, jolloin niiden huoltaminen on helpompaa, kun taas pienet pumppaamot ovat yleensä maan alla, jolloin niiden materiaali kustannukset ovat huomattavasti pienemmät. (Karttunen 1999, 39.)

Pumppaamon asennuksessa tulee noudattaa valmistajan ohjetta. Valmistajan tai tilaajan vaatiessa tehdään asennuspöytäkirja (kuva 17), joka dokumentoidaan työluovutusta varten. Pumppaamoissa käytettävät pumput voidaan jaotella kahteen pääryhmään niiden toimintaperiaatteen perusteella turbohydrauliset ja syrjäytys periaatteella toimivat pumput. Turbohydraulisia eli nopeus periaatteella toimivia pumppuja ovat keskipako- ja potkuri-pumppu. Syrjäytys periaatteella toimivia taasen ovat mäntä-, kalvo-, ruuvi- ja letkupumppu. (Karttunen 2003, 181.)

Pumppaamoja ovat paineenkorotusasemat, ohitus, kiinteistö- ja lattiakaivopumppaamot. Runkolinjoihin asennettavat pumppaamot ovat yleensä kokonsa puolesta halkaisijaltaan 1000 mm lähtien aina 3000 mm asti ja ne on yleensä varustettu kahdella pumpulla. Kiinteistöpumppaamot yleensä kiinteistön käyttöön tarkoitettuja, yhdellä pumpulla varustettuja ja rakennusten ulkopuolelle maahan asennettavia. Lattiakaivopumppaamot, jotka on tarkoitettu rakennuksen sisään, padotuskorkeuden alapuolelle asennettavaksi. (Lining Oy 2022.)



## Lining pumppaamon asennuspöytäkirja

Huomi! Materiaali- ja valmistusvirhetakuu edellyttää tämän kaavakkeen täyttämistä ja se tulee esittää pyydettyä valmistajalle.

Pumpun tyyppi: \_\_\_\_\_ Pumppaamon tyyppi: \_\_\_\_\_  
 Pumppaamon nro: \_\_\_\_\_ Osoite: \_\_\_\_\_

### ASENNUSTYÖT

Alla mainittu rakennusliike vakuuttaa, että on suorittanut tämän pumppaamon asennuksen tässä annettujen ohjeiden mukaisesti.

Rakennusurakointi: \_\_\_\_\_ pvm \_\_\_\_\_  
 Sähköurakointi: \_\_\_\_\_ pvm \_\_\_\_\_  
 LVI-työt: \_\_\_\_\_ pvm \_\_\_\_\_  
 Valvoja: \_\_\_\_\_ pvm \_\_\_\_\_

### TARKASTUSTOIMENPITEET

	Tarkastettu	OK
Pumppaamon kuljetusvauriot, yleiskunto ja yhteiden tarkastus (vastanottotarkastus) _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pumppaamon asennussyvyys on noudatettu _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pumppaamon ympäristö on eristetty _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Maatäyttö on suoritettu ohjeen mukaisesti ja tiivistys ohjeenmukaisella maa-aineksella _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pumppaamo on ankkuroitu ohjeen mukaisesti (vetisissä olosuhteissa pakollinen) _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Maatäytöt on asennettu viettämään pumppaamolta pois päin _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pumppaamoon ei kohdistu ajoneuvoliikennekuormaa _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rungon sähköläpiviennin kierrelaitos on tiivistetty _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pumppaamossa ei ole sinne kuulumattomia esineitä _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tarkista, että keskuksen lämpöreleeseen säätö vastaa pumpun nimellivirtaa _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pumpun toiminnan ja pyörimissuunnan tarkistus _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vikavirtakytkimen toiminnan tarkistus _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hälytyskytkimen toiminnan tarkistus _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Käynnistys ja pysäytyskytkimen toiminnan tarkistus _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Käynnistys ja pysäytyskytkimen (vipa) ylä- ja alarajojen tarkistus _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Käynnistys ja hälytyskytkimen (vippojen) kiinnityskiilat kiristetty _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tarkista, että putkiston ja paineviemärin venttiilit ovat auki _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tarkista, että väliristikansi on tiiviisti paikallaan ja ympäristäyttö oikealla tasolla _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Keskuksen tolpan johtojen läpivientireikä tulpattu (pakkassuojaus) _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pumppaamon kannen lukitus _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**HUOMIOITAVAA** (Tallenna mahdollinen asennuskuvadokumentaatio tämän dokumentin liitteeksi):

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Pvm: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ 20\_\_\_\_ Asennus suoritettu tätä ohjetta noudattaen ja hyvän rakennustavan mukaisesti.

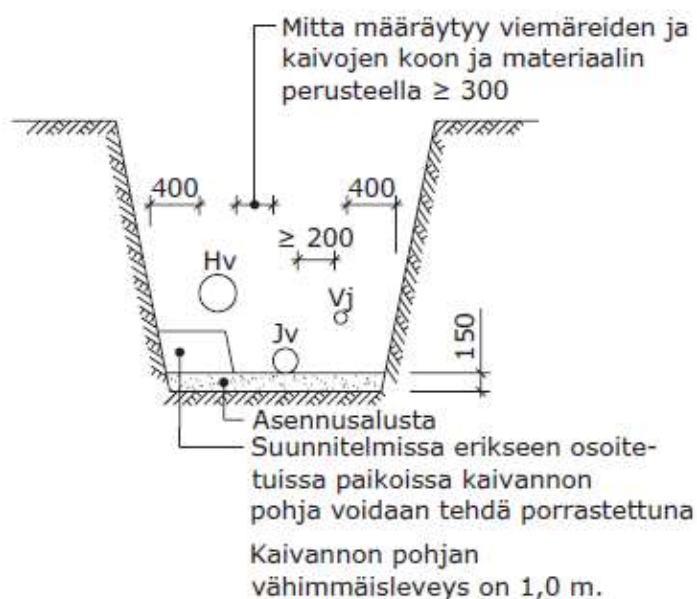
\_\_\_\_\_  
 Käyttöluovutuksesta vastaavan allekirjoitus

\_\_\_\_\_  
 Valvojan allekirjoitus (jos eri kuin käyttöluovuttaja)

## 7 Vesihuolto kanaali

### 7.1 Kaivannot

Vesihuollon osaa varten tehtävän kaivannon on täytettävä sille osalle annetut vaatimukset (kuva 18). Kaivannon pohjanleveys määräytyy putken koon ja putkien määrästä riippuen. Kaivannon arinarakenne määräytyy maaperänmukaan ja eri arinarakenteita on kiviainesarina, teräsbetoniarina, teräslevyarina, sekä puuainesarina. Myös täyttöt määräytyvät rakennettavan järjestelmän, sekä rakennus paikan mukaan.



Kuva 18. Tukematon maakaivanto vähimmäismitat (InfraRyl 16210:K1).

### 7.2 Työturvallisuus

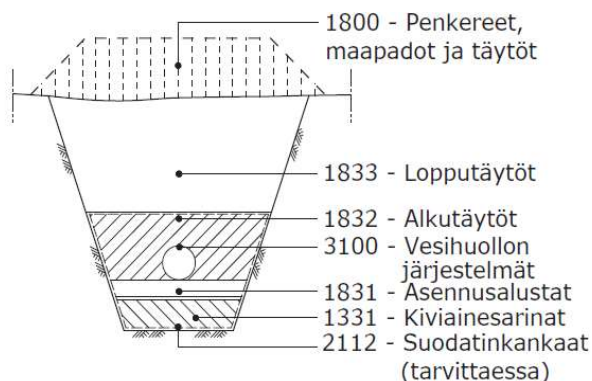
Työvaihekohtainen turvallisuus suunnitelma tulee tehdä kaivutöistä ja kaivantojen tuenasta. Tuet tulee asentaa huolellisesti suunnitelman mukaan, siten että ympäröivä maa on kiinni tuessa ja tuki ylittää 0,3 m maanpinnan yläpuolelle, kaivannon pohjan ja ympäröivän maan häiriintymistä tulee välttää. Kaivannon kuivana pito toteutetaan suunnitelman mukaisesti joko, pumppaamalla tai pohjaveden pintaa alentamalla. (InfraRyl 42012.3)

### 7.3 Kiviainesarina

Kiviainesarina (kuva 19) tehdään 0–32 raekoon sorasta, murskeesta tai kiviainesmateriaalista, jonka suurin raekoko on 2/3 kerroksen paksuudesta, kuitenkin enintään 150 mm. Mikäli arinan alle tarvitaan suodatinkangasta, käytetään vähintään N2 käyttöluokan kangasta,

tierakenteiden alla N3 luokan kangasta ja ratarakenteiden alla vähintään N4 luokan kangasta. (InfraRyl 13310.1.)

Arina sijainti mitataan ennen putkien asennusta ja arinanpohjan epätasaisuuden suurin sallittu poikkeama on 3 m:n matkalla  $\pm 20$  mm, paksuuden  $+ 0,1$  m ja sivusuunnassa  $+ 0,2$  m. Tiivistystä valvotaan työmaalla, InfraRyl 18110:T3 taulukossa annettujen ohjeiden mukaisesti työmaalla työtapatarkkailuna. Tiiveys mitataan kevyellä painonpudotuslaitteella mitattuna  $< 2,5$ , joka vastaa n. 95 % tiiveysastetta. (InfraRyl 13310.)



Kuva 19. Johtokaivanto (InfraRyl 31300:K1).

#### 7.4 Asennusalusta

Putkien varioitumisen estämiseksi varmistetaan ennen asennusalustan (kuva 19) rakentamista, ettei kaivannossa ole kiviä. Talvella on huolehdittava, ettei kaivannossa ole lunta, eikä materiaali ole jäässä. Louheen päälle tehtäessä, on pohja kiilattava huolellisesti ja asennettava vähintään N3 luokan suodatinkangas ehkäisemään asennusalusta varisemisen louheen sekaan. (InfraRyl 18310.2.)

Mikäli maaperä mahdollistaa sen, ettei kaivannon pohjaa tarvitse vahvistaa, tehdään asennusalusta suoraan kaivettuun kaivantoon. Betoniputkelle tehtävä asennusalusta on soraa, mursketta, tai vastaavaa materiaali, jonka maksimi raekoko tierakenteissa on 63 mm ja sen ulkopuolella 32 mm. Muovi- ja teräspankille tehtävään asennusalustaan suurin sallittu raekoko luonnonkiviaineksesta on 10 % putken nimellimitasta, kuitenkin siten, että pienemmille kuin DN 200 putkille maksimi raekoko on 20 mm ja suuremmille kuin DN 600 maksimi raekoko on 63 mm. Mursketta voidaan käyttää suurempien kuin DN 100 putkien alustäytöissä, jolloin maksimi raekoko on 16 mm. (InfraRyl 18310.1.)

## 7.5 Laadunvalvonta

Työmaan laadunvalvonta toteutetaan työ- ja laatusuunnitelman mukaan. Kaivettu kanaali mitataan yleensä kaivettaessa kaivinkoneella ja osittain mittamiehen ottamilla tarkemittauksilla. Kaivinkoneen ottamia tarkkeita tulee verrata mittamiehen ottamiin tarkeisiin ja seurata tarkkeiden toleranssia ja oikeellisuutta. Mikäli työmaalla käytetään koneellista mittaustapaa, eli kaivinkoneella mitataan eri rakennusosia, on hyvä tehdä työmaalle yhteneväinen mittaus ohje koneenkuljettajia varten. Kerrostarkkeet otetaan täyttöjen yhteydessä kaivinkoneella tai/ja mittamiehen mittaus välineillä.

Täyttöjen tiivistykseen tulee valita oikeat tiivistysvälineet, sekä valvoa työnaikaista tiivistämistä seuraamalla yliajojen määrää, materiaalin kosteutta, laitteiden ajonopeutta, sekä seurataan tiiveysmittareita, mikäli tiivistyslaitteet ovat niillä varustettu. Tiiveys mitataan eri rakennekerroksista kevyellä painonpudotuslaitteella ja tulokset dokumentoidaan työmaan laatukansioon. (InfraRyl 18110:T3.)

Loadman kevytpainonpudotuslaite (kuva 20), jonka tarkoituksena on mitata rakennetun kerroksen tiiveyttä, sekä e- moduulia. Laitteen sisällä oleva 10 kg pudotettava teräspaino, joka mittaa e-moduulia ja painumaa. Laitteella voidaan mitata pohjalevystä riippuen n. 20–60 cm:n kerrospaksuuksia. Laitteella ei voida mitata katurakenteiden kokonaiskantavuuksia. (AL-engineering Oy, 2015.)



Kuva 20: Loadman 2 kevytpainonpudotuslaite (AL-engineering Oy, 2015).

Levykuormituskoe (kuva 21) on tarkoitettu tien, kadun tai muun kokonaisrakenneteen mittaukseen ennen päällystystä. Laite tarvitsee vastapainokseen, esim. kaivinkoneen tai

kuorma-auton, jota vasten rakennetta taivutetaan tonnin välein aina kuuteen tonniin asti.  
(Roadmasters Oy)



Kuva 21. Levykuormituskoelaitteisto (Roadmasters Oy).

## 8 Päätelmät

Vesihuollon eri järjestelmien rakentaminen ei välttämättä ole kovinkaan vaikeaa, mutta koska rakenteet peitetään maan alle, korostuu asennustyön tarkkuus. Infra-alalla työskentelee paljon asentajia erilaisilla koulutustaustoilla ja monet ovat työkautta oppineita. Työmaan työnjohdon tulee selvittää ennen työn alkamista työn laadulliset vaatimukset ja selvittää eri materiaali valmistajien vaatimukset tuotteilleen. Työ- ja laatusuunnitelmien tarkoituksena on varmistaa, että työmaalla on riittävät tiedot työn toteuttamiseen. Työnjohdon tulisi käyttää suunnitelmia asentajien kouluttamiseen ja varmistumiseen asennustyön laadusta. Suunnitelmalla yhtenäistetään työmaalla tehtävät asennustyöt.

Raportti helpottaa työmaalla tehtävää työnjohdon laadunvalvontaa, kun järjestelmät ovat koottu yhteen. Eri valmistajien ohjeet voivat poiketa toisistaan ja ennen töiden aloitusta tulee tarkastaa valmistajan ohjeet käytettävien tuotteiden osalta ja voimassa olevat laatumääräykset. Työnaikana tehtävän silmämääräisellä asennustyön valvomisella voidaan todeta asentajien asennustyön laatu ja välttää ylimääräisiä korjaustöitä ennen kohteen luovuttamista ja sen jälkeen.

Rakennustyöhön käytettävien osien valinnalla, sekä toteutustavalla voidaan säästää huomattavia summia rakentamisen aikana rahaa ja aikaa. Eri kunnissa paikallinen vesilaitos tai rakennuttaja voi edellyttää tiettyjen osien ja tietynlaisten materiaalien käyttöä, jotta järjestelmien elinikää saataisiin maksimoitua.

Vaikka tästä työstä oli rajattu paljon eri osia pois, niin lukijan on mahdollista löytää erilaisten ratkaisuiden pariin lähteiden kautta. Juoma-, jäte- ja huleveden jakaminen omiin osiin ei olisi ajanut tämän työn tarkoitusta, koska katurakentamisessa yleensä nämä osat tulevat samaan kaivantoon.

Järjestelmien eriyttämisestä pystyisi tekemään hyvän työmaakäsikirjan, joka kokoaisi yhteen erilaisia toteutus tapoja, vaihtoehtoja ja asennusvaatimuksia. Valmistajilla on olemassa heidän omia tuotteitaan hyödyntäviä hyviä ohjeita, mutta ei kustannustehokkaimpia vaihtoehtoisia ratkaisuja.

## Lähteet

Al-Engineering Oy, 2015, Loadman 2 käyttöohje <https://www.al-engineering.fi/fi/sup-port.html>

Allwatec Oy, yrityksen verkkosivut. <https://www.allwatec.fi>

InfraRyl 31300 2012, Vesijohdot. Helsinki. Rakennustietosäätiö RTS

InfraRyl 31100 2012, Jätevesiviemärit. Helsinki. Rakennustietosäätiö RTS

InfraRyl 31200 2012, Hulevesiviemärit. Helsinki. Rakennustietosäätiö RTS

InfraRyl Osa 1 väylät ja alueet, 2010. Helsinki. Rakennustietosäätiö RTS

Hulevesiopas 2012. Helsinki: Suomen kuntaliitto. Saatavissa <https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2012/1481-hulevesiopas>

Karttunen, E. 1999. Vesihuoltotekniikan perusteet. Helsinki: Opetushallitus

Karttunen, E. 2003. RIL 124-1 Vesihuolto 1. Suomen rakennusinsinööri liitto RIL ry

Lahden Putkistokuvaus Oy, Yrityksen verkkosivut. <https://putkistokuvaus.fi/putkistokuvaus-3/>

Lining Oy, yrityksen verkkosivut. <https://www.lininging.fi/tuotteet>

Onninen Oy, Yrityksen verkkosivut. Saatavissa <https://www.onninen.fi/lampo-ja-vesi-seka-prosessiputkistot/c/1>

Muoviputkien asennusopas, Päivitetty 2014. Muoviteollisuus ry. Saatavissa <https://www.plastics.fi/julkaisut/>

Muoviputkien puskuhitausta, päivitetty 2014. Muoviteollisuus ry. Saatavissa <https://www.plastics.fi/julkaisut/>

Muoviputkien sähköhitausta, päivitetty 2014. Muoviteollisuus ry. <https://www.plastics.fi/julkaisut/>

Petrow, S., Heikkinen, M., Forsman, J., Pirinen, M. 2017. Betoniset viemäri- ja hulevesijärjestelmäsuunnittelu ja toteutus. Helsinki. Betoniteollisuus ry. Saatavilla <https://www.vvy.fi/ajankohtaista/uutiset/betoniviemarit-kasikirja/>

Pipelife Finland Oy, 2022, Yrityksen verkkosivut. <https://www.pipelife.fi>

Roadmasters Oy, Yrityksen verkkosivut. <https://www.roadmasters.fi>

Saint-Gobain Pipe Systems Oy, Yrityksen verkkosivut. <https://www.pamline.fi/vesihuolto>

Uponor Oy 2016, Vesijohdot. Saatavissa <https://issuu.com/uponorfi/docs/10-vesijohdot-2020>