

Vesihuollon laadunvarmistusasiakirja



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri (AMK)

kevät 2023

Arttu Mehtälä

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri

Tekijä Arttu Mehtälä

Työn nimi Vesihuollon laadunvarmistusasiakirja

Ohjaaja Jukka Tiala (HAMK), Esa Hytönen (Tieluiska Oy)

Tiivistelmä

Vuosi 2023

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli kehittää työmaille vesihuollon laadunvarmistusasiakirja.

Tavoitteena oli luoda helppokäyttöinen, selkeä ja laadukas asiakirja, jonka avulla työntekijä voi nopeasti kartoittaa, onko vesihuoltokohteissa tarvittavat toimenpiteet suoritettu.

Opinnäytetyön tilaajana toimi Tieluiska Oy. Opinnäytetyön tilaaja oli alusta asti kiinnostunut vesihuoltoon liittyvästä aiheesta, ja siitä, että yritys saisi konkreettisesti käyttöönsä työntekoa tukevan tuotoksen. Todellinen työelämä tarve siis löytyi. Opinnäytetyössä käsitellään yleisesti vesihuoltoa, sen eri osa-alueita ja siihen liittyviä laadunvarmistuksen asioita.

Opinnäytetyössä käytettiin tutkimusmenetelminä kirjallisuus- ja kyselytutkimusta.

Kirjallisuustutkimusta hyödynnettiin vesihuollon teoreettisen viitekehyksen käsittelemisessä.

Kyselytutkimusta hyödynnettiin lähettämällä asiakirja toimeksiantajan työnjohdolle avoimesti kommentoitavaksi. Saatua palautetta käytiin läpi suullisesti, jonka jälkeen asiakirjaan tehtiin vielä tarvittavat lisäykset ja muutokset.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin kehitettyä toivotun mukainen asiakirja, joka on myös helposti muokattavissa ja jatkokehitettävissä.

Avainsanat Vesihuolto, laadunvarmistus, arina, kaivanto

Sivut 35 sivua ja liitteitä 2 sivua

ABSTRACT

In this bachelor's thesis, the purpose was to develop a water supply and sewerage quality assurance document. The Main objective was to make an easy-to-use, clear, and good quality document, in which the employee can monitor if every needed measure is completed. The bachelor's thesis was commissioned by Tieluiska Oy. From the very beginning, the commissioner of the thesis was interested in the topic related to water supply and sewerage and in ensuring that the company would gain practical support for work from the results of the thesis. The thesis provides general information on water supply and sewerage, its different areas, and related quality assurances.

Literature and survey research were used as research methods in the thesis. Literature research was utilized in examining the theoretical framework of water supply and sewerage. The survey research was conducted by sending the document to the client's management for comments.

The document was sent by e-mail to the client's management for open comment. The feedback received was reviewed verbally, after which the necessary additions were made to the document. A document was developed that meets the desired requirements and can also be easily edited and further developed.

Keywords Water supply and sewerage, quality assurance, grate, excavation

Pages 35 pages and appendices 2 pages

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Tutkimus	2
2.1	Kirjallisuustutkimus	2
2.2	Kyselytutkimus	3
3	Laadunvarmistuksen tavoite ja vaatimukset	3
4	Vesihuolto	4
4.1	Kaivannot	4
4.1.1	Suodatinkangas	5
4.1.2	Tiivistystyön mittauss pudotuspaino- tai levykuormituslaitteella	6
4.1.3	Kiviainesarina	6
4.1.4	Puuarina	8
4.1.5	Teräsbetoniarina	9
4.1.6	Teräslevyarina	10
4.1.7	Alkutäyttö	12
4.1.8	Lopputäyttö	13
4.2	Vesijohto	14
4.2.1	Painekoe, huuhtelu ja vesinäyte	22
4.3	Hulevesi	22
4.3.1	Hulevesiputket	23
4.3.2	Hulevesikaivot	24
4.4	Jätevesi	24
4.4.1	Jätevesiputket	25
4.4.2	Jätevesikaivot	25
4.4.3	Jätevesien käsittely	26
5	Vesihuollon laadunvarmistusasiakirjan toteutus	27
6	Tulokset	30
7	Pohdinta ja yhteenveto	33
	Lähteet	35

Kuvat

Kuva 1 Putkijohtokaivannon vähimmäismitat tukemattomassa kaivannossa (InfraRYL, 2022, 16210:K1).....	5
Kuva 2 Kiviainesarina katurakenteissa (InfraRYL, 2022, 13311:K3)	7
Kuva 3 Putkikaivannon pohjanleveys ja vahvistukset (InfraRYL, 2022, 13312:K1)	8
Kuva 4 Maanvaraisen teräsbetoni laatan ohjeistukset (InfraRYL, 2022, 13313:K1)	9
Kuva 5 Esimerkki teräslevyarinan mitoista (InfraRYL, 2022, 13314:K1).....	10
Kuva 6 Rakenneteräksen yleiset nimitykset. (BE Group Oy Ab, 2020, s.41)	12
Kuva 7 Putkeen valmistuksessa tehtävät merkinnät (Uponor, 2013, s.9)	15
Kuva 8 Kestomuovien teknisiä ominaisuuksia (RIL 124-2-2004, s.309)	16
Kuva 9 Sulkuventtiili Onninen, 2022a.....	18
Kuva 10 Yksisuuntaventtiili Onninen, 2022b.....	19
Kuva 11 Tyhjennys- ja huuhteluventtiili Dahl 2023.....	20
Kuva 12 Ilmapoistiventtiili Avk Finland Oy, 2022a	20
Kuva 13 Paineenalennusventtiilit Avk Finland Oy, 2022b	21
Kuva 14 Vesi- ja palopostit Onninen, 2022c.....	21
Kuva 15 Maasuodattamo (Suomen vesiensuojeluyhdistysten liitto ry, 2008).....	26
Kuva 16 Työmaan sijainti-sarake	28

Kuva 17 Toimenpiteet	28
Kuva 18 Putken/johdon tiedot taulukko	29
Kuva 19 Allekirjoitukset	29
Kuva 20 Alkuperäinen asiakirja.....	30
Kuva 21 Lopullinen asiakirja	32

Liitteet

Liite 1	Vesihuollon laadunvarmistusasiakirja
---------	--------------------------------------

Käsitteet

CE-Merkintä	Merkintä, jolla tuotteen valmistaja tai valtuutettu vakuuttaa, että tuote täyttää tuotetta koskevien EU: direktiivien ja asetusten olennaiset vaatimukset
DN	Nimellissuuruus
ETA	Euroopan talousalue
E ₁	Ensimmäisen mittauksen tulos
E ₂	Toisen mittauksen tulos
InfraRYL	Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset
kPa	Kilopascal
Myötöraja	Vetojännityksen suuruus sillä hetkellä, kun jossakin aineessa tapahtuu pysyväksi jäävä muodonmuutos
PN	Paine yksikössä baari
Tiiviyssuhde	Tiiviyssuhde on toisesta kuormituksesta lasketun kantavuusarvon suhde ensimmäiseen kantavuusarvoon
Tiiviyssaste	Mitattavan kohteen suhteellista kuivatilavuuspainoa (yd) sen maksimi kuivatilavuuspainoon (yd _{max})

1 Johdanto

Opinnäytetyön aihe sai alkunsa henkilökohtaisesta mielenkiinnosta vesihuollon osa-alueisiin liittyen. Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää yrityksen työmaille käyttöön soveltuva vesihuollon laadunvarmistusasiakirja. Opinnäytetyön tilaajana toimii Tieluiska Oy.

Opinnäytetyön aihetta ideoitiin myös yhdessä yrityksen johdon kanssa. Tällöin selvisi, että yrityksen työmaakohteilla ei ole käytössään vesihuollon laadunvarmistusasiakirjaa. Näin havaittiin aito työelämätarve, joka voisi tukea työntekijän työn tehokkuutta vesihuollon työmaakohteissa.

Opinnäytetyötä ohjaa pääkäsite: vesihuollon laadunvalvonta. Vesihuollon laadunvalvonta on laaja käsite, joten tässä opinnäytetyössä sen sisältöä on jaettu käsiteltäväksi sivukäsitteiden ja alaotsikoiden kautta. Teoriaosuudessa pureudutaan vesihuoltoon liittyvän laadunvarmistuksen osa-alueisiin sekä siihen liittyviin vaiheisiin. Lisäksi avataan laadunvarmistuksen käsitettä pohtien sen tavoitetta ja vaatimuksia rakentamisessa. Jotta vesihuollon laadunvarmistusasiakirjasta tulisi validi, työmaakohteiden käyttöön soveltuva sekä laadukas, tulee asiakirjan laatijalla olla laajasti omaksuttua teoretietoa vesihuollon laadunvalvonnan osa-alueista ja vaiheista.

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda asiakirja, joka on helposti muokattavissa eri työkohteisiin ja mitä työntekijöiden olisi vaivatonta käyttää. Tavoitteena oli luoda asiakirja, joka on selkeä ja täydentää työmaakohteiden laadunvarmistuksen kokonaisuutta. Opinnäytetyötä tehdessä ja laadunvarmistusasiakirjaa laatiessa oli otettava huomioon Suomessa infra-rakentamisessa käytettäviä yleisiä laatuvaatimuksia. InfraRYL on Suomessa käytettävä infra-alan yhdessä kehittämä kuvaus laatuvaatimuksista. Nämä laatuvaatimukset koostuvat kahdesta eri osasta: toimivuusvaatimuksista ja teknisistä vaatimuksista. Tässä työssä käytetään hyödyksi aiheeseen liittyvää kirjallisuutta.

Opinnäytetyön tutkimusmenetelminä käytettiin kirjallisuus- ja kyselytutkimusta.

Kirjallisuustutkimuksen avulla kerätään yleistä tietoa vesihuollon eri osista, siihen käytettävistä materiaaleista, osista ja laadunvarmistukseen liittyvistä asioista.

Kirjallisuustutkimus valikoitu yhdeksi menetelmästä siitä syystä, että Suomesta löytyy kattava valikoima lähdekirjallisuutta aiheeseen liittyen. Kyselytutkimuksen tematiikkaa

hyödynnettiin asiakirjan arvioinnin ja palautteen saamiseksi. Tämän tarkoituksena oli saada palautetta, jonka avulla asiakirja saatiin mahdollisimman toimivaksi ja hyödylliseksi.

2 Tutkimus

Tutkimuksessa käytettiin kirjallisuudesta ja internetistä löytyvistä lähteistä kerättyä tietoa teoriaosuutta varten. Kirjallisuudesta tarvittavia tietoja olivat rakentamisen välivaiheet, putkimateriaalit, niiden mittoja ja laadunvarmistus. Näitä tutkimuksesta löytyneitä tietoja käytettiin asiakirjan teossa. Asiakirjan viimeistelyssä käytettiin avuksi kyselytutkimusta lähettämällä asiakirja kommentoitavaksi työnjohdolle.

Tässä luvussa kerrotaan opinnäytetyössä käytetyistä tutkimusmenetelmistä.

Tutkimusmenetelminä käytettiin kirjallisuus- ja kyselytutkimuksia, jotka ovat tyypillisiä ja monikäyttöisiä menetelmiä erilaisissa tutkimuksissa.

2.1 Kirjallisuustutkimus

Kirjallisuustutkimuksen avulla opinnäytetyöhön haettiin yleistä tietoa vesihuollon eri osista, siihen käytettävistä materiaaleista ja laadunvarmistukseen liittyvistä asioista.

Kirjallisuustutkimusta kannatti hyödyntää, sillä vesihuollon laadunvarmistuksesta löytyy kattava valikoima kirjallisuutta aiheeseen liittyen. Kattava valikoima lähdekirjallisuutta vaatii lähdekriittisyyttä ja tekstin tiivistämisen taitoa. Tärkeää on ottaa huomioon tiedon tiivistäminen ja olennaisen asioiden poimiminen opinnäytetyöhön.

Teoriaosioita pyrittiin käsittelemään mahdollisimman selkeästi, jotta se olisi lukijalle niin helposti ymmärrettävää kuin helposti luettavaa. Opinnäytetyössä InfraRYL toimi yhtenä merkittävänä lähteenä, sillä se sisältää laajan kattauksen infrarakentamisen yleisistä laatuvaatimuksista. Kirjallisuustutkimuksen avulla pyrittiin myös kartoittamaan, onko vesihuollonlaadunvalvonnasta tehty muita tutkimuksia tai opinnäytetöitä.

2.2 Kyselytutkimus

Kyselytutkimuksen menetelmää hyödyntäen asiakirjan kokonaisuuteen haluttiin palautetta ja kehitysehdotuksia. Kyselyn avulla opinnäytetyön ja vesihuollonlaadunvarmistusasiakirjan laatija voi havaita mahdollisia virheitä tai puutteita työstä. Laadunvarmistusasiakirjan ensimmäisen version ollessa luotuna, lähetettiin asiakirja kommentoitavaksi yrityksen työnjohdolle. Työnjohtoa pyydettiin avoimesti kommentoimaan asiakirjaa. Tavoitteena oli, että asiakirjan kokonaisuutta ajatellen saataisiin mahdollisia uusia ajatuksia tai parannusehdotuksia. Asiakirja lähetettiin kommentoitavaksi kolmelle henkilölle, joista yksi kommentoi asiakirjaa. Palautetta käytiin lävitse puhelimitse työnjohtajan ja opinnäytetyön laatijan kesken keskustelemalla.

3 Laadunvarmistuksen tavoite ja vaatimukset

Yleisellä tasolla laadunvarmistus tarkoittaa laadun mittaamista sekä havaittujen puutteiden paikkaamista. Työmaalla laadunvarmistuksen tehtävänä on varmistaa tuotetun rakenteen yhteneväisyys suunnitelma-asiakirjoihin. Laadunvarmistus pitää sisällään suunnitellut ja järjestelmälliset toimenpiteet. Näiden avulla saadaan riittävä varmuus siitä, että tuote täyttää sille asetetut laatuvaatimukset. Siihen sisältyy myös laaduntarkastus.

Laaduntarkastus on laadun mittaamista ja sen vertaamista sille sovittuihin tai asetettuihin vaatimuksiin. Laadunvarmistusta on sisäistä ja ulkoista. Sisäinen laadunvarmistus on laatujärjestelmän varmuuden luomista, sen mukaisesta toiminnasta yrityksen omalle johdolle. Ulkoisessa laadunvarmistuksessa annetaan varmuus yrityksen toiminnoista tilaajalle. Laadunvarmistus ei voi kuitenkaan täysin turvautua ainoastaan tarkastuksen varaan. Laadunvarmistus edellyttää kohteen vaatimuksien selvittämistä ja niiden esille tuomista työntekijöille. (Kankainen & Junnonen 2001, s.36)

Kohteen laatuvaatimukset löytyvät rakenneselostuksista, suunnitelmapiirustuksista ja työselostuksista. Laatutaso kuvataan rakenneselostuksessa ja piirustuksissa rakenteiden mitat, sijainnit ja toleranssit. Suorituksen laatu kerrotaan työselostuksessa. Kohteen mukaan vaatimukset voivat perustua laatuvaatimuksiin tai niille voi olla määrätty kohdekohtaiset vaatimukset. Laatuvaatimusten kohteina työmaalla ovat:

- rakenteiden tai rakenneosien sijainti, mitat ja niiden toleranssit.
- materiaalien, tarvikkeiden ja niiden ominaisuudet
- visuaalinen laatu
- rakenteet liitokset ja yksityiskohdat (Kankainen & Junnonen 2001, s.37)

4 Vesihuolto

4.1 Kaivannot

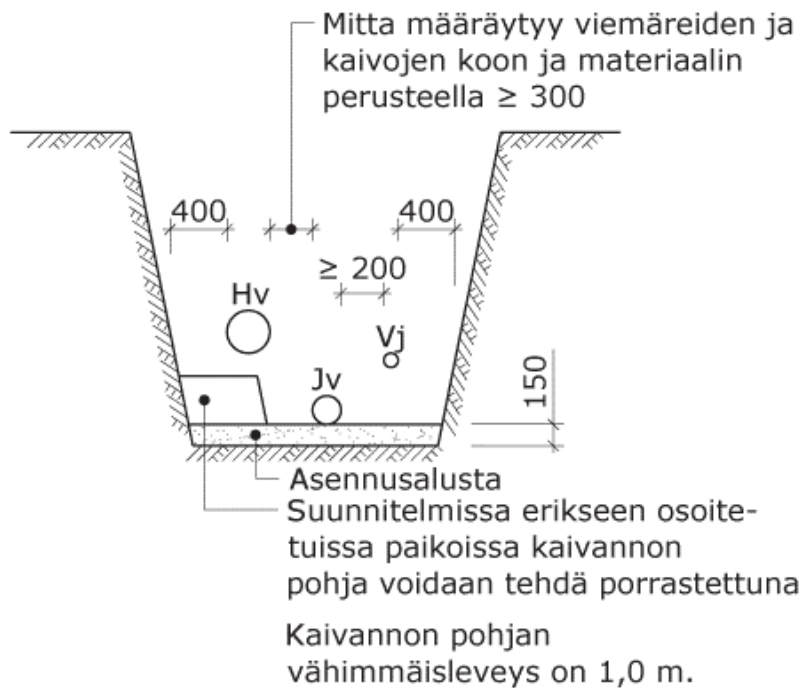
Kaivannot jaetaan eri vaativuusluokkiin. Nämä kolme eri luokkaa ovat: tavanomainen, vaativa ja erittäin vaativa. Näiden vaativuusluokkien avulla vaikutetaan kaivannon rakentamiseen kokonaisuudessaan. (RIL 263-2014, s. 13)

Kaivantosuunnitelma on laadittava, jos kaivannon syvyys ylittää 2 m, tai on sortumisvaara. Kohteelle laaditussa suunnitelmassa tulee ottaa huomioon seuraavat asiat.

- luiskan kaltevuus
- tuenta
- kaivuussyvyys
- pohjaveden, luiskien ympäristön tarkkailu (VNa 205/2009)

Putki- ja johtokaivantojen pohjan leveyden määräytyy putkien ulkohalkaisijan, putkien välisen keskinäisen etäisyyden sekä putkien ulkoreunan ja kaivannon seinämän välisen etäisyyden perusteella. Putkikaivannossa työskennellessä tulee kaivannon pohja olla vähintään 1,0 m leveä. Kaivannossa olevien vesijohtojen etäisyys viemäriputkista tulee olla vähintään ulkopinnasta mitattuna 200 mm. Putkien ja johtojen etäisyys toisistaan on esitetty kuvassa 1. (InfraRYL,2022, 16210.3)

Kuva 1 Putkijohtokaivannon vähimmäismitat tukemattomassa kaivannossa (InfraRYL, 2022, 16210:K1)



4.1.1 Suodatinkangas

Suodatinkankaan periaatteena on pitää erillään pohjamaa ja täyttömaa, jonka avulla maan liikkumattomuus vähentää mahdollisia routavaurioita. Suodatinkangas myös päästää vettä lävitseen, kumminkin estäen hienoaineksen kulkeutumisen. Kohteen kantavuus myös paranee suodatinkangasta käyttäessä. Kun kohteessa on tarve suodatinkankaalle, on sille määrätty kohteen mukaan käyttöluokka. Suodatinkankaat ovat jaettu eri käyttöluokkiin niiden vahvuuden mukaan. Näihin vahvuuksiin vaikuttavat kankaan läpäisykyky, vetolujuus ja paineenkestävyys. Käyttöluokkia on N1-N5.(Meltex, 2017):

N1-luokka on suunniteltu kohteisiin, joissa on kevyttä rakentamista esim. viher- ja piharakentamista.

- N2-luokka käyttökohteita katurakenteet ja metsätienpohjat
- N3- luokka käyttökohteita tierakenteet
- N4-luokka käyttökohteita ratarakenteet

Suodatinkankailla on oltava käyttökohteen mukainen CE-merkki.

4.1.2 Tiivistystyön mittaus pudotuspaino- tai levykuormituslaitteella

Enintään 125 mm raekokoa käytetyissä kohteissa voidaan käyttää levykuormitus- tai pudotuspainolaitemittausta. Laitteella mitataan kantavuusarvoa E_2 tai tiiviysuhdetta E_2/E_1 . Tiiviysuhde on toisesta kuormituksesta lasketun kantavuusarvon suhde ensimmäiseen kantavuusarvoon. Mitattavan kohteen pinta tulee olla tasainen eikä se saa olla lajittunutta. (InfraRYL, 2022, Liite 2) Tiiviyssaste tarkoittaa mitattavan kohteen suhteellista kuivatilavuuspainoa (y_d) sen maksimi kuivatilavuuspainoon ($y_{d\max}$), joka on esimerkiksi Proctor-kokeella saavutettu. (InfraRYL, 2022, Liite 2)

Loadman on pudotuspainolaite, joka mittaa sen sisällä olevan painon putoamisen aiheuttamaa painauma. Kokonsa vuoksi sillä pääsee kohteisiin, mihin ei yleisesti käytettävillä mittalaitteilla normaalisti pääse. (AL-Engineering, n.d.) Mittaus tapahtuu asettamalla Loadmanin pohja tiiviisti mitattavalle paikalle. Laitteesta painetaan pudotusnäppäintä ja se pudottaa painon. Näytölle ilmestyy luku, joka otetaan talteen ja tämä toistetaan uudelleen.

Levykuormituskoe toteutetaan hydraulisella tunkilla. Mittaukseen tarvitaan myös painoltaan riittävää ajoneuvoa, esimerkiksi kaivinkonetta. Tunkilla kuormaa nostetaan asteittain maksimikuormaan asti. Tunkilla tehtävä toimenpide toistetaan vielä uudelleen, jolloin saadaan toinen kantavuusarvo ja sen suhdetta verrataan ensimmäiseen, jolloin saadaan E_2/E_1 . (InfraRYL, 2022, Liite 2)

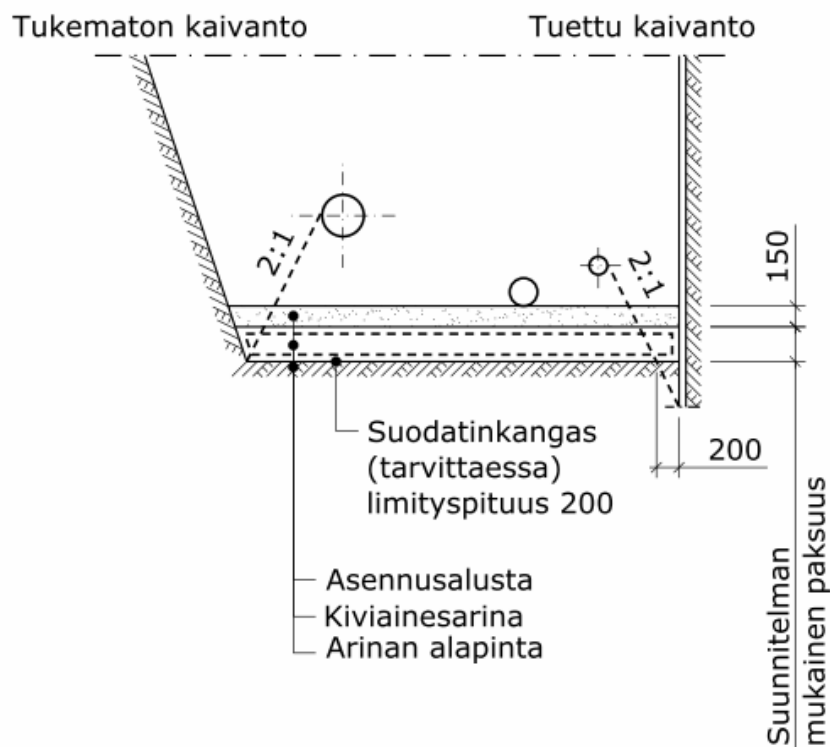
4.1.3 Kiviainesarina

Arinarakenne on perusrakenne, jonka tarkoituksena on välittää putkien ja johtojen tai muiden rakenteiden kuormat laajemmalle kantavaan maapohjaan. Arinarakenteet on mahdollista toteuttaa neljällä eri tavalla, riippuen pohjamaan olosuhteista. Nämä neljä eri tapaa ovat: kiviaines-, puu-, teräsbetoni- ja teräslevyarinat. (Rakennustietosäätiö, 2015, s.43)

Kiviainesarinassa käytettävien materiaalien kelpoisuus todistetaan CE-merkinnällä, suoritustasoilmoituksella ja rakeisuuden tutkimustuloksilla. Murskeille vaadittu CE-merkintä

ylettyy enimmäisraekoolle ≤ 90 mm. Kiviainesarina tehdään murskeesta tai sorasta, jonka rakeisuus on 0/32 tai jonka suurin raekoko on enintään $\frac{2}{3}$ kerroksen paksuudesta, kuitenkin enintään 150 mm. Kun arinaan on tarvetta suodatinkankaalle, on siihen valittava kohteeseen sopiva suodatinkangas. Kadunrakennukseen valittavan suodatinkankaan vähimmäiskäyttöluokka on N2. Tiealueilla käytetään N3 ja ratarakentamisessa N4. Kiviainesarinan työn aloittamisessa on huolehdittava, että alusta on kuiva ja sula. Mahdolliset jäät ja lumet on poistettava kaivannosta ennen tasausta ja täyttöjä. Arinaa rakentaessa tehdään tiivistystyöt täryttämällä enintään 300 mm:n kerroksissa. Kuvassa 1 esitetään kiviainesarinan rakentaminen katurakenteissa (InfraRYL, 2022, 1311)

Kuva 2 Kiviainesarina katurakenteissa (InfraRYL, 2022, 13311:K3)



Arinan leveys määräytyy uloimpien putkien korkeusaseman ja mitoitusviivan 2:1 mukaan.

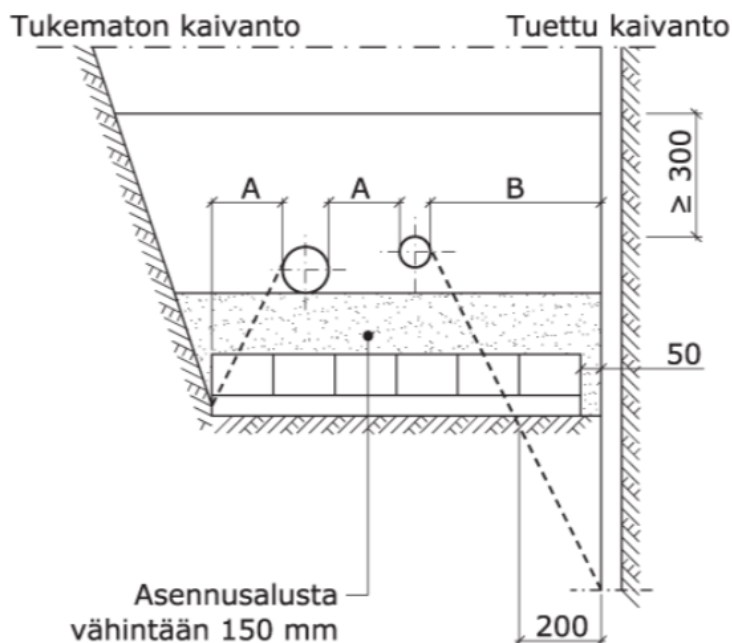
Kiviainesarinan suurin sallittu epätasaisuus kolmen metrin matkalla on $\pm 0,02$ m ja paksuuden suurin sallittu poikkeama $+ 0,1$ m ja leveyden $+ 0,2$ m. Kiviainesarinan tiiviys tarkistetaan mittaamalla sen tiiviyssaste tai tiiviyssuhde. Arinan vaadittava keskimääräinen tiiviyssaste on 92 % tierakenteissa ja 95 % ratarakenteissa. Valmis kiviainesarinan sijainti ja korkeusasema tulee mitata heti työn jälkeen, ennen mahdollisia putkien ja johtojen asennusta. (InfraRYL, 2022, 13311.4)

4.1.4 Puuarina

Puuarinassa kaivannon pohjalle sijoitetaan lankkuja tai hirssiä. Poikittaislankut/hirret upotetaan kaivannon pohjaan 1,0–2,0 m välein ja sen pohja tasataan niin, että pitkittäin olevan lankut tukeutuvat pohjamaahan koko pinta-alaltaan. Pitkittäin asennettavat lankut tulee jatkaa poikittain menevien lankkujen kohdalla naulaamalla. Hirret tulee jatkaa viistetyin päin naulaamalla. Vierekkäin olevia puuarinan lankkuja tai hirssiä ei saa jatkaa samalta kohtaa. Jos kaivannon maapohja on pehmeää ei sinne painettuja poikittaislankkuja saa enää siirtää mahdollisen pohjan häiriintymisen estämiseksi. Lankkuarinan pohjanleveydet ja pohjanvahvistukset on esitetty kuvan 3. mukaisesti. (InfraRYL, 2022, 13312.3)

Kuva 3 Putkikaivannon pohjanleveys ja vahvistukset (InfraRYL, 2022, 13312:K1)

Lankkuarina (Al), hirsiarina (Ah)



Al: lankut 100 mm x 50 mm, välit täytetään
 Ah: hirret ≥ 125 mm x 150 mm, limijatkos
 Aluspuut 50 mm x 50 mm, 1-2 m:n välein

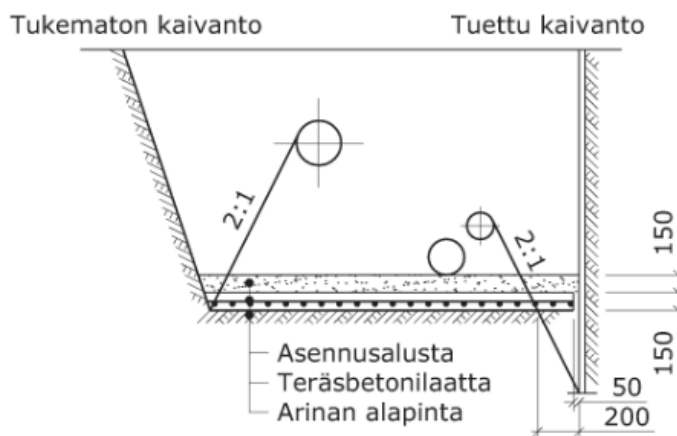
Puuarinassa käytettävän puutavaran tulee täyttää rakennesahatavaran lujuusluokan T200 vaatimukset kosteusluokassa III. Kosteusluokkia on 1–4 ja ne jaetaan puun käyttökohteen mukaan. Kosteusluokka 1 ollen vähäisessä kosteudessa oleva ja kosteusluokka 4

välittömässä veden vaikutuksen alaisena oleva puumateriaali. Lujuusluokka määräytyy puukappaleen taivuttamisella. Taivuttamisen avulla saadaan kimmomoduuli ja sen avulla kappaleen lujuusluokka. Käytettävien puulankkujen vähimmäismitat tulee olla 50 mm x 150 mm x 3000 mm. Hirsien osalta taas vähimmäismitat ovat 125 mm x 150 mm x 3000 mm. Puuarina saa poiketa sijainnistaan suunnitelmista ± 50 mm. Puuarinan sijainti ja korkeusasema tulee mitata heti työn valmistuttua. (InfraRYL, 2022, 13312.4)

4.1.5 Teräsbetoniarina

Teräsbetoniarinassa kaivannon pohjalle valetaan betonilaatta tai joissain tapauksissa käytetään mahdollisesti ontelolaattoja tai muita elementtilaattoja. Kuvassa 4. esitetään maanvaraisen teräsbetonilaatan ohjeistuksia.

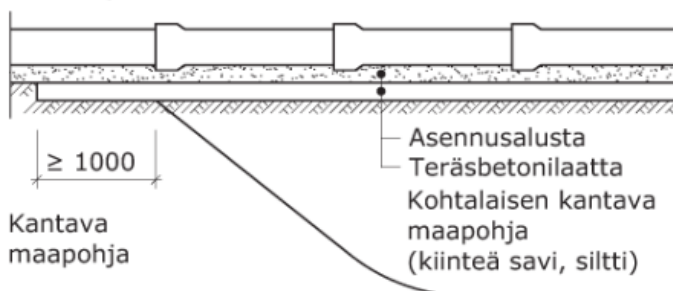
Kuva 4 Maanvaraisen teräsbetonilaatan ohjeistukset (InfraRYL, 2022, 13313:K1)



Arinan leveys määräytyy uloimpien putkien korkeusaseman ja mitoitussviivan 2:1 mukaan.

Pituusteräokset 10 k 150
Poikkitaisteräokset 6 k 300

Betoni C25/30
Teräokset A 500 HW. Jos arina valetaan ponttia vasten, on pontin ja betonivalun välissä oltava muottivaneri, EPS-levy tai vastaava.

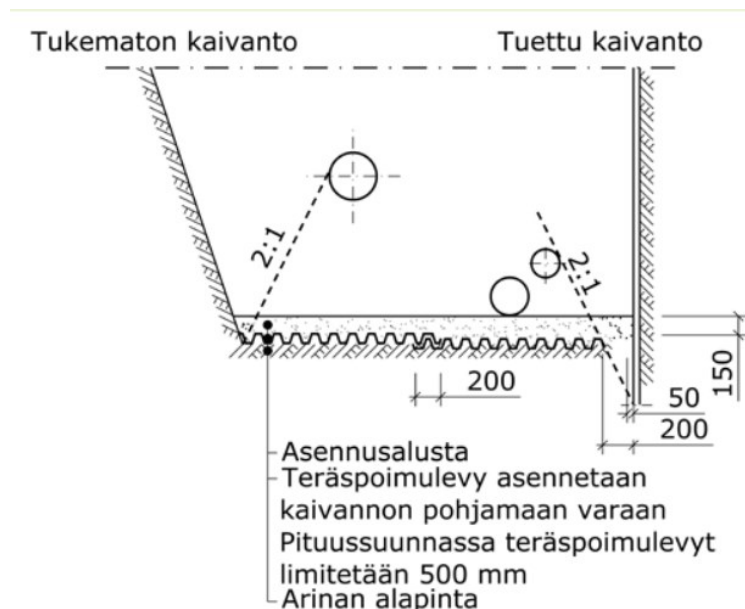


Teräsbetoniarinassa käytettävän betonin lujuusluokka on oltava vähintään C25/30. Betonitöissä on noudatettava by 65 Betoninormit 2016 -ohjeita. Teräksen on oltava kuumavalssattua hitsattavasta teräksestä valmistettu harjatanko tai verkko. Myötörajana on 500 N/mm^2 (A500HW tai B500B). Mahdollisen pohjamaan sekoittuminen betonin kanssa tulee estää tarvittaessa. Kaivannon pohjalle on levitettävä tässä tapauksessa esimerkiksi suodatinkangasta, muovia tai työbetonia. Työbetoni toimii painumattomana alustana valettavalle arinalle. Valmiin teräsbetoniarinan sijainti ja korkeusasema tulee mitata tarkemmittauksin työn valmistuttua. Laatan sijainti saa poiketa suunnitelmista 20 mm korkeussuunnasta ja 50 mm sivusuunnasta (InfraRYL, 2022, 13313.5)

4.1.6 Teräslevyarina

Teräslevyarinan tarkoituksena on vahvistaa heikoille pohjamaille rakennettavia arinarakenteita. Levyt erottavat maa-ainekset toisistaan ja tällöin parantavat pohjamaan kantavuutta ja vähentävät suuria painumaeroja. (Meltex, 2023) Kuvassa 5. on esitettyä teräslevyarinan mitat.

Kuva 5 Esimerkki teräslevyarinan mitoista (InfraRYL, 2022, 13314:K1)



Asennusalustan tiivistäminen tehdään siten, että teräspoimulevyjen alapuoliset poimut täyttyvät

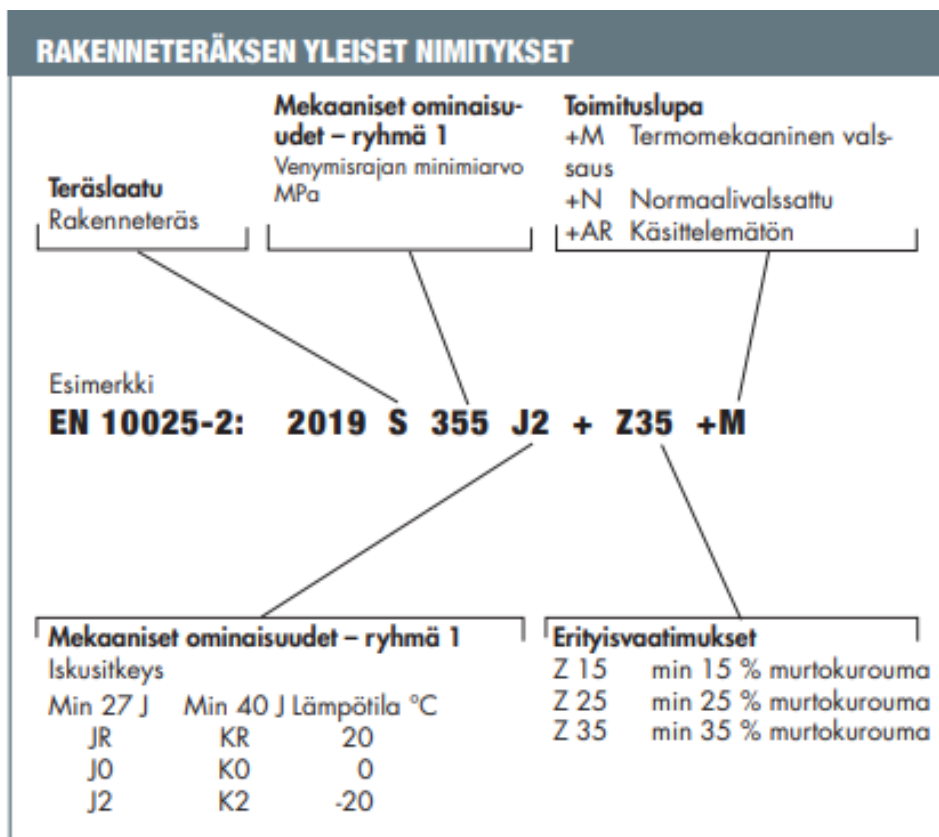
Arinan leveys määräytyy uloimpien putkien korkeusaseman ja mitoitusviivan 2:1 mukaan.

Teräslevyarinan kaivannon pohjan kaivuu ylettyy noin 150 mm putkien ja johtojen asennustason alapuolelle. Pohja tulee kaivaa mahdollisimman tasaiseksi. Putkiarinaa painetaan pohjalle niin kauan, kunnes sen alapuoliset poimut ovat täyttyneet. Levyt tulee limittää poikittain vähintään 200 mm ja pituussuunnassa vähintään 500 mm. Jatkot toteutetaan noin 500 mm limityksillä. Elementin poimussa mahdollisesti olevat maa-ainekset tulee poistaa ennen uuden levyn asentamista. (InfraRYL, 2022, 13314.3)

Arinassa käytettävän kiviainesmateriaalin on oltava suunnitelmien mukaista soraa, kivetöntä hiekkaa tai hiekkamoreenia. Putkiarinalevyjen tulee olla SFS-EN 10346 standardin mukaista teräslajista. Levyn nimellispaksuus on 0,7 mm (InfraRYL, 2022, 13314.1)

Rakenneteräksessä esitetään kyseisen kappaleen tiedot samanlaisesti kuin putkimateriaaleissa. Teräksestä löytyviä nimityksiä ovat teräslaatu, mekaaniset ominaisuudet, erityisvaatimukset ja toimituslupa. Mekaanisia ominaisuuksia voivat olla esimerkiksi iskutkeys. Iskutkeys on koe, jossa mitataan kappaleen murtamiseen käytetty energia. Erityisvaatimuksissa oleva murtokurouma saadaan vetokokeen avulla. Vetokokeessa kappaleeseen aiheutetaan vetoa niin kauan kun se sitä kestää. Toimitusluvassa mainitaan kappaleeseen käytetty valssaus menetelmä. (Väisänen, 2007, s.29) Kuvassa 6. esitetään rakenneteräksessä käytettävien lyhenteiden nimityksiä.

Kuva 6 Rakenneteräksen yleiset nimitykset. (BE Group Oy Ab, 2020, s.41)



Valmiin teräslevyarinan poikkeama suunnitelmista esitetystä sijainnista saa olla ± 50 mm. Kiviainekerroksen tiiviys on sama kuin kiviainesarinalla. Arinan vaadittava keskimääräinen tiiviysaste on 92 % tierakenteissa ja 95 % ratarakenteissa. Teräslevyarinan sijainti ja korkeusasema tulee mitata heti työn jälkeen ja sen lisäksi se tulee mitata vielä ennen tasauserroksen tekoa. (InfraRYL, 2022, 13314.5)

4.1.7 Alkutäyttö

Alkutäytöt ovat yleisesti rakenteita, joiden tarkoituksena on toimia kaivannossa käytettävien putkien ja muiden johtojen yläpuolelle ulottuvina kaivannon täyttörakenteena. (Infra 2015, s.79) Putkien ja johtojen alkutäyttö tulee tehdä liikennöitävällä alueella helposti tiivistettävästä ja routimattomasta sorasta, hiekasta tai murskeesta. Liikennöitävän alueen ulkopuolella voidaan käyttää myös savea, silttiä, moreenia ja tiivistyskelpoista kaivuumaita, mutta näiden soveltuvuus tulee esittää suunnitelmissa. Raekoko ei saa ylittää putken materiaalin tai putken koon perusteella määrättyä arvoa. Usean putken ollessa samassa alkutäytössä tulee raekoko valita siten, että se sopii kaikkien putkien arvoille. Betoniputkien

suurin sallittu raekoko on liikennöitävällä alueella 63 mm, jos putken sisähalkaisija on enintään 300 mm. Jos putken sisähalkaisija on yli 300 mm, voi käyttää raekokoja 100 mm. Muoviputkien enimmäisraekoko on 10 % putken nimellimitasta. Teräsputkien alkutäytössä käytettävä raekoko määräytyy valmistajan ohjeiden mukaisesti. (InfraRYL, 2022, 18320.1.2)

Alkutäyttöä aloittaessa tulee varmistaa, että kaivanto on tyhjennetty lumesta ja jäästä. Ennen materiaalin levittämistä kaivantoon varmistetaan kaivannossa olevien putkien ja johtojen kunto. Putket ja johdot tulee olla vahingoittumattomia. Putkien sijainti ja oikein asennus pitää myös tarkistaa. Alkutäytön laskeminen kaivantoon tulee suorittaa varoen. Putket tulee topata niin, että putken sijainti ei muutu tai putkelle aiheudu vaurioita. Alkutäyttö tulee tehdä kerroksittain ja kerrospaksuus riippuu putken koosta sekä käytettävästä tiivistyskalustosta. Alkutäytön kerroksissa tiivistystä jatketaan niin kauan, kunnes täyttö ylettyy 300 mm kaivannon ylimmän putken laen yläpuolelle. Teräs- ja muoviputkien täyttöjen vähimmäispaksuudet saattavat erota muista, joten ne tulee varmistaa valmistajalta. (InfraRYL, 2022, 18320.3) Alkutäytöstä tiiviysaste mitataan 100 m:n välein. Jokaisesta erillisestä kaivannosta tai työkohteesta tulee tehdä kuitenkin vähintään yksi mittaus. Tiiviysasteen mittauksissa saa pienin yksittäinen tulos olla 92 %. Tiiviyssuhteen mittauksissa taas 2,8. Jos mitataan tiiviyssuhdetta, mittaukset tehdään 20 m:n välein (InfraRYL, 2022, 18320.5)

4.1.8 Lopputäyttö

Lopputäyttö on rakenne, jonka tarkoituksena on toimia maanpinnan ja alkutäytön yläpinnan välisenä täyttörakenteena (Rakennustietosäätiö, 2015, s.79) Lopputäytössä käytettävien kivien tai louhepartikkelien läpimitta saa kerralla olla tiivistettävän kerroksen paksuudesta 2/3, kuitenkin suurimmillaan 200 mm. Liikennöitävillä alueilla lopputäytön materiaalit tulee täyttää ympärillä olevan rakennekerroksen vaatimukset. Liikennöitävien alueiden ulkopuolella voidaan lopputäytössä käyttää kaivu- tai muualta tuotuja maita, kunhan ne ovat tiivistämiskelpoisia ja routimisominaisuuksiltaan kaivuumaata vastaavaa. Kaivojen, palopostien ja sulkuventtiilien ympärillä pitää olla ulkopinnasta mitattuna 400 mm:n etäisyydeltä kivetöntä ja routimatonta materiaalia. (InfraRYL, 2022, 18330.1) Lopputäytön tiiviysaste mitataan 50 metrin välein, vähintään yksi mittaus kaivantoa tai työkohdetta

kohden. Mittaukset tehdään 20 metrin välein, jos se perustuu tiiviyssuhteeseen. (InfraRYL, 2022, 18330.5)

4.2 Vesijohto

Vesijohtoverkoston rakentamisessa käytettävien materiaalien tulee olla tuotestandardien vaatimukset täyttäviä. Putkimateriaalien kelpoisuutta osoitetaan CE-merkinnöillä. CE-merkinnällä varmistetaan, että tuotteiden ominaisuudet ilmoitetaan suoritustasoilmoituksessa samalla, ETA:n tai harmonisoidun tuotestandardin tavalla. Yksittäisen vesijohtoverkoston tuotteen kelpoisuus ja laatu tulee varmistaa niissä olevien merkintöjen ja toimitusasiakirjojen perusteella. Vesijohtoputkina tulee käyttää suunnitelma-asiakirjoissa esitettyjen vaatimusten mukaisia uusia, laadukkaita ja yhtenäisen laadunvalvonnan piirissä olevien valmistajien putkia, putkiyhteitä, laitteita ja tarvikkeita. Vesijohto materiaalit tulee valita siten, että ne ovat sellaisia, joista ei liukene veden mukaan ihmiselle vaarallisia aineita, maku- tai hajuhaittoja. (RIL-237-2-2010, S. 68–69)

Vesijohtoverkostoon kuuluvien materiaalien ja niihin kuuluvien osien pitää olla suomalaisten standardien mukaisia. Jakeluverkostoon kuuluvia varusteita ovat esimerkiksi venttiilit, putket, palo- ja vesipostit, sekä niiden sijaintia merkkavat kilvet sekä vesimäärien- ja paineenmittauslaitteet. (RIL 124-2-2004, s. 306) Vesijohtoverkoston yleisimmät putkimateriaalit ovat: Muovi, teräs, betoni ja valurauta. Ennen on jakeluverkoston materiaalina käytetty vain teräs- ja valurautaputkia. Suurin osa maahan upotettavista putkista on muovisia, eli noin 90 %. Tämä johtuu siitä, että muoviputkien asentaminen on helpompaa, ne kestävät korroosiota ja niiden hinta on kilpailukykyinen. Muoviputket soveltuvat nykyisten liitostekniikoiden takia kaikkialla vesijohtoverkon putkina. Niiden hyvä kesto useimpia viemäreissä esiintyviä kemikaaleja vastaan on myös yksi syy sen käytön suuruudesta. (Karttunen, 1999, s. 115)

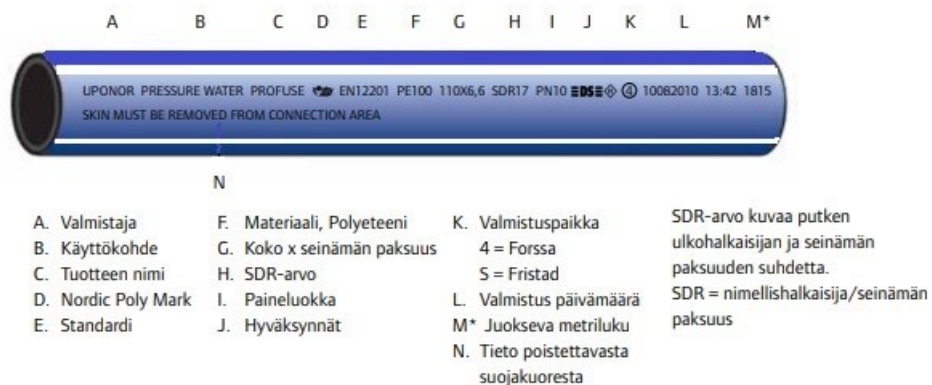
Vesijohtoverkostolle valittava putkimateriaali perustuu verkolle asetettavista vaatimuksista sekä kustannuksista. Valurautaputki tulisi valittavaksi alueille, joissa talonjohtoja, sulkuventtiilejä, paloposteja ja haarautumia on paljon. Valurautaputkia tulisi myös käyttää, kun uudelleen rakentamisen korjaukset tulevat liikennejärjestelyiden, kadunpäällysteen tai vastaavanlaisten syiden vuoksi suhteettoman kalliiksi. (RIL 124-2-2004, s. 307)

Teräsputkia tulisi käyttää vain, kun kyseessä on dynaamista rasitusta kuten tärinää, tai rakennuspohja on heikko ja tarvitaan massiivisia putkia. Teräsputken heikkouksina on lyhyt käyttöikä korroosioalttiuden takia. (RIL 124-2-2004, s. 307)

Vesijohtoverkoston käyttöön tarkoitettavien putkien valmistajien on putkien valmistuksen yhteydessä tehtävä merkintöjä, jotka noudattavat viranomaisten hyväksymiä vaatimuksia. Merkinnät vaihtelevat kyseisen putken käyttötarkoituksesta. Nämä kyseiset merkinnät ovat nimi, materiaali, ulkohalkaisija, seinämän paksuus, seinämäsarja, paineluokka valmistuserä, tehtaan numero ja hyväksyntäleima. (RIL 124-2-2004, s. 307) Kuvassa 7. esitetään kaikki tarvittavat merkinnät.

Kuva 7 Putkeen valmistuksessa tehtävät merkinnät (Uponor, 2013, s.9)

Putken merkinnät



Verkostossa käytettävien muoviputkien tavallisimmat materiaalit ovat kova polyeteeni (PEH), pehmeä polyeteeni (PEL) ja polyvinyylikloridi (PVC). Muita muovisia paineputkia ja niistä käytettyjä lyhenteitä ovat PEM puolikova polyeteeni (MDPE=Medium Density PolyEteeni) ja PP polypropeeni. (RIL124-2-2004, s.307). Kuvassa 8. on esitetty näiden putkien teknisiä ominaisuuksia.

Kuva 8 Kestomuovien teknisiä ominaisuuksia (RIL 124-2-2004, s.309)

Ominaisuus	Yksikkö	Muovi				
		PEL	PEM	PEH	PP	PVC
Tiheys	kg/m ³	920...935	926...935	940...970	905...915	1380...1500
Vetolujuus (lyhytaikainen)	N/mm ²	noin 10	noin 18	noin 20	29...33	≥45
Kimmokerroin (lyhytaikainen)	N/mm ²	Noin 150	Noin 600	Noin 900	Noin 1000	3000
Pituuden lämpötilakerroin	10 ⁻⁵ m/m°C	20	13...20	13...20	18	6...8
Lämmönjohtavuus	W/m°C	0,34...0,36	0,36...0,38	0,43...0,52	0,22	0,16...0,21
Kemiallista kestävyyttä käsittlevä SFS-standardi		3154	3154	3154	3459	3155

Muoviset paineputket jaetaan niissä käytettyjen materiaalien mukaan eri paineluokkiin. PE-putket jaetaan PN 3.2-20 luokkaan. PVC-putket taas PN 6-16 luokkaan. Näiden paineluokkien lisäksi yksi tärkeä ominaisuus näille putkille on rengasjäykkyys. Se on parametri, jonka avulla arvioidaan putkessa tapahtuvaa mahdollista muodonmuutosta sen ollessa maan alla.

Rengasjäykkyyden mittayksikkö on kN/m². (RIL 124-2-2004, s. 308; Pipelife, n.d.)

Jakeluverkossa tehtävät jyrkät suunnanvaihdot tai haarat tulee tehdä vain siihen hyväksyttyjä muotokappaleita käyttäen. Yleensä ne ovat valuraudasta valmistettuja, vaikka verkostossa käytettäisiin jotain muita materiaaleja. Kun valurautaputkien ulkohalkaisijat poikkeavat muusta materiaalista valmistetuista putkesta, niin näissä tapauksissa tarvitaan omanlaisensa liitososat näiden kappaleiden välille. (RIL 124-2-2004, s. 312)

Vesijohdossa liikkuvan veden paine, virtaus ja paineiskut aiheuttavat työntövoimia.

Työntövoimat voivat aiheuttaa putken liikkumista ja näin myös vetoa kestävämmien liitosten aukeamista. Tilanteissa, joissa on mahdollisuus työntövoimien aiheuttamille ongelmille, tulee kulmat tukea. Yleisimpiä tukemistapoja ovat teräsbetoninen tukilaatta ja vetoa kestävät liitokset. (RIL 237-2-2010, s.87)

Valurauta- ja teräspuutkien ainut liitostapa on kumi- tai muovirengastiivisteinen muhvi, koska se on helppo ja nopea asentaa sekä se antaa putkelle mahdollisuuden liikkua hieman, ilman että se vuotaa. (RIL 124-2-2004, s. 313)

Esijännitettyjä betoniputkia voi myös käyttää paineputkina – etenkin, kun kyseessä on suuriläpimittainen vesijohto. Korroosionkestävyys betoniputkilla on hyvä ja niiden kestoikä on korkea. Vedenjohtokyky on hyvä ja säilyy pitkään betoniputkilla. Betoniputkea liittäessä tulee käyttää kumirengasta. (RIL 124-2-2004, s. 314)

Vesijohtoverkoston putkimateriaalien valinnassa tulee ottaa huomioon seuraavia asioita niin teknisissä, kuin taloudellisissa asioissa.

- putken käyttöikä (tavoite)
- paineen, alipaineen ja paineiskujen kestävyys
- korroosionkestävyys
- tiiveys
- kuljetus- ja varastointikestävyys
- maaperän ja liikenne kuormien kestävyys
- jäätymisvaurioiden kestävyys ja sulatusmahdollisuus
- vedenjohtokyvyn pysyvyys tai muuttumisnopeus ja sen vaikutus pumppauskustannuksiin
- kokovalikoima ja valittavissa olevat paineluokat
- muotokappaleiden tarve ja valikoiman suuruus
- putkien ja muotokappaleiden toimitusaika ja varmuusvarastointi
- putkipituudet ja -painot
- vaatimukset perustamistoille ja sijoituspaikalle
- asennettavuusnäkökohdat kuten talvityömahdollisuudet, ankkuroinnin tarve, työkoneiden tarve jne.
- muut putkilta vaadittavat erityisominaisuudet
- hankinta-, asennus- ja käyttökustannukset
 - (Karttunen, 1999, s. 119)

Vähentääkseen varastointitarvetta, kustannuksia ja huoltotöiden edistämistä tulee pyrkiä eri materiaalien mahdollisimman vähäiseen taloudellisesti perusteltuun määrään. (RIL 124-2-2004, s. 315–316)

Vesijohtoverkostossa on tarvetta myös venttiileille. Joita ovat esimerkiksi

- sulkuventtiili
- yksisuuntaventtiili
- tyhjennysventtiili
- huuhteluventtiili
- ilmanpoistovenktiili
- paineenalennusventtiili

Sulkuventtiilejä (kuva 9) tulee sijoittaa tiheästi mahdollisien jakeluhäiriöiden takia.

Jakeluhäiriöiden aiheuttajia ovat esimerkiksi putkivauriot tai korjaustyöt. Kun sulkuventtiilejä löytyy linjasta tarpeeksi, voidaan jakeluhäiriöiden aiheuttamaa haitta-aluetta rajata tehokkaammin. Jakeluhäiriö voi aiheuttaa esimerkiksi vesikatkoksen. (RIL 124-2-2004, s. 317)

Kuva 9 Sulkuventtiili Onninen, 2022a



Yksisuuntaventtiilin (kuva 10) toimintaperiaate on sallia veden virtaus vain yhteen suuntaan. Tällaista venttiiliä käytetään tilanteissa, joissa vettä otetaan jakeluverkosta esim. paloposti. (RIL 124-2-2004, s. 317)

Kuva 10 Yksisuuntaventtiili Onninen, 2022b



Kun on tarve tyhjentää verkko tai sen osa, niin siihen tarvitaan tyhjennysventtiili (kuva 11). Nämä tyhjentävät haarat varustetaan sulkuventtiileillä ja niissä kulkeva vesi johdetaan kaivoon, josta se taas johdetaan sadevesiviemäriin tai maastoon. Jossain kohteissa erillisissä kaivoissa veden poisto voidaan hoitaa pumppaamalla. Kaivoissa mahdollisesti aiheutuvat korroosio- ja jäätymishaitat tulee estää. Tyhjennyshaara on mitoittettava niin, että johto-osa, joka siihen liittyy, on mahdollista tyhjentää sille määritellyssä ajassa, joka on noin 2-6 tuntia. Sulkuventtiilit tulee asentaa tyhjennyshaaran molempiin päihin. Alle NS < 300 johtoihin ei tavallisesti laiteta tyhjennyshaaroja. Johto-osaan, jota ollaan tyhjentämässä, tulee asentaa

ilmaventtiili tai jokin muu mahdollisuus ilman sisään virtaukselle ja poistolle. (RIL 124-2-2004, s. 317)

Kuva 11 Tyhjennys- ja huuhteluventtiili Dahl 2023



Ilmanpoistoventtiilejä (Kuva 12) liitetään johtolinjojen korkeimmille kohdille.

Ilmanpoistoventtiiliä ei asenneta, jos johtolinjassa on talojohdon liitos. Ilmanpoistoventtiilejä löytyy kahdenlaisia: automaattisesti toimivia, sekä käsivoimin käytettäviä. Riippumatta venttiilien mallista, asennetaan venttiilit suojakaivoon niiden tarkkailun helpottamiseksi. Vesistöihin asennettavat venttiilit ovat yleisesti automaattisia, eivätkä ne tarvitse suojakaivoa. (RIL 124-2-2004, s. 318)

Kuva 12 Ilmapoistoventtiili Avk Finland Oy, 2022a



Jakeluverkon paine ei saa ylittää 700kPa. Näissä tapauksissa, kun tarvitaan jakeluverkkoon paineen alennusta, käytetään siihen tarkoitukseen valmistettua paineenalennusventtiiliä

(kuva 13). Venttiili sijoitetaan kaivoon, mikä on syytä olla lukittavalla kannella ja hoitaa viemäröinti sadevesiviemäriin tai maastoon. Venttiilin kummallekin puolelle tulee asentaa sulkuventtiilit sekä liitännät painemittareille. Kaivosta olisi syytä löytyä varaus vesimittarille. (RIL 124-2-2004, s. 318)

Kuva 13 Paineenalennusventtiilit Avk Finland Oy, 2022b



Palopostien (kuva 14) sijoitus hoidetaan siten, että niiden etäisyys toisistaan on 100–150 m. Paikka mihin paloposti sijoitetaan, on oltava sellainen, että se on löydettävissä vuodenajasta riippumatta. Vesiposteja asennetaan, kun merkittävän paljon jakelualueen tai sen osan rakennuksista ei löydy vesijohtoa. (RIL 124-2-2004, s. 319)

Kuva 14 Vesi- ja palopostit Onninen, 2022c



4.2.1 Painekoe, huuhtelu ja vesinäyte

Ennen vesijohdon käyttöönottoa tulee sille suorittaa seuraavia kokeita: painekoe, huuhtelu ja desinfiointi. Painekoe on testeistä tehtävä ensimmäisenä. Sen tarkoituksena on todeta rakennetun linjan tiiveys. Ennen kokeen aloittamista tulee olla alkutäyttö tehtynä ja varmistettu, että kaikki käytetyt kulmat on tuettu suunnitelmien mukaisesti. Kaivannossa työskentely on kielletty painekokeiden aikana. Painekekeessa linjat täytetään talousvedellä niin, että sinne ei jää ilmaa. Painekoe voidaan tehdä myös pelkällä paineilmalla, mikäli on mahdollisuus jäätymiselle ja siinä käytetään painetta, joka on 1,3 kertaa putken nimellispaineen verran. (RIL 237-1-2010, s.82)

Huuhtelussa vesijohtolinjaan johdetaan vesijohtovettä. Aluksi sinne johdetaan vettä pienellä virtauksella, jonka jälkeen veden virtausnopeutta nostetaan hiljalleen enimmäisarvoonsa. Huuhtelua on tarkoitus jatkaa 10–15 minuuttia riippuen putken koosta ja pituudesta. Huuhtelu voidaan lopettaa, kun huuhteluvesi on silmämääräisesti kirkasta. Huuhteluvedestä otetaan vesinäyte, jolla tehdään laboratoriotutkimuksia suunnitelmien mukaisesti. Mahdollisten laatupoikkeamien löytyessä tulee linjasto desinfioida. (RIL 237-1-2010, s.82)

Desinfioinnissa käytettävä aine on natriumhypokloriitti (NaClO). Linja täytetään vesijohtovedellä ja veden klooripitoisuus säädetään 10...50 mg/l tasolle. Liuos jätetään putkeen 1–3 päiväksi, jonka jälkeen desinfioitavassa vedessä tulee olla vapaata klooria 5... 25 mg/l. Putki huuhdellaan desinfioinnin jälkeen. Huuhtelun jälkeen vesinäyte otetaan uudestaan ja sen klooripitoisuus saa olla maksimissaan 0,2 mg/l. Jos vedenkäsittelylaitokselta saatavassa vedessä on suurempi pitoisuus kuin 0,2 mg/l, sallitaan se myös rakennetussa putkessa. (RIL 237-1-2010, s.82)

4.3 Hulevesi

Vesihuoltolain (9.2.2001/119)2§:n 1) säännöksiä sovelletaan huleveden pois johtamiseen, jos se johdetaan sekajärjestelmän viemäriverkkoon tai erillisjärjestelmän hulevesiverkkoon. Samalla tavalla perustusten kuivatusvesien johtamista sovelletaan vesihuoltolakia. Kunnalla on yleinen vesihuoltolaitoksen huolehtimisvelvollisuus, mutta siitä riippumatta on kiinteistön tai sen haltijan vastattava oman kiinteistönsä vesihuollosta. Kiinteistöksi lasketaan myös

yleiset alueet. Näin ollen vesihuoltolaitoksen ei ole lain mukaan velvollisuutta pitää huolta yleisiltä alueilta johdetuista hulevesistä. Eniten käytössä olevia viemärijärjestelmiä ovat sekaviemäröinti ja erillisviemäröinti. Vähemmän käytettäviä ovat esimerkiksi kaksoisputkijärjestelmä, paine- ja imuviemäröintijärjestelmä. (RIL 124-2-2004, s.453)

Sekaviemäröinnillä tarkoitetaan nimensä mukaisesti sekaviemäröintiä, jossa johdetaan hule-, jäte- ja kuivatusvesiä samoissa putkiviemäreissä sekaisin. Tyypillistä sekaviemäröinnille on tulvakynnysrakenteet. Näiden avulla johdetaan tulvien aikana osa viemäristä virtaavasta vedestä suoraan vesistöön. Tämä siksi, että koko viemäristön aluetta ei tarvitse mitoittaa suurimpien virtaamien mukaan. Tällä vältetään viemäreissä käytettäviä turhan suuria putkikokoja. Tiheästi rakennetuilla keskusta-alueella käytetään yleisesti sekaviemäröintiä. Sitä on käytetty pääasiallisena viemäröintimenetelmänä. Siihen liitetään nykyisin myös erillisviemäreillä varustettuja alueita. (RIL 124-2-2004, s. 454)

Erillisviemäröinti on jäte- tai huleveden johtamista niiden omassa putkistossaan. Kuivatusvedet yritetään johtaa hulevesiviemäriin, mutta jos hulevesiviemäriä ei löydy tai se on liian matalalla, johdetaan vedet jätevesiviemäriin. Kun rakennetaan tiheästi, kuuluu erillisviemäröintiin jätevesi- ja hulevesi. Hulevedet johdetaan vesistöihin tai avo-ojiin tonttialueiden ulkopuolelle. Harvemmin rakennetuilla alueella ja maaseuduilla rakennetaan yleisesti vain jätevesiviemärit. Tavanomainen viemäriverkossa oleva toimintapa on painovoiman aiheuttama vedenliike. Tämä johtuu putkien asennuksessa tehtävän kaltevuuden ansiosta. (RIL 124-2-2004, s. 454)

Hulevesien aiheuttamaa virtaamaa voidaan myös hidastaa tai pidättää eri tavoin. Viivytyksmenetelmien tarkoituksena on varastoida hulevettä tietyksi aikaa ja päästää sitä vähitellen. Näitä menetelmiä ovat esimerkiksi kosteikot, lammikot, painanteet sekä rakennetut altaat ja kaivannot. Lammikoissa, kosteikoissa ja rakennetuissa altaissa on tyypillisesti pysyvä vedenpinta, kuten taas painaumuissa ja kaivannoissa veden pinta kuivuu sateiden välissä. (Suomen Kuntaliitto, 2012, s.21)

4.3.1 Hulevesiputket

Hulevesiviemäreissä tulee käyttää voimassa olevien standardien mukaisia putkia. Viettoviemäreissä on käytössä PVC-U- (Polyviinikloridi), PE-(Polyeteeni), ja PP(Polypropeeni)-

putkia. Paineviemäreissä taas PVC-U- ja PE-putkia. Muoviputkissa käytettävän raaka-aineen tulee täyttää SFS-EN 13476 vaatimukset. Muoviputkilla on luokiteltu rengasjäykkyysluokkiin ja ne ovat SN 4, SN 8 tai SN 16. (InfraRYL, 2022, 31200.1.1.5)

Betoniputkien tulee olla standardien SFS-EN 1916 ja SFS 7033 ja Betoniputkinormien mukaisia. Betoniputkia on saatavilla kolmessa eri luokassa: B (raudoittamaton), Br (normaali raudoitus) ja Dr (vahva raudoitus). (Betoniset viemäri- ja hulevesijärjestelmät suunnittelu ja toteutus). (InfraRYL, 2022, 31200.1.1.4)

4.3.2 Hulevesikaivot

Hulevesikaivoja on betonisia, muovisia ja teräksisiä. Hulevesikaivojen hiekkapesän tilavuus tulee olla vähintään 300 L ja kaivon halkaisijan 800 mm, jos kaivoon pitää laskeutua huoltohenkilökunnan toimesta. Betoniset kaivot tulee olla standardien SFS 7033 ja SFS 7035 ja Betoniputkinormien mukaisia. Betonirengaskaivoissa on käytössä Cr-lujuusluokan kaivonrenkaita - maksimi asennussyvyys 10 m. Muovi- ja betonikaivojen tulee olla asennettu pystysuoraan ja poikkeama voi olla enintään 10 mm 1m: n matkalla. (InfraRYL, 2022, 31200.4.2)

4.4 Jätevesi

Jätevesi voidaan jakaa kahteen eri osaan: asumisjätevesi ja teollisuusjätevesi. Kummankin tapauksen kohdalla on syytä selvittää mahdolliset jäteveden poikkeavuudet. Teollisuuden kohdalla on varauduttu mahdollisiin poikkeaviin määriin vuorokaudesta riippumatta. Pelkillä asutusalueilla voidaan vaihtelut arvioida yleisin mitoitusperustein. (RIL 124-2-2004, s. 457)

Asumisjätevesi on suurimmaksi osaksi talouksissa käytettyä ja sieltä poistuvaa vettä, tai suuria määriä vettä sisältävää jätettä. Eri laitokset kuten sairaalat, hotellit ja kasarmit sekä niiden tuottamat jätevedet lasketaan myös asumisjätevedeksi. Tämä siitä syystä, että vuorokautiset vaihtelut ovat samanlaisia kuin kotitalouksissakin. Lähes tulkoon kaikki asumisjätevesi, on peräisin vesijohtovedestä. Vesijohtovedestä noin 80–90 % joutuu viemäriin. Asumis- ja vesijohtoveden määrä arvioidaan suunnitteluvaiheessa usein

samaksi. Yhtä asukasta kohti voidaan myös laskea asumisjäteveden ja johtoveden ominaiskäyttö samaksi. (RIL 124-2-2004, s. 457)

Teollisuuslaitosten tuottaman jäteveden määrän arvioiminen on hankalaa, koska niissä tapahtuva vedenkäyttö vaihtelee teollisuusalaista, tehtaan koosta, vuodenajoista ja raaka-aineista. Myös tehtaassa käytettävät koneet vaikuttavat jäteveden määrään. Teollisuuden tuottama teollisuusjäteveden normaali osuus on 10–30 % ominaisjätevesimäärästä. (RIL 124-2-2004, s. 459)

4.4.1 Jätevesiputket

Viettoviemäreissä on käytössä PE-, PVC- ja PP-putket. Paineviemäreissä taas PE- ja PVC-putket. Jätevedenviemäreissä käytettävät valurautaputket ovat suojakäsiteltäviä ulkopinnaltaan käyttötarkoituksen mukaisesti. Nämä eri suojakäsittelyaineet ovat sinkki, sinkkialumiini tai muut erityispinnoitteet. Valurautaputket käsitellään sisäpuolelta vaatimuksien mukaisesti tapauskohtaisesti. (InfraRYL, 2022, 31100.1.1.5)

Ennen asentamisen aloitusta tulee varmistaa putkien kunto, ja että putket ja materiaalit ovat suunnitelmien mukaiset. Putken asennusalusta ei saa olla jäätynyt. Asennettavan putkilinjan tulee olla suora ja se pitää tukea koko pituudeltaan huolella tiivistettyyn asennusalustaan. Valmiissa hulevesiputkessa on sallittua seuraavanlaiset poikkeamat: vietto- ja paineputkien sijainti vaakatasossa $\pm 0,1$ m, Paineputken korkeusasema $\pm 0,1$ m (InfraRYL, 2022, 31100.4.1)

4.4.2 Jätevesikaivot

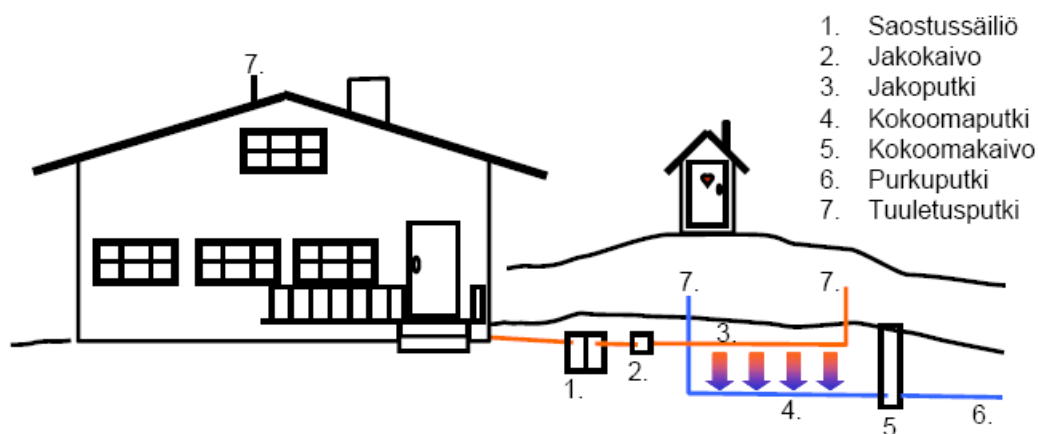
Betonista valmistetut jätevesikaivot tulevat olla SFS-EN 1917 JA SFS 7035 standardien ja Betoniputkinormit julkaisun mukaisia. Muovista valmistetut kaivot ovat standardin SFS 3468 mukaisia. (InfraRYL, 2022, 31100.5.3) Kaivon materiaalista riippumatta, tulee kaivot asentaa pystysuoraan. Poikkeamat saavat siinä olla 10 mm 1 m:n matkalla. Kaivojen sijainnissa sallitaan seuraavat poikkeamat: vaakatasossa ± 100 mm ja pituussuunnassa ± 300 mm (InfraRYL, 2022, 31100.4.2)

4.4.3 Jätevesien käsittely

Jätevesien käsittelyn tarve ja sen menetelmät määräytyvät niille laadituista alueellisista laatuvaatimuksista. Käsittelyn tarkoituksena on puhdistaa jätevesi niin, että purkuvesistön veden laatu säilyy mahdollisimman hyvänä. Jätevesien käsittelyssä on käytössä mekaanisia, kemiallisia ja biologisia menetelmiä.

Maasuodattamon toiminta perustuu suodatinhiekkään tai tehdasvalmisteiseen suodatinmateriaaliin, joka hajottaa jäteveden orgaanisia aineita ja vähentää bakteerien määrää. Suodattamo pystyy myös poistamaan jätevedestä fosforia. Asunnoista tulevat jätevedet kulkevat putkessa saostussäiliöön. Tämän jälkeen jätevesi kulkeutuu jakokaivon läpi jakoputkissa suodatinkentän yläosaan. Suodatinkenttä suodattaa jäteveden ja tämän jälkeen se kootaan kokoomaputkilla kokoomakaivoon, jonka jälkeen se johdetaan suodatetun jäteveden purkupaikkaan, joka voi olla esimerkiksi avo-oja. (Ympäristöministeriö, 2017, s. 60) Kuvassa 15. esitetään maasuodattamon eri osat.

Kuva 15 Maasuodattamo (Suomen vesiensuojeluyhdistysten liitto ry, 2008)



Maahanimeyttämössä käytetään maaperän omaa suodatuskykyä. Maaperä voi olla rakennettu tai koskematon luonnon maaperää. Jäteveden kulkeutuessa maaperän kerrosten läpi suodattuu siitä orgaanisia aineita, kuten fosforia, typpeä sekä bakteereista iso osa. Virukset voivat kulkeutua pohjaveteen asti. Imeyttämön suunnittelussa maaperän laatu tulee todeta maasto- ja maaperätutkimusten perusteella siihen sopivaksi. (Suomen vesiensuojeluyhdistysten liitto ry, 2008)

Kiinteistöiltä kertyvät jätevedet johdetaan tiiviiseen umpisäiliöön, joka toimii väliaikaisena varastona. Umpisäiliö tyhjennetään vähintään kerran vuodessa, riippuen käytöstä kunnan määräämään asianmukaiseen käsittelyyn. Umpisäiliö on hyvä ratkaisu alueille mistä ei löydy viemäriverkostoa tai väliaikaisena ratkaisuna sitä odottaville. (Suomen vesiensuojeluyhdistysten liitto ry, 2008) (Ympäristöministeriö, 2017, s.58)

Pienpuhdistamo sisältää samoja menetelmiä mitä käytetään myös jätevedenpuhdistamoilla. Puhdistamossa on biologinen prosessi ja kemiallinen prosessi. Biologisessa prosessissa käytetään hyödyksi jäteveden omia bakteereja. Prosessissa jäteveteen tuodaan ilmaa kuplina, tämän takia veden bakteeripitoisuus kasvaa. Bakteeripitoisuuden kasvaessa syntyy aktiivilietettä ja alkavat kuluttaa eloperäistä ainetta jätevedestä. Typeä vapautuu samalla ilmaan kaasun muodossa. (HSY, 2022)

Jätevesi sisältää paljon fosforia ja se on peräisin kiinteistön käyttäjien syömästä ruoasta ja käyttämistä pesuaineista. Kemiallisessa prosessissa jäteveden joukkoon laitetaan ferrosulfaattia. Tämän prosessin seurauksena fosfori saostuu ja se vajoaa kaivon pohjalle. Pohjalle kertynyt liete kerätään jatkokäsittelyä varten pois. (HSY, 2022). Laitepuhdistamot ovat CE-merkittäviä, kun ne kuuluvat harmonisoitujen tuotestandardien soveltamisalaan. Tästä joukosta poissulkien saneerauspuhdistamot. (Vesi, 2022)

5 Vesihuollon laadunvarmistusasiakirjan toteutus

Opinnäytetyön myötä lähdettiin kehittämään vesihuollonlaadunvarmistusasiakirjaa Tieluiska Oy:n työmaakohteiden käyttöön. Asiakirjan luomista varten tuli valita sille sopiva alusta, joka mahdollistaa asiakirjan helpon muokattavuuden sekä helppokäyttöisyyden.

Laadunvarmistusasiakirjan runko luotiin Excel-alustaan, sillä Excel on paljon käytetty ja tunnettu alusta. Lisäksi Excel-alusta mahdollistaa asiakirjan monipuolisen muokkaamisen.

Laadunvarmistusasiakirjan runko tuli olla kooltaan sellainen, että se voidaan tulostaa A4-paperille. Kun runko istui A4-kokoon, laadittiin asiakirjan otsikot ja sarakkeet. Otsikoiden ja sarakkeiden määrää sekä sijaintia ohjasi ajatus, että laadunvarmistusasiakirjan sisältö ja ulkonäkö tuli pitää yksinkertaisena, mutta laadukkaan kattavana.

Asiakirjan ensimmäisessä osiossa täytetään kohteen tiedot: Työmaan nimi, numero ja sijainti. Nämä ovat oleellista tietoa työmaasta, joten ne täytyy sieltä löytyä (kuva 16)

Kuva 16 Työmaan sijainti-sarake

Työmaa / työnumero					Päiväys
Sijainti					

Seuraavasta osiosta löytyy toimenpidesarake. Sarakkeesta löytyy eri toimenpiteitä mitä pitää tehdä rakennettaville vesihuollon putkille. Toimenpidesarake toteutettiin niin, että käyttäjällä on valmiina käytettävissään ennalta tehty valikko, josta pystyy valitsemaan ”suoritettu, kesken ja ei tarvetta” vaihtoehdot. Toimenpiteet osioon tehtiin myös kohdat ”Toimenpiteen suorittaja” ja ”Kommentit.” Toimenpiteen suorittaja osioon voidaan täyttää mahdolliset aliurakoitsijat. Toimenpiteen suorittajan jälkeen on Kommentit-sarake. Tässä sarakkeessa on mahdollisuus kirjoittaa, jos jotain toimenpidettä ei tarvitse suorittaa tai yleisesti toimenpiteisiin liittyviä asioita (kuva 17)

Kuva 17 Toimenpiteet

Toimenpiteet	Huuhtelu	Desinfiointi	Painekoe	Suoruus	Tiiveys
	Suoritettu	Kesken	Ei tarvetta	Mitattu	Ei tarvetta
Toimenpiteen suorittaja					
Kommentit					

Seuraavana asiakirjasta löytyy putket ja johdot osio, joka sisältää raaka-aineille, mitoille ja paineluokille omat alasarakkeet (kuva18) Putken/johdon raaka-aineen valintaan luotiin samanlainen taulukko, kuin toimenpiteet osiossa. Kommentit osio tehtiin taas yleisesti Putken/johdon tiedot osiolle. Asiakirjan loppuun tehtiin vielä osiot mahdollisille havaituille vioille tai puutteille.

Kuva 18 Putken/johdon tiedot taulukko

Putken/johdon tiedot	Raaka-aine	Mitat	Paineluokka
	PEH	1111	PN10
Kommentit			

Viimeisessä sarakkeessa asiakirjassa on oma kohtansa allekirjoituksille (kuva 19) Asiakirjan allekirjoittaa henkilöt, jotka ovat olleet osallisena kohteen tarkastuksiin.

Kuva 19 Allekirjoitukset

Allekirjoitukset - nimen selvennykset	Tarkastukseen osallistuneet			

Asiakirjan ensimmäisen version ollessa valmis, keskityttiin sen ulkonäön muokkaamiseen. Jokaiseen osioon/sarakkeeseen kirjoitettiin ohjeet, kuinka se tulee täyttää. Lopuksi vesihuollonlaadunvalmistusasiakirjan ulkonäkö muokattiin vastaamaan opinnäytetyön tilaajan muita asiakirjoja. Laadunvarmistusasiakirjan ensimmäinen versio lähetettiin sähköpostilla työnjohdolle kommentoitavaksi marraskuussa 2022 (kuva 20) Opinnäytetyön tilaajan aikataulut sekä työnjohtajien jakautuneet sijainnit huomioon ottaen, todettiin sopivaksi ratkaisuksi lähettää asiakirja kommentoitavaksi sähköpostin välityksellä, fyysisen tapaamisen sijaan.

Kuva 20 Alkuperäinen asiakirja



Työmaa / työnumero					Päiväys
Sijainti					
Toimenpiteet	Huuhdeltu	Desinfiointi	Painekoe	Suoruuus	Tiiveys
	Suoritettu	Kesken	Ei tarvetta	Mitattu	Ei tarvetta
Toimenpiteen suorittaja					
Kommentit					
Putken/johdon tiedot	Raaka-aine		Mitat		Paineluokka
	PEH		1111		PN10
Kommentit					
Havaitut viat/puutteet					
Allekirjoitukset - nimen selvennykset	Tarkastukseen osallistuneet				

Työnjohdon oli mahdollista kommentoida tuotosta avoimesti viikon ajan ja antaa palautetta sekä kehitysehdotuksia. Asiakirja lähetettiin avoimesti kommentoitavaksi kolmelle henkilölle, joista yksi kommentoi asiakirjaa. Vesihuollonlaadunvalmistusasiakirjaa täydennettiin ja paranneltiin käyttöön sopivammaksi saadun palautteen perusteella.

6 Tulokset

Opinnäytetyön tuloksena syntyi vesihuollon laadunvalmistusasiakirja, jota opinnäytetyön toimeksiantaja voi hyödyntää työmaakohteissaan. Asiakirjan luomisen tueksi työnjohdolta

pyydettiin kommentointia asiakirjan kokonaisuuteen liittyen. Palautetta varten ei luotu kysymys-/tai haastattelupatteristoa, vaan asiakirjaa oli mahdollista kommentoida täysin avoimin kommentein. Vastaajien määrä oli toivottua alhaisempi, mutta jo yhden työnjohtajan kehitysehdotukset auttoivat havaitsemaan puutteita asiakirjassa. Muutokset asiakirjaan tehtiin palautekeskustelun tuloksena. Palautekeskustelussa nousi ilmi, että laadunvarmistusasiakirjan toimenpidekohdasta oli jäänyt uupumaan vesinäytteet, liitososat sekä mahdollisia suunnitelmamuutoksia koskevat osiot. Palautetta antanut työnjohtaja ilmaisi muutoin olevan tyytyväinen tuotokseen.

Toimenpiteet osioon saatiin hyvin liitettyä sieltä puuttunut vesinäyte-sarake. Vesinäyte on tärkeä osa laadunvarmistusta, koska sillä varmistetaan, että tuleva käyttövesi on puhdasta. Seuraavat parannusehdotukset olivat liitososat ja mahdolliset suunnitelmamuutokset. Liitososille tehtiin oma sarake, johon voidaan kohteen mukaan lisätä sinne tulevia liitososia. Liitososa sarakkeen lisääminen asiakirjaan oli oleellista, jotta työntekijä pystyy kirjaamaan, että liitososa on tehty ja se on suunnitelma-asiakirjojen mukainen. Suunnitelmamuutokset sai myös oman sarakkeensa. Näin voidaan estää mahdollisia ristiriitaisuuksia suunnitelmien ja täytettyjen asiakirjojen välillä. Kuvassa 21 on esitetty lopullinen asiakirja, johon on punaisella korostettu lisäykset, jotka tehtiin alkuperäiseen asiakirjaan saadun palautteen perusteella.

Kuva 21 Lopullinen asiakirja



Työmaa / työnnumero		Päiväys				
Sijainti						
Toimenpiteet	Huuhdeltu	Desinfiointi	Vesinäytteen	Painekoe	Suoritus	Tiiveys
	Suoritettu	Kesken	Suoritettu	Ei tarvetta	Mitattu	Ei tarvetta
Toimenpiteen suorittaja						
Kommentit						
Putken/johdon tiedot	Raaka-aine		Mitat		Paineluokka	
	PEH		1111		PN10	
Liitokset	Tyypit					
Mahdolliset suunnitelma muutokset						
Kommentit						
Havaitut viat/puutteet						
Allekirjoitukset + nimen selvennykset	Tarkastukseen osallistuneet					

Asiakirjaan luotiin myös uusi välilehti, joka sisältää kirjallisen ohjeistuksen painekokeelle, huuhtelulle ja vesinäytteelle. (liite 1) Saadun palautteen avulla laadunvarmistusasiakirjasta saatiin yhä kattavampi.

Tämän opinnäytetyön tavoite on tarjota Tieluiska Oy:n työntekijöille helppokäyttöinen ja selkeälukuinen vesihuollon laadunvarmistusasiakirja, joka tukee työntekijän työn tehokkuutta. Asiakirja nopeuttaa työmaakohteen vesihuollon laadunvarmistusta nostamalla

työntekijälle esille tärkeimmät ja oleelliset tekijät, jotka täytyy ottaa huomioon vesihuollossa.

Valmiissa tuotoksessa tärkeää oli, että asiakirja pysyy selkeänä, sisällöltään laadukkaana ja että se on helposti muokattavissa. Asiakirjan muodostumista arvioitiin koko opinnäytetyöprosessin ajan ja arvioinnin kautta saatiin myös palautetta opinnäytetyön toimeksiantajan työnjohdolta. Asiakirjan suunnitteluun ja ulkonäköön vaikutti yrityksen muiden asiakirjojen tyyli ja ulkonäkö. Asiakirjan on tärkeää olla yritystä edustava, joten tähän seikkaan kiinnitettiin erityistä huomiota opinnäytetyössä. Asiakirjan sisältöä varten tuli omaksua kattavasti teoreettista tietoa vesihuollosta, sillä asiakirja tulee konkreettisesti käyttöön todellisilla työmailla. Valmis asiakirja on sisällöltään laadukas sekä ulkonäöltään ammattimainen ja yrityksen muihin asiakirjoihin mukautuva. Asiakirjassa on kaksi A4 kokoista ja yksipuolista sivua. Ensimmäiselle sivulle työntekijä täyttää kohteen vesihuollon laadunvarmistukseen liittyvät tiedot ja toisella sivulla on kirjallinen ohjeistus, kuinka toteuttaa painetesti, huuhtelu ja vesinäytteen otto. Asiakirjan ensimmäisellä sivulla on yrityksen logo, sen värien mukaisena. Asiakirjan nimi ”Vesihuollon laadunvarmistusasiakirja” vastaa asiakirjan sisältöä. Vesihuollon laadunvarmistusasiakirja luovutetaan Tieluiska Oy: johdolle sähköisessä sekä tulostetussa muodossa.

7 Pohdinta ja yhteenveto

Työn tavoitteena oli luoda yritykselle vesihuollon laadunvarmistusasiakirja, jolla voitaisiin parantaa työmaakohteiden laadunvarmistusta. Opinnäytetyön teoreettista viitekehystä kootessa, tuli perehtyä moniin eri lainsäädäntöihin, ohjeisiin ja standardeihin. Näihin teemoihin perehdyttyäni yhä syvemmin opinnäytetyön myötä, olen omaksunut laajempaa käsitystä aiheista ja siitä varmasti on apua tulevaisuuden työkentillä.

Opinnäytetyön aihetta ohjasi ensisijaisesti mielenkiintoni vesihuoltoa kohtaan. Työelämässä olen päässyt työskentelemään erilaisilla työmailla ja saanut tuntumaa myös vesihuollon rakentamisesta, joka on tuntunut mielekkäältä ja kiinnostavalta. Opinnäytetyön nimeä ja aihetta ideoitiin lisäksi yhdessä toimeksiantajan johdon kanssa. Aiheesta keskusteltaessa pohdittiin myös tietomallin sisältämistä osaksi opinnäytetyötä. Opinnäytetyön nimeä hahmoteltaessa ja vielä viimeistellessä havaitsin, että tietomallin sisällyttäminen

opinnäytetyöhön ei ollut kannattavaa opinnäytetyön laajuus huomioiden. Pidin tärkeänä opinnäytetyön aiheen rajaamista.

Vesihuollon laadunvarmistusasiakirjan lopullista versiota varten opinnäytetyön tilaajan työnjohdolta pyydettiin sähköpostin välityksellä avointa kommentointia ja kehitysehdotuksia asiakirjan kokonaisuuteen liittyen. Tämän opinnäytetyön heikkoutena voi pitää sitä, että asiakirjaa sen arviointivaiheessa kommentoi vain yksi henkilö kolmesta. Mikäli palautteen keruuta varten olisi luotu esimerkiksi kysymyspatteristo, olisi palautteen antaminen voinut olla useammalle vastaanottajalle helpompaa sen spesifiyden vuoksi. Myös palautteen keruu haastattelumuodossa kasvatusten olisi voinut tuoda palautteen antajalle mielekkäämmän näkökulman kehitysideoiden läpikäymiselle.

Opinnäytetyötä tehdessä oli yllättävää huomata, kuinka paljon vesihuollosta on Suomessa löydettävissä lähdekirjallisuutta. Opinnäytetyöprosessin aikana opin, kuinka tärkeää huolellinen suunnittelu ja aikataulutus ovat opinnäytetyön etenemisen kannalta.

Opinnäytetyön tuloksena syntynyt vesihuollonlaadunvarmistusasiakirja on valmis käytettäväksi työmaakohteissa. Asiakirjaa on myös mahdollista jatkokehittää, mikäli käytännön kokeilujen myötä ja mahdollisten muuttuvien säännösten myötä, siinä havaitaan vielä hiottavaa. Jatkotutkimuksena tälle opinnäytetyölle voisikin olla, että tutkittaisiin asiakirjan käyttökokemuksia työntekijöiltä eri työmailta.

Lähteet

AL-Engineering Oy (2023) Loadman. <https://www.al-engineering.fi/fi/loadman.html>

Avk Finland Oy (2022a) ilmanpoistoventtiili. <https://www.avkfinland.fi/fi-fi/tuotehaku/ilmanpoistoventtiilit/ilmanpoistoventtiilit/701-50-003>

Avk Finland Oy (2022b) paineenalennusventtiili. <https://www.avkfinland.fi/fi-fi/tuotehaku/s%C3%A4%C3%A4t%C3%B6venttiilit/contrl-pi/859-000X-001>

BE Group Oy Ab 2020, *Teräsrakentajan käsikirja*.

<https://www.begroup.fi/storage/50DF70DB27B273C31A577A2353FADFC29DA972AEA4D47289A795979393B51158/6d68254c1ffa48348d96d72388782379/pdf/media/c543eac1527f4652b496429bdbd666cf/BE-Group-Terasrakentajan-kasikirja-web.pdf>

DAHL (2023) Luistiventtiili. <https://www.dahl.fi/tuote/luistiventtiili-avk-3680-225-mm-pn10-pe100-sdr17-pe-hitsattava-3832912/>

HSY (2023) Jätevedenpuhdistusprosessi. <https://www.hsy.fi/vesi-ja-viemarit/jatevedenpuhdistusprosessi-lyhyesti/>

Infra 2015, *Rakennusosa- ja hankenimikkeistö Määrämittausohje*, Rakennustietosäätiö RTS

InfraRYL 13000 (2022), *Perustusrakenteet*. Rakennustietosäätiö RTS https://ryl-rakennustieto-fi.ezproxy.hamk.fi/ryl/InfraRYL/2022_2/13000.html

InfraRYL 16000 (2022), *Maaleikkaukset ja-kaivannot*, Rakennustietosäätiö RTS. https://ryl-rakennustieto-fi.ezproxy.hamk.fi/ryl/InfraRYL/2022_2/16000.html

InfraRYL Liite 2 (2022), Rakennustietosäätiö RTS. https://ryl-rakennustieto-fi.ezproxy.hamk.fi/ryl/InfraRYL/2022_2/Liite_2_Kerrosrakenteiden_tivistystyon_ja_tiiyden_tarkkailun_menetelmat_9304b214-7085-446c-9a64-826723d33bc4.html

InfraRYL 18000 (2022), Rakennustietosäätiö RTS. https://ryl-rakennustieto-fi.ezproxy.hamk.fi/ryl/InfraRYL/2022_2/18000.html

InfraRYL 31000 (2022), Rakennustietosäätiö RTS. https://ryl-rakennustieto-fi.ezproxy.hamk.fi/ryl/InfraRYL/2022_2/31000.html#TLP31000

Jätevesi.fi (2008) *Puhtaiden vesien puolesta – Opas jätevesien maailmaan*, Suomen vesiensuojeluyhdistysten liitto ry. <http://www.jatevesi.fi/tulostus.php?Menu=Vertailua>

Kankainen, J. & Junnonen, J-H. (2001). *Laatuajattelu ja rakennustyömaan laatutoiminnot*. Rakennustieto Oy

Karttunen, E. (1999). *Vesihuoltotekniikan perusteet*. Opetushallitus

Meltex (2023) Putkiarina. <https://www.meltex.fi/fi/tuote/159700#/productinfo>

Meltex (2017) Suodatinkankaat esite. <https://www.meltex.fi/fi/lataa/27490>

Onninen (2022a) Talosulkuventtiili. <https://www.onninen.fi/avk-talosulkuventtiili-avk-63mm/p/AAI194>

Onninen (2022b) Takaiskuventtiili. <https://www.onninen.fi/online-takaiskuventtiili-hst-lapalla-dn100-pn10-16-lv-320v-online/p/ABL090>

Onninen (2022c) Vesi- ja palopostit. <https://www.onninen.fi/pa-ve-vesiposti-pave-2/p/ANR544>

Petrow, S., Heikkinen, M., Forsman, J & Pirinen, M. (2017). *Betoniset viemäri ja hulevesijärjestelmät- suunnittelu ja toteutus*. Rakennustuoteteollisuus RTT ry.

RIL124-2-2004. *Vesihuolto 2*. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RIL 237-2-2010. *Vesihuoltoverkon suunnittelu. Mitoitus ja suunnittelu*. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RIL 237-2-2010. *Vesihuoltoverkon suunnittelu. Perusteet ja toiminnallisuus*. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RIL 263-2014. *Kaivanto-ohje*. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Suomen Kuntaliitto (2012). *Hulevesiopas*. <https://www.kuntaliitto.fi/julkaisut/2012/1481-hulevesiopas>

Vesi.fi (2022) *Jätevesien käsittely*. <https://www.vesi.fi/teemasivu/haja-asutuksen-jatevedenkasittely/>

Väisänen, P. (2007). *Teräs. Perustietoa arkkitehtiopiskelijoille*. TKK Arkkitehtiosasto Rakennusoppi.

https://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/40/66e53a5/Teras_web.pdf

Ympäristöministeriö (2017). *Ympäristöopas. Haja-asutuksen jätevedet. Lainsäädäntö ja käytännöt*. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4740-1>

Liite 1: Laadunvarmistusasiakirja



Työmaa / työnnumero						Päiväys
Sijainti						
Toimenpiteet	Huuhtelu	Desinfiointi	Vesinäytteet	Painekoe	Suoruus	Tiiveys
	Suoritettu	Kesken	Suoritettu	Ei tarvetta	Mitattu	Ei tarvetta
Toimenpiteen suorittaja						
Kommentit						
Putken/johdon tiedot	Raaka-aine		Mitat		Paineluokka	
	PEH		1111		PN10	
Liitososat	Tyyppi					
Mahdolliset suunnitelma muutokset						
Kommentit						
Havaitut viat/puutteet						
Allekirjoitukset - nimen selvennykset	Tarkastukseen osallistuneet					

Painekoe

Ennen kokeen aloittamista tulee olla alkutäyttö tehtynä, ilma poistettuna putkesta ja varmistettu, että kaikki käytetyt kulmat yms. on tuettu suunnitelmien mukaisesti. Kaivannossa työskentely on kielletty painekokeiden ajan. Painekokeessa käytetään painetta, joka on 1,3 kertaa putken nimellispaineen verran.

Huuhtelu

Huuhtelussa vesijohtolinjaan johdetaan vesijohtovettä. Aluksi sinne johdetaan vettä pienellä virtaamalla, jonka jälkeen veden virtausnopeutta nostetaan hiljalleen enimmäisarvoonsa. Huuhtelua on tarkoitus jatkaa 10–15 minuuttia riippuen putken koosta ja pituudesta. Kun vesi on silmämääräisesti kirkasta, voidaan huuhtelu lopettaa. Huuhteluvedestä otetaan vesinäyte, jolla tehdään laboratoriotutkimuksia suunnitelmien mukaisesti. Mahdollisten laatupoikkeamien löytyessä tulee linjasto desinfioida.

Vesinäyte

Desinfioinnissa käytettävä aine on natriumhypokloriitti (NaClO). Linja täytetään vesijohtovedellä ja veden klooripitoisuus säädetään 10...50 mg/l tasolle. Liuos jätetään putkeen 1–3 päiväksi, jonka jälkeen desinfioitavassa vedessä tulee olla vapaata klooria 5... 25 mg/l. Putken desinfioinnin jälkeen tulee se huuhdella. Huuhtelun jälkeen otetaan vesinäyte uudestaan ja sen klooripitoisuus saa olla maksimissaan 0,2 mg/l. Jos vedenkäsittelylaitokselta saatavassa vedessä on suurempi pitoisuus kuin 0,2 mg/l sallitaan se myös rakennetussa putkessa.