

SUUNNITTELUOHJE

Verkostosuunnittelun käytännöt Lahti Aqua -Konsernissa

Sisällys

Verkostosuunnittelun käytännöt Lahti Aqua -Konsernissa	1
1. YLEISTÄ	5
2. VESIHUOLTOVERKOSTOJEN MITOITUS	5
2.1. Viemäreiden minimikaltevuudet kokoluokittain	6
2.1.1. Hulevesiviemärit	6
2.1.2. Jätevesiviemärit	6
2.1.3. Vesijohtojen ja paineviemäreiden minimikaltevuudet ja -putkikoot	7
2.2. Viemäreiden padotuskorkeudet	7
2.3. Vesijohdon ja viemäreiden korkeusasemat ja putkiristeilyt	8
2.4. Vesijohdon ja viemäreiden sijoitus	8
3. VESIHUOLTOVERKOSTOJEN MATERIAALIT UUDISRAKENTAMISESSA	9
3.1. Vesijohdot	10
3.1.1. Putket	10
3.1.2. Putken sisä- ja ulkopuoliset pinnoitteet	11
3.2. Viettoviemärit	11
3.2.1. Jätevesiviemärit	12
3.2.2. Hulevesiviemärit	12
3.3. Paineviiemärit	13
3.4. Kumiivisteet	13
3.5. Kaivot	13
3.5.1. Tarkastuskaivot	13
3.5.2. Rallikaivot, hulevesikaivot	14
3.5.3. Pakkas- / hajulukko-kaivo	14
3.5.4. Satulakaivot (jätevesi- ja hulevesiviemärit)	15
3.5.5. Paineviiemäriin purkukaivot	16
3.6. Suojaputket	13
3.7. Pultit, mutterit, laipat ja aluslevyt	18
4. VESIHUOLTOVERKOSTON LAITTEET JA VARUSTEET	18
4.1. Vesijohtoverkot ja paineviiemärit	18
4.1.1. Sulkuventtiilit	18
4.1.2. Paineenalennus-, paineenpito-, paineensäätö- ja yksisuuntaventtiilit	19
4.1.3. Vedenjakelujärjestelmän valvontalaitteet	19

4.1.4.	Ilmanpoistiventtiilit.....	19
4.1.5.	Vesijohtoverkon laitekaivot	20
4.1.6.	Sammutusvesirakenteet	21
4.1.7.	HuuhTELUpOstIt ja possutushaarat	22
4.1.8.	Tyhjennyshaarat	22
4.1.9.	Vesijohtojen ja paineviemäreiden tuenta	22
4.2.	Hulevesi- ja jätevesiviemärit	22
4.2.1.	Tarkastuskaivot.....	23
4.2.2.	Rallikaivot (ritiläkannelliset), hulevesikaivot.....	26
4.2.3.	Hulevesiputket.....	26
4.2.4.	Kansistot.....	27
4.2.5.	Ylivuotorakenteet	27
4.2.6.	Hulevesien hallinta	27
4.2.7.	Hulevesiviemäriin purku avouomaan	27
4.2.8.	Hulevesiviemäriin purku vesistöön.....	27
4.2.9.	Sukellusviiemärit	28
4.2.10.	Lämpöeristys	28
4.3.	Tonttiiiitokset.....	29
4.4.	Pumppaamot.....	30
4.4.1.	Jätevedenpumppaamot	30
4.4.2.	Hulevesi- ja tulvapumppaamot	32
5.	VESIJOHTOJEN JA VIEMÄREIDEN MENETELMÄSANEERAUS	32
5.1.	Yleistä.....	32
5.2.	Vesijohtojen menetelmäsaneeraus.....	32
5.3.	Viemäreiden menetelmäsaneeraus	34
5.4.	Viemärikaivojen menetelmäsaneeraus	36
5.5.	Saneeraustyön aikainen väliaikainen vesihuoltoverkko.....	36
6.	SUUNNITTELU- JA RAKENTAMISKÄYTÄNTÖJÄ.....	36
6.1.	Elinympäristön huomioon ottaminen verkostoinvestointihankkeissa.....	36
6.2.	Kaivannot	37
6.3.	Putkien perustaminen ja pohjanvahvistus.....	37
6.4.	Hylättävät johtolinjat.....	38
6.5.	Alitukset.....	38

6.5.1.	Vesistönalitukset	38
6.5.2.	Väylien, ratojen ja katujen alitukset	39
6.5.3.	Suojaputket	39
6.5.4.	Suuntaporaus, vaakaporaus	40
6.5.5.	Kallioporaus	40
6.6.	Avo-ojat ja rummut	40
6.6.1.	Avo-ojan minimileveys, -kaltevuus ja luiskakaltevuudet	40
6.6.2.	Rummut	41
7.	SUUNNITELMAT	41
7.1.	Piirustusten numerointi	41
7.2.	Lähtötiedot	42
7.3.	Rasite- ja työalueet	43
7.4.	Luvat	43
7.5.	Laadittavat suunnitelmat ja asiakirjat	44
7.5.1.	Yleistä	44
7.5.2.	Rakennussuunnitelma	44
7.5.3.	Tietomallintamalla toteutettava suunnittelu	45
7.5.4.	Suunnitelmien hyväksyminen	45

1. YLEISTÄ

Lahti Aqua Oy:n suunnitteluohje vesihuoltoverkostoille.

SOVELLETTAVAT OHJEET

- InfraRYL(verkkopalvelu) yleiset laatuvaatimukset, ajantasainen versio:
<https://www.rakennustieto.fi/infraryl/>
- RIL 237-1-2010 ja 237-2-2010 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu
- RIL 124-2 Vesihuolto II
- RIL 77-2013 Maahan ja veteen asennettavat kestopuoviputket
- Katu 2002 Katusuunnittelun ja rakentamisen ohjeet
- Vesijohtojen ja viemäreiden saneeraustöiden yleinen työselostus ja määrämittausohje 2013
- Vesijohtojen ja viemäreiden saneeraustöiden rakennuttamisasiakirjat 2013
- Lahti Aqua:n työselostusmalli ja hankintaohjeet
- Tilapäiset liikennejärjestelyt katualueella (SKTY 2013; julkaisu 1/2013)
- Hulevesiopas (Kuntaliitto 2012)
- Lahden kaupungin hulevesiohjelma 2012
- RIL 263-2014 Kaivanto-ohje
- Betoniviemärit 2016; käsikirja, Rakennusteollisuus Rt ry
- Lahden kaupungin kunnallisteknisten suunnitelmien laatimisohje 6/2017

Suunnitteluohjeessa on esitetty yleisiä ohjeita täydentäviä Lahti Aqua:n suunnittelukäytäntöjä ja -ratkaisuja em. ohjeisiin.

2. VESIHUOLTOVERKOSTOJEN MITOITUS

Vesijohtojen ja jätevesiviemäreiden mitoituksessa käytetään vesihuoltoverkkojen suunnittelu RIL 237-2-2010-julkaisua. Hulevesiverkon mitoituksessa käytetään Katu 2002 -julkaisua ja Kuntaliiton Hulevesiopasta. Vesihuoltoverkostojen mitoituksessa ennustejakso on 30 vuotta.

Maankäytön muutokset varmistetaan kaavoittajalta. Mahdolliset osayleiskaavan tai asemakaavan yhteydessä tehdyt hulevesiselvitykset ja -mallinnukset hulevesien hallintatoimenpiteineen sekä tulvatarkasteluineen otetaan huomioon suunnittelussa. Lisäksi huomioidaan Porvoonjoen tulvakorkeus ja pienvesitulvien mahdolliset torjuntasuunnitelmat. Hulevesien vastuurajat Lahti Aqua:n ja Lahden kaupungin välisen sopimuksen mukaisesti, tässä ohjeessa ei oteta kantaa vastuisiin. Suunnittelussa huomioidaan Lahden kaupungin hulevesiohjelma. Hollolan verkostoon suunniteltaessa huomioidaan Hollolan kunnan ja – vesihuoltolaitoksen vaatimukset.

Tässä suunnitteluohjeessa muoviputken halkaisijalla tarkoitetaan nimellisulkohalkaisijaa ja muiden putkien halkaisijalla tarkoitetaan nimellissisähalkaisijaa. Verkostojen mitoituksessa käytetään putken todellista sisähalkaisijaa.

2.1. Viemäreiden minimikaltevuudet kokoluokittain

Taulukoissa 2.1.1. ja 2.1.2 on esitetty uudisrakentamisessa käytettävät minimikaltevuudet.

Saneerauskohteissa sekä johtosiirroissa voidaan joutua tyytymään pienempiin kaltevuuksiin ja tällaiset tapaukset tarkastellaan aina erikseen.

2.1.1. Hulevesiviemärit

Hulevesiviemäreiden rungoissa minimiputkikoko on \varnothing 250 mm.

Putkikoko [mm]	Minimikaltevuus
\varnothing 200	7 ‰
\varnothing 250	6 ‰
\varnothing 300	5 ‰
\varnothing 400	3,5 ‰
\varnothing 500	3,0 ‰
\varnothing 600	2,5 ‰
\varnothing 700 - 800	2 ‰
\varnothing 1000	1,5 ‰
$\geq \varnothing$ 1200	1 ‰

Hulevesikaivon liitosputken minimikoko on \varnothing 250 ja minimikaltevuus 10 ‰ (poikkeustapauksissa 7 ‰).

2.1.2. Jätevesiviemärit

Jätevesiviemäreiden rungoissa minimiputkikoko on \varnothing 160 mm

Putkikoko [mm]	Minimikaltevuus
\varnothing 160	10 ‰
\varnothing 200	7 ‰
\varnothing 250	6 ‰
\varnothing 300	5 ‰
\varnothing 400	3,5 ‰
\varnothing 500	3,0 ‰

Ø 600	2,5 ‰
Ø 700 - 800	2 ‰
Ø 1000	1,5 ‰
≥ Ø 1200	1 ‰

Huom. tonttviemäriin kaltevuus tontin rajalta runkoviemäriin päin aina vähintään 20 ‰

2.1.3. Vesijohtojen ja paineviemäreiden minimikaltevuudet ja -putkikoot

Yleisten vesijohtojen tavoitteellinen minimikaltevuus on 2 ‰ (ilman poistuminen linjoista).

Paineviemäreiden minimikaltevuus on 2 ‰ (ilman poistuminen linjoista). Paineviemärit pyritään suunnittelemaan nousevaksi.

2.2. Viemäreiden padotuskorkeudet

- Viemäreiden padotuskorkeudet määritetään aina kiinteistöittäin Lahti Aqua Oy:n liittymissopimuksissa.
- Jätevesiviemäriin padotuskorkeus on yleensä lähtevän putken laki +1,0 m.
- Hulevesiviemäriin padotuskorkeus on yleensä maanpinta +0,1 m. Putkiliitoksissa padotuskorkeus on yleensä yläjuoksun kaivon kansi +0,1 m. Putkiliitoksissa padotuskorkeus on yleensä yläjuoksun kaivon kansi +0,1 m.
- Padotuskorkeus avo-ojaan liitetulle hulevesiviemäriin on yleensä liitoskohdan (reunavallin) maanpinnan taso +0,1 m ja alueen tarkastetun tulvareitin osuudella tulvareitin korkeus +0,1 m. Nämä padotuskorkeudet annetaan vain, mikäli reunavallin tai tulvareitin korkeudet on mittauksin todettu.
- Kun kiinteistön viemäri on kytketty yleisen viemäriin viemärijärjestelmän jätevesipumppaamo välittömästi edeltävään viettoviemäriin, padotuskorkeutena liitoskohdassa käytetään pumppaamon ylivuodon + ylivuotoputken korkeustasoa +0,2 m tai yleisen viemäriin laen korkeutta +1,0 m, riippuen siitä kumpi arvo on suurempi.
- Koko Lahdessa, Hollolassa ja Hämeenkoskella on siirrytty yhteiseen N2000 korkeusjärjestelmään. Alla taulukko korkeustason muunnoksesta.

Kaupunki	Vanha järjestelmä + XXXX m = N2000 korkeustaso
Lahti siirtyi 15.1.2010	Lahden oma + 0,382 m = N2000
Hollola siirtyi 13.2.2012 (Huom. Hämeenkoski yhdistetty Hollolan kuntaan 2016 alusta)	N43 + 0,337 m = N2000
Nastola, Kärkölä, Orimattila, Hämeenkoski	N60 + 0,25 m = N2000

2.3. Työnaikaisen vesihuollon mitoitus ja suunnittelu

- Tarvittaessa rakennetulla alueella ja saneerauskohteissa on suunniteltava ja mitoitettava väliaikainen, usein vaiheistettu, vedenjakelu ja viemäröinti.
- Väliaikaisen viemäröinnin mitoituksessa ensisijainen mitoitusperuste on nykyinen maksimivirtaama.
- Huomioitava verkko-osuuden sulkemisesta johtuvat vedenjakelumuutokset, kriittiset vedenkuluttajat sekä sprinklerilaitteistojen toiminta ja sopimusehdot.
- Väliaikaisten vedenjakelu- ja viemäröintijärjestelmien materiaali, sijainti ja mitoitus on suunniteltava ja kiinteistöjen liitospisteet esitetään käytössä olevan tiedon perusteella.
- Väliaikaiseen verkkoon on jokaisen kiinteistön vedenjakelun liitoskohtaan ja runkolinjojen risteyksiin sijoitettava sulkuventtiili ja suorille osuuksille noin 200 m välein.
- Väliaikainen verkko suojataan, kun se risteää ajoneuvoliikenteen tai kevyen liikenteen kanssa.

3. VERKOSTOJEN KORKEUSASEMA JA SJOITTAMINEN

3.1. Vesijohdon ja viemäreiden korkeusasemat ja putkiristeilyt

Ohjeelliset putkien optimikorot alueverkossa:

- Vesijohdon laki maanpinnasta 2,2 m halkaisijaltaan alle 315 mm putkilla (katualueen ulkopuolella 1,8 m). Halkaisijaltaan 315 mm ja sitä suuremmilla vesijohdoilla edellä mainittu etäisyys putken keskelle. Kalliokanaaleissa ja lumettomana pidettävillä alueilla on suurempi jäätymisvaara: peitesyvyys ja eristystarve on siksi suunniteltava tapauskohtaisesti.
- Jätevesiviemäri tavoitesyvyys 1,8–2,1 m maanpinnasta vesijuoksuun (minimipeitesyvyys 1,2 m). Yhdistelmäkaivannoissa asennussyvyys on yleensä em. suurempi. Syvyys kasvaa alajuoksuun vieton vaatimalla tavalla.
- Hulevesiviemärin tavoitesyvyys 1,8–2,1 m maanpinnasta vesijuoksuun (minimipeitesyvyys 1,5 m myös viiksimputket). Syvyys kasvaa alajuoksuun vieton vaatimalla tavalla.
- Painejäte- ja hulevesiviemärin tavoitesyvyys vesijohtoa vastaavasti.
- Lisäksi putkien korkeusasemassa on huomioitava mm.:
 - Risteilyt muiden putkien ja rakenteiden kanssa
 - Tonttien ja hulevesikaivojen liittymisjohtojen onnistuminen
 - Liittyminen rakennettuun viemäriverkkoon
- Poikkeustapaukset suunniteltava erikseen, esim. lämpöeristykseen tarve, jos peitesyvyys ei ole riittävä (huomioitava myös putkien ja kaivojen kuormituskestävyys sekä lujuus- ja jäykkyysvaatimukset)

- Viemäreiden ml. kaivamalla saneerattavien ja siirrettävien viemäreiden korkeusasemassa on otettava huomioon liittymissopimuksissa esitetyt korot sekä padotuskorkeus.
- Suunnittelussa on huomioitava myös maan epätasaisesta painumisesta, ponttien nostosta tms. aiheutuvat putkien korkeusaseman muutokset erityisesti, kun suunnitellaan putkia pienillä kaltevuuksilla. Tarvittaessa viemäriinjoihin suunnitellaan ennakkokorotukset, joissa huomioidaan em. seikoista johtuvat rakentamisen jälkeiset epätasaiset painumat.

3.2. Vesijohdon ja viemäreiden sijoitus

- Viemäreiden ja vesijohtojen sijoituksessa on huomioitava niiden kunnossapito ja aukikaivettavuus sekä mahdollisen putkikirkon aiheuttamat vahingot rakenteille, ympäristöön ja kiinteistöille.
- Lahti Aqua:n vesijohdon etäisyys rakenteista, esim. rakennuksen seinälinjasta ≥ 5 m, jotta linjat ovat esiin kaivettavissa. Rakennusten lähellä korkeusasema tarkastellaan rakennuksen perustamistavasta riippuen. Runkovesijohtojen sijoitus ja suojarakenteen tarve harkitaan tapauskohtaisesti.
- Yhdistelmäkaivannoissa (jv, vj ja hv) pyritään jätevesiviemäri sijoittamaan vesijohdon alapuolelle (WSP-riskien minimointi) ja hulevesiviemäri ylimmäksi.
- Johtolinjat sijoitetaan puiden juuriston (latvuston) ulottuman ulkopuolelle. Kaivannon yläreuna kuitenkin vähintään 2,5 m puusta.
- Erikoistapauksissa sillan perustusten läheisyydessä olevat maa-asenteiset paineelliset putket asennetaan suojaputkeen tai paineenkestävään kanaaliin, jotta mahdollinen putkirikko ei vaurioita sillan perustuksia.

4. VESIHUOLTOVERKOSTOJEN MATERIAALIT UUDISRAKENTAMISESSA

Käytettävät materiaalit hankitaan pääsääntöisesti Lahti Aqua:n kilpailuttamista hankintapaikoista. Materiaalien tekniset vaatimukset ja merkinnät on otettu huomioon Lahti Aqua:n hankinta-asiakirjoissa, joten niitä ei esitetä suunnitelmissa. Lahti Aqua toimittaa pyydettyäessä tarvittavat tekniset vaatimukset. Putkimateriaalitulukoissa on esitetty Lahti Aqua:n pääasiallinen materiaalivalikoima eri johtolajeilla. Kunnossapidon ja korjausosien saatavuuden varmistamiseksi niistä tulisi poiketa vain perustellusta syystä. Käytettävät materiaalit tulee varmistaa suunnittelun alussara rakennuttajalta.

Suunnittelussa tulee ottaa huomioon kyseisen putkimateriaalin putkikoon merkintätapa (sisähalkaisija/ulkohalkaisija).

Saneerauskohteissa putkimateriaaleille määritetään vaatimukset menetelmä- ja kohdekohtaisesti mm. pakkosujutuksessa suojakuori ja sukkasujuttaessa rengasjäykkyys.

4.1. Vesijohdot

4.1.1. Putket

Yleiset vesijohdot:

Johtomateriaalina käytetään ensisijaisesti PE100 RC- muovia. Saneerauskohteissa voidaan tapauskohtaisesti harkita "välirikojen" käyttöä sekä paksumpaa suojakuorta.

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

Tonttijohdot:

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

*25 mm ja 32 mm putki PE80 mahdollinen myös tonttijohtojen sujutuksessa

- Vesijohtoverkko kokonaisuutena (putket, osat, varusteet) mitoitetaan paineluokkaan PN10, mutta erityiskohteissa, kuten tunneleissa ja vesistöalituksissa huomioidaan vallitseva paine ja käytetään tarvittaessa paineluokkaa PN16.
- Putkilinjoissa joihin tulee paljon tonttiliitoksia käytetään PEH-kankitavaraa 12-22 m, jolloin liitoksen saadaan tehty pyöreään putkeen.
- Putkimateriaalin valinnassa on huomioitava alueen erityisolosuhteet. Esim. raskaasti liikennöidyillä alueilla, pilaantuneissa maissa ja huoltamoiden läheisyydessä on käytettävä metallisia tai suojakuorellisia (diffuusiosuojattuja) PE- putkia.
- Erityiskohteissa voidaan käyttää HST- tai RST-putkea.
- Silta-asennuksissa käytetään esieristettyä PE-putkea tai HST-putkea.
- PE-vesijohtolinjoissa voidaan käyttää ruiskupuristettuja tai valurautaisia putkikäyriä.
- PE-putkien materiaaliominaisuudet:
 - Ø ≤ 63 PE 80 PN10, SDR 11 (PEM)
 - Ø ≥ 63 PE RC 100 PN10, SDR 17
 - PN16 SDR 11
- PE-vesijohtoputkien ulkopinnassa on sininen merkkiväri.

4.1.2. Putken sisä- ja ulkopuoliset pinnoitteet

Putken materiaali	Ulkopinnoite	Sisäpinnoite
PE	suojakuori	-
PVC	-	-
SG	sinkkialumiini + epoksi, sinkki + bitumi + PE-kalvo, erikoispinnoitteet esim. PUX	sementtilaasti
Teräs	PE tai polyuretaani	sementtilaasti
HST	-	-

- SG-putkien ulkopinnoitteen seoksessa voi olla myös pinnoitusominaisuuksia parantavia ainesosia, mm. kuparia.
- SG-vesijohtoputkien ulkopuolinen pinnoite on yleensä sinkkialumiini + puolilämpäisevä epoksinpinnoite.
- SG-putken kulmakappaleiden sisäpuolinen pinnoite on epoksia
- Teräsputken kulmakappaleiden sisäpuolinen pinnoite on sementtilaastia.
- Teräs- ja SG-putkien ulkopuolisen pinnoitteen valinnassa täytyy huomioida myös maan aggressiivisuus ja katodisuojausten tarve.
- Maan aggressiivisuus (perustuu maaperän ominaisvastukseen) tulee selvittää. Esimerkkinä aggressiivista maista ovat suoperäiset maat, savikot, vanhat merenpohjat ja saastuneet maaperät.
- Aggressiivisuuden perusteella päätetään katodisuojausten tarve ja valitaan putken suojapinnoite.
- Ensisijaisesti SG-putkissa käytetään ulkopinnoitteena sinkkialumiini-pinnoitetta puolilämpäisevällä epoksinpinnoitteella, joka on riittävä maaperään, jonka ominaisvastus on vähintään 500 ohmia x cm. Tätä pienemmillä ominaisvastuksilla käytetään suojapinnoitteena erikoispinnoitteita esim. PE- tai PUX-pinnoitteita.
- Teräsputkissa on ulkopinnoitteena 3 mm:n PE-pinnoite, erikoiskohteissa sen paksuudeksi valitaan 6 mm:ä.
- Katodisuojausta käytetään teräsputkilla, kun pelkkä putken pinnoite ei anna riittävää suojaa. Katodisuojausten tarve tulee selvittää myös kohdissa, joissa ollaan sähkönjakelun muuntoasemien (≥ 110 kV) läheisyydessä. Niissä tulee selvittää mm. hajavirrat linjalta. Tarkempaa tietoa asiasta saa sähköyhtiöltä. Selvitysten perusteella putkitoimittaja määrittää tarvittavan suojauksen putkille.
- Maaperän aggressiivisuus voi vaikuttaa myös suojabetonin kerrospaksuuteen esim. paikalla valetuissa kaivoissa.

4.2. Viettoviemärit

- Dr-luokan betoniputkea käytetään syväasennuksissa ja erikoistapauksissa.

- Valurautaputkea käytetään erikoistapauksissa, joissa putkelta vaaditaan suurta kestävyyttä tai kulutuksenkestävyyttä esim. kun putkella on suuri pituuskaltevuus.
- Soikeaa putkea (Qmax tai vastaava) voidaan käyttää erikseen sovittaessa virtausominaisuuksien optimoimiseksi, kun virtaaman vaihteluväli on suuri (esim. alueen vaiheittain rakentaminen).
- PP-putkina käytetään sisä- ja ulkopinnaltaan sileitä putkia, joihin käy PVC-putken osat.
- Kohtien 4.2.1, 4.2.2 ja 4.2.3 taulukoissa esitetty putkikoko tarkoittaa muoviputkillla ulkohalkaisijaa ja betoniputkillla sisähalkaisijaa.
- Pohjavesialueilla tulee varmistaa jätevesiviemäriputkien, -kaivojen ja -liitosten tiiviys. Tarvitaanko kohteessa erityisratkaisuja esim. pohjavesialueilla pohjavesipinnan alapuolella voidaan käyttää yhteenhitsattua PE- putkea.
- Viettoviemäriä asennettaessa suojaputkeen mm. tien- ja radanalitukset käytetään yhteenhitsattua PE- putkea

4.2.1. Jätevesiviemärit

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

*Pientalojen varausputket ”tonttiovemärit” voidaan toteuttaa 110 mm putkella

4.2.2. Hulevesiviemärit

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

- PP: sisäpuoli oltava sileä.
- Hulevesikaivojen liitosputkena käytetään 250 PVC/k-SN8, 250 PP/k-SN8 tai 250 PE-PN 10

4.3. Paineviemärit

Johtomateriaalina käytetään ensisijaisesti PE100 RC- muovia. Saneerauskohteissa voidaan tapauskohtaisesti harkita ”välirikojen” käyttöä sekä menetelmäkohtaisesti paksumpaa suojaakuorta.

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

- Vesistöналituksissa käytetään PE-PN10 tai PE-PN16 putkea.
- Kiinteistöiden varausputket toteutetaan 63 mm paineputkella.
- PE-putkina käytetään seinämäsarjan SDR 17(PN10) putkia ja erikoistapauksissa SDR 11(PN16) putkia, joiden materiaali on PE100
- PE-viemäriputkien ulkopinnassa on ruskea merkkiväri.
- Paineviemäriissä diffuusiosuojatun putken käyttö erityisen herkillä alueilla, joissa epäpuhtauksia ei saa päästä putken ulkopuolelle.

4.4. Kumitiivisteet

- Muhvillisten putkien kumitiivisteiden materiaalin valinnassa on huomioitava käyttöolosuhteet. Jos tiivisteeltä vaaditaan öljynkestoa tai maaperä on pilaantunut, on käytettävä erikoistiivisteitä kuten NBR.
- EPDM on valurautaputkien ja betoniputkien tiivisteiden vakiomateriaali. EPDM:llä on hyvä lämmönkesto ja se kestää puhdistusnesteitä, emäksisiä nesteitä, synteettisiä hydraulisia nesteitä ja liuottimia, mutta se ei kestä öljyä, rasvaa ja polttoaineita.
- NBR on öljynkestävä tiivistemateriaali (soveltuvuus: vesi, ilma, öljyt metaani, propaani, kerosiini, bensiini).

4.5. Kaivot

4.5.1. Tarkastuskaivot

Kaivojen koko tulee mitoittaa liittyvien putkien putkikoon, materiaalin, korkeusaseman ja liitossuuntien mukaan esim. kaivotoimittajien laskureiden avulla. Alla olevissa taulukoissa on esitetty kaivojen minimikoot.

Poikkeuksia mm. asutusalueet joilla 560/500 mm kaivoja voidaan käyttää (risteyskohdissa kuitenkin vähintään 800 mm betonikaivot). Kadun viemäröinnissä viimeinen latvakaivo toteutetaan PRO-muovikaivolla 400/315 ja kyseinen kaivoväli vähintään 10 % kaadolla.

Linjan koko [mm]	Linjan materiaali	Kaivon koko ja materiaali
Ø 200 – 315	muovi	Ø 600–800 B/EK-Cr (Ø 560/ 500 PE)
Ø 400	muovi	Ø 800 B/EK-Cr (Ø 800 PE)
Ø 300 – 600	betoni	Ø 800 B/EK-Cr
Ø 800	betoni	Ø 1000...2000 B/EK-Cr (Bunkkerikaivot tapauskohtaisesti)

- Betonikaivot monoliittisena (yhtenäinen valu) rakenteena ja pohjakourumuotoilulla
- Kovaa mekaanista ja kemiallista rasitusta vaativiin kohteisiin betonikaivon PU- pinnoitus mm. paineviemäriin purkukaivot
- Syvät yli 3 m korkeat kaivot toteutetaan vähintään 800 mm betoni tai 560 mm muovikaivoilla.
- Käytettäessä Ø 600 B/EK-Cr kaivoa on suurin EK-läpiliittymäkoko 500 mm
- Muovi- ja betonikaivot toteutetaan teleskoopeilla (betonikaivoissa kartio tai tasakansi). Huom. teleskoopin pituus, jotta säätövara on riittävä!
- Tarkastuskaivoina käytetään ensisijaisesti umpikannellisia ja sakkapesättömiä valmiskaivoja, joissa on pohjamuotoilu ja liittymät kaivokortin mukaisilla liitossuunnilla.

4.5.2. Ritiläkannelliset kaivot ”Rallikaivot”, hulevesikaivot

Kaivoon liittyvään putkeen asennetaan hajulukko, ettei runkolinjaan pääse hiekkoja, öljyjä yms. Huom! käytetään sakkapesällisiä betonisia hajulukko-kaivoja D800 (hajulukon koko D200/D250/D300).

Kaivon koko [mm]	Materiaali	Huom.
Ø 800	B/EK-Cr	sakkapesän syvyys ≥0,6 m
Ø 800/500	PE	teleskooppikaivo

- Hulevesikaivoina käytetään ensisijaisesti betonikaivoja liikennealueilla. Muovisia hulevesikaivoja voidaan käyttää muovisten runkolinjojen Ø 315 yhteydessä.
- Sakkapesän tilavuus ≥ 300 l.
- Hulevesikaivoissa ritilä- tai kitakansisto, puistoalueella myös kupukansi.
- Hulevesikaivon ja runkolinjan välisen liitosputken minimikoko on Ø 250.

4.5.3. Pakkas- / hajulukko-kaivo

Hulevesirunkolinjaan tehdään aina sakkapesälliset hajulukko-kaivot (”pakkaskaivo”) ennen hulevesien johtamista maastoon.

Purkuputken ollessa halkaisijaltaan 315 mm tai alle käytetään kaivon sisäpuolista hajulukkoa. Valurautainen- tai RST-käyrä tai valettavaa betonista hajulukkoa.

Purkuputken ollessa halkaisijaltaan 400 mm tai suurempi käytetään ”Lahti Aquan pakkaskaivoa” (vesilukko toteutetaan kulmin).

Kaivosta maastoon lähtevä purkuputki tehdään betoniputkella D300 mm halkaisijasta alkaen tai PE-putkella suunnitelma mukaisesti.

Purkuputken pää suojataan teräsritilällä putkihalkaisijan ollessa >400 mm kohdan 7.6.2 mukaisesti.

4.5.4. Satulakaivot (jätevesi- ja hulevesiviemärit)

Uuden putken päälle valettavan satulakaivon maksimikotaulukko, kuva 1 tyyppi A.

Putken koko [mm]	Satulakaivon koko	Materiaali
Ø 800	Ø 600	B/EK-Cr
Ø 1000	Ø 800	B/EK-Cr
Ø 1200 – 2000	Ø 1000	B/EK-Cr

Vanhan putken päälle asennettävien satulakaivojen minimikotaulukko, kuva 1 tyyppi B.

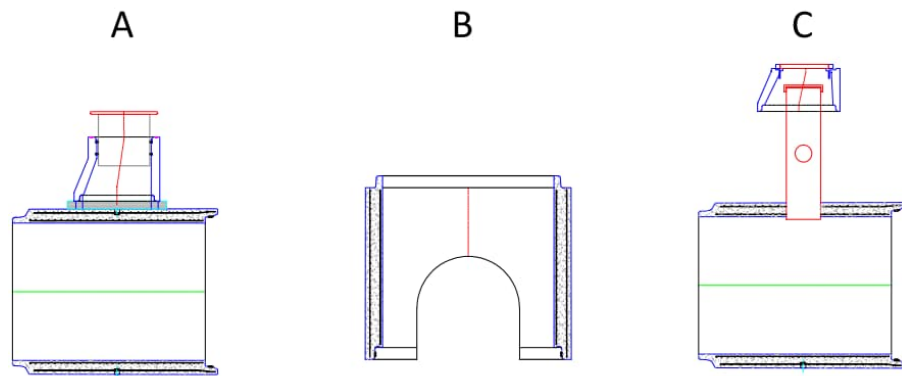
Putken koko [mm]	Satulakaivon koko	Materiaali
Ø – 400	Ø 600	B/EK-Cr
Ø 400 - 600	Ø 800	B/EK-Cr
Ø 600 – 800	Ø 1000	B/EK-Cr
Ø 800 – 1000	Ø 1200	B/EK-Cr
Ø 1000 – 1200	Ø 1500	B/EK-Cr
Ø 1200 – 1600	Ø 2000	B/EK-Cr

Vanhan putken päälle tehtävän nousuputken maksimikotaulukko, kuva 1 tyyppi C.

Putken koko [mm]	Nousuputken koko	Materiaali
Ø 300 -	Ø 200	PE
Ø 400 - 600	Ø 315	PE

Ø 600 – 800	Ø 400	PE
Ø 800 – 1000	Ø 600	PE
Ø 1000 – 2000	Ø 800	PE

- Satulakaivot voivat olla uudessa linjassa valmiina satulaliitoksena putken päällä kuva 1 tyyppi A tai vanhassa linjassa putken päälle asennettava kaivo, johon on avattu urat asentamista varten kuva 2 tyyppi. Vanhaan putkeen voidaan satulaliitos rakentaa myös tyyppikuvan C mukaisesti, jolloin putken päälle porataan nousuputki tiivisteellä.



Kuva 1. Satula kaivotyypit. A = putken päälle tehtaalla asennettu, B = renkaaseen avarrettu ura, C = putkeen porattava nousuputki tarkastusluukulla ja suojakartiolla jossa valurautakansisto.

- Satulakaivoja voidaan käyttää jälkiliitoksissa vanhoihin betoniputkiin.

4.5.5. Paineviemärin purkukaivot

Purkukaivot toteutetaan pääasiassa betonista.

Kaivon koko [mm]	Materiaali	Huom.
Ø ≥ 800	B/EK-Cr	Kaivon polyureapinnoite (PU) tai HST-levy pohjalle. Muu pohjan käsittely hyväksyttävä erikseen.
Ø 800	PE	

- Purku on suunniteltava siten, ettei jätevesi roisku esim. paineputki kohti lähtöä, käyrä tai kulma kohti kourua. Kaivon koko ja korkeustasot määräytyvät paineviemärin mukaan, taulukossa on esitetty minimikoot. Paineviemärin purkuputken pää PE, HST tai PVC.

- Runkopaineviemäri liitetään runkolinjaan aina rauhoituskaivon kautta. Jos runkoviemäri alkaa purkukaivosta, ei tarvita erillistä runkolinjan kaivoa. Kiinteistön paineviemäri voidaan liittää suoraan tarkastuskaivoon.
- Purkukaivon jälkeinen ensimmäinen kaivoväli ensisijaisesti PVC-, PE-, PP- tai PU-pinnoitetulla betoniputkella.
- Paineviemäriin sulkuventtiili ennen purkukaivoa

4.6. Suojaputket

- Mm. alikulkutunneleissa, siltojen alla vesihuoltoputket sijoitetaan suojaputkeen kunnossapidollisista syistä, suojaputken käyttö varmistetaan Lahti Aqualta.
- Suojaputken materiaalina käytetään ensisijaisesti terästä, PE-muovia tai betonia (käytettävän menetelmän mukaisesti).
- Tien ja radan alituksissa suojaputkena käytetään tien/radan haltijan hyväksymää materiaalia ja putkikokoa (esim. tienalituksissa PE-putki hyväksytään tien pitäjän lupaehtojen mukaisesti)
- Tunkkauksessa käytetään ainoastaan teräksisiä suojaputkia. **Seinämäpaksuus määritetään aina kohteen vaatimusten mukaisesti.**

Ohjeellisia aukikaivamalla asennettävien suojaputken kokoja:

Vesijohto/ teräs tai SG lukittu [mm]	Suojaputki/ teräs	Suojaputki/ betoni Br tai Dr	Suojaputki/ PE-PN10
Ø 100	273x5,0	225	225
Ø 150	324x5,6	300	315
Ø 200	406x6,3	400	400
Ø 300	508x6,3	500	
Ø 400	610x6,3	600	
Ø 600	813x8,8	800	
Ø 800	1016x10,0*)/1220x12,5	1000*)/1200	
Ø 1000	1220x12,5 *)	1200*)/1400	

*) Suojaputken minimikoko teräsputkilla / isot SG-putket vaativat kokoluokkaa suuremman suojaputken

Vesijohto/ PE-PN10 [mm]	Suojaputki/ teräs	Suojaputki/ betoni	Suojaputki/ PE-PN10

Ø 40	101.6x3,6	225	110
Ø 63	101.6x3,6	225	160
Ø 90	219x4,5	225	160
Ø 110	219x4,5	300	225
Ø 160	273x5,0	300	315
Ø 225	323x5,6	400	
Ø 315	406x6,3	500	
Ø 400	508x6,3	600	
Ø 500	610x6,3	800	
Ø 630	813x8,8	800	

- Käytetään keskittämisrenkaita, esim. PE-muovista valmistettuja.
- Varmistettava muhvien/liitosten mahtuminen suojaputkeen.

4.7. Pultit, mutterit, laipat ja aluslevyt

- Liitoksissa käytetään HST- laippoja, pultteja, muttereita sekä aluslevyjä.

5. VESIHUOLTOVERKOSTON LAITTEET JA VARUSTEET

5.1. Vesijohtoverkot ja paineviemärit

5.1.1. Sulkuventtiilit

Vesijohdon halkaisija [mm]	Venttiili
Ø < 400	Kumiluistiventtiili
400 ≤ Ø ≤ 600	Ensisijaisesti kumiluistiventtiili, jos ei sovellu, käytetään laipallista läppäventtiiliä

Ø > 600	Ensisijaisesti laipallinen läppäventtiili, jos ei sovellu, käytetään kumiluistiventtiiliä
-------------------	---

- Tontti- ja sprinklerijohtoihin tulee aina sulkuventtiili, joka sijoitetaan runkolinjan viereen. Lisäksi sprinkleriliitoksen molemmin puolin asennetaan runkolinjaan sulkuventtiilit.
- Lähtökohtaisesti vj-ristikon jokaiseen haaraan asennetaan sulkuventtiili.
- Saneerausten yhteydessä vanhat maapalopostit poistetaan käytöstä. Vesipostin tarve ja tyyppi on varmistettava Lahti Aqualta.
- Vesiposti / sammutusvesiasema pyritään sijoittamaan vj-ristikon yhteyteen. Mikäli posti ei ole vj-ristikon yhteydessä, haaran molemmille puolin asennetaan runkolinjaan sulkuventtiilit ja postin suuntaan etuventtiili eli voidaan toteuttaa ryhmä-/ kombiventtiilein. Sijoituksessa on huomioitava myös mahdollisuus viemäroidä posti hulevesikaivoon.
- Kombiventtiilit asennetaan ensisijaisesti kaivoon.
- Vesi- ja huuhtelupostihaaraan asennetaan etuventtiili.
- Sulkujen väli on harkittava tapauskohtaisesti huomioiden putkigeometria.
- Kaivoon asennettaessa käytetään maahan asennukseen tarkoitettuja laipallisia läppäventtiileitä. läpät kaivoon

5.1.2. Paineenalennus-, paineenpito-, paineensäätö- ja yksisuuntaventtiilit

- Venttiilit asennetaan ensisijaisesti lukittavalla kannella varustettuun Lahti Aqua:n tyyppikaivoon/rakennukseen, liite 2 ja kohta 5.1.5.
- Molemmille puolille asennetaan sulkuventtiilit.

5.1.3. Vedenjakelujärjestelmän valvontalaitteet

- Paine- ja virtaamamittarit, kuuntelupisteet. Lahti Aqua määrittää tarpeen.
- Mittausten tarve tulee selvittää Lahti Aqua:lta (esim. vesistöalitukset).
- Kaikki kiinteät virtaamamittaukset ovat kaukovalvonnassa. Mittarit asennetaan kaivoon/huoltorakennukseen kohdan 5.1.2 mukaisesti.
- Vesijohdon kuuntelulaitetta varten vesijohtoon tarvitaan metallinen yhteys 200 - 300 m välein. Metallisena yhteytenä voi toimia esim. sulkuventtiilin kara tms. kiinteä yhteys, jonka kautta mittauslaite saadaan liitettyä vesijohtoon. Tarvittaessa vesijohtolinjaan rakennetaan erillisiä kaivoja, joista mittalaite voidaan kiinnittää vesijohtoputkeen.

5.1.4. Ilmanpoistovennttiilit

Talovesiverkoston ja painejätevesiviemärin ilmanpoistot asennetaan aina erillisiin kaivoihin tai laiterakennusten/kaivojen yhteyteen (ei koskaan samaan tilaan).

Vesijohdot

- Ilmanpoistovennttiili asennetaan tarvittaessa johto-osan ylimpään kohtaan pitkien siirtolinjojen yhteyteen. Käyttöönoton jälkeen tavanomaisen jakeluverkon ilmanpoisto hoituu yleensä kiinteistöjen vesijohtoliitosten kautta.
- Ensisijaisesti ylätaiteissa käytetään kaksitoimisia venttiileitä. Pienissä pystytaitteissa voidaan käyttää yksitoimista venttiiliä. Erikoispaikoissa käytetään kolmitoimista ilmanpoistovennttiiliä tai kolmitoimista paineiskuventtiiliä.
- Ilmanpoistovennttiili voidaan korvata lievässä ylätaiteessa esim. vesipostilla, jos ilmanpoistoa tarvitaan vain käyttöönoton ajan.
- Tunnelijohtojen pystykuilujen yläpäähän toteutetaan T-haara ja sulkuventtiilijärjestelyt käyttöönottoa ja häiriötilanteita varten.
- Suurten linjojen ilmanpoistolaitteet mitoitetaan linjan täyttöö ja tyhjentämistä varten.

Paineviemärit

- Paineviemäriin ylätaiteisiin asennetaan jätevesikäyttöön soveltuvat ilmanpoistovennttiilit. Ilmanpoistovennttiilit ja niiden tyypit mitoitetaan tapauskohtaisesti ja pituusprofiilin mukaan. Ei asenneta kaikkiin ylätaiteisiin.

5.1.5. Vesijohtoverkon laitekaivot/rakennukset

Varustus liite 2 ja alla olevan listauksen mukaisesti.

- Lämpöeristys siten, ettei kylmäsiltaa muodostu, kaivot lämpöeristetään yläosastaan vähintään 1 metrin matkalta (lämpöeristyksen paksuus ja tarkempi määrittely kohdekohtaisesti).
- Laitekaivot ja -rakennukset ovat mm. paineenalennus- ja virtausmittaukset, venttiilikaivot, ilmanpoistokaivot jne.
- Suunnitteluvaiheessa selvitetään minkä tyyppinen rakenne kohteeseen voidaan sijoittaa
 - Säännöllistä käyntiä edellyttävät pyritään toteuttamaan maanpäällisinä huoltorakennuksina
 - Kaivoihin voidaan sijoittaa rakenteita, jotka eivät vaadi jatkuvaa huoltoa tai maisemallisesti ei voida toteuttaa maanpäällisenä rakenteena.
- Liikennealueen ulkopuolelle sijoitettaville rakenteille suunnitellaan aina piha-alue, jotta huoltoajo on mahdollista myös kuorma-autolla. Mikäli huoltoyhteys kulkee mm. kevyenliikenteen väylän tai ulkoilureitin kautta tai poikki ovat kyseisen osuuden rakennekerrokset ja päällysteet suunniteltava siten, että ne kantavat myös raskaamman liikenteen.
- suunnitellaan Lahti Aqua:n ohjeiden mukaisesti ja huomioidaan kohdekohtaiset tarpeet mm. mahdolliset varaukset laadunseurantaan.
- Liikennealueella käytetään betonisia laitekaivoja (EK-kaivonrenkaita tai paikalla valettuja).
- Liikennealueen ulkopuolella voidaan käyttää myös muovi- tai lujitemuovisia valmiskaivoja.
- Kaivon ankkuroinnin mitoitus on tarkistettava nosteelle.
- Rakenteet viemäroidään, tapauskohtaisesti voidaan harkita maapohjalle rakennettavaa laitekaivoa.
- Rakenteet joita ei voi viemäroidä tehdään syvennys tai pumppauspotero (umpisäiliö rakenteen lähelle).
- Kansistojen tulee olla lukittavia ja vesitiiviitä.
- Laitekaivon kulkuaukon koko $\varnothing \geq 815$ mm (kohteen varustuksen mukaan suunniteltava).

- Kaivoissa tikkaiden ja kaiteen tarve kohteen mukaan (**taitettava tikas / kiinteä tikas / irtotikas**). Tikkaisiin valjaiden kiinnityskisko.
- Kaivojen tuuletustarve selvitetään. Ensisijaisesti painovoimainen tuuletus kahdella tuuletusputkella (tuuletusputkien päät eri tasoille säiliön sisään).
- Kaivon sisäiseen putkiston pohjaan tehdään tyhjennysyhde venttiilillä yleisin koko DN50 ja putkiston lakeen sijoitetaan DN15(1/2") yhteen venttiileillä 2 kpl, jonka kautta verkostoa voidaan mm. kloorata. (huom. kiinteissä kemikalointikohteissa yhteisiin ei asenneta venttiiliä vaan kemikaalin syöttölaitteiston liitososat, jossa takaisku valmiina)
- Jatkuvatoimisten kemikalointien kohteisiin silmähuuheasema esim. Cederroth.
- Nestemäistä lipeää sisältäviin kohteisiin hätäsuihku huom. lämminvesivaraajan koko min. 300 l
- Laitekaivon kaapeliläpiviennit sähköistystä, maadoitusta ja tiedonsiirtoa varten
- Tiedonsiirron kaapelille pylväsalka ja kaapelin suojaputki, asennus laitekaivon rakentamisen yhteydessä mikäli radiotiedonsiirto ja modeemitiedonsiirrosta antenni keskuksen ulkopuolelle.

Rakenteiden kokoesimerkkejä:

- Maanpäällinen huoltorakennus, jossa mahtuu työskentelemään sisällä, mm. virtaamamittaus, klooraus, toimilaitteventtiili: pit. 3,5 m, lev. 2,7 m, kork. 2,6 m (vapaa sisätilan korkeus)
- Maanpäällinen huoltorakennus laitteistolle (työskentely "kopin" ulkopuolella), mm. virtaamamittaus, klooraus, toimilaitteventtiili: pit. 2,2 m, lev. 1,6 m, kork. 2,4 m
- Monilaittekaivot betonista / PE-muovista \varnothing 1500–3000 mm
- Betoniset mittarikaivot $\varnothing \geq 1500$ mm.
- Kombiventtiilikaivot $\varnothing \geq 2000$ mm
- Muoviset mittarikaivot $\varnothing \geq 1200$ mm
- Ilmanpoistokaivot $\varnothing \geq 1200$ mm, syvyys $\geq 1,5$ m.
- Tyhjennyskaivot $\varnothing \geq 1000$ mm. Tyhjennyskaivosta riittävä purkulinja tai riittävä kaivon tilavuus, jos vesi pumpataan pois.

5.1.6. Sammutusvesirakenteet

Sammutusvesirakenne on vesijohtoverkon osa, joka on tarkoitettu sammutusveden ottamiseen, ja jota voidaan käyttää myös vesijohtoverkoston huuhteluun. Runkojohto, johon liitetään, vähintään 100 mm. Saneerausten yhteydessä vanhat maapalopostit (PP) poistetaan käytöstä ja uusia tehdään pelastuslaitoksen suunnitelman mukaan, uusien palopostien takaiskuventtiilin tarve ja mahdollinen suojaus varmistetaan aina Lahti Aqualta.

Lahti Aqua:n operoimalla alueella toimii Päijät-Hämeen pelastuslaitos.

Maanpäällinen palovesiasema (PVA) on yhdellä tai useilla nousuputkilla ≥ 150 mm ja liittimillä varustettu, suurelle vesimäärälle mitoitettu paloposti, joka on tarkoitettu sammutusveden ottamiseen. Runkojohto, johon liitetään, vähintään 200 (mieluiten 300) mm. Palovesiaseman tuottovaatimus ≥ 30 l/s, ≥ 1800 l/min.

Maanpäällinen paloposti eli palopostiasema (**PPA**) on yhdellä nousuputkella ≥ 80 mm ja liittimellä varustettu paloposti. Tuottovaatimus ≥ 15 l/s, ≥ 900 l/min.

Pelkästään Lahti Aqua:n huuhtelukäyttöön rakennettavat postit ks. Lahti Aqua:n työselostus.

5.1.7. Huuhtelupostit ja possutushaarat

- Vesijohtoverkoston huuhtelu pyritään järjestämään palopostin tavoin toteutettavan **huuhtelupostin (HP)** kautta.
- Huuhtelupostiin asennetaan sulkuventtiili ja sen molemmin puolin asennetaan runkolinjaan sulkuventtiilit.
- Vesijohdoille suunnitellaan ja mitoitetaan tarvittavat huuhtelu- ja ilmanpoistojärjestelmät käyttöönottoa varten.
- Saneerauskohteissa liitoskohtiin asennetaan huuhteluhaarat (Huuhteluhaaran koko DN63, kun putkikoko DN150 tai suurempi ja huuhteluhaaran koko tulisi olla puolet huuhteltavan linjan halkaisijasta).
- Vesijohdon possutusyhteen tarve varmistettava ja huuhteluyhteen koko possun syöttöön ja poistoon soveltuvaksi.

5.1.8. Tyhjennyshaarat

- Tyhjennyshaaroja sijoitetaan johto-osan alimpiin kohtiin lähinnä päävesijohtojen ja siirtolinjojen kohdalla.
- Tyhjennyshaaraan asennetaan sulkuventtiili ja sen molemmin puolin asennetaan runkolinjaan sulkuventtiilit (vj).
- Tyhjennyshaara sijoitetaan kaivoon, joka viemäroidään ensisijaisesti hulevesiviemäriin. Tyhjennyshaaran ja viemäriin mitoitusta tulee tarkistaa.
- Paineviemäriin tyhjentäminen / osastointi runkosuluilla suunniteltava tapauskohtaisesti pitkissä yli 160 mm paineviemäriinjoissa esim. pitkään nouseva profiili.
- Tyhjennettävässä johto-osassa tulee olla myös riittävän ilmamäärän läpäisevä ilmaventtiili tms. korvaavan ilman saamiseksi tyhjennyksen yhteydessä.

5.1.9. Vesijohtojen ja paineviemäreiden tuenta

Tuenta on mietittävä tapauskohtaisesti huomioiden nykyiset paineputket ja maahan jäävät tulppaukset sekä työnaikainen tuenta.

Uusissa linjoissa tuentana käytetään ensisijaisesti vetoa kestäviä liitoksia, liitososat PN16.

Vanhoissa putkissa ja liityttäessä niihin tulee aina tarkastella kulmatuen/ankkuroinnin tarve (huomioiden lukitsemattomat muhviliitokset).

muita yleisiä tuentatapoja ovat mm. (laippa, hitsi, lukkomuhvi ja muhvilukko), ponttiseinä, betoniin valaminen.

PE- putket ja osat

- ruiskupuristettuja PE-kulmia ja -osia sekä tehdasvalmisteisia taivutettuja PE-käyriä ($r=1,5 \times de$) ei tarvitse erikseen tukea
- sähköhitsausmuhviosia ei tarvitse erikseen tukea

- erikoisvalmisteisia, yhdestä PE-harkosta koneistamalla tehtyjä T-haaroja, riippumatta haaran kulmasta, ei tarvitse valaa betoniin
- lohkohitsattu kulmia ei tarvitse valaa betoniin
- lohkohitsattu T-haara 90 asteen kulmalla PN16 ei tarvitse valaa betoniin
- lohkohitsatut T-haarat PN10, tai lohkohitsatut haarat, joiden kulma on jotain muuta kuin 90°, vaikka paineluokka olisikin PN 16, valetaan betoniin

PVC-putket ja osat

- PVC-paineputkien kulmat(ja lukittava putkiosuus) tuetaan ensisijaisesti muhvilukoilla DN400 asti
- Tuennat ja lukituspituudet on mitoitettava, kun putkikoko \geq DN 300.

SG-putket ja osat

- SG-paineputket DN \leq 250 tuetaan ensisijaisesti lukkotiivistein ja DN \geq 300 tuetaan ensisijaisesti vetoa kestävin lukkomuhvein.
- Tuennat ja lukituspituudet on mitoitettava, kun putkikoko \geq DN 300.

Teräsputket ja osat

- hitsaamalla liitettyä maa-asenteista teräsputkea ei tarvitse yleensä tukea

Tarkennukset tuentaa liittyen

- Jos kulman tuenta hoidetaan vetoa kestävillä liitoksilla, täytyy kaikki putkiliitokset olla vetoa kestäviä riittävän pitkällä matkalla kulman molemmin puolin, jotta tukivoima siirtyy putkea ympäröivään maaperään (kitka) ennen vetoa kestäväntä liitosta. Lukituspituus on tarkistettava laskelmin.
- Suojaputkiasennuksissa liitoksen täytyy kestää vedenpaineen lisäksi myös putken asennusvaiheessa syntyvä vedon tai työnnön aiheuttama mekaaninen rasitus. Suojaputkeen asennettavien SG-putkien lukkomuhvien tulee soveltua vetoon/työntöön. Tavallinen lukkomuhvi kestää vain veden paineen.
- Työaikainen tuennan tarve täytyy selvittää ja suunnitella, kun kaivetaan paineellisen johdon sulkuventtiilin tai kulman läheisyydessä.
- paineviemäriputkien kulmat voivat olla maksimissaan 30° pumppaamon/ohipumppauskaivon lähdössä. Kulmakappaleiden käytöstä sovitaan aina erikseen rakennuttajan kanssa.

5.2. Hulevesi- ja jätevesiviemärit

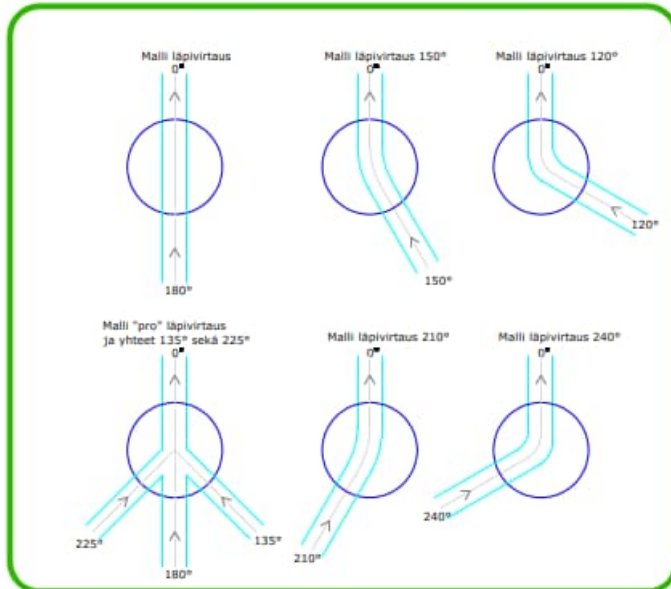
Hulevesiviemäriin suunnitellaan ja toteutetaan aina siten, että se vastaa tiiviydeltään jätevesiviemäriä.

5.2.1. Tarkastuskaivot

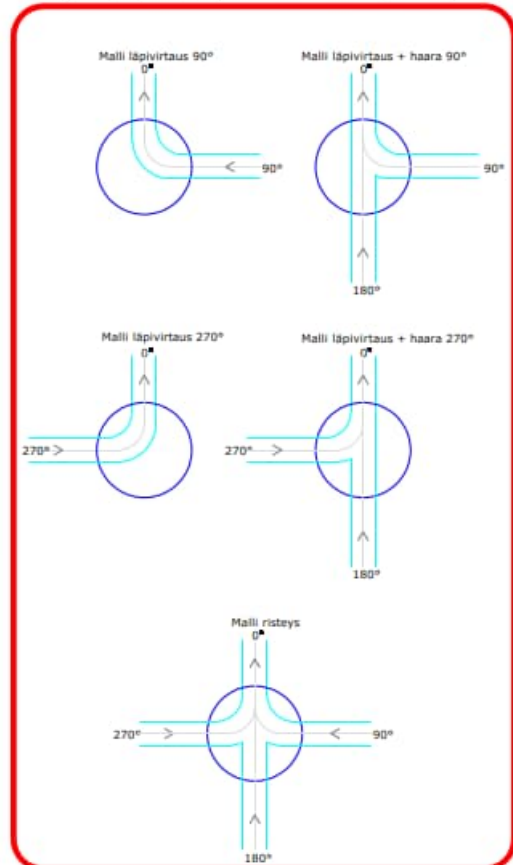
Kaivojen numerointiperiaate kohdassa 7.1

- Suunnitelmissa on esitettävä kaivon sisäinen kaltevuus eli runkoputken tulo- ja lähtöyhteen korkeusero pienissä kaivoissa <math><1000\text{ mm}</math> vähintään 1 cm ja suurissa kaivoissa $\geq 1000\text{ mm}$ vähintään 2 cm.
- Tarkastuskaivojen keskinäisen etäisyyden tulisi olla noin 50 m, maksimi kaivoväli on 100 m (kunnossapito). Peltoalueilla voidaan sallia suuremmat kaivovälit erikseen sovittaessa.
- Kulmakaivoissa, joissa viemärilinjan suunta muuttuu jyrkästi ($\geq 60^\circ$), lähtevän putken korko suunnitellaan 50 mm tulevan putken korkoa alemmaksi. Maksimikulma 90° (pohjakourun muotoilu betonikaivoissa koneellinen).
- Putkikoon muutokset hoidetaan kaivoissa, putkien korkeusasema suunnitellaan yleensä periaatteella "laet vastakkain" (huomioitava, käytettävissä oleva kaltevuus koko linjalla)
- Betonikaivon halkaisija vähintään D800 mm, kun putkikoko $\leq 600\text{ mm}$. Suuremmilla putkilla kaivon halkaisija on vähintään putken halkaisija + 200 mm. Kaivon pohjaosan halkaisija voi olla suurempikin, jos putkiliitokset niin edellyttävät (kaivon koko pitää tarkastaa kaivovalmistajien ohjeiden mukaan).
- Viemäriliitosten toteuttamiskelpoisuus on tarkistettava esim. kaivovalmistajien kaivolaskureilla tms. Liitosten onnistuminen on varmistettava myös liityttäessä rakennettuun kaivoon.
- Kaivot on sijoitettava niin, että tonttiliitokset onnistuvat (kaivot limittäen).
- Kaivon runkoyhteiden kulmat tulee **lähtökohtaisesti suunnitella vakiokulmilla** niin, että virtausolosuhteet viemärissä ovat optimaaliset. Runkolinjaan nähden vastavirtaan tehtäviä liitoksia on vältettävä. Kuva 2. periaatekuva tarkastuskaivon putkikulmista.

Kaivojen ensisijaiset vakiokulmat

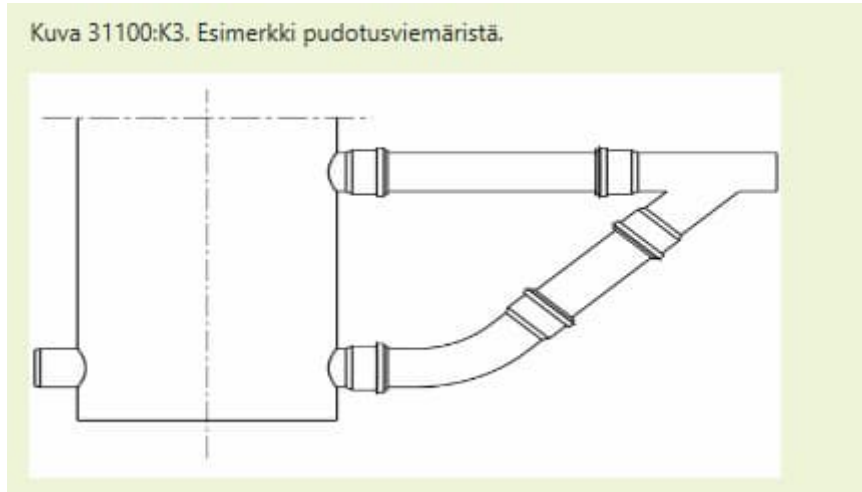


Vakiokulmat joita voi hyödyntää, kun suunniteltavan linjan huuhoutuvuus on hyvä ja kaivot halkaisijaltaan ≥ 600 mm



Kuva 2. Tarkastuskaivojen vakiokulmat

- Muovi- ja betonikaivoissa jätevedelle käytetään ulkopuolista pudotusputkea, kun tuloyhteelle ei saada toteutettua kourua (myös tonttiliittymät). Hulevesiviemärissä vastaavaa rakennetta käytetään, kun korkeusero on suurempi kuin kaivon sisähalkaisija.



Kuva 3. Pudotusviemäri

5.2.2. Ritiäkannelliset ("rallikaivot"), hulevesikaivot

- HUOM! Rallikaivoihin ei saa liittyä runkolinjalla eikä tonttijohdoilla. Tarvittaessa viiksputkeen voidaan lisätä uusi tarkastuskaivo.
- hulevesikaivot ja niiden liitosputket (kadun kuivatus) runkolinjan tarkastuskaivoon saakka kuuluvat kaupungille. Lahdessa hulevesivastuurajat on esitetty Lahti Aqua Oy:n ja Lahden kaupungin välisessä sopimuksessa.
- Enintään kaksi ritiäkannellista hulevesikaivoa voidaan ketjuttaa ennen niiden liitosta tarkastuskaivoon.
- Uusiin runkolinjoihin ei tehdä ritiäkaivoja.
- Hulevesikaivot ja avouomien purkuputket, varustetaan kaivon sisäpuolisella hajulukolla putkihalkaisijan ollessa \leq DN315 ja kaivon ulkopuolisella hajulukolla putkihalkaisijan ollessa $>$ 315.
- Jos hulevesikaivo joudutaan suunnittelemaan ilman sakkapesää, tulee sen liitos runkolinjaan tehdä sakkapesällisen kaivon kautta.
- Mikäli hulevesiviemäriin liitetään ns. puolirumpu, niin siihen tehdään sakkapesällinen kaivo ennen varsinaista liitoskaivoa (tarkastuskaivoa).
- Yhtä kaivoa kohti sallittu katupinta-ala riippuu kadun viettokaltevuudesta. Jos viettokaltevuus on pieni, on yhdelle kaivolle sallittu valuma-alueen pinta-ala pienempi kuin viettokaltevuuden ollessa suuri.
 - Maksimi päällystetty pinta-ala kaivoa kohti on 500 m²
- Ritiäkannellisten hulevesikaivojen maksimi kaivoväli on 50–60 m
- Kadun alimmat kohdat vaativat yleensä myös tiheimmän kaivovälin

5.2.3. Hulevesiputket

- Liitosputken asennussyvyys putken lakeen on vähintään 1,5 m normaalitapauksessa. Tarkistettava putkiristeilyt muun infran kanssa ja korot putkiristeilyjen onnistumiseksi. Liitosputki liitetään runkoviemäriin tarkastuskaivossa. Liitokset tehdään myötävirtaan lähtevään putkeen nähden.

- Liitoskorkeus hulevesiviemäriin laet vastakkain tai vähintään ≥ 50 mm lähtevän putken vesijuoksusta.
- Ketjutettujen hulevesikaivojen liitosputket mitoitetaan tapauskohtaisesti (min. $\varnothing 250$).
- Suunnittelussa tarkistetaan hulevesilinjaan tonteilta tulevat purut. Havaitut purut merkitään suunnitelmaan. Tontin liittämistä varten suunnitellaan yksi liitos tonttia kohti korkoineen. Tontin suunnittelu – ja toteutusvastuu muista hulevesiputkista tontin puolella merkitään suunnitelmaan.

5.2.4. Kansistot

- Liikennöitävällä alueella käytetään kelluvia valurautakansistoja d600, joiden kuormitusluokka on D400 (400 kN) ja paksuus 40 mm. Lahti Aqua:n jätevesiviemärintarkastus- ja laitekaivojen kansina käytetään selkeästi tunnistettavissa Lahti Aqua:n vastuulla oleviksi Lahti Aqua:n logolla varustettuja kansia.
- Kansiston valinta kuivatustavan mukaan mm. kita-, ja kupukannet.

5.2.5. Ylivuotorakenteet

- Pumppaamoiden ja verkostojen ylivuodot, ks. kohta 5.4.1. Jätevesipumppaamoiden ylivuodot tulee suojata siten, että takaisinvirtausta ympäristöstä putkiverkostoon ei pääse tapahtumaan.

5.2.6. Hulevesien hallinta

- Kuivatus, viivytytys- ja imeytysrakenteet suunnitellaan Lahdessa kaupungin (hulevesiohjelman) ja kaavamääräysten mukaisesti. Yleisten alueiden kuivatusten suunnittelussa on huomioitava myös puistoalueiden kuivatus.
- Suoraa purkua vesistöön tulisi välttää. Veden johtaminen vesistöön toteutetaan viivytytys-, imeytys- tai allasrakenteiden kautta.

5.2.7. Hulevesiviemärin purku avouomaan

Ennen hulevesien purkua maastoon putkilinjan tuulettuminen on katkaistava hajulukolla ”Pakkaskaivo” - mallia Lahti Aqua kohdan 4.5.3 mukaisesti. Pakkaskaivon periaatepiirustus työselostuksen liitteenä.

- Purku-, kita- ja rumpuputkenpäät on kivettävä ≥ 10 m² alueelta pienlouheella (koko noin 100-300 mm, suurien putkien kohdalla louheen koko tarkistettava) maa-aineksen kulkeutumisen estämiseksi viemäriin. Purkuputken eteen putkikoosta riippuen muutamia suurempia kiviä hajottamaan virtaamaa. Kiveyksen alle suodatinkangas N3, joka ulotetaan putken taakse asti.
- Purku- tai kitaputken päähän asennetaan suojaritilä kohdan 7.6.2 mukaisesti, kun putken sisähalkaisija on >400

5.2.8. Hulevesiviemärin purku vesistöön

Ensisijaisesti avouomalla tai viivytytysrakenteen kautta.

- Käytettävät putkimateriaalit:

- ≤315 mm putkilla betoni ja PE- muovi
- >315 mm putkissa betoni

5.2.9. Sukellusviemärit

- Poikkeuksellinen rakenne. Käyttö harkitaan tapauskohtaisesti toiminnallisen tarkastelun perusteella.

5.2.10. Lämpöeristys

- Ensisijaisesti vesijohdot ja viemärit tulee suunnitella siten, että niiden asennussyvyys on niin suuri, ettei lämmöneristystä tarvita. Lähtökohdat korkeusasemalle kohdassa 3.1.
- Lämpöeristyksen tarve tulee tarkistaa huomioiden jäätymisriskiä lisäävät seikat mm.
 - lumettomana pidettävän alueen alle sijoitettaessa päättyvät tai pienen kulutuksen linjaosuudet.
 - Pieni putken halkaisija ja virtaus
 - Asennus kalliokanaaliin sekä putken lähellä sijaitseva ja maanpintaan tai sen lähelle ulottuva kalliopinta (ympäröivän alueen lumettomuus)

Kalliokanaalissa peittosyvyys vähintään 2,4 m.

- Lämpöeristeen etäisyys kadun pinnasta aina vähintään $\geq 0,7$ m tai kadun rakennekerrosten alapintaan. Asennettaessa eriste lähelle rakennekerroksia tulee tehdä siirtymäkiila ks. työselostuksen liite. Liian lähelle kadun pintaa asennettu lämpöeriste voi aiheuttaa ajoittaista liukkaita. Myös muun kunnallistekniikan maatumisen katurakenteeseen tulee huomioida. Asennettaessa putkia rakennekerrosten lähelle käytetään ensisijaisesti esieristettyä putkea tai kourueristettä, jonka seinämävahvuus on 50 mm (lämpöeristyksen mitoitus on kuitenkin tarkasteltava tapauskohtaisesti) .
- Lämpöeristeenä käytetään vettä imemätöntä suulakepuristettua polystyreenisolumuovilevyä, jonka puristuslujuus on ≥ 200 kPa ja minimipaksuus 100 mm. Mitoitus (leveys, lisäpaksuus, muoto) esim. routasuojaustoimittajan mitoitusnomogrammien avulla.
- Routivassa maaperässä lämpöeriste asennetaan putken yläpuolelle tasana. Routimattomassa maaperässä lämpöeriste voidaan toteuttaa myös kourueristeenä tai puolikotelona, jolloin myös putken sivuille asentaa pystysuorat lämpöeristeet yläpuolisen lämpöeristeen lisäksi (ensisijaisesti kourueriste). Kalliokanaaleissa lämpöeriste toteutetaan kourueristeenä putkien ympärille. Erityisesti koteloitujen pienten vesijohtojen jäätymisriski täytyy huomioida.
- Lämpöeristeen leveys määritetään siten, että lyhin eristämätön reitti maanpinnasta putkeen tulee olla routarajaa vastaava. Kourueristetä käytetään kotelo- ja puolikoteloeristyksen sijasta.
- Siltaan tms. rakenteisiin asennettavat vesijohdot ja paineviemärit tulee lämpöeristää ja varustaa putket kaapeleilla saattolämmitysvalmiuteen. Lämpöeriste ulotetaan koko putken ympärille.
- Mahdollisesta saattolämmityksestä laaditaan sähkösuunnitelma, jossa määritetään mm. lämmityskaapelin tyyppi, tarvittavat kaapeloinnit, anturit, ohjauksyksikkö, jakokaappi ja sähköliittymän sijainti.

5.3. Tonttiliitokset

Tonttiliitosten periaatteet ovat esitetty työselostukseen liitteessä 5.

- Pientaloalueilla tonttijohdot suunnitellaan kadun rakennussuunnittelun yhteydessä tontin rajalle saakka ja niiden rakentamisesta sovitaan kadun rakentamisen yhteydessä. Suunnitelmiin merkitään myös tonttijohtojen korot, koot ja materiaalit. Tontin rajalle suunnitellaan aina tarkastusputket ja vesijohdon sulkuventtiili. Jätevesiviemäri D200, teleskooppi ja hulevesiviemäri D400/315, teleskooppi.
- Tonttievemärit liitetään yleisen viemäriin tarkastuskaivoon, liitokset tehdään myötävirtaan. Putkiliitokset sallitaan vain poikkeustapauksissa.
- Kiinteistön liittyessä viemäriin (paine tai vietto) omalla pumppaamalla asennetaan kiinteistön paineviemäriin aina sulkuventtiili ennen liitosta runkoputkeen tai -kaivoon.
- Lahti Aqua määrittää tonttievemäreiden liitos- ja padotuskorkeudet liittymissopimuksessa.
- Liitoskorkeuksien periaatteet:

Tonttijohtojen (jäte- ja hulevesi) liitoskorkeudet kaivossa:

i. +100 mm lähtevän putken vesijuoksusta, kun runkoviemäri $DN \leq 250$ (min. 50 mm)

ii. +150 mm lähtevän putken vesijuoksusta, kun runkoviemäri DN 251-315 (min. 50 mm)

iii. Liitoskorko lähtevän putken vesijuoksu + $\frac{3}{4}$ runkoviemäriin halkaisijasta, kun runkolinja DN > 315. Esim. +300 mm lähtevän putken vesijuoksusta, kun runkoviemäri on DN 400.

iv. Päätekaivoihin liityttäessä +150 mm lähtevän putken vesijuoksusta. Tonttijohtojen (jäte- ja hulevesi) putkiliitosten liitoskorkeudet:

v. Liitos puoleen putkeen kun runkolinja on $\leq DN 500$. Esim. putken vesijuoksu +250 mm, kun runkoviemäri DN 500.

vi. Liitoskorko lähtevän putken vesijuoksu + $\frac{3}{4}$ runkoviemäriin halkaisijasta, kun runkolinja DN > 500. Esim. +600 mm lähtevän putken vesijuoksusta, kun runkoviemäri DN 800.

Tonttiliittymien ohjeelliset putkikoot

Asuntojen rakennusoikeus [k-m ²]	Talovesij. / \varnothing [mm]	Jv / \varnothing [mm]	Hv / \varnothing [mm]
0 - 500	32	110	110
1000 – 5000 (rivitalot, kerrostalot)	63	160	160

- Tonttievemäreiden putkikoot tarkistetaan ennen rakentamista tonttien vesijohto- ja viemäröintisuunnitelmista.

- Ennakolta rakennettujen tonttivesijohtojen ja -viemärien päät tulpataan ja merkitään maastoon ja sijainti mitataan (paineellisissa varausputkissa aina venttiili, joka on kiinnitetty vetoa kestävästi tai tuettu).
- Tonttihulevesiviemärin koko määritetään valuma-alueen pinta-alan mukaisesti.
- Tonttijohtojen rakentamisen periaatepiirustus on Lahti Aqua:n työselostuksen liitteenä.

5.4. Pumppaamot

5.4.1. Jätevedenpumppaamot

- Lämpöeristys siten, ettei kylmäsiltaa muodostu, kaivot lämpöeristetään yläosastaan vähintään 1 metrin matkalta (lämpöeristyksen paksuus ja tarkempi määrittely kohdekohtaisesti).
- Pumppaamoiden sähkö- ja automaatio suunnittelu Lahti Aquan työselostuksen liitteiden mukaisesti. Huomioitava seuraavat varaukset
 - pumppaamolla on mahdollista mitata jäteveden laatuun liittyviä asioita mm. lämpötilaa
 - virtausmittari ja taajuusmuuttajat modbus-väylässä (pumppaamoille aina virtaamamittaus)
 - virtaamamittauksesta saatava virtaaman lisäksi lämpötila ja sähkönjohtavuus
 - painepuolelle painelähetinpaikallinäytöllä (mittauksen on pystyttävä mittaamaan myös negatiivisia lukemia) ja tieto kaukovalvontaan
- Mitoitusvirtaaman määrittelyn jälkeen sovitaan pumppaamotyypistä, yli 30 kW pumpuilla pumppaamon runko toteutetaan betonirakenteisena ja yli 15 kW pumppaamoissa säiliörakenne tapauskohtaisesti. Lahti Aqua:n pumppaamoista vastaavien kanssa. Pumppaamotyyppiin vaikuttavat myös pohjaolosuhteet ja sijoituspaikka. Ensisijaisesti pumppaamot toteutetaan huoltorakennuksellisinä pakettipumppaamoina Lahti Aqua:n työselostuksen liitteiden ja ohjeiden mukaisesti.
 - Pienet pumppaamot voidaan toteuttaa niin sanotulla ”kaksipuoleisella keskuksella”, jossa kannen päälle sijoitettu keskus on osastoitu sähkölle ja venttiileille erikseen. Molemmat puolet lämmitettyjä ja tuuletettuja (huom. lämpöeristys).
- Pumppaamot, joissa venttiilit tuodaan ylös, rakennetaan paineputkiston korkeimmasta kohdasta ilmausyhde sulkuventtiilillä, yhde vieään imusäiliön puolelle. Yhteen koko lähtökohtaisesti DN50.
- Pumppaamolle suunnitellaan aina ylivuoto hulevesiviemäriin tai maastoon (pohjavesialueilla ylivuotosäiliön tarve tarkistetaan).
- Ylivuoto toteutetaan normaalitapauksessa asentamalla ylivuotoviemäri ennen pumppaamoja sijaitsevan jäteveden tarkastuskaivosta huleveden tarkastuskaivoon. Ylivuotoputken purkupäähän asennetaan läppä (esim. HST-läppä 7 asteen kulmaan tai Lasso) tai vaihtoehtoisesti ylivuotoputkeen asennetaan tehdasvalmisteinen läpällinen ylivuotokaivo estämään huleveden virtaus jätevesiverkostoon.
- Viemärin tuulettuminen huomioitava suunnitelmissa esim. kiinteistön viemärituuletuksen kautta tai vaaditaanko tuuletukselle erillinen putki. Uusilla kaava-alueilla tarvittaessa tuuletuksiputken sijoitus kiinteistölle huomioidaan kaavamerkinnoissa, tontinluovutusehdoissa.
- Pumppaamolle suunnitellaan ajoyhteys ja huoltopiha, huoltotie vähintään 4 m leveä. Pihan kallistukset viettävät pois päin pumppaamosta (betoninen ylivuotosäiliö voidaan sijoittaa ajoyhteyden/ huoltopihan- alle).

- Liikennealueen ulkopuolelle sijoitettaville pumppaamoille suunnitellaan aina piha-alue, jotta huoltoajo on mahdollista myös kuorma-autolla. Mikäli huoltoyhteys kulkee mm. kevyenliikenteen väylän tai ulkoilureitin kautta tai poikki ovat kyseisen osuuden rakennekerrokset ja päällysteet suunniteltava siten, että ne kantavat myös raskaamman liikenteen.
- Pumppaamon piha-alueelle suunnitellaan vesijohtoliitos sekä huuhteluposti ja kaapeleiden suojaputket.
- Kosteilla alueilla ja vettä johtavissa maalajeissa pumppaamon läheisyyteen asennetaan kaivannon kuivatusta varten ”kuivatuskaivo”. Toteutetaan halkaisijaltaan vähintään 315 mm pystyputkella (korrugoitu SN8 putki johon tehdään viiltoja). Putken ympärille laitetaan sepelitäyttö. Putken alapinta ulotetaan pumppaamon kaivutason alapuolelle. Putken yläpään suojaksi asennetaan betonikartio ja kansisto. Kuivatuskaivon kautta kaivantovesiä voidaan pumpata mm. saneerauksen tai korjausten yhteydessä.

Pakettipumppaamoissa:

- lukot ja avaimet sarjoitettuna Lahti Aqua Oy:n avaimille
- virtaamamittaus, pumppaamoon tai erilliseen kaivoon
- erillinen ohipumppauskaivo- tai yhde (min. halkaisija 1200 mm ja 800 mm kansisto), työselostuksen liitteen mukaisesti. Ohipumppauskaivon putkiston ja venttiileiden koko toteutetaan aina paineputken koon mukaisesti. Lähtevä venttiili oltava PN16, jotta kestää paineviemärin koeponnistuksen. Mahdollista toteuttaa joissain kohteissa myös sisäiseen putkistoon ja pienissä kohteissa putkiyhtein ilman kaivorakennetta.
 - ohipumppauskaivosta ja mittakaivosta sähkökeskukselle rakennetaan erilliset kaapelinsuojaputki/putket D32PE
- maadoitus työselostuksen liitteiden mukaisesti
- varmennustarkastus tehdään aina kaikista sähkölaitteista
- luovutusasiakirjat: kaikki kuvat ja asiakirjat sähköisenä (.jpeg, .pdf ja cad-kuvina) koottuna luovutuskansioon tallennettuna Buildie-projektipankkiin tai vastaavaan järjestelmään.
- käytön opastus
- laipat HST (hapon kestävä teräs SS2343) -> ei sinkittyjä tai RST!
- nostoketjut (HST tai RST)
- venttiilit levyluisti tai kumiluisti, varmistetaan Lahti Aqualta
- laipat, pultit, mutterit ja aluslevyt (HST)
- tikkaat, kaiteet, tuuletusputket, laipat (RST tai HST)
 - tikkaat imusäiliöön sekä ohipumppauskaivoon vaikkei erillistä huoltotasoa tulisi (pienillä pumppaamoilla irroitettavat tikkaat mikäli kiinteät eivät mahdu)
 - kaiteet aina luukun yhteyteen (tarvittaessa irroitettavat/taitettavien tikkaiden kaide)
- sisäiset putkistot (RST, PE tai HST), sisäinen putkisto oltava saattolämmitetty
- pohjakiinnikkeet, nostokorvat RST tai HST
- kaikki muutkin metalliosat joko RST tai HST
- pumppaamon ja sähkökeskuksen kuvat rakennuttajalle ennen toimitusta tarkastettavaksi
- johtojen kiinnittäminen tehdään niille tarkoitetuilla kannakkeilla -> ei nippusiteillä! Kannakkeiden materiaali RST tai HST

- pumppaamon läheisyyteen rakennetaan huuhtelupaloposti (malli Lining 5058) tai huuhtelu/ilmanpoistoposti (malli Lining 9822). Liitos vesijohtoverkkoon aina omalla haaralla ja erillisellä runkoventtiilillä (tarvittaessa asennetaan myös takaiskuventtiili). Laitteen suojaksi asennetaan betonikartio + reiällinen pohjarengas tai vastaava ja kansisto (600 mm /40tn).
- modeemitiedonsiirron antenni aina pumppaamon ulkopuolelle

5.4.2. Hulevesi- ja tulvapumppaamot

- Omistus ja kunnossapitovastuut esitetty Lahti Aqua:n ja kaupungin välisessä sopimuksessa.
- Lahti Aqua:n ylläpitoon tulevien pumppaamoiden suunnittelussa on huomioitava Lahti Aqua:n asettamat vaatimukset pumppaamoille Lahti Aquan työselostuksen liitteiden mukaisesti.

6. VESIJOHTOJEN JA VIEMÄREIDEN MENETELMÄSANEERAUS

6.1. Yleistä

Vesijohtojen, viemäreiden ja tarkastuskaivojen saneeraus voidaan toteuttaa menetelmäsaneerauksena, jos verkoston toiminnallinen ja rakenteellinen kunto sen mahdollistavat. Rakennussuunnitteluun valittu saneerausmenetelmä on hyväksyttävä Lahti Aqualla.

Saneeraussuunnittelun lähtötietoina ovat verkoston kuntotiedot sekä kohdassa 8.2. esitetyt lähtötiedot.

6.2. Vesijohtojen menetelmäsaneeraus

- Putkilinjoissa olevat kulmat, supistukset yms. ja varusteet, kuten sulkuventtiilit, T-haaraliitokset, ja putkiin liittyvien sivu- ja tonttiliittymät vaikeuttavat menetelmäsaneerauksen tekemistä ja vaikuttavat saneerausmenetelmän valintaan.
- Menetelmäsaneerausta käytettäessä putkiliitoksien liitoskohdat tehdään aukikaivamalla. Myös kulmakohdat joudutaan pääsääntöisesti aukikaivamaan.
- Menetelmäsaneerauksesta johtuva putken dimension pieneneminen on otettava huomioon.
- Putkikapasiteetit selvitetään mallinnuksen ja/tai mitoituslaskelmien avulla.
- Ennen saneeraustöitä saneerattavat putkilinjat on puhdistettava. Vesijohtojen sisäpuolinen saostuma poistetaan huolellisesti.
- Lisäksi on huomioitava eri saneerausmenetelmien vaatimat tilantarpeet, mm. sujutuskalustonvaatimat suuret kaivannot. Mikäli menetelmä vaatii kaivantoja, suunnitellaan myös kaivannot ja tarvittavat tuennat.
- Kadun ja alueen pintarakenteet on ennallistettava Lahti Aqua:n työselostuksessa esitetysti.
- Käytettävien putkikokojen tulee olla Lahti Aqua:n ohjeen mukaisia standardiputkikokoja johtojen kunnossapidettävyyden varmistamiseksi.

- Saneerausmenetelmän valinnassa otetaan huomioon lopputuloksen rakenteellinen lujuus ja kunnossapidettävyyys, joiden tulee olla mahdollisimman lähellä uutta putkea.

Seuraavia saneeraustapoja voidaan käyttää vesijohtojen menetelmäsaneerauksissa.

Pitkäsujutus / kuristussujutus

- Pitkäsujutuksessa vanhan putken sisälle vedetään uusi yhtenäinen, vanhaa putkea halkaisijaltaan pienempi putki.
- Pitkäsujutusta käytetään ensisijaisesti pienten vesijohtoputkien saneerauksissa (DN 32 - 150). Tonttijohdon sujutuksessa voidaan tarvittaessa käyttää DN25 putkea.
- Putkikoko pienenee usein 1-2 putkikokoluokkaa pienemmäksi, joten tätä menetelmää voidaan käyttää, kun putkihalkaisijaa tai kapasiteettia on mahdollista pienentää.
- Käytettävät putkimateriaalit:
 - SG-putki lukittavilla liitoksilla, jotka kestävät asentamisen vetämällä
 - puskuhittattu PEH pakkosujutukseen tarkoitettulla suojakuorella, jonka paksuus putkikoon mukaan on vähintään 0,5...0,95 mm.
- Liukuaineiden tai -laitteiden käyttö on mahdollista.
- Materiaalien vetolujuuden rajoitukset on huomioitava asennustyön aikana.
- Vetolaitteiston vaatima työkaivannon tilavaraus isoilla putkilla, vähintään 3 m x10 m, huomioitava ja suunniteltava.
- Varusteet, sivuliittymät ja tonttijohdojen lähdöt saneerataan pitkäsujutuksen jälkeen auki kaivamalla.
- Välitilan täyttö tehdään, jos sujutetun ja nykyisen putken väliin jää suurempi kuin 50 mm tyhjä tila.
- SG-putkien saneerauksessa käytetään keskitysrenkaita.
- PE-putkella saneerattaessa on mahdollista käyttää kuristussujutusta, jossa pitkäsujutuksen tapaan vanhan putken sisään vedetään yhtenäinen hitsattu muoviputki. Kuristussujutuksessa yhteen hitsattu putki vedetään puristimen läpi. Puristimen läpi vedetyn putken halkaisija pienenee väliaikaisesti. Kun putki on vedetty saneerattavan putken sisään, sen alkuperäinen muoto ja halkaisija palautuu.

Suuntaporaus, vaakaporaus

- ks. kohta 6.5.4

Pakkosujutus

- Pakkosujutuksessa vanha putki rikotaan putkessa vedettävällä pakkosujutuslaitteella. Laitteessa oleva vetopää halkaisee vanhan putken ja vetää perässään uutta putkea vanhan tilalle.
- Pakkosujutusta käytetään, kun putken dimensio halutaan pitää samana kuin nykyinen tai kasvattaa kokoluokkaa suuremmaksi. Kokoluokkaa voidaan myös pienentää. Kokoluokkaa valittaessa on varmistettava myös saatavilla oleva kalusto.
- Käytettävät putkimateriaalit:
 - SG-putki lukittavilla liitoksilla, jotka kestävät asentamisen vetämällä. Putki ulkopinnoitettu kuitubetonivuorauksella.

- puskuhitsattu PE100 RC -PN10 pakkosujutukseen tarkoitettulla suojakuorella (suojakuoren paksuus putkikoon mukaan vähintään 0,5...0,95 mm). Tarvitavat lisäominaisuudet kohteen mukaisesti mm. vuotojen mittausta, vauriotarkastus tai paksu suojakuori.

- Materiaalien vetolujuuden rajoitukset huomioitava.
- Vetolaitteiston vaatima työkaivannon tilavaraus on vähintään 3 m x 10 m, huomioitava ja suunniteltava.
- Sivuliittymät ja tonttijohtojen lähdöt saneerataan pakkosujutuksen jälkeen aukikaivamalla.
- Pakkosujutettavan johto-osuuden välittömässä läheisyydessä olevien putkien ja rakenteiden yms. mahdollinen vaurioituminen on otettava huomioon. Myös esim. kalliokanaalit ja kaukolämpökanaalit on huomioitava suunnittelussa, koska pakkosujutusveto voi juuttua näihin kohtiin.
- Muovi- ja teräsputkille käytetään halkaisevaa pakkosujutusta. Staattinen pakkosujutus soveltuu kaikille putkimateriaaleille.
- SG- ja teräsputkille tulee käyttää pyöriväteräistä avarrinta.

Muotoputkisujutus

- Vastaava menetelmä kuin jätevesiviemärillä, materiaalin oltava PN10 ja juomavesihyväksytty.

Seuraavia menetelmäsaneeraustapoja **ei käytetä** vesijohtojen saneerauksessa:

- Letkusujutus
- Sukkasujutus
- Pätkäsujutus
- Sementtilaastivuoraus

6.3. Viemäreiden menetelmäsaneeraus

- Menetelmäsaneerausta käytettäessä putkiliitokset porataan saneeratun putken sisältä ja liitoksiin asetetaan hattuprofiili tai liitoskohta tehdään kaivamalla.
- Menetelmäsaneerauksella ei voi korjata pahoja toiminnallisia virheitä, esim. painumia.
- Myös suuret rakenteelliset viat voivat estää sujutusmenetelmän käytön.
- Sujutusmenetelmästä johtuva putken dimension pieneneminen on otettava huomioon.
- Putkikapasiteetit selvitetään virtaamamittauksilla ja/tai mallinnuksella/mitoituslaskelmin
- Lisäksi on huomioitava eri saneerausmenetelmien vaatimat tilantarpeet, mm. sujutuskaluston vaatimat suuret kaivannot. Mikäli menetelmä vaatii kaivantoja, suunnitellaan myös kaivannot tai varmistetaan suunnittelu urakassa.
- Kadun ja alueen pintarakenteet on ennallistettava Lahti Aquan:n työselostuksessa esitetysti.

Seuraavia menetelmäsaneerauksia voidaan käyttää viemäreiden menetelmäsaneerauksissa.

Sukkasujutus

- Sukkasujutuksessa vanhaan putkeen asennetaan vanhan putken muotoon erikoisvalmistettua sukkasujutukseen sopivaa materiaalia, jonka jälkeen sukka kovetetaan esim. veden- tai ilmanpaineella, vesihöyryllä tai **UV:lla**. Sukkasujutus ei pienennä putken kapasiteettia merkittävästi.
- Tällä hetkellä suurin mahdollinen koko DN 2000. Kaivon kautta asennuksessa suurin koko DN 700, jos yläosaa (DN600) ei pureta. Mikäli kaivon yläosa puretaan, niin suurin koko on kaivon halkaisijaa vastaava.
- Putken sivuliittymät ja tonttiliitokset liitetään saneerattuun putkeen sujutuksen jälkeen joko poraamalla liitoskohtaan reikä ja asentamalla niihin hattuprofiili tai auki kaivamalla.
- Sukkasujutuksen materiaali ja sen rengasjäykkyys mitoitetaan kohteen vaatimusten mukaisesti. Yleisesti käytetään SN4, mutta kohdekohtaisia mitoituksia voidaan tehdä etenkin isoissa yli DN400 dimensioissa.
- Materiaalia valittaessa on selvitettävä alueelliset erityispiirteet mm. veden laadun suhteen, mikäli valuma-alueella on teollisuutta, jonka prosessista tulee poikkeuksellisia jätevesiä.

Pitkäsujutus / kuristussujutus

Paineviemärit vastaavasti kuin vesijohto, materiaalit hyväksytään erikseen.

Pätkäsujutus

- Pätkäsujutuksessa vanhaan putkeen työnnetään tai vedetään kaivosta käsin noin 0,5 metrin mittaisia kumitiivisteellä varustettuja putkia. Koko on valittava mahdollisimman lähelle nykyistä putkikokoa. Jos nykyisen ja sujutettavan pätkäputken väliin jäävä tila on >30 mm, väli tila täytetään.
- Pätkäsujutuksessa putken kapasiteetti putoaa huomattavasti, 1-2 kokoluokkaa (erityisesti betoniputkea käytettäessä huomioitava poikkipinta-alan pienentyminen).
- Pätkäsujutuksessa käytetään tarkoitukseen valmistettuja putkia. Käytettävät putkimateriaalit:
- PP, rengasjäykkyys vähintään SN8
- PE, rengasjäykkyys SN16
- Putkessa olevat sivuliittymät ja tonttiliittymien liitoskohdat saneerataan sujutuksen jälkeen auki kaivamalla.
- Kaivojen lähdöt ja tulot tiivistetään vuotojen estämiseksi ja kaivojen pohjat muotoillaan tai pätkäputki liitetään tiiviisti muoviseen saneerauskaivoon.
- Huomioitava suunnittelussa, että pätkäsujutus on mahdollista myös betonisilla 0,5 m tai 1,0 m putkilla. Soveltuu mm. kohteisiin, joissa on jatkuvasti huomattava virtaama.

Muotoputkisujutus

- Putkimateriaalina käytetään muotoputkea, jonka rengasjäykkyys mitoitetaan kohteen vaatimusten mukaan, yleisesti käytetään SN4.

Pakkosujutus

- Vastaava menetelmä kuin vesijohtolla.

Suuntaporaus, vaakaporaus

- ks. kohta 7.5.4

Seuraavia menetelmäsaneeraustapoja **ei käytetä** yleisesti viemäreiden saneerauksessa:

- Letkusujutus
- Spiraalinaluhasujutus

6.4. Viemärikaivojen menetelmäsaneeraus

- Kaivojen saneerauksessa käytetään seuraavia menetelmiä:
 - Kaivon yläosan purku ja uusiminen (kartio ja kansisto, huom. asfaltointi)
 - Lasikuitusukalla saneeraus (myös pohja)
 - Ruiskubetonointi ja pohjan uudelleen muotoilu (ruiskutusmateriaali, pinnoitus, raudoitus).
 - Kokonaan uuden kaivon rakentaminen.
- Suunnittelun osana (ennen tai työn alussa) kaivojen kunto tutkitaan ja määritellään kunnan perusteella kaivojen saneeraustarve.
- Nykyisen kaivon läpisujutus on hyväksyttävä Lahti Aqualla

6.5. Saneeraustyön aikainen väliaikainen vesihuoltoverkko

- Kaikissa menetelmäsaneerauskohteissa on suunniteltava ja mitoitettava väliaikainen, usein vaiheistettu, vedenjakelu ja viemärointi. Väliaikaisen viemäroinnin mitoituksessa ensisijainen mitoituseruste on maksimivirtaama.
- Väliaikaisessa viemäroinnissä on huomioitava kiinteistöjen padotuskorkeudet.
- Väliaikaisten vedenjakelu- ja viemärointijärjestelmien saneeraustöiden materiaali, sijainti ja mitoitus on määriteltävä ja kiinteistöjen liityntäpisteet esitetään käytössä olevan tiedon perusteella.
- Huomioitava verkko-osuuden sulkemisesta johtuvat vedenjakelumuutokset sekä sprinklerilaitosten toiminta.
- Väliaikaiseen verkkoon on jokaisen kiinteistön vedenjakelun liitoskohtaan ja runkolinjojen risteyksiin sijoitettava sulkuventtiili ja suorille osuuksille noin 200 m välein.
- Väliaikainen verkko suojataan, kun se risteää ajoneuvoliikenteen tai kevyen liikenteen kanssa.
- Urakoitsija suunnittelee lopullisen väliaikaisen vesihuoltoverkon ja hyväksyttää sen rakennuttajalla.

7. SUUNNITTELU- JA RAKENTAMISKÄYTÄNTÖJÄ

7.1. Elinympäristön huomioon ottaminen verkostoinvestointihankkeissa

Elinkaarivaikutukset

Osana suunnittelua tulee selvittää kohteen rakentamisen ja käytön aiheuttamat merkittävimmät ympäristövaikutukset ja vaihtoehtoiset keinot vaikutusten pienentämiseksi. Suunnittelijan tulee tunnistaa 5-10 ympäristövaikutuksiltaan merkittävintä tekijää.

Toteutuksen aikaiset ympäristövaikutukset

Suunnittelu tulee toteuttaa niin, ettei rakentamisen aikana aiheudu tarpeetonta haittaa ympäristöön. Suunnittelun yhteydessä tulee tunnistaa merkittävimmät rakentamisaikaiset vaikutukset ympäristöön (mm. savu, haju päästöt, melu, värinä, liikennejärjestelyt, lisääntynyt liikenne, liikenteen päästöt/ruuhkautuminen ja vaikutukset ilmanlaatuun sekä mahdolliset vaikutukset maaperään, pohjaveteen, vesistöihin, sekä pöly, kura, kuopat/kaivaukset, pääsy kiinteistölle, hälytysajoneuvot sekä luontovaikutukset, visuaalisuus ja maisemanäkökohdat, terveellisyysturvallisuusnäkökohdat).

7.2. Kaivannot

- EPS:ää / XPS:ää voidaan käyttää kevennyksissä ja eristämässä. Käytössä on huomioitava kuitenkin vesijohtojen mahdolliset tuentatarpeet (kulmatuet) em. täytöissä.
- Kaivantojen täyttömateriaalina ei käytetä lentotuhkaa eikä kevytsoraa. Tapauskohtaisesti vaahtolasin käyttöä harkitaan ja Lahti Aquan hyväksynnällä käyttöä.
- Teräsverkkoja, myöhemmin haitallisesti kovettuvia tai putkimateriaaleille aggressiivisia täyttömateriaaleja ei saa käyttää putkilinjojen päällä.
- Uusiomateriaaleja voidaan käyttää Lahti Aqua:n ja kadunpitäjän suostumuksella Lahti Aqua:n ohjeiden ja niissä esitettyjen rajoitusten mukaisesti putkien suoja-tytön yläpuolella.
- Kaivantoon tehdään vettä pidättävät padot ”savisulut” huonosti vettä läpäisevissä maalajeissa sekä kalliokanaaleissa, jottei kaivannolla kuivateta ympäristöä tai aiheuteta pohjaveden alentumista.
 - Sulut voidaan toteuttaa materiaalista, jonka veden läpäisevyys vastaa ympäröivää maaperää tai mm. bentoniittimatolla (paksuus vähintään 6 mm).
 - Jos ei erikseen suunnitelmissa mainita niin ”savisulut” tehdään 0,10 m jätevesiviemäriputken laen yläpuolelle Lahti Aqua Oy:n työselostuksen liitteen mukaisesti. Sulku on ulotettava asennusalustan läpi perusmaahan asti.
 - Sulut tehdään myös aina myös linjaan liittyvien putkien suuntaan esimerkiksi tonttiliittymät.
 - Sulut toteutettava mahdollisimman kapeina, jotta ei aiheuteta putkilinjaan tai rakennekerroksiin painumia.
 - Kaivantoon sulkua tehdessä on huomioitava myös ylitettävät putket, ettei rakennettavaan kaivantoon tulevat vedet pääse putoamaan rakennetun linjan täyttöihin ja etenemään sitä kautta.

7.3. Putkien perustaminen ja pohjanvahvistus

- Kalliokanaaliin ja louheen päälle tehtävän asennusalustan alla käytetään N3-luokan suodatinkangasta (InfraRYL 18310.2.1)

- Katualueiden ulkopuolella paineellisten putkien asennusalusta ja alkutäyttö voidaan jättää tekemättä, jos pohjamaa on asennukseen soveltuvaa (huom. rakeisuus putken halkaisijan mukaan).
- Maaperältään pehmeillä tai stabiloidulla alueilla putkien työalusta voidaan toteuttaa esim. teräslevy- tai murskearinalle. Vaihtoehtoisesti työalusta tehdään yhdistelmälujitekankaalla ympäröidyn 150 mm paksun murskearinan ja asennusalustan 150 mm varaan. Työselostuksen liitteenä on esitetty tyyppipoikkileikkaukset (murskearina toteutetaan ohuena, jotta kaivannon kohdalle tulisi mahdollisimman vähän lisäkuormaa).
- Mahdollisesta paalulaatasta laaditaan aina erillinen rakennesuunnitelma. Katualueella on painumattoman rakenteen ja painuvan rakenteen liitoskohdissa tehtävä tarvittaessa siirtymäkiila tai muu siirtymärakenne kadun epätasaisen painumisen estämiseksi.
- Siirtymäkiilat tulee toteuttaa aina, kun maaperäolosuhteet sen vaativat (kaivannon pituus- ja poikkisuunnassa). Lahti Aqua Oy:n työselostuksen liitteenä on esitetty siirtymäkiilojen käytöstä esimerkkitaupuksia.
- Putkien suojatäyttö puhtaasta kiviaineksesta tulee ulottua 300 mm putken laen yläpuolelle.

7.4. Hylättävät johtolinjat

- Hylättävät johtolinjat on tulpattava tiiviisti esim. valamalla, etteivät ne toimi salaojina.
- Liikennealueella olevat hylättävät johtolinjat $\varnothing \geq 300$ täytetään hiekalla, hienolla sepelillä tai vaahtobetonilla, jottei niiden mahdollinen romahtaminen aiheuta vaara- tai haittatilannetta. Liikennealueiden ulkopuolella putket täytetään tapauskohtaisesti.
- Käytöstä poisjäävät kaivojen yläosat puretaan 1,0 metrin syvyyteen, kaivojen reiät tulpataan tai betonoidaan ja täytetään murskeella.
- Tulpattavat kohdat esitetään suunnitelmissa.
- Käytöstä poistuvat palopostien yläosat puretaan ja kilvet poistetaan. Käytöstä poistuvien venttiileiden karanjatkot ja kilvet poistetaan. Kaikki hylätyt rakenteet kuten maan alle vesijohtoon kiinni jäävät hylätyt laitteet on pidettävä verkkotietojärjestelmässä hylätyiksi merkittyinä.

7.5. Alitukset

7.5.1. Vesistöalitukset

- Jokien ja järvien alitukset suunnitellaan julkaisujen RIL 77-2013 (Maahan ja veteen asennettavat kestonuoviputket) sekä RIL 124-2 (Vesihuolto II) mukaisesti.
- Vesijohtojen minimipainotuksen arvona käytetään noin 50 % tyhjän putken nosteesta.
- Vene- ja laivaväylillä käytetään kuitenkin ≥ 100 % painostusta, jottei putki pääse nousemaan ylös aiheuttaen vaaratilanteita. Paineviemäreiden painotuksen arvona käytetään yleensä 120 %. Painojen keskinäinen etäisyys $\leq 15 \times d$, kuitenkin enintään 4 m. Käytetään pyöreitä painoja.
- Putken pituuden muutokset, kuten lämpölaajeneminen ja asennusvarat, on huomioitava. Putki on asennettava ”lenkille”.
- Suunnittelussa huomioitava pohjaolosuhteet ja määritetään aika linjan vetäytymiselle ennen liitosta rannalla oleviin johtoihin, ankkurointilaitteiden tarpeellisuus arvioitava tapauskohtaisesti.

- Vesistöalituksissa noudatetaan vesiluvan ehtoja. Vesilupa haettava vähintään 6 kk etukäteen AVI:lta.

7.5.2. Väylien, ratojen ja katujen alitukset

- Rakennettaessa vesijohto tai viemäri rautatien tai yleisen tien alitse, on alituksesta laadittava erilliset suunnitelmat radan tai tien ylläpitäjän ohjeita noudattaen.
- Aukikaivamattomissa menetelmissä asennetaan suoja-putki viemäriä tai vesijohtoa varten joko tunkkaamalla, lyömällä, poraamalla tai täryttämällä (myös suuntaporaus jossain tapauksissa). Tarkka enetelmä määräytyy kohteen ominaisuuksien perusteella.
- Alituskalusto vaatii työtilaa noin 3 m x 10 m ... 5 m x 15 m. Tilavarauksessa on huomioitava myös vedettävän tai työnnettävän virtausputken sekä työkonien tarvitsema tila. Kaivannon syvyys on tyypillisesti noin 2,5...3,5 m. Kaivannon tuenta ja pohjanvahvistus on suunniteltava.
- Nykyisten väylien alitukset tehdään yleensä aukikaivamattomilla menetelmillä.
- Nykyisten ratojen alitukset tehdään aukikaivamattomilla menetelmillä.
- Katujen alitukset tehdään yleensä aukikaivamalla.
- Putken pituuden muutokset, kuten lämpölaajeneminen ja asennusvarat, on huomioitava.
- Alituskaivantoja tehdessä on tehtävä virtaussulut, jotta vedet kulkevat lähtötilanteen mukaisesti ojissa tai painanteissa. Virtaussuluilla estetään vesien kulkeutuminen alitettavan rakenteen läpi poikkisuuntaisesti. Suoja-putki on tulpattava vesitiiviisti vähintään toisesta päästä

7.5.3. Suoja-putket

- Suoja-putken koko ja materiaali valitaan kohdan 4.6 mukaan.
- Vesijohto ja viemärit asennetaan suoja-putkeen johto-osuuksilla, joissa niiden aukikaivaminen on myöhemmin mahdotonta tai mahdollinen putkirikko aiheuttaa riskin rakenteille esim. meluvallit, -seinät, tukimuurit yms. rakenteet.
- Radan ja yleisen tien alitukset asennetaan suoja-putkeen. Suoja-putki tulee suunnitella niin, että virtausputki voidaan vaihtaa suoja-putken pää esiin kaivamalla siten, ettei katu- tai ratapenkereelle aiheudu vahinkoa.
- Suoja-putken toiseen päähän asennetaan päätte-/ylivuotokaivo, jonka halkaisija suoja-putken koon mukaisesti kuitenkin vähintään $\varnothing \geq 200$ mm. Mikäli päättekaivo on samalla myös laitekaivo, vaatimukset kohdan 5.1.5 mukaan.
- Päättekaivon vedet on johdettava hallitusti maastoon
- Suoja-putki kallistetaan päättekaivoa kohti 10 ‰ kaltevuuteen, minimikaltevuus 4 ‰.
- Suoja-putken ja virtausputken välinen tila tiivistetään, jotta maa-aines ei pääse putkien väliseen tilaan. Huom! Suoja-putken ylempi pää tiivistetään vesitiiviisti
- Keskittämisrenkaiden väli, k - k, määräytyy putkikoon mukaan 10x De kuitenkin max. 1,5 m välein.
- Pitkissä alituksissa (yli 50 m) esim. moottoritien tai ratapiha-alueen alituksessa päättekaivo rakennetaan tarvottaessa suoja-putken molempiin päihin.

7.5.4. Suuntaporaus, vaakaporaus

- Ohjeellinen asennussyvyys suunniteltava aina olosuhteiden ja putkidimension mukaan, (linjaa ei ylisyvään yli 3,5 m syvyyteen)
- Porausnesteen määritys kohteen maaperäominaisuuksien mukaan, porausnesteen käsittely suunniteltava
- Pehmeiköllä voidaan yleensä käyttää suunta- tai vaakaporausta
- Erikoistapauksissa myös viettoviemäri on mahdollista suuntaporata (menetelmänä myös ohjattu tunkkaus voi soveltua), mikäli pohjaolosuhteet sen sallivat ja niistä on pitävät lähtötiedot. Mahdolliset risteävät johdot ja kaapelit tulee aukikaivaa ennen porausta.
- Viettoviemäreitä porattaessa suunnitellaan vähintään 10 % viettokaltevuuteen (ohjattu tunkkaus on tarkempi menetelmä).
- Porattavaa osuutta suunnitellessa on huomioitava kohteen riskit menetelmän käytölle.
- Porattavan osuuden liittäminen nykyiseen verkostoon on suunniteltava (vaatii aukikaivua, että putkien päät on mahdollista saada kohdakkain).
- Käytettävät putkimateriaalit:

- Suojakuorellinen PE ensisijaisesti ja voidaan käyttää SG-putkea lukittavilla liitoksilla valmistajan ohjeiden mukaisesti.

- Materiaalien vetolujuuden rajoitukset sekä lukkomuhvien soveltuvuus on huomioitava
- Varusteet, sivuliittymät ja tonttijohdot liitetään porauksen jälkeen auki kaivamalla.
- Suunnitteluvaiheessa selvittävä porauksen epävarmuustekijöiden aiheuttamat riskit mm. risteävien rakenteiden esiin kaivu ja sijainnin varmistaminen
- Porauksen lähellä sijaitsevien vesijohtojen tai paineputkien suljettavuus on selvittävä ennen urakkaa (lähimpien sulkuventtiilien sijainti)

7.5.5. Kallioporaus

- Kallioon poratessa on riittävin pohjatutkimuksin selvittävä kalliopinnan sijainti. Osittainen kalliopinta/ruhjeisuus porauslinjassa aiheuttaa ongelmia porauksen suuntauksessa, samoin poraus louhetäyttöön. Myös muut maanalaiset tilat ja rakenteet on aina selvittävä.
- Poraus pitää linjata "kokonaiseen" kalliopintaan.
- Kallioreikään asennetaan lähtökohtaisesti suojaputki virtausputkea varten.

7.6. Avo-ojat ja rummut

7.6.1. Avo-ojan minimileveys, -kaltevuus ja luiskakaltevuudet

- Ojan pohjan minimileveys on 0,5 m.
- Ojan minimikaltevuus on 1 ‰.
- Luiskakaltevuus määritetään pohjatutkimusten perusteella, kun pohjamaa on huonosti kantavaa tai oja on syvä.

7.6.2. Rummut

- Rumpujen minimikoko d300 mm.
- Rumpujen materiaali on betoni, muovi tai teräs.
- Rumpujen tulo- ja purkupäät tulee eroosiosuojata Lahti Aqua:n työselostuksen mukaisesti.
- $\varnothing \geq 600$ rummun pää viistetään 1/3 korkeudesta ylöspäin suunnitellun luiskan kaltevuuteen.
- Rummun tai puolirummun avoimeksi jäävään päähän asennetaan korroosionkestävä teräsritilä (kuumasinkitty tai RST), kun rummun halkaisija on >400 . Ritilän aukkojen leveys on enintään 150 mm.
- Purkupäässä rumpu sijoitetaan ojan tulevan pohjan tasoon.
- Virtaussuunnan yläpäässä rumpu sijoitetaan yleensä ojan tulevan pohjan tasoon. Isot >1200 mm rummut voidaan sijoittaa poikkeustapauksissa suunniteltua ojan pohjaa alemmas, mikäli se on virtausteknisesti perusteltua.

8. SUUNNITELMAT

- Lahden kaupungin kanssa tehtävissä yhteishankkeissa suunnitelmien ulkoasu ja sisältö tehdään Lahden kaupungin kunnallisteknisten suunnitelmien laatimisohjeen mukaisesti.
- Suunnittelukonsultin tulee tehdä ns. suunnitelmien "itselleluovutus" ennen suunnitelmien toimittamista Lahti Aqua:lle tarkastettavaksi, tämä tarkastuslista on suunnitteluohjeen liitteenä. Suunnitelmat tulee toimittaa arkistoitavaksi Lahti Aqua:lle ja-/tai kaupungille sovitulla tavalla.

8.1. Piirustusten numerointi

- Lahti Aqua:n omissa suunnittelukohteissa käytetään seuraavaa perusnumerointia piirustuksille
Päänumero "AQ-XXXX" kysytään Lahti Aqualta.
 - Yleiskartat: 10-
 - Asemapiirustukset: 101-
 - Pituusleikkaukset: 201-
 - Poikkileikkaukset: 301-
 - Alituspiirustukset tms. lupakuvat, liitosdetaljit, putkiosakartat: 401-
 - Koneistopiirustukset: 501-
 - Rakennepiirustukset: 601-
 - Pohjarakennus- ja kaivantosuunnitelmat: 701-
 - Tutkimus- ja mittauskartat: 801-
 - SIA- suunnitelmat: 901-
- Kaivokortit esitetään suunnitelmien liitteenä, numerointi alla olevan ohjeistuksen mukaisesti. Numeroinnin selite esitetään asemapiirustuksessa tai kaivokorteissa.
 - 1- alkuisella numeroinnilla jäteveden tarkastuskaivot, Lahti Aqua

- 3- alkuisella numeroinnilla huleveden tarkastuskaivot, Lahti Aqua
- 5- alkuisella numeroinnilla rallikaivot ja huleveden tarkastuskaivot, jotka omistaa Lahden kaupunki (tarkastuskaivot, jotka ovat puhtaasti kadun tai yleisen alueen kuivatusta varten)
- Lahden kaupungin kanssa tehtävissä yhteishankkeissa piirustusten numerointi tehdään kaupungin suunnitteluohjeen mukaisesti.

8.2. Lähtötiedot

- suunnittelun aluksi tarkistetaan verkoston yleissuunnitelma ja mitoituskalkulat
- johto- ja kantakartat (myös maanalaiset tilat)
- johtojen ym. tarkistusmittaukset, tarvittaessa maatutkaluotaus
- pohjatutkimukset (vanhojen tutkimusten haku + ohjelmoidaan uudet tutkimukset tarvittaessa). Pohjatutkimusohjelma hyväksytetään tilaajalla. Huom. uudet tutkimukset toimitetaan aina Lahden kaupungin pohjatutkimusrekisteriin.
- maastomittaukset ja -katselmukset (esim. rakennettujen viemärien korot ja kiinteistöjen alin viemäroity pinta mitattava liitosten onnistumisen varmistamiseksi). Mittaustiedot toimitetaan Lahti Aqua:lle
- asemakaavatilanne, väestöennusteet, kaavakartat, kaavaselostus ja -määräykset ja hulevesiselvitykset
- suunnitelmatilanne
- vanhat suunnitelmat (Lahti Aqua:n ja kaupungin arkistot, myös rakennusvalvonnan tarvittaessa)
- liittymissopimukset tarvittaessa Lahti Aqua:lta
- sprinkleriliittymät ja -sopimukset sekä muut erityisliittymät
- kriittiset vedenkuluttajat huomioitava sekä suunnittelussa että toteutuksen suunnittelussa
- kunnossapitotiedot
- kriittiset johto-osuudet huomioitava
- pääjohto- ja jakelujohtoluokitus sekä mahdolliset liittymisrajoitukset pääjohtoihin
- vesijohtoverkoston aluejako, painepiirit, mittaustarpeet
- kaava-alueen vesihuollon yleissuunnitelma tai kunnallistekninen yleissuunnitelma
- muut laitokset ja operaattorit (suunnitelmatilanne ja uudet varaukset, yhteisen työmaanmahdollisuus)
- Epäiltäessä alueella olevan pilaantuneita maita, selvitetään PIMA-tiedot ensin kaupungin ympäristöviranomaisen ja ELY-keskuksen ylläpitämistä rekistereistä. Ennakkotutkimuksia ei tehdä, ellei tiedossa ole merkittävää pilaantuneisuutta.
- alueen rakentamisrajoitukset ja vaikutus suunnitelmiin selvitetään (I-II luokan pohjavesialue, luonnonsuojelualue, muinaismuistoalue, rakenteet)
- kaupungin hulevesiohjelma ja siinä kirjattujen suunnitteluperiaatteiden huomioiminen

8.3. Rasite- ja työalueet

- Kaavoitetun alueen ulkopuolella johtolinjojen sijoittamisesta sekä työalueesta tehdään sopimukset kiinteistön ja vesihuoltolinjan omistajan välillä kolmannen osapuolen toimesta. Esimerkiksi Maanomistajien Arviointikeskus Oy voi suorittaa sopimusten laadinnan.
- Johtolinjan rakentamiseen varataan yleensä 10–15 m leveä työalue (alueen leveys arvioidaan menetelmän ja putkikokojen perusteella).
- Johtolinjojen pysyvään sijoitukseen rasitteelle varataan yleensä 3 m leveä alue, jolle ei saa sijoittaa rakentamista ja kunnossapitoa haittaavia rakennelmia tai puustoa. Vesihuoltolinjan omistajalla on oikeus pitää rasitettu alue puhtaana puustosta.

8.4. Luvat

- Vesistöön rakennettaessa haetaan lupaa alueen vesilain edellyttämistä luvista vastaavalta Etelä-Suomen aluehallintoviranomaiselta (AVI) tai tehdään ilmoitus ELY-keskukselle. Yleensä hankkeen ympäristövaikutukset ja jossain tapauksessa hankkeen koko ratkaisevat, tarvitaanko hankkeelle vesilain edellyttämä lupa vai riittääkö ilmoitusmenettely. Rakentaminen vesiväylän ali edellyttää aina aluehallintoviranomaisen lupaa. ELY-keskus neuvoo lupatarpeen harkintaan liittyvissä asioissa. Lupahakemuksessa esitetään yleissuunnitelmatasoinen tekninen suunnitelma luvitettavista rakenteista sekä arvioidaan hankkeen vaikutuksia mm. vesistön eri käyttömuodoille ja vesiluonnolle. Huomioitavaa on, että tyyppillisesti luvan saanti kestää yli 6 kuukautta. Luvan saannin nopeuttamiseksi hakijan tulisi pyrkiä sopimaan vesialueen omistajien kanssa asiasta etukäteen. Lupaehtojen vaatimukset huomioidaan suunnitelmissa
- Tiealueelle sijoittamiselle ja tienalituksille haetaan lupa ELY:ltä ja siitä laaditaan sopimus. Yhteyshenkilöinä toimivat alueen tienpitoviranomaiset. Ennen luvan hakemista pidetään maastokatselmuksia kohteella. Katselmuksia pidetään myös ennen urakan alkua, urakan päätyttyä ja vuosi urakan jälkeen. Lupahakemukseen tulee liittää myös työnaikaiset liikenteenohjaussuunnitelmat.
- Radan alituksissa ja rata-alueelle sijoittamisesta tulee lupa hakea Liikennevirastosta.
- Sijoitus puistoon tulee sopia kaupungin kanssa, huomioitava mahdollinen maisematyölupa
- Johtorasitteet tulisi sopia jo kaavoitusvaiheessa.
- Sijoituksesta luonnonsuojelualueelle tulee olla yhteydessä kaupungin ympäristöviranomaiseen jo suunnittelun aikana. Hyväksytyjen suunnitelmien laadinnan lisäksi tulee sopia tarvittavat katselmuksia yms.
- Museovirasto (Päijät-Hämeen maakuntamuseo)
- Sijoitettaessa vesi- ja viemäriputkia lähelle suurjännitekaapeleita tai maakaasulinjaa, suunnitelma laitetaan lausunnolle kyseisen kaapelin tai putken omistajalle. Suurjännitejohtojen läheisyydessä tulee huomioida sähköverkon johtokujat mm. pylväiden maadoitusjohdot.
- Pilaantuneiden maiden kaivutyöt vaativat ympäristöviranomaisen luvan. Toiminta lupaehtojen mukaisesti.
- Sijoitus yksityiselle alueelle on luvanvaraista.

8.5. Laadittavat suunnitelmat ja asiakirjat

8.5.1. Yleistä

Asemapiirustuksiin merkitään käytetty koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä. Pituus- ja poikkileikkauksiin merkitään korkeusjärjestelmä.

- Suunnitteluratkaisuissa tulee esittää myös rakentamisen vaiheistus sekä rakennetuilla alueilla töiden aikainen vedenjakelu, viemärointi ja väliaikaiset liikennejärjestelyt.

Lahti Aqua:n johtojen huomioimisesta rakennussuunnitelmissa.

- Sähköiset tiedostomuodot DWG, LandXML(Inframodel-muoto), tai xcity xci
- Saneerattavat johto-osuudet, johtosiirrot ja hylätyt laitteet merkitään suunnitelmapiirustuksiin. Saneerattavat johto-osuudet lisämerkinnällä (san), siirrettävät johtolinjaosuudet eli johtosiirrot lisämerkinnällä (jos) ja hylättävät johtolinjaosuudet lisämerkinnällä (hyl) esim. Jv 600 B/EK-Br (san).
- Lahti Aquan:n omissa verkostohankkeissa tulee huomioida Lahti Aquan:n ohjeistus kadun ennallistamisesta
- Viranomaisen ja muiden tahojen kanssa pidetyt katselmukset on dokumentoitava.

8.5.2. Rakennussuunnitelma

Suunnittelutyön sisältö sovitaan aina erikseen tapauskohtaisesti. Lahden kaupungin kanssa toteutettavissa yhteishankkeissa noudatetaan Lahden kaupungin suunnitteluohjetta. Alla on lueteltu tyypilliseen rakennussuunnitelmaan laadittavat asiakirjat.

- Asiakirjaluettelo
- Asemapiirustus (värillinen)
- Pituus- ja poikkileikkaukset
- Pohjarakennussuunnitelma, perustamistapa
- Kaivantosuunnitelma:
 - Luiskan kaltevuudet, tuenta ja kaivannon kuivanapito sekä mahdollinen pohjaveden alennus esitetään
 - Kaivanto tehdään tuettuna, mikäli kaivannon pohjan tai luiskan vakavuus on liian pieni tai luiskatulle kaivannolle ei ole tilaa.
 - Yleisimmät tuentatavat ovat pontti- ja settiseinät, tuentaelementit tai kaivannon seinämien vahvistaminen stabiloimalla (saneerauskohteissa huomioitava nykyisten putkien käytettävyys tuentoja asennettaessa)
 - Kaivannon tukirakenteiden (esim. tukitasot) suunnittelussa on varmistettava, että putkien asentaminen on mahdollista.
- Kaivokortit (huom. kaivojen numerointi ja selite numeroinnille)
- Detaljit, esim. kulmatuet, laitekaivot, vj:n ristikkojärjestelyt
- Putkiosakaavio ja putkiosaluettelo vesijohdoista DN \geq 300
- Määräluettelo
- Kustannusarvio

- Työselostus
- Turvallisuusasiakirja
- Työnaikaiset vesihuoltojärjestelyt (ohipumppaukset, vesijohdon työnaikaiset sulut, väliaikaiset viemärit ja vesijohdot, sulkemiset)

8.5.3. Tietomallintamalla toteutettava suunnittelu

Lahden kaupungin kanssa tehtävissä yhteishankkeissa noudatetaan kaupungin mallinnusohjeistusta.

Lahti Aquan omissa kohteissa mallinnuksen laajuus sovitaan aina projektikohtaisesti. Lähtökohtaisesti mallinnetaan suunnitellut putket ja kaivot sekä runkolinjan kaivanto 3D viivoina. Rallikaivojen sekä tonttien kaivannot voidaan esittää viivana runkolinjaan. Vesihuollon varusteille ominaisuustiedoksi putkimateriaali, -koko ja rengasjäykkyys/paineluokka.

Vesihuollon rakenteita mallinnettaessa on tehtävä törmäystarkastelu muiden putkien ja kaapeleiden suhteen ja erityisesti huomioitava vesihuolto- ja kaukolämpörakenteiden todellinen koko ja niiden vaatima tila mm. kaivojen (tavallinen betonikaivo ja monoliittinen betonikaivo tai muovikaivo) ja putkien seinämävahvuus.

8.5.4. Suunnitelmien hyväksyminen

Kaikki Lahti Aqua:n vesihuoltoa koskevat suunnitelmaluonnokset tulee esitarkistuttaa ja valmiit suunnitelmat hyväksyttää Lahti Aqua:lla. Suunnittelijan tulee tehdä ns. suunnitelmien itselleluovutus ennen suunnitelmien toimittamista Lahti Aqua:lle tarkastettavaksi. Liitteessä on esitetty tarkistuslistana vähimmäistaso vesihuollon kannalta, jonka lisäksi konsultti voi käyttää omia tarkistuslistojaan.

LIITTEET

Liite 1. Suunnitelmien tarkistuslista

Liite 2. Puhdasvesi, laitekaivon/huoltorakennuksen varustelu