



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

TIEHANKKEEN PUTKITÖIDEN RAKENTAMINEN JA TYÖTUR- VALLISUUS

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Antti Nykänen	
Työn nimi Tiehankkeen putkitöiden rakentaminen ja työturvallisuus	
Päiväys 23.4.2014	Sivumäärä/Liitteet 78/4
Ohjaaja(t) pt. tuntiopettaja Juha Pakarinen, yliopettaja Pasi Pajula, tuotantojohtaja Matti Välikangas	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Työyhteenliittymä Pulteri (Destia / YIT) E18 Koskenkylä-Kotka -moottoritiehanke	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Työn tavoitteena oli tehdä työn tilaajalle, Työyhteenliittymä Pulteri E18 Koskenkylä-Kotka -moottoritiehankkeelle, rakentamishjeet tiehankkeella tehtävien putkitöiden rakentamiseen, sekä käsitellä tiehankkeella työskentelevien työturvallisuutta. Työn taustana oli tiehankkeella aikaisemmin tehdyt virheet putkilinjojen rakentamisessa ja putkien asentamisessa.</p> <p>Kirjallisuuden ja oman tietotaidon pohjalta kirjoitettiin työturvallisuusosuus, rakentamishjeet sekä esimerkkiosuus putkilinjan rakentamisesta. Lisäksi haastateltiin TYL Pulterin johtohenkilöitä tiehankkeen putkitöiden rakentamisesta ja työturvallisuudesta. Työturvallisuusosuudessa paneuduttiin tiehankkeen työturvallisuusasioihin. Rakentamishjeissa selostettiin putkilinjan rakentamisvaiheet kaivannon kaivamisesta täyttötöihin. Rakentamisesimerkkiosuudessa koottiin lyhyt tiivistelmä, miten putkilinja rakennetaan.</p> <p>Työn tuloksena saatiin tiehankkeelle rakentamishjeet, joilla rakentaa putkilinjat ammattitaitoisesti ja turvallisesti.</p>	
Avainsanat tiehanke, putkityöt, työturvallisuus, rakentaminen	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme In Construction Engineering			
Author(s) Antti Nykänen			
Title of Thesis Building of the Pipeline and Work Safety in a Road Project			
Date	23 April 2014	Pages/Appendices	78/4
Supervisor(s) Mr. Juha Pakarinen, Lecturer; Mr. Pasi Pajula, Principal Lecturer; Mr. Matti Välikangas, Production Leader			
Client Organisation /Partners Consortium Pulteri (Destia / YIT) E18 Koskenkylä-Kotka motorway project			
<p>Abstract</p> <p>The aim of the thesis was to draw up instructions for the building of pipelines in a road project and to deal with the road project worker's work safety for Consortium Pulteri (Destia / YIT) E18 Koskenkylä-Kotka motorway project. The background of the thesis was made mistakes in building of pipelines and pipe installations in the past.</p> <p>On the basis of literature and the author's own know-how a work safety section, instructions for the building of pipelines and an example of the pipeline building were written. In addition, leaders of Consortium Pulteri were interviewed for the building of the pipelines and work safety. The section on work safety of the road project focused on safety issues. The instructions cover the construction phases from pipeline excavation to the filling work. Brief summary of how to build a pipeline was compiled in the example section.</p> <p>The result of this thesis was a set of instructions for safe and proficient building of pipelines in a road project.</p>			
Keywords road project, building of pipelines, work safety, construction			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
1.1	Tausta ja tavoitteet	7
1.2	TYL Pulteri E18 Koskenkylä–Kotka -moottoritiehanke	7
1.3	Lyhenteet ja määritelmät.....	8
2	TIEHANKKEEN TYÖTURVALLISUUS JA SEN OSAPUOLET	9
2.1	Osapuolten yleiset velvollisuudet.....	9
2.2	Työsuojelun ja -turvallisuuden yleiset vastuutasot ja valvonta.....	10
2.3	Tiehankkeen työturvallisuuden pätevyysvaatimukset	12
2.4	Maanrakennustöiden työturvallisuus.....	12
2.4.1	Kaivantotöiden turvallisuus	13
2.4.2	Nostotöiden turvallisuus	13
2.5	Työnskentely liikennealueella.....	14
2.5.1	Liikenteen aiheuttamat vaarat.....	14
2.5.2	Työntekijän oman toiminnan merkitys työturvallisuuteen liikennealueella.....	15
2.5.3	Turvallisuuden takaaminen tietyökohteessa liikennejärjestelyin	16
2.5.4	Varoitusvaatetus ja henkilösuojaimet.....	16
3	TIEHANKKEEN PUTKILINJOJEN RAKENTAMINEN.....	18
3.1	Valmistelevat työt	18
3.2	Maakaivannot	18
3.2.1	Kaivantotyön toteuttaminen	18
3.2.2	Luiskan kaltevuus.....	19
3.2.3	Putki- ja johtokaivannot.....	21
3.2.4	Kaapelikaivannot- ja urat.....	22
3.2.5	Salaojakaivannot.....	23
3.2.6	Rumpukaivannot	24
3.3	Arinatyyppit.....	26
3.3.1	Kiviainesarina.....	26
3.3.2	Puuarina.....	27
3.3.3	Teräsbetoniarina	28
3.3.4	Teräslevyarina	29
3.4	Asennusalusta	30

3.4.1	Asennusalustojen materiaalit	31
3.5	Alkutäyttö.....	32
3.5.1	Betoniputket	35
3.5.2	Muoviputket.....	35
3.5.3	Teräspuutket	36
3.5.4	Salaojaputket.....	36
3.5.5	Kaapelit	37
3.5.6	Rummut	37
3.6	Lopputäyttö.....	38
4	HULEVESIPUTKIJÄRJESTELMÄ JA SEN ASENTAMINEN.....	40
4.1	Putkimateriaalit.....	40
4.2	Hulevesiputkien asentaminen.....	40
4.2.1	Hulevesiputkien liittäminen kaivoon	42
4.3	Hulevesi- ja tarkastuskaivot	43
4.3.1	Betoniset hulevesi- ja tarkastuskaivot.....	45
4.3.2	Muoviset hulevesi- ja tarkastuskaivot.....	47
4.3.3	Teräksiset hulevesi- ja tarkastuskaivot.....	49
4.3.4	Kaivojen kansistot	49
5	RUMMUT	50
5.1	Rumpujen rakennetyypit	50
5.2	Rumpujen asentaminen.....	52
5.2.1	Betoniputkirumpujen asentaminen	53
5.2.2	Teräsrumpujen asentaminen.....	54
5.2.3	Muoviputkirumpujen asentaminen	56
6	MAAKAAPELIEN SUOJAPUTKET.....	57
6.1	Kaapelinsuojaputkien tyypit	57
6.2	Kaapelinsuojaputkien asentaminen	57
7	VESIJOHTOPUTKISTOT.....	59
7.1	Vesijohtoputkien asentaminen	59
7.1.1	Suojarakenteen rakentaminen.....	60
7.1.2	Kulmatuen rakentaminen	61
7.2	Vesijohtoputkien liitokset.....	61

7.3	Vesijohtoputkiston laitteet	62
7.3.1	Laitekaivon asentaminen	62
7.3.2	Sulkuventtiilin asentaminen	63
7.3.3	Ilmanpoisto- ja tyhjennysventtiilien asentaminen	63
7.3.4	Palopostien ja palovesiasemien asentaminen	64
7.4	Vesijohdon huuhtelu	64
7.5	Vesijohdon desinfiointi	65
8	ESIMERKKI PUTKILINJAN RAKENTAMISESTA TIEHANKKEELLA.....	66
9	HAASTATTELUOSUUS	69
10	JOHTOPÄÄTÖKSET	72
	LÄHTEET	73
	LIITE 1: KAIVUTYÖN TURVALLISUUSSUUNNITELMA	74
	LIITE 2: RAKENNUSTYÖMAA-ALUEEN KÄYTÖN SUUNNITTELU	76
	LIITE 3: RUMMUNTEKO JA MAA-AINEKSET.....	77
	LIITE 4: TYÖMAAN ALOITTAMINEN	78

1 JOHDANTO

1.1 Tausta ja tavoitteet

Opinnäytetyön aiheena on tiehankkeen putkitöiden rakentaminen ja työturvallisuus. Opinnäytetyön aiheen sain TYL Pulteri E18 Koskenkylä–Kotka -moottoritiehankkeelta. Itse työskentelin työnjohtoharjoittelijana ja suoritin viimeisen harjoitteluni hankkeella kesällä 2013. Työn tavoitteena on tehdä rakentamisohjeet, joiden avulla putkilinjat voidaan rakentaa tiehankkeella ammattitaitoisesti ja turvallisesti ja näin vähentää virheiden tekoa ja niistä johtuvia taloudellisia ja ajallisia menetyksiä. Työhön tehdään työturvallisuusosuus, rakentamisohjeet, esimerkkiosuus putkilinjan rakentamisesta sekä haastatellaan TYL Pulterin johtohenkilöitä putkitöiden rakentamisesta ja työturvallisuudesta. Työn lopussa olevien liitteiden julkaisuun on myöntänyt luvan Destia Oy:n tuotantojohtaja Matti Välikangas.

1.2 TYL Pulteri E18 Koskenkylä–Kotka -moottoritiehanke

Destia Oy ja YIT Rakennus Oy rakentavat Valtatie 7:n (E18) moottoritieksi Koskenkylän ja Kotkan välillä. TYL Pulterin hanke alkaa valtatie 6:n liittymästä Koskenkylästä ja loppuu Kotkan Kymminlinnaan, josta alkaa nykyinen moottoritie. Uutta moottoritietä rakennetaan 53 kilometriä, josta moottoriliikennetietä muutetaan moottoritieksi 17 kilometriä. (Liikennevirasto.fi.)

Uusia eritasoliittymiä rakennetaan kuusi ja kahta nykyistä parannetaan. Siltapaikkoja hankkeelle sisältyy 56, joille rakennetaan 68 uutta siltaa. Siltapaikoista 14 on vesistösilta-, 26 risteyssilta- ja 5 vihersiltapaikkoja. Eläimille tarkoitettuja tien alituspaikkoja on 4 ja kevyenliikenteen alikulkukäytäviä 7. Levähdysalueita tulee olemaan kolme, kevyen liikenteen väyliä 19 kilometriä ja muita tiejärjestelyitä 52 kilometriä. Pohjavesisuojausta rakennetaan 4 kilometrin matkalle ja meluntorjuntaa 35 kilometriä. Ahvenkoskelle rakennetaan Markkinmäen kohdalle 470 metriä pitkä kalliotunneli. Liikennetelematiikan rakentamista venytetään hankkeen molemmista päistä ja sitä tulee yhteensä 83 kilometriä välille Porvoo–Kotka. (Liikennevirasto.fi.)

1.3 Lyhenteet ja määritelmät

TYL = työyhteenliittymä

E18 = Eurooppatie 18

SFS-EN = SFS on Suomessa vahvistetun standardin tunnus ja EN on eurooppalaisessa standardisointijärjestössä CENissä vahvistetun standardin tunnus.

Hv = hulevesiviemäri

Jv = jätevesiviemäri

Vj = vesijohto

D = putken sisähalkaisija

Si = siltti

SiMr = silttimoreeni

Sa = savi

Lj = lieju

Tv = turve

DN = putken nimellisuus

kPa = kilopascal

kNm = kilonewtonmetri

PVC = polyvinyylikloridi

PE = polyeteeni

PP = polypropeeni

2 TIEHANKKEEN TYÖTURVALLISUUS JA SEN OSAPUOLET

Tässä opinnäytetyön osuudessa käsitellään tiehankkeen työturvallisuuteen liittyviä asioita sekä kerrotaan työturvallisuuteen liittyvien osapuolien vastuista ja velvollisuuksista tiehankkeella.

2.1 Osapuolten yleiset velvollisuudet

Rakennushankkeessa on rakennuttajan, suunnittelijan, työnantajan ja itsenäisen työnsuorittajan yhdessä ja jokaisen osaltaan huolehdittava siitä, ettei työstä aiheudu vaaraa työmaalla työskenteleville eikä muillekaan työn vaikutuspiirissä oleville henkilöille. Työntekijän on huolehdittava työnantajalta saamiensa ohjeiden ja opastuksen mukaisesti omasta sekä muiden työntekijöiden turvallisuudesta ja terveydestä, jos hänen työnsä vaikuttaa heihin. Työnantajan ja työntekijöiden on yhteisvoimin pyrittävä ylläpitämään ja parantamaan työturvallisuutta työpaikalla. Työnantajan on huolehdittava, että työntekijät saavat ajoissa tiedon turvallisuuteen ja terveyteen vaikuttavista asioista työpaikalla ja kyseisiä asioita käsitellään ajoissa työnantajan ja työntekijöiden tai heidän edustajansa kesken. (Ympäristöministeriö 2006, 15.)

Työnantajan on huolehdittava työntekijöidensä työturvallisuudesta ja terveydestä työmaalla. Rakennuttaja nimeää yhteiselle työmaalle päätoteuttajan, kun rakennushanke vaatii asiantuntemusta toimintojen yhteensovittamisessa, työmaan yleissuunnittelussa ja työmaan yleisen turvallisuuden toteuttamisessa. Päätoteuttajan rooli on käyttää pääasiallista määräysvaltaa työmaalla. Jos yhteiselle työmaalle ei ole nimetty päätoteuttajaa, vastaa rakennuttaja myös päätoteuttajan velvollisuuksista. Rakennuttajan täytyy huolehtia, että päätoteuttajalla on asiantuntemus ja toimivaltuudet huolehtia työturvallisuuslain velvoitteista. (Ympäristöministeriö 2006, 15.)

Päätoteuttaja kuuluu huolehtia yhteisellä työmaalla seuraavista asioista:

- työmaalla toimivien työnantajien ja itsenäisten työnsuorittajien toimintojen yhteensovittamisesta
- työmaan liikenteen ja liikkumisen järjestelyistä
- työmaan yleisestä turvallisuuden ja terveellisyysedellyttämästä järjestyksestä ja siisteydestä
- työmaan yleissuunnittelusta ja
- työolosuhteiden ja työympäristön yleisestä turvallisuudesta ja terveellisyydestä (Ympäristöministeriö 2006, 16).

2.2 Työsuojelun ja -turvallisuuden yleiset vastuutasot ja valvonta

Rakennuttajan turvallisuustehtäviä hoitaa hankkeelle nimetty turvallisuuskoordinaattori (Liikennevirasto 2012, 83).

Rakennuttajan työturvallisuusvelvoitteita ovat

- suunnittelutoimeksiannossa tarvittavien turvallisuustietojen antaminen suunnittelijoille
- turvallisuuskoordinaattorien nimeäminen
- turvallisuusasiakirjojen laatiminen ja ylläpitäminen
- kirjallisten turvallisuussääntöjen ja menettelyohjeiden laatiminen
- suunnittelun ohjaaminen työturvallisuuden parantamiseksi
- päätoteuttajan nimeäminen
- turvallisuusasiakirjojen tietojen ja päätoteuttajan turvallisuussuunnitelmien käsitteleminen ennen työn alkua
- muutoksien tekeminen rakennuttajan asiakirjojen tietoihin
- turvallisuustietojen välittäminen ja käsittely toteutuksen aikana
- päätoteuttajan turvallisuus- sekä työmaasuunnitelmien laatimisen valvominen
- käyttö- ja huolto-ohjeiden laatiminen ennen rakennuskohteen valmistumista
- kuvallisen henkilötunnisteen käytön valvonnasta huolehtiminen
- yhteistoiminnassa eri rakennustehtäviä toteuttavien tehtävien sovittaminen (Liikennevirasto 2012, 83).

Ylimmän johdon tärkeimmät tehtävät työturvallisuuden kannalta ovat:

- pätevien alempien esimiesten valitseminen
- selkeä tehtävänjaon vahvistaminen
- alempien esimiesten valvominen, että he johtavat ja valvovat töitä työturvallisuuden kannalta tilanteen edellyttämällä tavalla työturvallisuutta koskevien suunnitelmien, ohjelmien ja ohjeiden mukaisesti
- työturvallisuutta arvostavan organisaatiokulttuurin kehittämisestä vastaaminen
- työsuojelutoiminnan, koulutuksen sekä perehdyttämis- ja informaatiojärjestelmien asianmukaisuudesta ja tehokkuudesta huolehtiminen
- työturvallisuuden aineellisista edellytyksistä, kuten tuotantovälineiden ja -tilojen turvallisuudesta vastaaminen ja niistä huolehtiminen jo suunnittelu- ja investointipäätösten yhteydessä (Ympäristöministeriö 2006, 18).

Keskijohdossa kuuluvat esimiehet, jotka toimivat ylimmän johdon alaisina ja heillä on myös omia esimiesasemassa toimivia alaisia. Keskijohdon vastuulla on työsuojelun kannalta:

- työturvallisuusohjeiden laatiminen ja niiden noudattamisen valvonta
- työturvallisuusvalvonnan organisointi
- työturvallisuustieton välittäminen
- koneiden ja laitteiden hankinta ja valvonta
- työyhteisön sosiaalisten suhteiden ja henkisen työsuojelun ilmapiirin valvonta sekä ylimmälle johdolle tarvittavista asioista ilmoittaminen
- esimiehesten riittävän koulutuksen ja työturvallisuuden toteuttamisen ohjeiden saaminen
- vastaaminen osaltaan siitä, että tehtäviin valitaan henkilöitä, joilla on koulutuksensa, kokemuksensa ja henkilökohtaisten ominaisuuksiensa puolesta valmiudet selvittää tehtävästä (Ympäristöministeriö 2006, 18–19).

Työnjohdolla tarkoitetaan esimerkiksi työnjohtajia, työmaapäälliköitä ja nokkamiehiä, jotka vastaavat välittömästä työnjohtamisesta, työnopastuksesta, ohjauksesta ja valvonnasta työmaalla. Työnjohdon tehtäviin työsuojelun kannalta kuuluvat mm. seuraavat asiat:

- työn ja työtehtävien suunnittelu
- työtehtäviin semmoisten henkilöiden valitseminen, joilla on koulutus, kokemusta ja sopivat henkilökohtaiset ominaisuudet selvittää työtehtävästä
- koneiden ja laitteiden kunnan valvonta
- turvallisten työmenetelmien valvonta
- henkilösuojainten käytön valvonta
- käytännön työnopastus työntekijöille (Ympäristöministeriö 2006, 19).

Työntekijälläkin on tärkeitä velvollisuuksia työturvallisuuden suhteen, kuten esimerkiksi:

- noudattaa työnantajan antamia määräyksiä ja ohjeita
- noudattaa työnsä ja työolosuhteiden edellyttämää turvallisuuden ja terveellisuuden ylläpitämiseksi tarvittavaa järjestystä, siisteyttä, huolellisuutta ja varovaisuutta
- huolehtia omasta ja muiden turvallisuudesta ja terveydestä oman kokemuksensa, ammattitaitonsa sekä työnantajan ohjeiden mukaan
- välttää muihin työntekijöihin kohdistuvaa häirintää ja muuta epäasiallista kohtelua, joka aiheuttaa heidän turvallisuudelleen tai terveydelleen haittaa tai vaaraa
- ilmoittaa työnantajalle ja työsuojeluvaltuutetulle työolosuhteissa, työmenetelmissä, koneissa, työvälineissä, henkilösuojaimissa tai muissa laitteissa havaitsemistaan vioista tai puutteista
- käyttää ja hoitaa ohjeiden mukaisesti työnantajan hänelle antamia henkilösuojaimia tai muita varusteita
- käyttää koneita, työvälineitä ja muita laitteita sekä niissä olevia turvallisuus- ja suojalaitteita saamiensa ohjeiden mukaan. (Ympäristöministeriö 2006, 19–20.)

2.3 Tiehankkeen työturvallisuuden pätevyysvaatimukset

Tiehankkeella työskenteleviltä edellytetään tiettyjä pätevyysvaatimuksia. Pätevyysvaatimuksia edellytetään seuraavilta henkilöiltä:

Tieturva 1 -koulutus edellytetään

- liikenteenohjaajalta
- henkilöltä, joka osallistuu tiellä tehtävään tienpitoon liittyvään työhön
- tie- ja päällysmateriaalien kuljetuskaluston kuljettajalta
- työkoneen kuljettajalta
- henkilöltä, joka työskentelee muissa tehtävissä tiellä
- Tieturva 2 -koulutukseen osallistujalta (Liikennevirasto 2011, 9).

Tieturva 1 -koulutusta EI edellytetä:

- kertaluontoisesti työskentelevältä ajoneuvon kuljettajalta
- tilapäisessä ja lyhytkestoisessa työssä työskentelevältä henkilöltä Tieturva 2 -pätevän henkilön seurassa
- siivoustyöntekijältä
- vapaaehtoistyöntekijältä
- mittaus- ja kartoitustöitä tekevältä henkilöltä (Liikennevirasto 2011, 9).

Tieturva 2 -koulutus ja tutkinto edellytetään:

- päätoteuttajan työ- ja liikenneturvallisuusvastaavalta
- työnjohto-, valvonta- ja liikenteen järjestelytehtävissä työskentelevältä
- ELY-keskuksen aluevastaavalta
- urakka-asiakirjojen valmistelijoilta ja hankintakonsulteilta
- tilaajan tarkastus- ja valvontahenkilötä ja rakennuskonsultilta (Liikennevirasto 2011, 9).

Työturvallisuuskortti edellytetään

- kaikilta hankkeella työskenteleviltä (Liikennevirasto 2011, 10).

Tulityökortti edellytetään

- kaikilta tulitöitä tekeviltä henkilöiltä (Liikennevirasto 2011, 10).

2.4 Maanrakennustöiden työturvallisuus

Maanrakennustöissä on noudatettava mitä rakennustyön turvallisuudesta on työturvallisuuslaissa ja valtioneuvoston päätöksessä määrätty. Hankkeen toteuttamisen järjestelyä suunniteltaessa edistetään työturvallisuutta mm. laatimalla turvallisuusasiakirja, työturvallisuussuunnitelma, tekemällä ilmoitus työsuojelupiiriin töiden aloittamisesta, määrittelemällä urakkarajat ja töiden ajoitus niin, että ne tukevat töiden turvallista suorittamista sekä valitsemalla töihin urakoitsijat, joilla on turvalliset työskentelytavat. (Ympäristöministeriö 2006, 36.)

2.4.1 Kaivantotöiden turvallisuus

Kaivantotöiden työturvallisuus taataan suunnittelemalla ja rakentamalla kaivanto huolellisesti ja ohjeiden mukaan. Suunnitteluvaiheessa on otettava myös huomioon työkoneille riittävä työskentelytila. (Ympäristöministeriö 2006, 37.)

Kaivannon suunnittelua ja rakentamista vaikeuttavat mm:

- vaikeat ja vaihtelevat pohjaolosuhteet
- pohjaveden korkeus
- kaivannon suuri syvyys
- lähellä olevat rakenteet
- työkoneista, paalutuksesta, räjäytystöistä yms. aiheutuvat tärinät
- kaivumassojen läjitys
- pitkäaikainen sade tai kuivuminen
- lämpötilavaihtelut (Ympäristöministeriö 2006, 37).

Sortuilevat kaivantoluiskat ovat varoitus sortumavaarasta. Onnettomuuksien estämiseksi toimenpiteisiin on ryhdyttävä mahdollisimman nopeasti sortumien estämiseksi. Ajoneuvot, maanrakennuskoneet, nostokalusto sekä kaivettavat maamassat on sijoitettava turvallisen etäisyyden päähän kaivannon reunasta, riippuen maan laadusta ja kaivannon syvyydestä. (Ympäristöministeriö 2006, 39, 40.)

Liikenne on ohjattava riittävän kauas kaivannon reunasta ohjauspuomein ja estein. Liikenteen läheisyydessä sijaitsevan kaivannon reunoille pituussuuntaisesti tulee asentaa kaide- tai betoniesterakenteet. Tiehen nähden poikittaissuuntaisesti kaivanto tulee suojata kaivannon edessä olevalla turvavälillä ja törmäyesteellä, jona voi toimia esimerkiksi hiekkakasa tai autonrengasnippu. (Työturvallisuuskeskus 2006, 15.)

2.4.2 Nostotöiden turvallisuus

Työturvallisuuslain mukaan on kuljetus- ja siirtotöiden aiheuttamat vaarat arvioitava erikseen muista vaaroista. Se edellyttää myös nostotöiden suunnittelua ja turvallisuusperiaatteiden noudattamista. Vaikeita nostotöitä varten on tarpeen vaatiessa laadittava erillinen nostotyösuunnitelma. Käytettäessä samanaikaisesti useampaa kuin yhtä nosturia on aina laadittava nostotyösuunnitelma. (Ympäristöministeriö 2006, 44.)

Nostokoneen tai -laitteen sijoittamisessa on otettava huomioon sen edellyttämä turvallinen käyttö sekä riittävä käyttötila. Nostolaite on perustettava ja ankkuroitava tai tuettava siten, ettei se käytettäessä pääse liikkumaan niin, että aiheutuisi vaaraa. Nostolaitteen sijoittamisessa sen alla olevan maapohjan kantavuuden selvittäminen on tärkeää. Nostolaite tulee sijoittaa mahdollisuuksien mukaan siten, että laitetta käyttävä henkilö voi valvoa jatkuvasti taakan liikkumista. Jos tämä ei ole mahdollista, on nostolaitteen käyttäjän apuna oltava merkinantaja. Nostolaitteiden ja liikenteen vä-

lissä on oltava riittävä suojavyöhyke sekä nostotöitä tehdessä on erityisesti huomioitava, ettei henkilöitä ole sijoittunut vaaralliselle alueelle. (Ympäristöministeriö 2006, 44.)

Nostolaitteiden taakan nostamiseen, laskemiseen, siirtämiseen tai ripustamiseen käytettävissä nostorakseissa, -palkeissa, -saksissa tai vastaavissa nostoapuvälineissä on oltava sen tunnistetiedot sisältävä tunnuslevy sekä selvästi merkittynä suurin sallittu kuorma ja muut turvallisen nostotyön edellyttämät merkinnät. (Ympäristöministeriö 2006, 44, 45.)

2.5 Työskentely liikennealueella

Tiealueella työskentely määritellään lain mukaan työksi, johon liittyy erilaisia vaaroja työntekijän turvallisuudelle ja terveydelle. Maanteillä työskentelyyn osallistuvalla työntekijältä edellytetään pätevyysvaatimus, jonka henkilö täyttää Tieturva 1 -koulutuksen käytyään. Tiellä tai muulla liikennealueella työskennellessä tienpitäjällä on varmistamisvelvollisuus ulkopuolisen urakoitsijan perehdyttämisestä. Tiealueella tehtävissä töissä työnjohdolta vaaditaan vähintään Tieturva 2 -koulutuksella saattava pätevyys. Tieturva 2 -koulutusta edellytetään myös päätoteuttajan nimeämältä vastuuhenkilöltä, muun urakoitsijan vastuunalaiselta henkilöltä ja työnaikaisten liikennejärjestelyjen suunnittelijalta. Tieturva 2 -koulutusta suositellaan myös rakennuttajan edustajille. (Ympäristöministeriö 2006, 33.)

Tiealueella tehtäviin töihin on hankittava tienpitäjän lupa. Tienpitäjä määrää tiealueella työskentelyyn myöntämässään lupapäätöksissä noudatettavaksi Tiehallinnon ohjeita "Liikennejärjestelyt ja työturvallisuus tiellä tehtävässä työssä" ja luvan saanut vastaa siitä, että liikennejärjestelyt hoidetaan noudattaen Tielaitoksen ohjetta "Liikenne tietyömaalla". Lisäksi työntekijöiden on käytettävä heijastavia varoitusvaatteita standardin SFS-EN-471 mukaisesti. Työhön käytettävä alue on pidettävä sellaisessa kunnossa, ettei siitä ole vaaraa liikenneturvallisuudelle tai merkittävää haittaa tienpidolle. Tiealueella työskenneltäessä tärkein tehtävä turvallisuuden kannalta on työntekijöiden ja liikenteen varoittaminen ja ohjaaminen työmaan kohdalla. Liikennejärjestelyihin vaikuttaa itse työkohteessa tehtävä työ, rakennusvaihe, työmenetelmä, materiaaliliikenne, varastointi, huolto jne., joiden huomioon ottaminen on yhtä välttämätöntä kuin yleisen liikenteen sujuminen. Huolellinen suunnittelu, hyvät turvavarusteet ja liikenteen järjestelyissä tarvittavien laitteiden laatu ja riittävä määrä takaavat työlle vaatimuksia vastaavat olosuhteet. (Ympäristöministeriö 2006, 33.)

2.5.1 Liikenteen aiheuttamat vaarat

Liikenne aiheuttaa jatkuvasti vaaraa liikennealueilla työskenteleville ja liikenteen aiheuttamat tapaturmat ovat yleensä seurauksiltaan vakavia ja jopa kuolemaan johtavia. Usein ajoneuvojen kuljettajat eivät ota tiellä työskentelevien henkilöiden turvallisuutta tarpeeksi huomioon ja työkohte ohitetaan liian suurella nopeudella tai liian läheltä työntekijöitä. (Liikennevirasto 2012, 21.)

Tiellä tehtävissä töissä sattuneiden liikenneonnettomuuksien yleisimpiä syitä ovat mm:

- työkohteen havaitseminen liian myöhään
- huono näkyvyys (mm. pimeys, isot kulkuneuvot, auringon häikäisy, työstä aiheutuva pöly, lumi)
- tiellä liikennöivien väsyneisyys tai päihtyneisyys
- ylinopeus
- työntekijän havaittavuuden häiriintyminen (mm. työkoneet, kirkkaat valonlähteet, opastus- ja mainostaulut, kiinnostava tapahtuma työmaalla tai vastaantuleva liikenne)
- työkoneet (Liikennevirasto 2012, 22).

2.5.2 Työntekijän oman toiminnan merkitys työturvallisuuteen liikennealueella

Työskenneltäessä vaarallisissa olosuhteissa ilman vahinkoja totutaan työn tai työmaan vaarallisuuteen. Työskenneltäessä unohdetaan muu liikenne ja otetaan suurempia riskejä, työkone voidaan pysäköidä vaarallisesti, tiealueella liikutaan riskialttiisti, lyhytkestoista työtä varten ei kehdeta tehdä tarvittavia suojaus- tai liikennejärjestelyitä. Kun riskiä on otettu liian paljon tai kun olosuhteet muuttuvat aikaisemmasta vähänkin huonompaan suuntaan, syntyy vaaratilanne tai jopa onnettomuus. Nuoret ja kokemattomat työntekijät ovat kokeneita työntekijöitä riskialttiimpia onnettomuuksille liikennealueella tapahtuvissa työtehtävissä, joten kokeneempien työntekijöiden täytyisi opastaa ja huolehtia kokemattomampien turvallisuudesta. Kokeneemmille työntekijöille sattuu kokemattomia harvemmin onnettomuuksia, mutta kokeneiden työntekijöiden työtapaturmat ovat usein vakavempia. (Liikennevirasto 2012, 23.)

Tiealueen vaarallisimpia työtehtäviä ovat mm:

- tiemerkintöjen teko ja poisto
- liikennemerkkien ja liikenteenohjauslaitteiden asennus ja poisto
- työskentely jalkaisin tiealueella
- auraus ja suolaus hankalissa olosuhteissa
- työskentelyn toisen ajokaistan ollessa suljettuna
- päällystystyöt
- liikenteenohjaus
- puhtaanapitotyöt jalkaisin
- mittaustyöt
- liikennejärjestelyjen toteutus, ylläpito ja purkaminen (Liikennevirasto 2012, 24).

2.5.3 Turvallisuuden takaaminen tietyökohteessa liikennejärjestelyin

Tietyökohteen liikennejärjestelyiden tavoitteet ovat:

- huolehtia liikenteen ja työntekijöiden turvallisuudesta
- varoittaa liikennettä työkohteesta
- luoda mahdollisuus työskennellä liikenneväylällä turvallisesti
- huolehtia liikenteen sujuvuudesta
- olla aiheuttamatta tarpeetonta haittaa liikenteelle (Liikennevirasto 2012, 38).

Turvallinen työskentely tiealueella taataan siten, että työkohteeseen, työskentelevät koneet ja työntekijät voidaan havaita tarpeeksi ajoissa, jolloin työkohteeseen ei ylläty liikennettä. Kun ajoneuvon kuljettaja havaitsee työkohteen hyvissä ajoin, hän voi sovittaa nopeutensa ja ajotapansa olosuhteita vastaavaksi. Tärkeimmät keinot työkohteen havaittavuuden parantamiseksi ovat ennakoivat varoitusmerkit ja työkohteen merkitseminen sulku- ja varoituslaittein. Työntekijöiden oikeanlaiset varoitusvaatteet sekä koneiden varoituslaitteet tehostavat myös työkohteen näkyvyyttä. (Liikennevirasto 2012, 38.)

Liikennejärjestelyissä tulee noudattaa liikennesääntöihin ja ohjeisiin perustuvaa yhteistä käytäntöä työkohteesta toiseen, minkä tavoitteena on rakentaa liikenteessä ajoneuvoja kuljettaville henkilöille kokemuksiin perustuva turvallinen toimiminen kohdatessaan tietyökohteeseen. Näin kuljettajan epävarmuus ja virheikäyttäytyminen vähenee, jolloin turvallisuus ja liikenteen sujuvuus paranee. Liikennejärjestelyiden tulee viestiä ajoneuvon kuljettajalle työkohteen vaarallisuudesta ja ajamisen vaikeudesta, jolloin kuljettaja osaa sovittaa nopeutensa ja ajotapansa työkohteen vaatimusten mukaan. (Liikennevirasto 2012, 38–39.)

2.5.4 Varoitusvaatetus ja henkilönsuojaimet

Varoitusvaatetuksen käyttö on tärkein henkilökohtaista turvallisuutta parantava tekijä liikennealueella työskennellessä. Oikeanlainen varoitusvaatetus parantaa huomattavasti työntekijän näkyvyyttä ja havaittavuutta työkohteessa. Varoitusvaatetusta on käytettävä kaikkien työmaalla tai työkohteessa jalan liikkuvien. Työkoneissa on oltava varusteena varoitusliivit, ellei koneen kuljettajan työasu täytä varoitusvaatetuksen vaatimuksia. (Liikennevirasto 2012, 92.)

Työnantajan on hankittava ja annettava työntekijälle kaikki olosuhteisiin ja työtehtäviin nähden tarvittavat ja tarkoituksenmukaiset henkilönsuojaimet, esimerkiksi suojakypärä, suojalasit, turvakengät, kuulosuojaimet jne, suojaamaan työntekijää tapaturmilta ja sairastumiselta. Työntekijän tulee käyttää henkilönsuojaimia työnantajan antamien ohjeiden mukaisesti ja ilmoittaa viipymättä työnantajalle suojaamisesta ilmenneistä vioista ja puutteista. (Liikennevirasto 2012, 93.)

Varoitusvaateluokitus tiealueella työskenneltäessä:

- luokka 1: ei hyväksytä ollenkaan tiellä työskenneltäessä
- luokka 2: tiellä työskenneltäessä standardin SFS-EN 471 mukainen näkyvä varoitusvaatetus, jonka suojuokka on näkyvän materiaalin vähimmäispinta-alan mukaan määriteltyä 2
- luokka 3: liikenteenohjaustehtävissä standardin SFS-EN 471 luokan 3 mukainen CE-merkitty varoitusvaatetus. (Liikennevirasto 2012, 93.)



KUVA 1. Suojuokan 2 työtakki. Kuva Antti Nykänen 2014

3 TIEHANKKEEN PUTKILINJOJEN RAKENTAMINEN

Tässä opinnäytetyön osuudessa kerrotaan, miten rakentaa putkilinjat ammattitaitoisesti kaivannon kaivusta täyttötöihin tiehankkeella.

3.1 Valmistelevat työt

Alueelta raivataan ja otetaan talteen pintamaat suunnitelmien mukaisesti. Pintamaa läjitetään tai hyödynnetään tarkoitukseen osoitetuille paikoille. Pilaantuneet maa-ainekset käsitellään suunnitelmi- en, työn aikana annettavien kirjallisten ohjeiden tai viranomaisten ohjeiden mukaan. Varastointi ei saa haitata pintavesien virtausta. (InfraRYL 2012/1, 11410.)

3.2 Maakaivannot

Maakaivantoja tehdään mm. putkien ja rumpujen asennusta varten. Kaivantosuunnitelma tehdään, jos sortumisvaara on mahdollinen sekä kaikista yli 2 m syivistä kaivannoista. Kaivantosuunnitelmasta selviää tuentatarve, kaivussyvyys ja luiskan kaltevuus. Suunnitelmassa esitetään myös kaivannon luiskien, kaivannon pohjan, pohjaveden pinnan ja ympäristön tarkkailun järjestäminen. (InfraRYL 2012/1, 16200.)

3.2.1 Kaivantotyön toteuttaminen

Ennen kaivannon kaivutöiden aloittamista on arvioitava tarvittavan kaivukaluston koko kaivannon koon ja olosuhteiden mukaan. Kaivutyö toteutetaan kaivantosuunnitelmissa esitetystä laajuudesta, ettei sortumisvaaraa synny. Liiallista kaivua on vältettävä leveys- sekä syvyysuunnassa. Luiskien liikkeitä seurataan tarkkailemalla ja tarvittaessa mittaamalla maan pinnan liikkeitä kaivannon läheisyydessä. Jos luiskien läheisyydessä havaitaan maan liikkeitä tai vetohalkeamia, on luiskaa loiven- nettava tai kaivantoa täytettävä. Asiasta on ilmoitettava kaivannossa työskenteleville ja työnjohdolle. Kaivumassoja ei saa läjittää tilapäisestikään siten, että ne voisivat aiheuttaa kaivannon luiskan sor- tumisen tai edes sen vaaran. Kaivannon reunalla tulee aina olla riittävä vapaa vyöhyke. (InfraRYL 2012/1, 16200.)

Kaivanto pidetään työn aikana niin kuivana, että kaivannossa tehtävät työvaiheet voidaan tehdä asianmukaisesti ja pohjamaa pysyy mahdollisimman häiriintymättömänä. Ulkopuolisen veden pääsy kaivantoon estetään niskaojilla, kaivannon reunan muotoilulla tms. Kaivannon pohjan ja luiskien eroosiosuojaukseen tulee kiinnittää huomiota, jos pinta- ja pohjavettä arvioidaan tulevan runsaasti. Kaivantoon kertyvä vesi pumpataan pois, ellei suunnitelmissa ole muuta määrätty. Maa-aineksia si- sältävää vettä ei saa johtaa jo rakennettuihin putkistoihin. Työnaikaisissa vedenpoistolinjoissa tulee olla selkeytsaltaat tai vastaavat rakenteet. (InfraRYL 2012/1, 16200.)



KUVA 2. Vettä rumpukaivannossa. Kuva Antti Nykänen 2013

Kaivannon pohjan jäätyminen tulisi estää tekemällä kaivutyöt välittömästi ennen putkiasennusta tai käyttämällä suojaustoimenpiteitä. Kaivannon seinämien jäätyminen tulisi myös estää kaivannon ylimmän putken laen korkeutta alempaa. (InfraRYL 2012/1, 16200.)

Kaivantoa kaivaessa kaapelit on kaivettava lapiokaivuna tarpeeksi näkyville niiden suunnan ja syvyyden varmistamiseksi, minkä jälkeen konekaivuetäisyys kaapeleista on 0,2 m. Kaapeleita kaivaessa täytyisi miettiä sopiva kauhavaihtoehto kaivukoneeseen. Ilman näitä toimenpiteitä konekaivua ei saa ulottaa 1,5 m lähemmäksi merkattuja kaapelireittejä. Kivisessä maassa on konekaivuetäisyyttä suunnitettava kivien mahdollisen liikkumisen vuoksi. Maakiilakoneen käyttö kaapeleiden läheisyydessä on kielletty. Talvella kaapeleiden ja putkien läheisyydessä kaivaminen edellyttää jäätyneen maan sulattamista. Vesijohtojen kohdalla maata leikatessa on varmistettava, ettei vesijohto pääse jäätymään. (InfraRYL 2012/1, 16200.)

3.2.2 Luiskan kaltevuus

Luiskan kaltevuutta valittaessa on otettava huomioon maalaji ja seuraavat olosuhdetekijät:

- kaivannon aukioloaika
- ympärillä olevat täytöt ja kaivannot sekä ympäristön muut rakenteet
- routiminen ja ruodan sulaminen
- pitkäaikainen sade
- pohjaveden korkeus ja suotautuminen
- liikenteen, lousinnan, paalutuksen yms. aiheuttama värinä. (InfraRYL 2012/1, 16200.)

TAULUKKO 1. Tukemattoman kaivannon luiskakaltevuudet karkearakeisissa maalajaiessa sekä moreenissa ja karkeissa silttimaalajeissa. (InfraRYL 2012/1, 16200.3.)

Maapohja	Kaivannon syvyys (m) 1)		
	< 1,2	1,2 - 2,0	> 2,0
	Luiskan kaltevuus		
Löyhä ja keskitiivis siltti Löyhä ja keskitiivis hiekka Löyhä sora Löyhä moreeni	pystysuora	20 - 40° riippuen maa-aineksen laadusta ja ominaisuuksista	
Tiivis siltti 2) Tiivis hiekka Keskitiivis sora Keskitiivis moreeni 2)	pystysuora	< 2:1 – 3:1	< 1:1 – 2:1
Tiivis sora Tiivis moreeni	pystysuora	< 4:1 – 5:1	< 3:1 – 4:1

- 1) Yli 2 m syvässä kaivannoissa tulee suurin kaivussyvyys ja luiskan kaltevuus miettiä olosuhteiden mukaan.
- 2) Jos kaivetaan pohjaveden pinnan tuntumassa tai sen alapuolelle, on käytettävä löyhän maan kaltevuuksia.

TAULUKKO 2. Tukemattoman kaivannon suurin syvyys ja luiskien kaltevuus koheesiomaissa. (Infra- RYL 2012/1, 16200.3.)

Maapohja	Luiskan kaltevuus					
	5:1	3:1	2:1	1:1	1:2	1:3
	Suurin kaivussyvyys					
IV Hyvin pehmeä savi (su = 7 - < 10 kPa)	-	-	-	1,7	1,9	2,1
V Pehmeä savi (su = 10 - < 20 kPa)	1,6	1,7	1,9	2,3	2,5	2,7
VI Sitkeä savi (su = ≥ 20 kPa)	2,0	2,5	3,0	3,2	3,7	4,0
Kun on olemassa sortumisvaara ja yli 2 metriä korkea kaivanto, on tehtävä kaivantosuunnitelma.						

su = pienin mitattu suljettu leikkauslujuus

IV

- Ei kaivumassoja 5,0 m lähemmäs kaivannon reunaa
- 20 tonnin työkone yli 6,0 m etäisyydellä kaivannon reunasta

V

- Kaivumassoja 5 kPa (n. 0,3 mn kerros) tai
- 10 tonnin työkone yli 2,0 m etäisyydellä tai
- 20 tonnin työkone yli 3,5 m etäisyydellä kaivannon reunasta

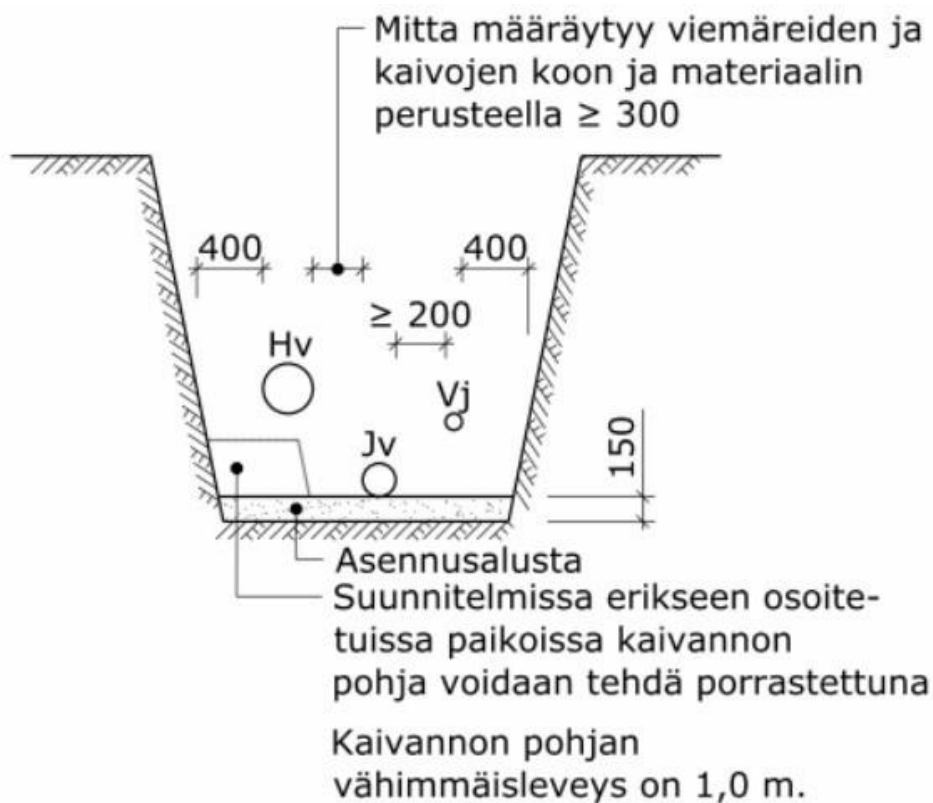
VI

- Kaivumassoja 25 kPa (noin 1,5 m kerros) tai
- 10 tonnin työkone yli 1,5 m etäisyydellä tai
- 20 tonnin työkone yli 2,0 m etäisyydellä kaivannon reunasta

3.2.3 Putki- ja johtokaivannot

Putki- ja johtokaivannot tehdään putkien ja johtojen asennusta varten. Putki ja johtokaivannot ovat yleensä tukemattomia kaivantoja, joiden tarkoituksena on toimia tarkoituksenmukaisina ja oikean syvyisinä putki- ja johtorakenteiden sijoituspaikkana. Syvyydeltään kaivanto tulee olla suunnitelma-asiakirjojen mukainen. Ellei muuten ole määrätty, putkistojen ja kaivojen rakenteet ja pohjavahvistukset rakennetaan liikennealueilla tien poikki kulkevilla putkissa päätierumpujen rakenneperiaatteella. Taas painuvalla pohjamaalla tai sen tiiviyden ja kantavuuden jyrkästi vaihtuvalla alueella laaditaan pohjavahvistussuunnitelma. Suunnitelma-asiakirjojen mukainen massanvaihdon syvyys ja pituus tarkistetaan rakentamisen aikana pohjaolosuhteiden perusteella. Painumisominaisuuksiltaan hyvin erilaisten maakerrosten tai kallion ja kokoonpuristuvan maakerroksen rajakohdassa kaivu toteutetaan siirtymäkiilan rakentamiseksi vähintään 0,5 m normaalin kaivutason alapuolelle. Kalliokaivannoissa ja louhikoissa tai kivisessä maassa kaivu tehdään vähintään 150 mm putken alareunan alapuolelle. Kaivantoa kaivettaessa on otettava huomioon arinarakenteen ja asennusalustan paksuus sekä putkien ja johtojen tarvittava peittosyvyys. Kaivantoon tehdään tarvittavat levennykset kaivojen ja muiden laitteiden kohdalle. Kaivojen kohdalla kaivantoa levitetään niin leveäksi, että

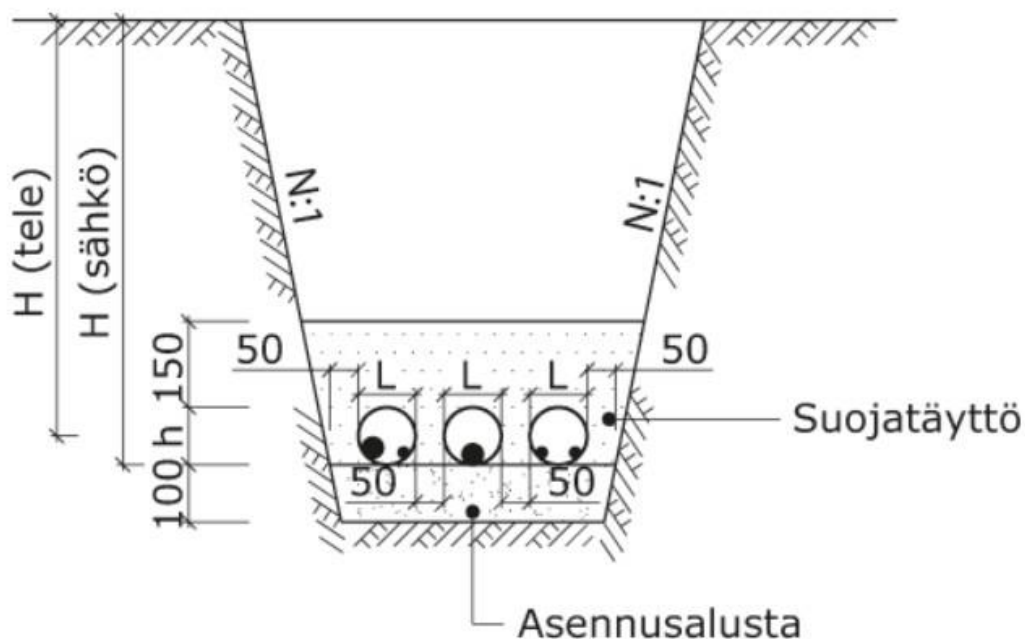
kaivon ympärille mahtuu 400 mm:n levyinen täyttö. Johtokaivannon pohjan leveys riippuu putkien ulkohalkaisijasta, putkien välisestä etäisyydestä sekä putkien ja kaivannon seinämän välisestä etäisyydestä. Jos kaivannossa joudutaan työskentelemään, on kaivannon pohjan oltava vähintään 1,0 m leveä. Kuvassa 3 on esitetty tukemattoman kaivannon vähimmäismitat. (InfraRYL 2012/1, 16210.)



KUVA 3. Tukemattoman kaivannon vähimmäismitat (InfraRYL 2012/1, 16210.3.)

3.2.4 Kaapelikaivannot- ja urat

Kaapelikaivannot- ja urat tehdään siten, että kaapelit voidaan asentaa ja putkitukset rakentaa suunnitelmien mukaan sallittujen mittapoikkeamien rajoissa. Putkitukset käsittävät mm. perinteiset maakaapeleiden suojaputket. Kaukolämpöjohtojen, kaapeleiden yms. kaivannot tehdään asianomaisten toimijoiden mukaan. Kaivannon syvyys määräytyy suunnitellun asennussyvyyden ja arinarakenteen mukaan. Televerkon maakaapelit ajoratojen kohdalla asennetaan normaaleissa olosuhteissa vähintään 0,8 m:n syvyyteen maan pinnasta kaapelin yläpintaan mitattuna, kun taas ajoratojen ulkopuolella asennussyvyys on vähintään 0,3 m. Pelloilla asennussyvyys on vähintään 0,7 m. Kuvassa 4 on esitetty kaapelikaivannon vähimmäismitat. (InfraRYL 2012/1, 16212.)



KUVA 4. Kaapelikaivannon vähimmäismitat (InfraRYL 2012/1, 16212.3.)



KUVA 5. Telematiikkakaapelin suojaputkikaivanto liikennealueen ulkopuolella. Kuva Antti Nykänen 2013

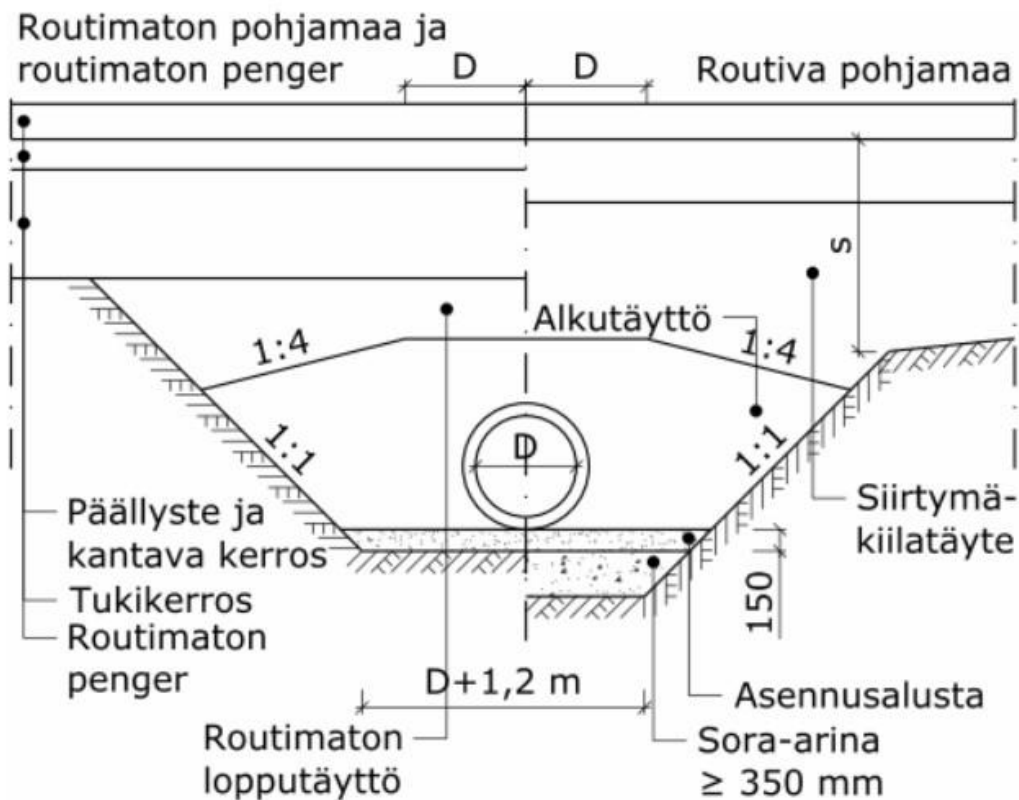
3.2.5 Salaojakaivannot

Salaojakaivannon pohjan leveys tulee olla vähintään 0,4 m. Kaivanto tehdään vain niin leveäksi, kuin putkien asennus-, tukemis-, ja täyttötöön kannalta on tarpeellista. Jos salaojan perustaminen ei vaadi vahvistamista tai asennusalustaa, ei pohjaa saa kaivaa kuivatussyvyyttä alemmaksi. Kaivannon pohja tasoitetaan ja tiivistetään alusrakennetta vastaavaksi. Valmiin salaojaputken alustan tason sal-

littu poikkeama on ± 20 mm. Vaakasuuntaisen sijainnin poikkeama ei saa olla yli 200 mm. (InfraRYL 2012/1, 16211.)

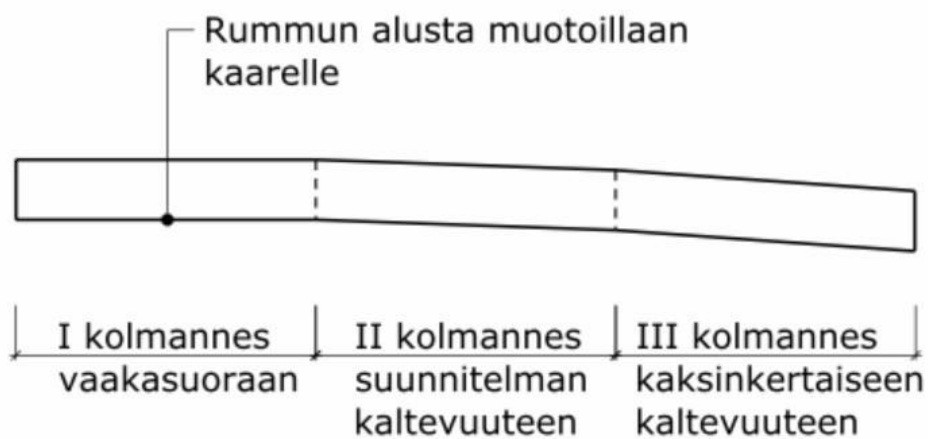
3.2.6 Rumpukaivannot

Rumpukaivannon pohjan leveys määräytyy rummun ulkohalkaisijan mitasta ja tiivistysmenetelmän vaatimasta tilasta molemmin puolin rumpua. Tiivistysmenetelmän, esimerkiksi tärylätjän vaatima tila on yleensä noin 0,6 m. Rumpukaivantoa kaivettaessa on otettava huomioon suunnitellun asennussyvyyden lisäksi myös arinarakenteen ja asennusalustan paksuus, jotta kaivannosta tulee tarpeeksi syvä. Esimerkki rumpukaivannosta on esitetty kuvassa 6. Päätierummun keskikohdan ennakoitu painuminen otetaan huomioon pehmeiköillä painumaennusteisiin perustuvan suunnitelman mukaisesti tekemällä rummun asennusalustaan ennakkokokohotus. Jos painumaennusteisiin perustuvia suunnitelmia ei ole, voidaan rummun esikohotus tehdä esimerkiksi kuvan 7 mukaisesti. (InfraRYL 2012/1, 16220.)

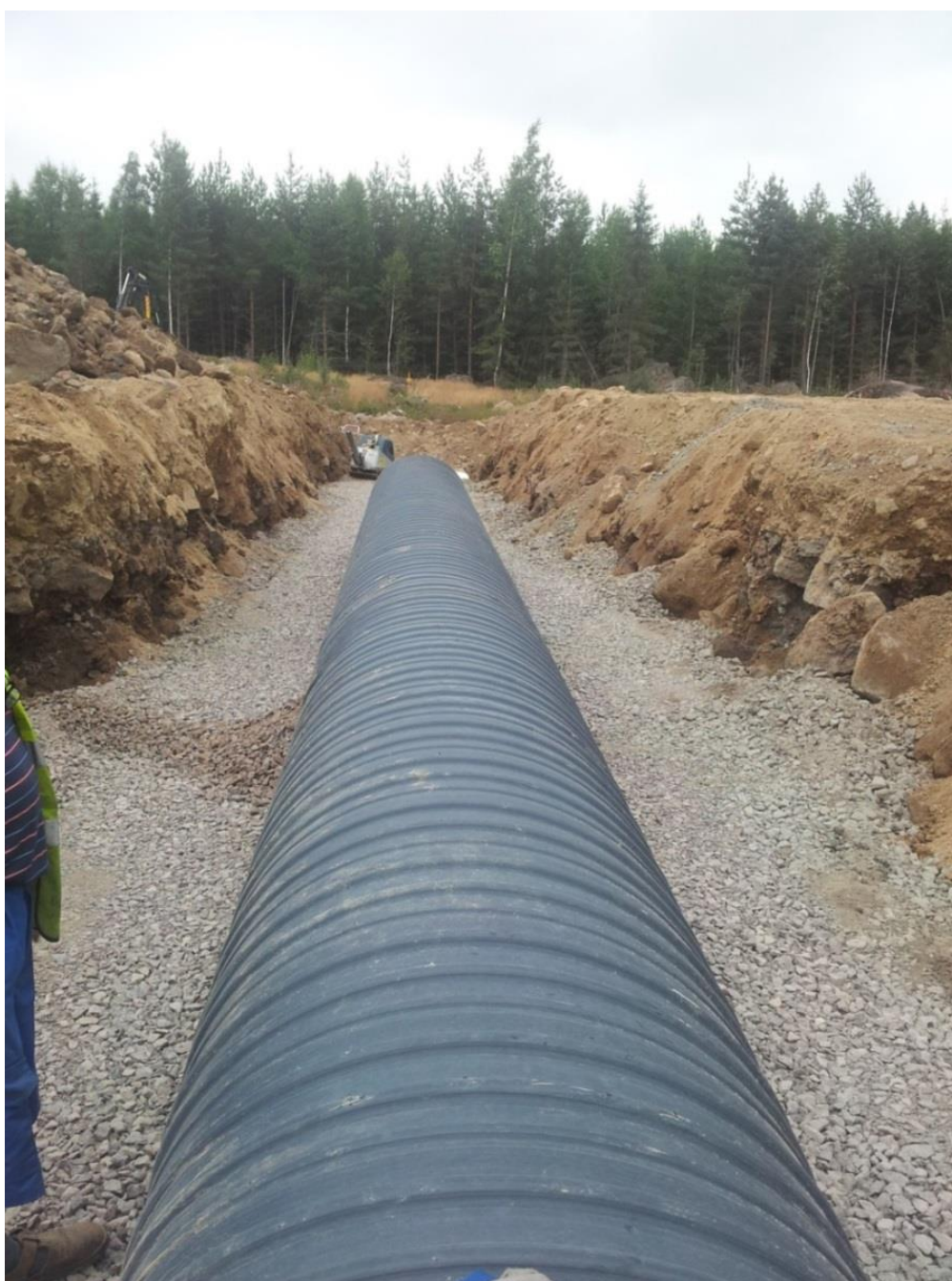


s = siirtymäkiilan syvyys

KUVA 6. Rumpukaivanto maapohjalla tierakenteissa (InfraRYL 2012/1, 16220.3.)



KUVA 7. Rummun asennuskaltevuudet tierakenteissa (InfraRYL 2012/1, 14340.2.)



KUVA 8. Rumpuputki asennettuna kaivantoon asennusalustan päälle. Kuva Antti Nykänen 2013

3.3 Arinatyyppit

Arinatyyppi valitaan suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti.

3.3.1 Kiviainesarina

Kiviainesarinan alusta tulisi tasoittaa mahdollisimman tasaiseksi ennen arinarakenteen rakentamisen aloittamista. Alustan tulee olla kuiva ja sula sekä mahdollinen lumi ja jää poistetaan kaivannosta ennen pohjan taso- ja täyttötöitä. Kiviainesarina tehdään sorasta tai murskeesta, jonka rakeisuus on 0/32 tai jonka raekoko on enintään 2/3 kerroksen paksuudesta, enintään 150 mm. (InfraRYL 2012/1, 13310.)

Routivalle alustalle rakennetaan vähintään 0,3 m:n paksuinen kiviainesarina. Routimattomalle alustalle rakentaessa riittää ohuempikin arina. Arinan yläpinnan jäädessä siirtymäkiilasyvyyden yläpuolelle ja pohjamaan ollessa erittäin routivaa (Si, SiMr) tai pehmeää, arinan paksuus tulee olla vähintään 0,5 m. Liikennealueilla tien poikki kulkevissa putkissa käytetään päätierumpujen rakenneperiaatteita. Pohjamaan ollessa painuvaa, tiivyyden tai kantavuuden vaihtuessa jyrkästi esimerkiksi kallion ja pehmeikön risteämiskohdassa, laaditaan pohjanvahvistussuunnitelma. (InfraRYL 2012/1, 13310.)



KUVA 9. Rumpujen arinat ja pohjanvahvistukset tierakenteissa (InfraRYL 2012/1, 13310.3.2.)

Tarvittaessa tierakenteissa pohjamaan ja kiviainesarinan väliin asennetaan vähintään N3-käyttöluokan suodatinkangas. Suodatinkankaan tarve on mm. seuraavissa tapauksissa:

- isorakeiselle alustalle rakentaessa, esimerkiksi louherakenteeseen, estämään kiviainesarinan materiaalin varisemisen louherakenteen sekaan
- märillä Si- tai SiMr- tai pehmeillä Sa-, Lj- tai Tv-alustoilla, jos kiviainesarinassa on 2 mm:n seulan läpäiseviä rakeita 25-50 %
- muilla huonosti kantavilla routivilla alustoilla, jos kiviainesarinassa on 2mm:n seulan läpäiseviä rakeita 15-25%
- kaikilla alustoilla, jos kiviainesarinassa on 2mm:n seulan läpäiseviä rakeita alle 15 % (InfraRYL 2012/1, 13310).

Kiviainesarinan suurin sallittu epätasaisuus 3 m:n matkalla on ± 20 mm. Paksuuden sallittu poikkeama on + 0,1 m ja leveyden + 0,2 m. Arinan sijainti ja korko tarkistetaan ennen putkien ja rumpujen asentamista, jotta liian suurilta poikkeamilta vältytään. Kiviainesarina tulee tiivistää täryyttä-

mällä enintään 300 mm kerroksissa. Kiviainesarinan tiiviyyttä ja kantavuutta voidaan mitata tarvittaessa mm. levypainuma- tai Throxler-kokein. Tiiviysmittaus- ja kantavuuskokeiden tulokset, mittauspöytäkirjat, materiaalitodistukset, rakeisuuskäyrät yms. liitetään työmaalla kelpoisuusasiakirjaan. (InfraRYL 2012/1, 13310.)



KUVA 10. Throxler-kokeen ottoa rumpuputken kiviainesarinarakenteesta. Kuva Antti Nykänen 2013

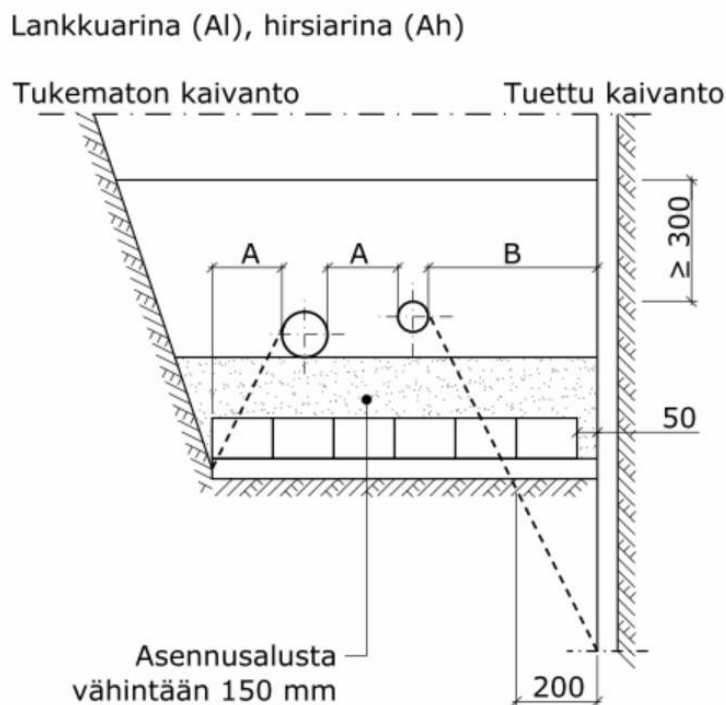
3.3.2 Puuarina

Puuarinassa käytettävä puutavaran tulee täyttää rakennesahatavaran lujuusluokan T 200 vaatimukset kosteusluokassa III. Lankkujen poikkileikkauksen vähimmäismitat ovat 50 mm x 150 mm ja vähimmäispituus on 3,0 m. Hirsien korkeus on vähintään 125mm, leveys vähintään 150 mm ja pituus vähintään 3,0 m. (InfraRYL 2012/1, 13320.)

Arinan alusta tulisi tasoittaa mahdollisimman tasaiseksi ennen arinarakenteen rakentamisen aloittamista. Alustan tulisi olla kuiva ja sula. Mahdollinen lumi ja jää poistetaan kaivannosta ennen pohjan tasaus- ja täyttötöitä. (InfraRYL 2012/1, 13310.)

Puuarinarakenteen poikittaislankut tai hirret sijoitetaan 1,0 m:n välein. Ne upotetaan kaivannon pohjaan ja pohja tasataan siten, että pitkittäislankut tukeutuvat pohjamaahan koko pinta-alaltaan. Pitkittäislakkuja jatketaan poikittaislankkujen kohdalla naulaamalla ja hirret viistetyin päin naulaamalla. Vierekkäisiä lankkuja tai hirsii ei saa jatkaa samalta kohdalta. Hyvin pehmeällä maapohjalla poikittaislankkuja ei saa asentamisen jälkeen siirtää, koska se voi aiheuttaa pohjan häiriintymistä, mistä

seuraa kantavuuden heikentyminen. Kuvassa 11 on esitetty esimerkki puuarinan toteuttamisesta. (InfraRYL 2012/1, 13320.)



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

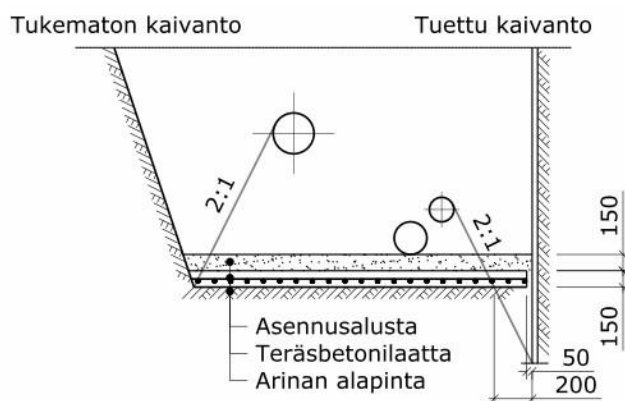
KUVA 11. Puuarinarakenne. (InfraRYL 2012/1, 13320.3)

Puuarinan sijainti ja korko mitataan ennen putkien ja rumpujen asentamista. Suurin sallittu poikkeama suunnitelmista puuarinan sijainnissa on 50 mm. Materiaalitodistukset ja mittauspöytäkirjat yms. liitetään työmaalla pidettävään kelpoisuusasiakirjaan. (InfraRYL 2012/1, 13320.)

3.3.3 Teräsbetoniarina

Teräsbetonilaatan betonin lujuusluokka on vähintään C25/30. Betoniteräksenä on kuumavalssattu hitsattavasta teräslajista valmistettu harjatanko tai verkko, jonka myötöraja on 500 N/mm^2 . Laatta mitoitetaan tapauskohtaisesti. Kiviainesarinan paksuus sekä teräsbetonilaatan rakennepiirustukset esitetään suunnitelmissa. (InfraRYL 2012/1, 13330.)

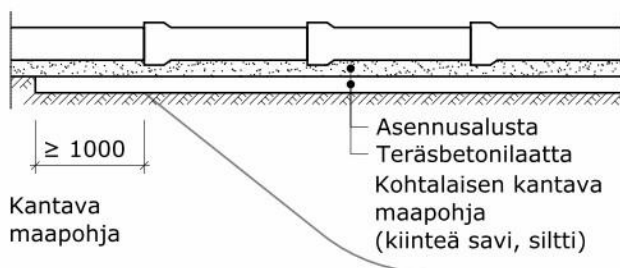
Tarvittaessa betonin ja pohjamaan sekoittuminen estetään käyttämällä kaivannon pohjalla suodatinkangasta, muovia tai työbetonia. Valu tapahtuu betonointisuunnitelman mukaan ja yleensä kaivannossa. Betonin lujittaminen todetaan lämpöastevuorokausien avulla. Laatan mahdollisia liikkeitä seurataan lujittumisen aikana. Kuvassa 12 on esitetty maanvaraisen teräsbetonilaatan toteuttamistapa. (InfraRYL 2012/1, 13330.)



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

Pituusterätkset 10 k 150
 Poikittaisterätkset 6 k 300
 Poikittaisterätkset vuorotellen ylä- ja alapuolelle tai käytetään rauditusverkkoa 10/6 - 150/300.

Betoni C25/30
 Terätkset A 500 HW



KUVA 12. Maanvarainen teräsbetoni-laatta. (InfraRYL 2012/1, 13330.3.2)

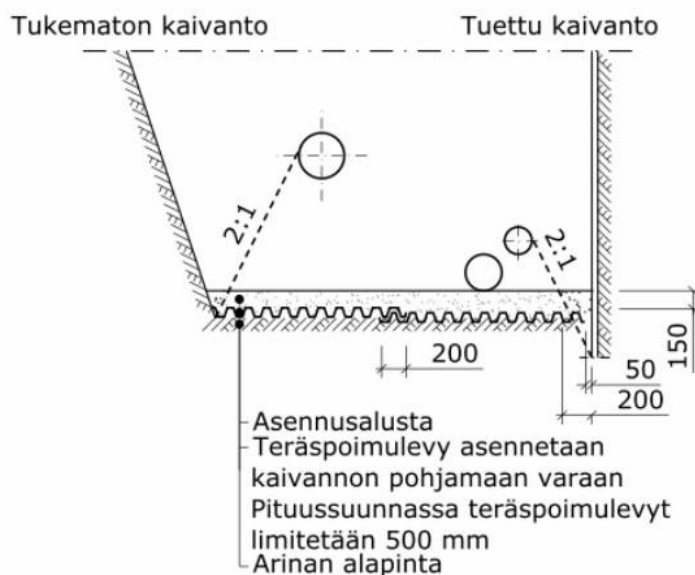
Laatan sijainti ja korko todetaan tarkemittauksilla ennen tasauskerroksen tekoa. Suurin sallittu teräsbetoni-laatan sijainnin poikkeama suunnitelmissa esitetystä korosta on 20 mm ja sivusuunnassa 50 mm. Materiaalitodistukset ja mittauspöytäkirjat liitetään työmaalla pidettävään kelpoisuusasiakirjaan. (InfraRYL 2012/1, 13330.)

3.3.4 Teräslevyarina

Poimulevy ja kiviaineskerros muodostavat teräslevyarinan. Putkiarinalevyt valmistetaan standardin SFS-EN 10147 mukaisesta teräslajista S350GD+Z. Profiilin vakionimellispaksuus on 0,7 mm. Poimulevynä käytetään suoraa tai reunoista ylöstaivutettua. Saatavilla on myös ainepaksuudeltaan 0,9 mm ja 1,0 mm profiileja. (InfraRYL 2012/1, 13340.)

Kaivannon pohja kaivetaan noin 0,15 m putkijohtojen asennustason alapuolelle mahdollisimman taiseksi. Teräslevyarinan kiviainesmateriaalina käytetään kivetöntä hiekkaa, soraa tai hiekkamoreenia. Laidalliset putkiarinat kootaan irrallisista laitaosista ja putkiarinalevyistä. Laidat kiinnitetään limiruuveilla, joilloin kiinnitysetäisyys arinan päästä on 100 - 200 mm ja ruuvien väli 500 - 600 mm. Put-

kiarina nostetaan kaivannon pohjalle ja painetaan perusmaahan polkemalla, kunnes arinan alapuoliset poimut täyttyvät. Arinalevyt limitetään poikittaissuunnassa vähintään 200 mm ja pituussuunnassa vähintään 500 mm. Tarpeen mukaan leveiden poikittaissuunnassa limitettävien putkiarinoiden alla käytetään 50 mm x 50 mm:n aluspuita. Arinaelementit jatketaan noin 500 mm:n limityksellä ja mahdollinen maa-aines poistetaan asennetun elementin poimuista ennen uuden asentamista. Putkiarina täytetään kiviaineskerroksella, joka tasataan suunniteltuun korkoon ja kaltevuuteen ennen putkien asentamista. Kuvassa 13 on esitetty esimerkki teräslevyarinarakenteen toteuttamisesta. (InfraRYL 2012/1, 13340.)



Asennusalustan tiivistäminen tehdään siten, että teräs-poimulevyjen alapuoliset poimut täyttyvät

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

KUVA 13. Teräslevyarina. (InfraRYL 2012/1, 13340.3)

Teräslevyarinan sijainti ja korko mitataan ennen tasauskerroksen tekoa. Sallittu poikkeama arinan suunnitelmissa esitetystä sijainnista on ± 50 mm. Kiviaineskerroksen tiiviyys tulee olla vähintään 92 %. Tiiviyksmittaus- ja kantavuuskokeiden tulokset, mittauspöytäkirjat, materiaalitodistukset, rakeisuuskäyrät yms. liitetään työmaalla kelpoisuusasiakirjaan. (InfraRYL 2012/1, 13340.)

3.4 Asennusalusta

Asennusalusta on arinan, pohjamaan tai massanvaihtokiviaineen päälle tuleva, vähintään 150 mm:n kerros hiekkaa, soraa tai murskettä, jonka päälle putket asennetaan. Liikennealueille rakentamassa asennusalusta rakennetaan kaikille putkille. (InfraRYL 2012/1, 18310.)

Ennen asennusalustan rakentamista kaivannon pohja tasataan ja tiivistetään hyvin enintään 150 mm:n kerroksissa. Kaivannon pohjalla ei saa olla isoja kiviä, jotka voisivat vahingoittaa putkia. Tal-

vella lumi ja jää poistetaan ennen pohjan tasausta. Louherakenteen päälle rakennettavan asennusalustan materiaalin variseminen estetään louherakenteen tiivistämisellä, kiilauksella ja asentamalla vähintään N3-luokan suodatinkangas louherakenteen ja asennusalustan väliin. Edellämainittujen toimenpiteiden jälkeen rakennetaan vähintään 150 mm:n paksuinen asennusalusta. (InfraRYL 2012/1, 18310.)

Asennusalustan korko ja tasaisuus varmistetaan ennen putkien asentamista. Suurin sallittu epätasaisuus asennusalustassa on ± 15 mm 3 m:n matkalla. Suurin sallittu poikkeama suunnitelmissa esitetyistä tasosta on 30 mm. Asennusalustan tiiviyttä tarkkaillaan työn ohessa ja tiiviysaste mitataan 100 m:n välein, kuitenkin vähintään 1 mittausta työkohdetta kohden. Tiiviysuhdetta taas mitataan 20 m:n välein. Parannetulla Proctor-kokeella mitattuna asennusalustan tiiviysaste on oltava keskimäärin vähintään 90 % ja tiiviysuhde alle 2,9 mitattuna kannettavalla pudotuspainolaitteella. Parannetulla Proctor-kokeella mitattuna pienin yksittäinen mittaustulos on tiiviysasteen mittauksissa 88 % ja kannettavalla pudotuspainolaitteella tiiviysuhdetten mittauksissa 3,0. Vaadittua useampia mittauksia tehtäessä mittausten keskiarvon tulee täyttää tiiviysvaatimukset. Asennusalustan tiiviysvaatimus on sama kuin ympäröivän tai päälle tulevan rakennekerroksen tiiviysvaatimus. (InfraRYL 2012/1, 18310.)



KUVA 14. Kaapelien suojaputket asennettuina murskeesta tehdylle asennusalustalle.

Kuva Antti Nykänen 2013

3.4.1 Asennusalustojen materiaalit

Useita putkia asennettaessa asennusalustalle on kerroksen materiaali valittava siten, että se täyttää kaikkien eri putkien vaatimukset. Asennusalustan materiaali ei saa sisältää lunta, jäätä eikä jäätyneitä kokkareita. Pakkasella asennusalustaa tehtäessä materiaalin on oltava kuivaa eikä se saa sisältää alle 6 mm:n raekooltaan olevaa kiviainesta. (InfraRYL 2012/1, 18310.)

Betoniputkien asennusalustan materiaali on hiekkaa, soraa, mursketta tai vastaavat vaatimukset täyttävää kaivumaata. Suurin sallittu raekoko tierakenteissa on 63 mm. Suurin raekoko on enintään puolet asennusalustan paksuudesta. (InfraRYL 2012/1, 18310.)

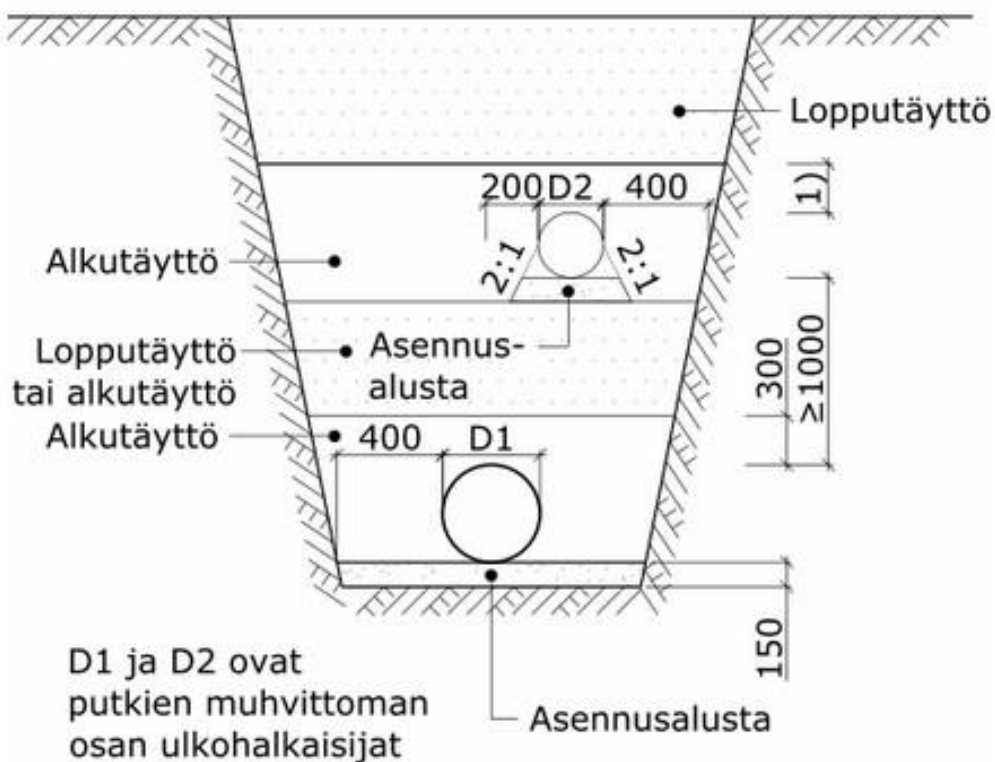
Muovi- ja teräsputkien asennusalustan luonnonkiviaineksen suurin sallittu raekoko on 10 % putken nimellimitasta. Kuitenkin putkien DN < 200 sallittu raekoko on 20 mm ja DN > 600 sallittu raekoko on 63 mm. Murskeen suurin sallittu raekoko DN > 100 muoviputkien asennusalustassa on 16 mm. (InfraRYL 2012/1, 18310.)

3.5 Alkutäyttö

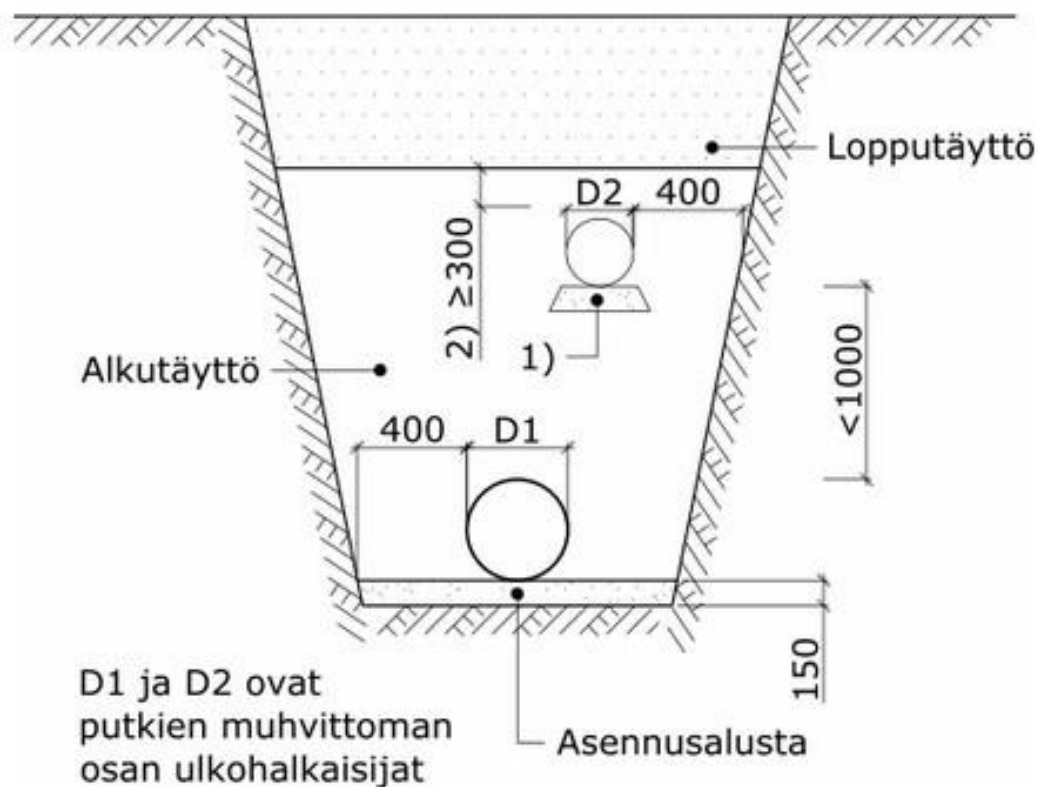
Alkutäytöllä tarkoitetaan työvaihetta putkien asentamisen jälkeen, jossa putket peitetään alkutäyttömateriaalilla. Alkutäyttö tehdään sellaisella materiaalilla, joka sopii kaikille kaivannon putkityypeille. Täyttömateriaali ei saa vahingoittaa putkia eikä sisältää aineita, jotka voivat vahingoittaa putkia tai liitosmateriaalia. Täyttötyö ei saa myöskään aiheuttaa putkissa haitallisia muodonmuutoksia. Alkutäyttö tehdään hiekasta, sorasta tai murskeesta, joka täyttää putkien asennusalustan materiaalin vaatimukset. Liian märkää materiaalia, liejua, savea tai turvetta ei saa käyttää. Routivaa materiaalia ei saa käyttää liikennealueilla. Kiviaines ei saa sisältää jäätä tai lunta tai olla routaantunutta. Talvella voidaan käyttää kuivaa kiviainesta, josta alle 6 mm:n rakeet on poistettu. Liikennealueen ulkopuolella alkutäyttömateriaaliksi käytetään hiekkaa, soraa, mursketta, savea, silttiä ja moreenia, joiden raekoko ei ylitä tasauskerrokselle asetettuja enimmäisarvoja. (InfraRYL 2012/1, 18320.)

Alkutäyttömateriaali lasketaan kaivantoon varovasti, tasaisesti putkien molemmille puolille, käyttäen esimerkiksi kaivukoneen kauhaa. Täyttömateriaalia ei saa tyhjentää auton lavalta kippaamalla suoraan putken ympärille. Tällä estetään täyttömateriaalin lajittuminen. Täytön ensimmäinen vaihe eli toppaus tehdään miestyönä käyttäen lapiota tai muita menetelmiä, että putket eivät siirry paikaltaan tai vaurioidu. Täyttömateriaali sullotaan kerroksittain putkien ympärille siten, etteivät putket pääse nousemaan, siirtymään, vahingoittumaan tai muuttamaan muotoaan ja putkien alapuoli tukeutuu tasaisesti täyttöön. Alkutäytön tulee olla putkien molemmilla puolilla täytön eri vaiheissa suunnitellun samalla korkeudella ja pituussuunnassa samalla matkalla putkien liikkumisen ja vaurioitumisen estämiseksi. Alkutäyttö tehdään ja tiivistetään kerroksittain. Tiivistettävä kerrospaksuus riippuu putken koosta, putkimateriaalista ja käytettävästä tiivistysmenetelmästä. Ensimmäisen alkutäyttökerroksen paksuus on tiivistettynä enintään puolet putken läpimitasta, kun sisähalkaisija on enintään 600 mm. Sisähalkaisijaltaan yli 600 mm:n putken ensimmäisen tiivistyskerroksen paksuus on enintään 300 mm tiivistettynä. Sen jälkeen alkutäyttö tiivistetään 200-300 mm:n vaakasuorina kerroksina putken molemmilta puolilta. Alkutäyttöä jatketaan tiivistäen, kunnes täyttö ulottuu vähintään 300 mm putken laen yläpuolelle. Täyttöä saa tiivistää raskaalla kalustolla ja putken yli saa ajaa kuorma-autoilla ja työkoneilla, kun peitesyvyys on vähintään eri putkimateriaaleille sallittujen suunnitelma-asiakirjoissa esitettyjen peitesyvyyksien mukainen. Päällysrakennekerrosten tiivistäminen raskaalla kalustolla ja työmaaliikenne voidaan sallia, kun täyttöä on tehty vähintään 300 mm betoniputken laen yläpuolelle ja vähintään 500 mm teräs- ja muoviputken laen yläpuolelle. (InfraRYL 2012/1, 18320.)

Yhteiskaivannossa putkien välisen pystysuoran vapaan korkeuseron ollessa vähintään 1000 mm, voidaan kaivannossa käyttää eri putkien korkeudella kullekin putkelle soveltuvaa alkutäyttömateriaalia. Alemman putken alkutäyttö ulotetaan 300 mm putken laen yläpuolelle kuvan 15 mukaisesti. Putkien vapaan korkeuseron ollessa alle 1000 mm, tehdään alkutäyttö kuvan 16 mukaisesti. Yhteiskaivannossa alkutäyttö tehdään lopputäyttömateriaalin suurimman lohkarakoon paksuiseksi, kuitenkin vähintään 300 mm paksuksi ylimmän putken laen yläpuolelle. (InfraRYL 2012/1, 18320.)



KUVA 15. Johtokaivannon asennusalusta ja alkutäyttö, kun putkien pystysuora vapaa etäisyys on ≥ 1000 mm. (InfraRYL 2012/1, 18320.3.1)



- 1) Erillistä asennusalustaa ei tarvita, jos alkutäyttömateriaali on samaa kuin asennusalusta
- 2) Mitta lopputäytön materiaalin raekoon mukaan

KUVA 16. Johtokaivannon asennusalusta ja alkutäyttö, kun putkien pystysuora vapaa etäisyys on < 1000 mm. (InfraRYL 2012/1, 18320.3.1)

Valmiin alkutäytön tiiviysvaatimus on sama kuin ympäröivän tai päälle tulevan rakenteen tiiviysvaatimus, jos ei muuten ole suunnitelma-asiakirjoissa ilmoitettu. Parannetulla Proctor-kokeella saatu tiiviysaste tulisi olla $\geq 95\%$ tai kannettavalla pudotuspainolaitteella tiiviyssuhteen $\leq 2,5$. Pienin sallittu mittaustulos tiiviysastetta parannetulla Proctor-kokeella mitattaessa saa olla 92% ja tiiviyssuhdetta kannettavalla pudotuspainolaitteella $2,8$. (InfraRYL 2012/1, 18320.)



KUVA 17. Alkutäytön tekoa rumpuputkelle. Kuva Antti Nykänen 2013

3.5.1 Betoniputket

Betoniputkien alkutäyttö liikennöitävillä alueilla tehdään hyvin tiivistyvällä routimattomalla materiaalilla, jonka suurin raekoko on 63 mm sisähalkaisijaltaan ≤ 300 mm:n putkilla ja 100 mm sisähalkaisijaltaan > 300 mm:n putkilla. Betoniputkien täyttömateriaalin suurin raekoko liikennöitävän alueen ulkopuolella on 100 mm ja täyttö tehdään aiheuttamatta putkelle mekaanista rasitusta. (InfraRYL 2012/1, 18320.)

3.5.2 Muoviputket

Muoviputkien alkutäytössä käytetään hiekkaa tai soraa, jonka suurin raekoko on enintään 10 % putken sisäläpimitasta, kuitenkin 20-60 mm. Käytettäessä murskattuja kivimateriaaleja vähintään 110 mm:n muoviputkien alkutäytössä suuriin raekoko on 16 mm. (InfraRYL 2012/1, 18320.)



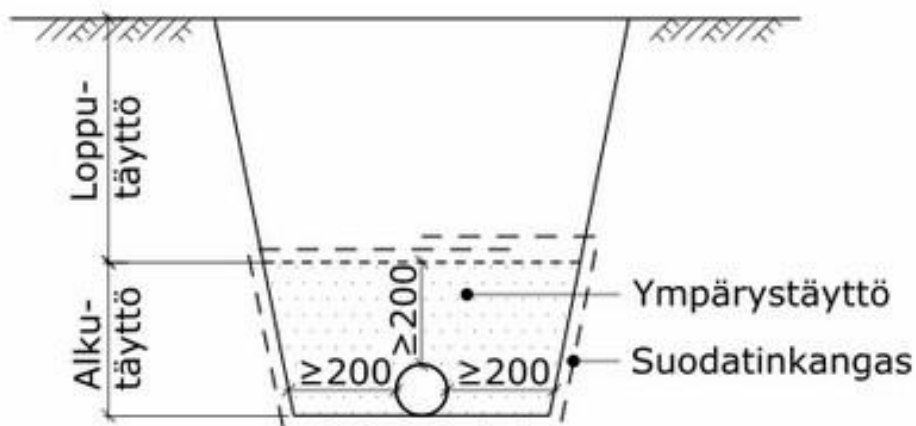
KUVA 18. Alkutäytön tekoa murskeesta muovisille kaapelinsuojaputkille. Kuva Antti Nykänen 2013

3.5.3 Teräspuutket

Teräspuutkien alkutäyttömateriaaleissa noudatetaan putkien valmistajien ohjeita. Metallipuutkien kaivantojen täyttötöissä ei saa käyttää voimalaitoksen tuhkaa, kuonaa tai muita putkia vaurioittavia materiaaleja. (InfraRYL 2012/1, 18320.)

3.5.4 Salaojaputket

Salaojaputkien ympärystäytöt tehdään salaojitussoralla. Tarvittaessa ympärystäytön ympärillä käytetään suodatinkangasta. Imeytyssalaojaputki ympäröidään kuvan 19 mukaisesti yläpuolelta ja sivuilta vähintään 200 mm:n murskekerroksella, jonka rakeisuus on 8/32. Salaojaputken ympärystäyttöön ei saisi sekoittua hienorakeista maata, koska se saattaisi aiheuttaa salaojan tukkeutumisen ja toiminnan heikentymisen. (InfraRYL 2012/1, 18320.)



KUVA 19. Salaojan ympärystäyttö. (InfraRYL 2012/1, 18320.3.2)

3.5.5 Kaapelit

Kaapeleille tehtävän alkutäytön paksuus tulee olla tiivistettynä vähintään 100 mm ja täyttömateriaalina käytetään yleensä hiekkaa. Täyttömateriaali ei saa vahingoittaa putkien pinnoitteita eikä sisältää aineita, jotka voivat vahingoittaa putkia tai liitosmateriaaleja. Johdot ja kaapelit merkitään myöhempien kaivutöiden helpottamiseksi asentamalla kirkkaanvärinen, usein keltainen varoitusnauha yleensä noin 30-40 cm kaapelin tai johdon päälle. (InfraRYL 2012/1, 18320.)

3.5.6 Rummut

Tierummuissa alkutäyttömateriaalina käytetään rakennetyypeissä C1, C2 ja C5 helposti tiivistyvää jakavaan kerrokseen kelpaavaa kiviainesta. Rakennetyypeissä C3 ja C4 käytetään pohjamaata. C2, C3 ja C4 rakennetyypeissä voidaan vaihtoehtoisesti käyttää myös routivuodeltaan pohjamaata vastaavaa helposti tiivistettävää materiaalia. Rummun alkutäyttö tulee tehdä vähintään 300 mm putken laen yläpuolelle, kuitenkin enintään päällysrakenteen alapinnan tasoon. Putkiluokan mukaiset peitesyvyydet tulee olla suunnitelmien mukaiset. Osaksi tai kokonaan maanpinnan yläpuolella olevien rumpujen alkutäyttö tehdään niin, että täytön leveys putken yläpuolella on vähintään kaksi kertaa putken ulkohalkaisija ja luiskien kaltevuus 1:3 tai loivempi. Tällä estetään epätasainen painuminen. Teräs- ja muoviputkilla tehtävien päätierumpujen alkutäyttö tiivistetään siten, että asentamisen ja ensimmäisen vuoden aikana tien käyttöönotosta tapahtuvan jälkitiivistymisen jälkeen pystyhalkaisija on 95 - 110 % alkuperäisestä pyöreän putken halkaisijasta. Sivuojarummuissa taas 90 - 120 %. Rumpujen alkutäytön tiiviys mitataan 10 m:n välein, kuitenkin vähintään yksi mittaus työkohta kohti. (InfraRYL 2012/1, 18320.)



KUVA 20. Valmis alkutäyttö rumpuputkelle. Kuva Antti Nykänen 2013

Alkutäyttö rumpumateriaalin mukaan:

- Betonirummun alkutäytön suurin sallittu raekoko rumputyypeissä C1, C2 ja C5 on 150 mm. Rakennetyypeissä C3 ja C4 pohjamaasta poistetaan yli 300 mm:n kivet. Vaihtoehtoisesti rakennetyypeissä C2, C3 ja C4 suurin raekoko on 150 mm
- Muovirumpujen alkutäytön suurin sallittu raekoko rakennetyypeissä C1, C2 ja C5 on 63 mm ja suositeltava suurin raekoko 35 mm. Rakennetyypeissä C3 ja C4 pohjamaasta poistetaan yli 200 mm:n kivet. Vaihtoehtoisesti rakennetyypeissä C2, C3 ja C4 suurin raekoko on 63 mm
- Teräsrummun alkutäytön suurin sallittu raekoko rakennetyypeissä C1, C2 ja C5 on 63 mm ja suositeltava suurin raekoko on 32 mm. Rakennetyypeissä C3 ja C4 pohjamaasta poistetaan yli 200 mm:n kivet. Vaihtoehtoisesti rakennetyypeissä C2, C3 ja C4 suurin sallittu raekoko on 63 mm. (InfraRYL 2012/1, 18320.)

3.6 Lopputäyttö

Lopputäytöllä tarkoitetaan alkutäytön yläpuolista täyttöä. Lopputäytössä käytetään täyttömateriaalia, joka on tiivistämiskelpoista ja vastaa routimisominaisuuksiltaan kaivannosta kaivettua materiaalia. Lopputäytössä käytettävien kivien tai lohkeiden suurin sallittu läpimitta on 2/3 yhdellä kertaa tiivistettävän kerroksen paksuudesta, kuitenkin enintään 400 mm. Täyttömateriaali ei saa sisältää lunta, jäätä, jäätyntä maa-ainesta tai muita materiaaleja, jotka voisivat vahingoittaa putkia tai liitosmateriaaleja. Liikennealueilla lopputäyttö tehdään tilanteesta riippuen pengermateriaalista, siirtymäkiilamateriaalista tai ympärillä olevassa rakennekerroksessa käytettävästä materiaalista. Liikennöitävillä alueilla lopputäyttö ulotetaan rakennekerrosten alapintaan asti. Esimerkiksi lopputäytön päälle tulevan rakenteen oltaessa louherakennetta, lopputäyttö tehdään kuten päälle tuleva louherakenne. Lopputäytön tultaessa niin korkealle, ettei sitä voida louheesta rakentaa, materiaalina käytetään jakavan kerroksen kiviainesta. Liikennöitävän alueen ulkopuolella lopputäyttömateriaaliksi käytetään yleensä kaivannosta kaivettuja maa-aineksia. Kaivojen, venttiilien jne. laitteiden täyttötöitä tehdään niiden sivuilla vähintään 0,4 m:n etäisyydelle niiden ulkopinnasta kivettömällä ja routimattomalla materiaalilla. Lopputäyttö tiivistetään sijainnista riippuen ympärillä olevan rakenteen tiiviysvaatimusten mukaisesti. (InfraRYL 2012/1, 18330.)



KUVA 21. Lopputäyttömateriaalia alkutäytön päällä. Kuva Antti Nykänen 2013

Lopputäytön tiivysaste mitataan 50 m:n välein, kuitenkin vähintään yksi mittausta per työkohte. Tiivysaste mitataan 20 m:n välein. Liikennöitävän alueen lopputäytön tiivysasteen keskiarvon tulee olla $> 90\%$ parannetulla Proctor-kokeella mitaten tai tiivysasteen $< 2,8$ kannettavalla pudotuspainolaitteella mitaten. Parannetulla Proctor-kokeella tiivysastetta mitattaessa pienin sallittu yksittäinen mittaustulos saa olla 88% ja tiivysaste $3,0$ kannettavalla pudotuspainolaitteella mitattaessa. (InfraRYL 2012/1, 18330.)

4 HULEVESIPUTKIJÄRJESTELMÄ JA SEN ASENTAMINEN

Hulevesiviemäröinnin tarkoituksena on koota sade- ja sulamisvedet tiealueelta hulevesikaivoihin ja johtaa pois hulevesiviemäriputkia pitkin. Hulevesiviemäriin kuuluu ainakin yksi kaivo, muuten se on rumpu. Tienkuivatuksessa hulevesiviemäröintiä käytetään lähinnä tilanteissa, joissa ulkonäkösyistä ei käytetä avo-ojaa, kaksiajorataisten teiden keskikaistalla, kuivatusta ei voida toteuttaa avo-ojilla tilanpuutten vuoksi, pintakaltevuus on liian pieni, alikulkujen ja risteysiltojen yhteydessä sekä poikileikkauksen reunatuon estäessä veden pääsyn pinnalta sivuojaan. Sadevesijärjestelmien paikka valitaan siten, ettei kaivonkansista tai huoltotoista aiheudu suurta haittaa liikenteelle. Viemäri tulee sijoittaa routarajan yläpuolelle tai se on eristettävä. (InfraRYL 2012/1, 12320, 31200; Tielaitos 1993, 29.)

4.1 Putkimateriaalit

Hulevesiviemäriputkina käytetään pääsääntöisesti betonisia, muovisia ja teräksisiä putkia. Materiaalia valittaessa täytyy ottaa huomioon, millaista vettä hulevesiviemäriin kulkee. Tuotteen kelpoisuus osoitetaan kansallisella sertifiointilaitoksen laatumerkillä tai valmistajan vaatimustenmukaisuusvaikutuksella. Tuotteiden laatu varmistetaan jokaisessa toimituserässä tuotteissa olevien merkintöjen ja toimitusasiakirjojen perusteella. Hulevesiviemärit rakennetaan suunnitelma-asiakirjojen mukaan käyttäen uusia, ehjiä ja laadukkaita putkia, kaivoja ja niiden osia sekä liitostarvikkeita. (InfraRYL 2012/1, 12320, 31200.)

Betoniputkien tulee olla Betoniputkinormit 2001 mukaisia. Muovisina hulevesiviemäreinä käytetään voimassaolevien standardien mukaisia PVC-U-putkia, PE-putkia ja PP-putkia. Teräsputkina käytetään standardien SFS-EN 10326 ja SFS-EN 10327 mukaisia putkia. Hulevesiputken putkiluokka määräytyy peitesyvyyden mukaan. Hulevesiputken koko valitaan mitoitusvirtaaman, pituuskaltevuuden ja putkimateriaalin perusteella. Putkityyppi esitetään suunnitelma-asiakirjoissa. Putken jäykkyys- ja lujuusluokka tulee olla suunnitelmien mukainen. (InfraRYL 2012/1, 12320, 31200, Tiehallinto 2004, 44.)

4.2 Hulevesiputkien asentaminen

Asentamisessa noudatetaan valmistajien ohjeita. Ennen asentamisen aloittamista tarkistetaan, että putkikaivanto ja asennusalusta vastaavat suunnitelmia. Kaivannon pohjalla asennettavien putkien läheisyydessä ei saa olla putkia vahingoittavia kiviä eikä putkia saa asentaa jäätyneelle asennusalustalle. Asennuksen aikana tarkistetaan, että kaikki asennettavat putket ja tarvikkeet ovat virheettömiä ja ehjiä. Putket lasketaan varovasti kaivantoon, etteivät ne vahingoitu. Liitosten kohdalle kaivetaan tarvittavat syvennykset muhveja ja asennustöitä varten. (InfraRYL 2012/1, 31200.)



KUVA 22. Muovinen hulevesiviemäriputki asennettuna asennusalustan päälle. Kuva Antti Nykänen 2013

Putkilinjan tulee olla suora, eikä liitoksissa saa olla kulmapoikkeamaa ja kaltevuuden tulee olla suunnitelmien mukainen. Putket asennetaan, että ne tukeutuvat koko pituudeltaan tiivistettyyn asennusalustaan, putkia ei siis asenneta kannattimien varaan. Liikennealueen ulkopuolella putket voidaan perustaa suoraan kivettömän tai häiriintymättömän maan varaan, jos suunnitelmissa niin esitetään. Tällöin kaivannon pohjan liikakaivua vältetään ja pohja tasataan siten, että putket tukeutuvat alustansa. Putket asennetaan yleensä muhvit virtaussuuntaa vastaan. Viettoviemäriin asentaminen yleensä aloitetaan kaivovälin tai muun johto-osan asemmasta päästä. (InfraRYL 2012/1, 31200.)

Jos kaivantoon pääsee vettä putkien asentamisen aikana, tulee vesi poistaa tai pitää riittävän alhaalla, jotta noste ei kohota putkia eikä vesi vahingoita putkia, kaivoja tai täyttöjä. Putket tulpataan asennuksen keskeytyksen ajaksi. Hulevesiputkien avoimiksi jääviin päihin asennetaan korroosiokestävät teräsritilät putkeen pääsyn estämiseksi. Ritilä asennetaan tukevasti putken päähän. Ritilän aukkojen leveys saa olla enintään 150 mm. Putkien avo-ojaan liittyvät päät verhoillaan, kuten rumujen päät. Jos verhousmateriaalia ei ole esitetty suunnitelmissa, verhous tehdään sepelistä. Vietto-

viemäreiden päät, jotka jäävät maan sisään tai jäävät toistaiseksi pois käytöstä, tulpataan vesitiiviiksi. (InfraRYL 2012/1, 14340, 31200.)

Valmiissa hulevesiviemärissä sallitaan seuraavat poikkeamat, jos ne eivät vaikuta rakenteen toimivuuteen tai johtohaarojen rakentamiseen:

- vietto- ja paineviemärin sijainti vaakatasossa ± 100 mm
- paineviemärin korko ± 100 mm
- viettoviemärin sivupoikkeama suorasta linjasta on mittausmatkan 1/300-osa (InfraRYL 2012/1, 31200).

Viettoviemäreissä sallitaan taulukon 3 mukaiset poikkeamat suunnitelmista, jos viemäriin ei jää vesipainanteita, kaivoon tulevan putken vesijuoksu ei ole lähtevän putken vesijuoksua alempana ja johdon pituuskaltevuus peräkkäisten kaivojen välillä on > 0 promillea. Kun putkikoko ylittää 1000 mm, poikkeamat ovat esitetty suunnitelma-asiakirjoissa. (InfraRYL 2012/1, 31200.)

TAULUKKO 3. Viettoviemärin sallitut kaltevuus- ja korkeuspoikkeamat (InfraRYL 2012/1, 31200.4.1.)

Suunnitelma-asiakirjojen mukainen kaltevuus, ‰	Kaltevuuspoikkeama kaivovälillä enintään, ‰	Korkeuspoikkeama enintään, mm
> 5	1,5	50
3...5	1,0	30
< 3	1,0	20

Viettoviemärin ilmanpaineella tehdyn tiiviyskokeen tulos on hyväksyttävä, jos paineen alenemiseen kokeen aloituspainesta (10 kPa) lopetuspaineseen (7 kPa) kuluva aika sekunteina on vähintään putken nimellismitta (DN) millimetreinä. Esim. putkelle DN 250 vaadittu vähimmäisaika on 250 s (4 min 10 s). Jos viemäri sijaitsee pohjavedenpinnan alapuolella, kokeen aloituspaineen ja lopetuspaineen arvoja on korotettava vedenpaineen vaikutuksen kumoamiseksi. Jos pohjaveden pinta on n metriä putkikeskiön yläpuolella, kokeen aloituspaineen ja lopetuspaineen lisäys on n kertaa 10 kPa, mutta koepaine ei saa ylittää 30 kPa. (InfraRYL 2012/1, 31200.)

4.2.1 Hulevesiputkien liittäminen kaivoon

Ensisijaisesti käytetään kaivoja, joiden liitoskohdat putkille on tehty valmiiksi jo tehtaalla. Jos kaivon seinään joudutaan tekemään reikä putken liittämiseksi, se tehdään niin, ettei se heikennä kaivon kestävyyttä tai tiiviyyttä. Liittämisessä voidaan käyttää esimerkiksi liitossatulua. Kaivon ja putken liitos on oltava tiiviydeltään vastaava kuin putkien välisten liitosten. (InfraRYL 2012/1, 31200.)

Betoniputken liittäminen betonikaivoon tehdään täyspitkällä putkella tai betonisella soviteputkella, jonka pituus on enintään 2 kertaa putken sisähalkaisija, kuitenkin vähintään 500 mm. Jos betonikaivoon täytyy tehdä reikä työmaalla, on se tehtävä rikkomatta kaivon ympäröivää rakennetta. Betoniputken voi liittää kaivoon myös valamalla. Tällöin on täytettävä suunnitelmien mukaiset lujuus-

vaatimukset ja samat tiiviysvaatimukset kuin kiintotiiviste- tai läpivientitiivisteliitoksella. (InfraRYL 2012/1, 31200.)

Muoviset putket liitetään muovisiin kaivoihin stardartin SFS 3468 mukaisilla putkiliitoksilla. Putki liitetään kaivoon samalla liitostavalla kuin viemäriputket toisiinsa. Jos putkiliitos tehdään jälkityönä, käytetään liitossatulaa tai muuta luotettavaa liitostapaa. Kun muoviputkelle tehdään liitos betoni-kaivoon, se tehdään poraamalla kaivoon putkelle sopiva reikä. Liitos tiivistetään läpivientiyhteellä tai -tiivisteellä. Hitsaamalla liitetty muoviputki asennetaan betonikaivon läpi yhteinäisenä, jos putkeen ei ole suunniteltu tehtävän korkeusporrastusta kaivon kohdalle. Kaivon läpi menevään viettoviemärin yläreunaan tehdään kaivon kohdalle noin puolen metrin pituinen tarkastusaukko. Putken läpivientikohdat on tiivistettävä. (InfraRYL 2012/1, 31200.)

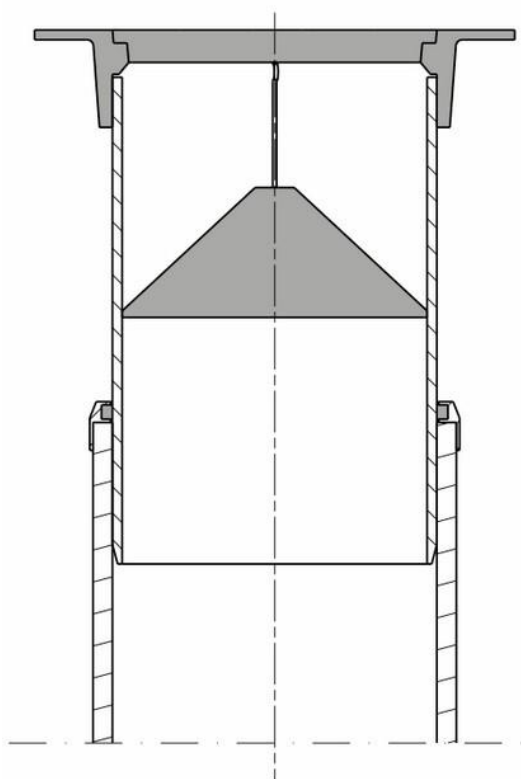


KUVA 23. Jälkiliitossatula asennettuna muoviseen hulevesikaivoon. Kuva Antti Nykänen 2013

4.3 Hulevesi- ja tarkastuskaivot

Hulevesi- ja tarkastuskaivojen materiaaleja ovat betoni, muovi ja teräs. Kaivot ja tarkastusputket perustetaan kuten niihin liittyvät putket. Asennuksen aikainen maa-ainesten pääsy kaivoon estetään

esimerkiksi asentamalla kaivon kauluksen ja ritiläkannen väliin suodatinkankaan pala. Rakentamisen aikana estetään kaivojen haitallinen jäätyminen ja pakkasen pääseminen kaivon kautta putkiin ja niiden alkutäyttöihin. Hulevesikaivojen ilmavirtausten aiheuttama jäätyminen estetään suunnitelmassa esitettyihin paikkoihin. Esimerkki hulevesikaivon jäätymissuojasta esitetään kuvassa 24. Hulevesikaivossa tulee olla lietepesä, johon veden mukana kulkeva liete pysähtyy ja ei näin pääse tukkimaan veden kulkua viemärisä. Lietepesät tyhennetään tarvittavin väliajoin. Hulevesijärjestelmässä tarvitaan tarkastuskaivoja putkien haarautumiin, vaaka- ja pystytaitteisiin sekä jyrkkiin alusrakenteen muutoskohtiin. Taitteita ja loivia kaarteita voidaan toteuttaa ilman kaivojakin, mutta putkien tarkastamista varten kaivo on suositeltava olla suorallakin osuudella 50 - 100 metrin välein. Tarkastuskaivoissakin olisi hyvä olla lietepesä. Kaikista kaivoista laaditaan kaivokortit, joista näkyy putkien tulo- ja lähtösuunnat ja korkeudet. Putkia varten tarvittavat liittymät tehdään yleensä jo tehtaalla kaivomateriaalista riippumatta. (InfraRYL 2012/1, 31200; Tielaitos 1993, 29-30.)



KUVA 24. Esimerkki hulevesikaivon jäätymissuojasta. (InfraRYL 2012/1, 31200.3.2.1.)

Hulevesikaivot tulee sijoittaa tien pituussuunnassa seuraavasti:

- ennen suojatietä
- saarekkeen alapäähän estämään veden virtausta tien yli
- liittyvän tien alapäähän estämään veden virtausta päätielle
- pehmeiköillä eniten painuvaan kohtaan tai ennen paalutettua viemäriä
- tarpeeksi kauas valaisinpylväistä, portaaleista ja muista rakenteista sekä siten, että veden virtaama matka on enintään 100 metriä (Tielaitos 1993, 29–30).

Kaivot tulee asentaa pystysuoraan ja poikkeama saa olla enintään 10 mm 1 m:n matkalla. Kaivojen suunnitelmissa esitetystä sijainnista vaakatasossa sallitaan reunatuen vieressä enintään ± 100 mm:n ja muualla ± 200 mm:n poikkeama. (InfraRYL 2012/1, 31200.)

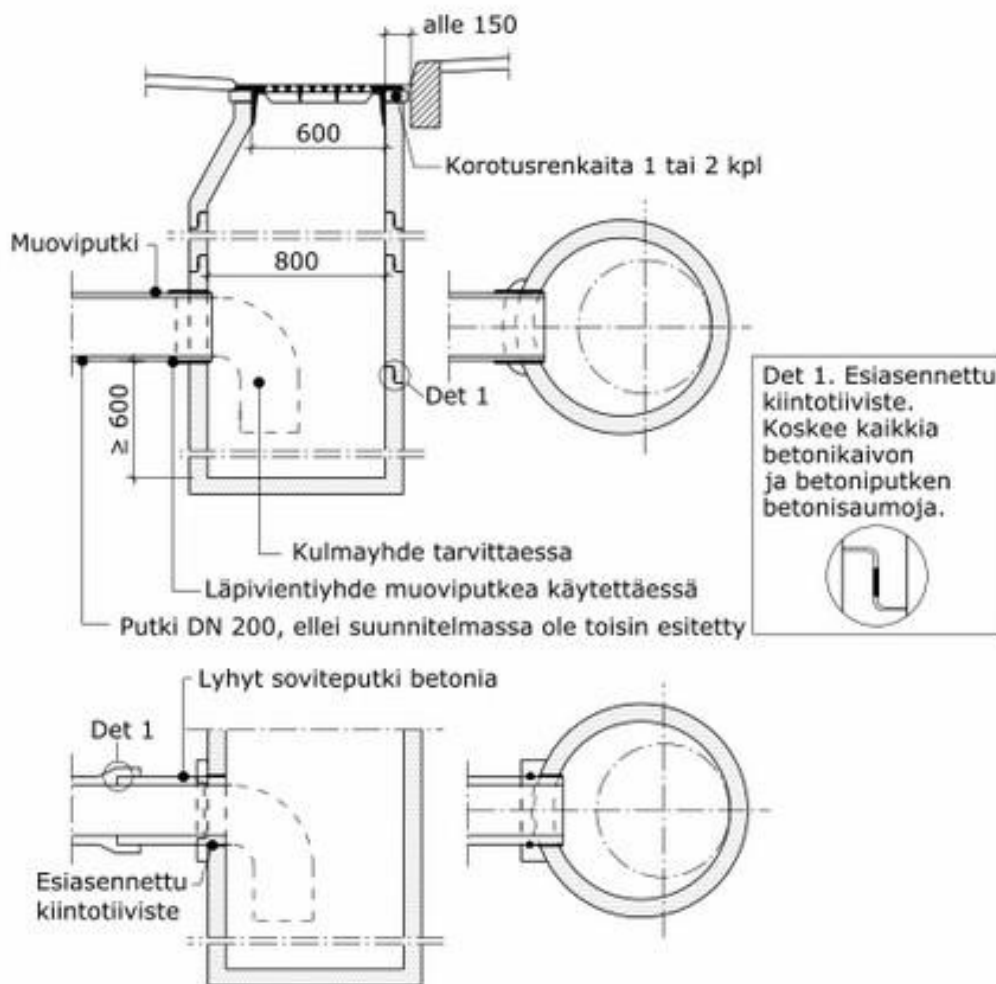


KUVA 25. Hulevesiputki liitettynä muoviseen hulevesikaivoon. Kuva Antti Nykänen 2013

4.3.1 Betoniset hulevesi- ja tarkastuskaivot

Betoniset hulevesikaivot ovat yleensä halkaisijaltaan 800 mm, ellei putkikoon suuruus edellytä isompaa kaivoa. Paikkoihin, jossa putken tai kaivon rakenteen kunnon tarkastaminen on tarpeellista, asennetaan vähintään 800 mm:n kaivo. Jos betonisten kaivonrenkaiden kestävyysluokkaa ei ole ilmoitettu suunnitelmissa, käytetään Cr-lujuusluokan omaavia kaivonrenkaita. Hulevesikaivo tehdään betonisista valmisosista. Jos hulevesikaivo liitetään sekavesiviemäriin, kaivoon asennetaan kulmayhte, joka estää kaasujen pääsemisen viemäristä kaivoon. Kulmayhteen tulee olla tarvittaessa irrotettavissa, jotta viemäriputki voidaan puhdistaa. Kaivot rakennetaan mahdollisimman vähillä renkailla niin korkeiksi, että kansisto voidaan asentaa suunnitelmien mukaiseen korkoon ja kaltevuuteen. Kaivojen DN 800 – 1 000 yläosassa käytetään kartiorengasta, mutta poikkeustapauksissa voidaan käyttää tasakanntta. Ylimpänä kaivonrenkaata pyritään käyttämään 1 000 mm korkeaa rengasta, jos tämä on vain mahdollista kaivon korkeus huomioon ottaen. Kartion päällä käytetään vähintään kahta ja 50 mm:n korotustengasta ja enintään neljää korotusringasta. Kansiston sijaintia säätäessä korotusren-

kailla, saa sijantia korjata enintään 100 mm. Jos pohjaelementti valmistetaan renkaasta DN ≥ 1200 , siihen tehdään kansilaatta ja kaivon yläosa tehdään kaivonrenkaista DN 1000. Betonisissa kaivoissa eli pohjarenkaissa, kaivonrenkaissa ja kartioissa käytetään esiasennettuja kiintotiivisteitä. Korotusrenkaat ja kannen kehykset tiivistetään niihin tarkoitettulla tiivistenauhalla. (InfraRYL 2012/1, 31200.)



KUVA 26. Esimerkki valmisosista koottavasta betonisesta hulevesikaivosta (InfraRYL 2012/1, 31200.3.2.4.)

Betonisissa tarkastuskaivoissa käytetään pohjaelementtiä, jossa on putken kokoa vastaava ja poikki-leikkaukseltaan puolipyörän muotoinen kouru putken puoliväliin asti. Kourun sivuilla kaivon pohja muotoillaan kaltevuuteen 1:5 kouruun päin. Kaivosta lähtevään putkeen liittyvä pohjakouru tehdään 200 mm:n matkalla samaan kaltevuuteen kuin putki. Pohjaelementtien nimellismitat ovat esitetty taulukossa 4. (InfraRYL 2012/1, 31200.)

TAULUKKO 4. Betonisen tarkastuskaivon pohjaelementin nimellismitat (InfraRYL 2012/1, 31200.3.2.4.)

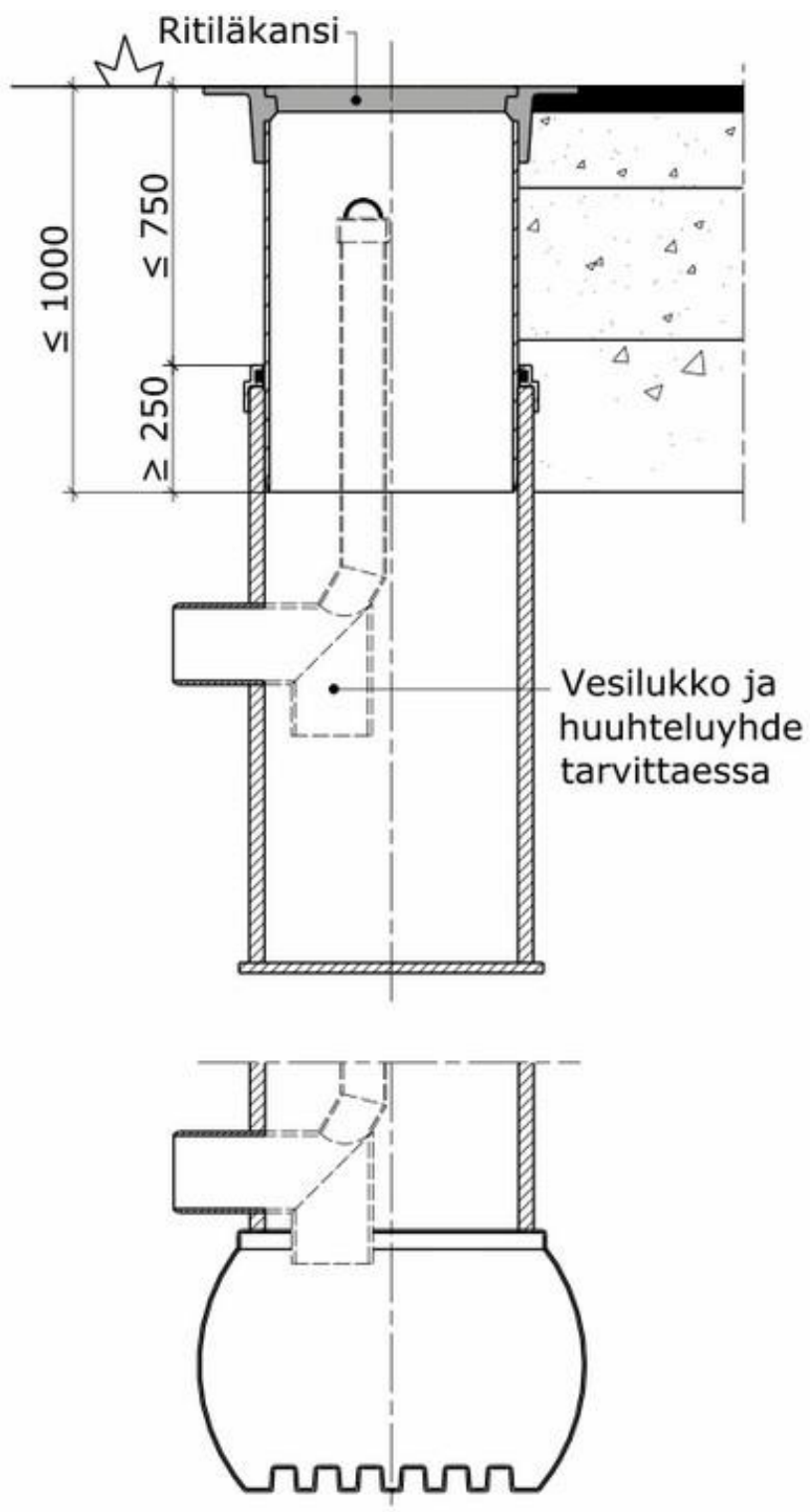
Läpimenevän putken nimellismitta DN, mm	Suosittelava kaivon pohjaelementin nimellismitta DN, mm
225...500	800
600	800...1000
800	1000
>800	Suurimman putken nimellismitta + 200

4.3.2 Muoviset hulevesi- ja tarkastuskaivot

Muovisina hulevesi- ja tarkastuskaivoina käytetään täyskorkeita tai teleskoopirakenteella varustettuja tehdasvalmisteisia kaivoja. Liikennealueella käytetään teleskoopirakenteista kaivoa. Teleskoopiosan pituudesta vähintään 250 mm ja enintään 750 mm jää kaivon sisään. Taulukossa 5 on esitetty suositeltava muovikaivon nimellismitta läpimenevän putken koosta riippuen. Kuvassa 27 on esitetty esimerkki muovisesta teleskoopillisesta hulevesikaivosta. (InfraRYL 2012/1, 31200.)

TAULUKKO 5. Suositeltava muovikaivon nimellismitta (InfraRYL 2012/1, 31200.3.2.5.)

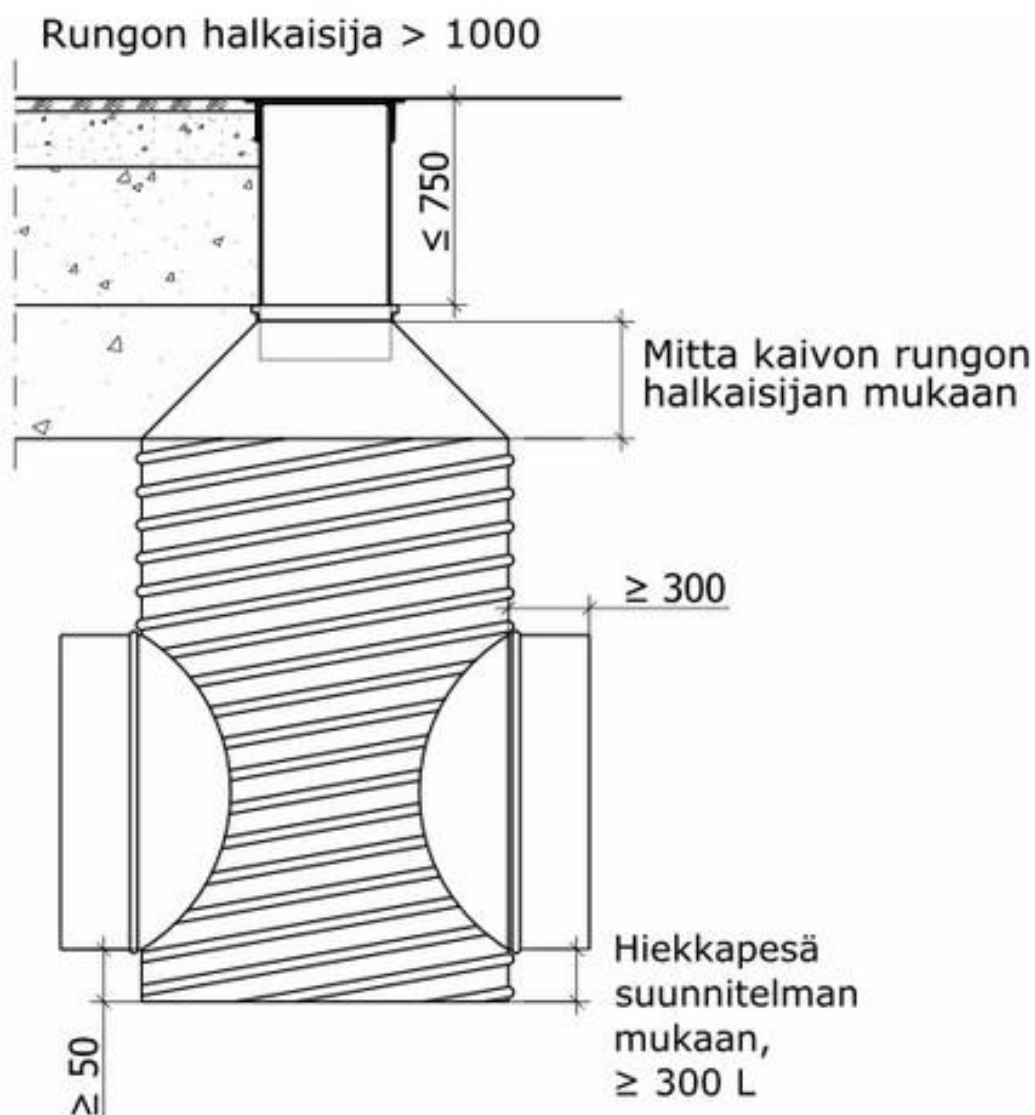
Läpimenevän putken nimellismitta DN, mm	Suosittelava kaivon halkaisija DN, mm
≤ 315	400
≤ 450	560
≤ 560	600
> 560	suurimman putken nimellismitta DN + 200



KUVA 27. Esimerkki muovisesta hulevesikaivosta (InfraRYL 2012/1, 31200.3.2.5.)

4.3.3 Teräksiset hulevesi- ja tarkastuskaivot

Teräksisenä hulevesi- ja tarkastuskaivoina käytetään täyskorkeita tai teleskoopirakenteella varustettuja tehdasvalmisteisia kaivoja. Liikennöitävällä alueella käytetään teleskoopirakenteisia kaivoja. Teleskoopin tulee olla vähintään 250 mm ja enintään 750 mm kaivon sisässä. Kuvassa 28 on esitetty esimerkki teräksisestä hulevesi- ja tarkastuskaivosta. (InfraRYL 2012/1, 31200.)



KUVA 28. Esimerkki teräksisestä hulevesi- ja tarkastuskaivosta (InfraRYL 2012/1, 31200.3.2.6.)

4.3.4 Kaivojen kansistot

Kaivojen kansistoina käytetään suunnitelmien mukaisille kuormituksille tarkoitettuja kansistoja. Tiealueella käytetään yleensä kansistoa, jonka kehys on pyöreä. Asfaltoiduilla alueilla kehysten ulko-reuna on viistetty. Kansiston tulee olla säädettävissä. Tien pituuskaltevuuden ollessa yli 5 %, kallistus tehdään muovi- ja teräskaivoissa vinolla säätöputkella, betonikaivoissa korotusrenkailla. (InfraRYL 2012/1, 31200.)

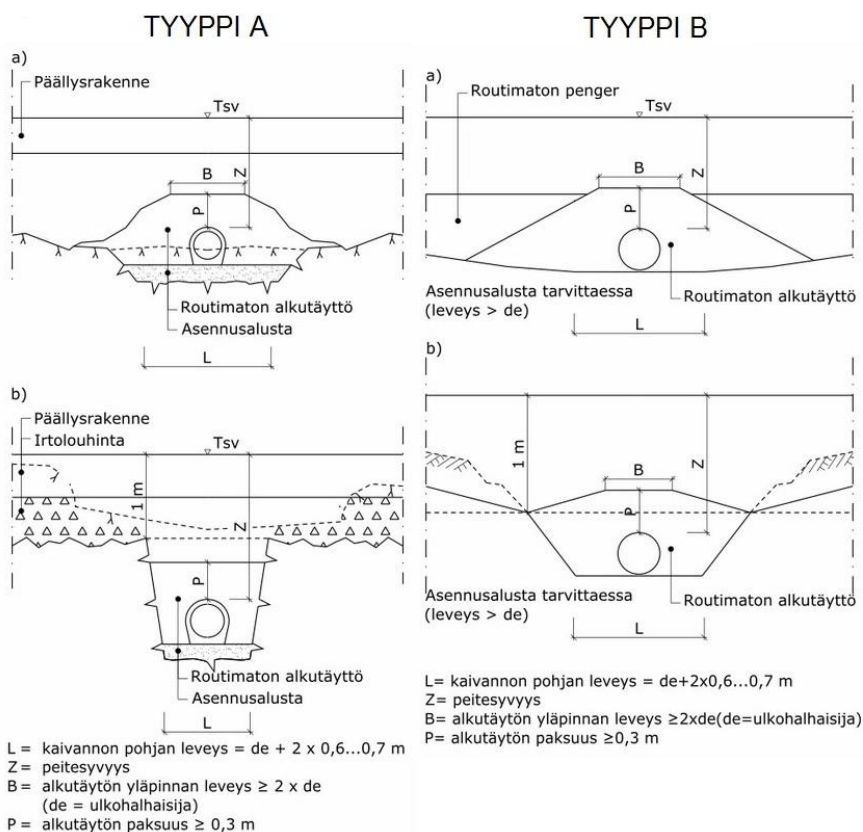
5 RUMMUT

Rumpu on halkaisijaltaan alle 2 m:n levyinen putkirakenne, jonka avulla tie ylittää vesiuoman. Halkaisijan ylitettyä 2 metriä, rakenne on silta. Sijainnin mukaan rummut jaetaan päätierumpuihin ja liittymärumpuihin. Päätierumpu alittaa suunniteltavan tien ja vesiuomana on tavallisesti laskuoja, kun taas liittymärumpu alittaa päätiehen liittyvän tien ja vesiuomana on tavallisesti sivuoja. Rumpujen tehtävä on siirtää niihin yläpuoliselta valuma-alueelta kerääntyvä vesi pää- ja sivutien alitse. Rummun tarvetta ja paikkaa harkittaessa pyritään selviämään mahdollisimman harvoilla rummuilla. Joskus rummun asentaminen voidaan välttää uoman siirrolla, pienten painanteiden muotoilulla tai sivuojajärjestelyillä. (InfraRYL 2012/1, 12330; Tielaitos 1993, 49.)

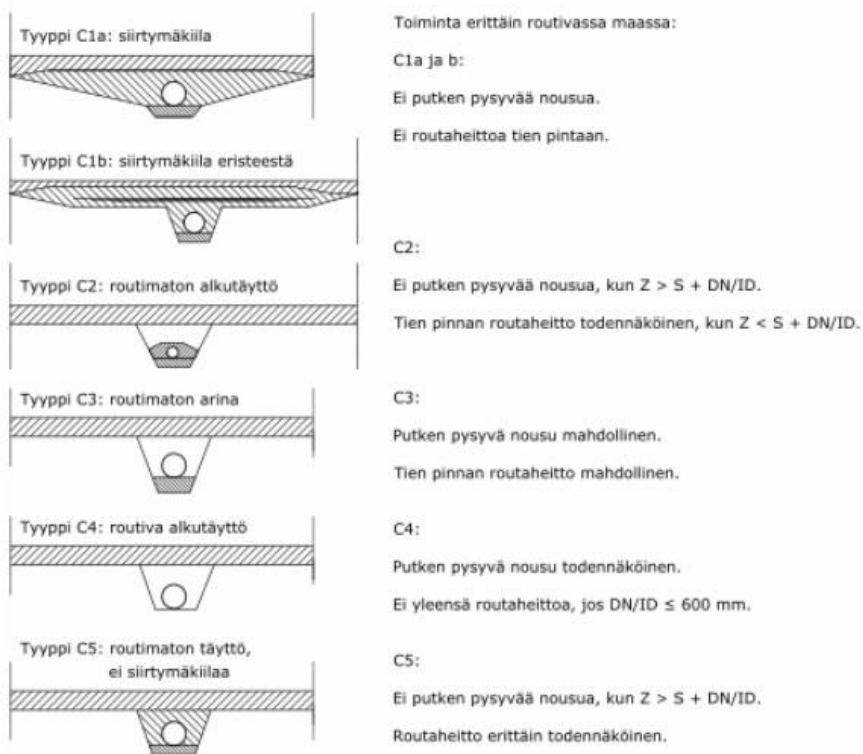
Rummun siirtokapasiteettiin vaikuttavat rummun koko, kaltevuus ja korkeusasema. Rummun kokoon vaikuttavat yläpuolisen valuma-alueen koko ja ominaisuudet sekä rumpuun laskevien ojien kaltevuus. Huollettavuuteen liittyvät tekijät ovat myös tärkeitä rummun koon valinnassa. Rummun sallittu peitesyvyys riippuu rummun materiaalista ja sen jäykkyydestä, rummun halkaisijasta ja kuormituksesta. Rumpujen sijoittamisessa on huomioitava liikenneturvallisuus ja ulkonäkö, esimerkiksi rumpujen päät ja niiden muotoilu ja tien leventämistarve. (InfraRYL 2012/1, 12330; Tielaitos 1993, 49.)

5.1 Rumpujen rakennetyypit

Rumpujen rakennetyypit ovat A, B, C1a, C1b, C2, C3, C4 ja C5, jotka ovat esitetty kuvissa 29 ja 30. Rumpumateriaaleja ovat betoni, teräs ja muovi. Betoniputkina käytetään julkaisun Betoniputkinormit 2001 mukaisia, pyöreitä tai jalallisia kumitiivisteputkia. Teräsrumpujen materiaali tulee olla standardin SFS-EN 10025 mukaista. Muoviputkirumpuina käytetään muovisia polyeteeni- ja polypropeeniputkia, joiden materiaali täyttää standartien SFS 5906 ja SFS-EN 13476-1 vaatimukset. (InfraRYL 2012/1, 12330, 14340, 14341, 14342, 14343.)



KUVA 29. Tyyppi A. Rummun rakenne louheessa (a) ja kalliolla (b) tierakenteissa. Tyyppi B. Rummun rakenne routimattomassa maassa tie- tai katurakenteissa. (InfraRYL 2012/1, 14340.3.)



KUVA 30. Rakennetyypit C1a, C1b, C2, C3, C4 ja C5. Rumpujen ja putkien rakennetyypit ja rakennetyyppien käyttäytyminen erittäin routivassa maassa. (InfraRYL 2012/1, 14340.3)

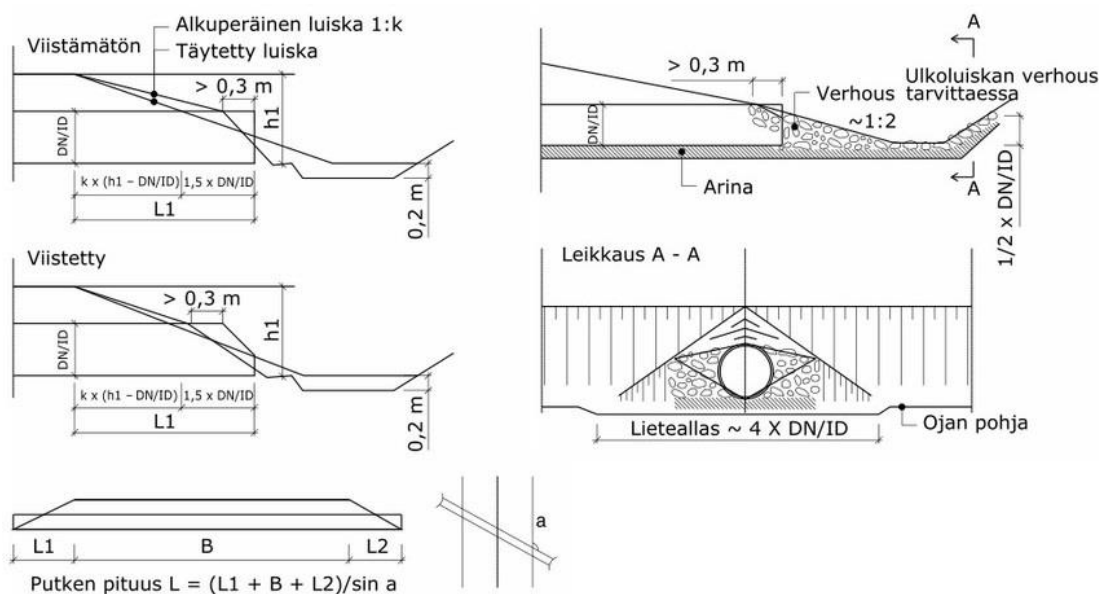
5.2 Rumpujen asentaminen

Rummut asennetaan kaivantoon, esimerkiksi kaivinkoneella laskemalla varovaisesti rikkomatta putkea tai sen suojapinoitetta, suunnitelmien mukaisesti tehdyille perustusrakenteelle, yleensä arina- tai asennusalustarakenteelle. Rummun asennuspaikka ja kaltevuus kerrotaan suunnitelma-asiakirjoissa. Rummun pituuskaltevuuden on yleensä vähintään 1 %, mutta poikkeustapauksissa voidaan käyttää 0,5 %:n kaltevuutta. Päätierummun keskikohdan ennakoitu painuminen huomioidaan pehmeillä painumaennusteisiin perustuvien suunnitelmien mukaisesti. (InfraRYL 2012/1, 14340.)



KUVA 31. Rumpu asennettuna kaivantoon. Kuva Antti Nykänen 2013

Rummut päät voivat olla suorat tai luiskan suuntaisesti viistetyt. Päätierummuissa putkien päät viistetään sisähalkaisijaltaan 600 mm:n putkista kuvan 32 mukaisesti. Sivuojalinjassa sijaitsevista sisähalkaisijaltaan yli 600 mm:n putkista viistetään myös kuvan 32 mukaisesti 1/3 korkeudesta ylöspäin. Rummut asennetaan niin, etteivät putken päät haitallisesti ulkone luiskan tasosta. Putken alapinnan pituus määrätään kuvan 32 mukaisesti, ellei muutoin ole määrätty. (InfraRYL 2012/1, 14340.)



KUVA 32. Rummun suora tai viistetty pää tierakenteissa (InfraRYL 2012/1, 14340.3)

Tien päätierummun asennustasossa sallitaan + 0...- 50 mm:n poikkeama suunnitelmissa esitetystä asennustasosta, kun taas sivuojarummussa sallittu poikkeama on + 30...- 50 mm. Tien leveys suunnassa rummun sijainnin poikkeama saa olla $\pm 0,5$ m. Keskilinjan eli suoruuden poikkeama saa olla ± 15 mm 3 m:n matkalla. Rummun päiden välinen korkeusero saa poiketa ± 20 mm suunnitelmissa esitetystä korkeuserosta. Rummun sijainti ja korkeusasema todetaan työn aikana tarkemmittauksin ja ne merkitään rumpuluetteloon. Yli 1250 mm rumpujen asentamisesta tulisi ottaa valokuvia, jotka toimitetaan 3 päivän kuluessa tilaajan edustajalle. Liittymärumpujen kaikki läpiviennit tulee valokuvata. (InfraRYL 2012/1, 14340.)

5.2.1 Betoniputkirumpujen asentaminen

Pyöreät betoniputket asennetaan siten, että ne tukeutuvat asennusalustaansa vähintään alimman neljänneskaaren leveydeltä. Jalallisten betoniputkien alla ei käytetä tuentaa, mutta asennuksen helpottamiseksi voidaan käyttää kahta asennusalustaan upotettua pitkittäistä asennuspuuta, jotka ovat poikkileikkausmitoiltaan enintään 100 mm x 50 mm. Putkien asennus aloitetaan rummun alemmasta päästä ja putkien urospuolet asennetaan alavirtaan päin. Käytettäessä 2 metriä lyhyempiä betoniputkia tai putkikoon ollessa ≥ 1600 mm, voidaan kolme ulointa putkea sitoa toisiinsa sivuilta kuumasinkityllä tai ruostumattomalla teräksellä putkien luisumisen estämiseksi. Tiealueen betoniputkirumpujen kestävyys- ja peitesyvyysvaatimukset ovat ilmoitettu taulukoissa 6 ja 7. (InfraRYL 2012/1, 14341.)

TAULUKKO 6. Betonisten päätierumpujen kestävyys- ja peitesyvyysvaatimukset tierakenteissa (InfraRYL 2012/1, 14341.3)

Putkiluokka	Peitesyvyys			
	Tiivistetty		Ei tiivistetty	
	Vähintään, m	Enintään, m	Vähintään, m	Enintään, m
B	0,6	5,0	1,0	4,0
Br	0,4	8,0	0,6	5,0
Dr	0,2	13	0,4	7,5

TAULUKKO 7. Betonisten sivuojarumpujen kestävyys- ja peitesyvyysvaatimukset tierakenteissa (InfraRYL 2012/1, 14341.3)

Putkiluokka	Peitesyvyys			
	Tiivistetty		Ei tiivistetty	
	Vähintään, m	Enintään, m	Vähintään, m	Enintään, m
B	0,5	5,0	1,0	4,,0
Br	0,3	8,0	0,6	5,0
Dr	0,2	13	0,4	7,5

5.2.2 Teräsrumpujen asentaminen

Teräsputkien kuljetuksessa, käsittelyssä ja varastoinnissa on noudatettava erityistä varovaisuutta putkien vaurioitumisen ja naarmuuntumisen estämiseksi. Teräsrummun päälle voidaan rakentamisen aikana asentaa suodatinkangas, joka estää täyttömateriaalin aiheuttaman rummun naarmuuntumisen. Aallotetuissa teräsputkirummuissa käytetään putkimateriaaleja ja liitososia, jotka täyttävät julkaisussa Aallotetut teräsputket määritellyt vaatimukset. Putkikoon ollessa $\geq 1\ 600$ mm, sidotaan kolme ulointa putkea yläpäästään toisiinsa kuumasinkityllä tai ruostumattomalla teräksellä putkien luisumisen estämiseksi. Teräsputkirummun hitsausluokka on WC. Taulukoissa 8 ja 9 on esitetty tiealueen teräsputkirumpujen kestävyys- ja peitesyvyysvaatimukset. (InfraRYL 2012/1, 14342.)

TAULUKKO 8. Teräksisten päätierumpujen kestävyys- ja peitesyvyyksivaatimukset tierakenteissa (InfraRYL 2012/1, 14342.3)

Halkaisija DN/ID, mm	Kimmoinen taivutusjäykkyys EI, kNm	
	Vähimmäispeitesyvyys 0,3 m	Vähimmäispeitesyvyys 0,5 m
≤ 300	0,8	0,8
400	0,8	0,8
500	0,9	0,9
600	2,3	1,7
800	5,2	3,4
1000	8,0	5,0
1200	—	6,5
1400	—	8,0
1600	—	19
1800	—	30
1990	—	40

TAULUKKO 9. Teräksisten sivuojarumpujen kestävyys- ja peitesyvyyksivaatimukset tierakenteissa (InfraRYL 2012/1, 14342.3)

Halkaisija DN/ID, mm	Kimmoinen taivutusjäykkyys EI, kNm	
	Vähimmäispeitesyvyys 0,3 m	Vähimmäispeitesyvyys 0,5 m
≤ 300	0,8	0,8
400	0,8	0,8
500	0,9	0,9
600	1,7	1,7
800	3,4	3,4
1000	5,0	5,0
1200	—	6,5
1400	—	8,0
1600	—	19
1800	—	30
1990	—	40

5.2.3 Muoviputkirumpujen asentaminen

Muoviputkirummut liitetään toisiinsa kimitiivisteliitoksella tai vastaavalla menetelmällä. Taulukoissa 10 ja 11 kerrotaan muoviputkirumpujen kestävyys- ja peitesyvyysvaatimukset tiealueella. (InfraRYL 2012/1, 14343.)

TAULUKKO 10. Muovisten päätierumpujen kestävyys- ja peitesyvyysvaatimukset tierakenteissa (InfraRYL 2012/1, 14343.3)

Halkaisija DN/ID, mm	Peitesyvyys	
	Vähintään	Enintään
650...1249	DN/ID ¹⁾	5 m (tai valm. ilmoittama)
1250...1990	Osoitettava Liikenneviraston tieosaston hyväksymillä mitoituslaskelmissa.	

¹⁾ DN/ID 650...1249 mm:n putkilla voidaan hyväksyä putkien sisähalkaisijaa pienempi peitesyvyys Liikenneviraston tieosaston hyväksymien mitoituslaskelmien perusteella. Muoviputkien seinämät mitoitetaan julkaisun *Kuivatusrakenteet ja putkistot, mitoituslaskelmien laatuvaatimukset* tai vastaavan Finnra Engineering News -julkaisun mukaan (www.tiehallinto.fi/thohje). DN/ID = rummun sisähalkaisija.

TAULUKKO 11. Muovisten sivuojarumpujen kestävyys- ja peitesyvyysvaatimukset tierakenteissa. (InfraRYL 2012/1, 14343.3.)

Halkaisija DN/ID, mm	Peitesyvyys	
	Vähintään	Enintään
≤ 499	0,4 m ¹⁾	5 m (tai valm. ilmoittama)
500...649	0,5 m ¹⁾	5 m (tai valm. ilmoittama)
650...1249	DN/ID ²⁾	5 m (tai valm. ilmoittama)
1250...1990	DN/ID ²⁾	5 m (tai valm. ilmoittama)

¹⁾ Jos alkurengasjäykkyys $\geq 8 \text{ kN/m}^2$ (SN8), vähimmäispeitesyvyyttä vähennetään enintään 0,1 m. Jos rengasjäykkyys on $\geq 16 \text{ kN/m}^2$ (SN16), vähennys on enintään 0,2 m.

²⁾ DN/ID 650...1990 mm:n putkilla voidaan hyväksyä putkien sisähalkaisijaa pienempi peitesyvyys Liikenneviraston tieosaston hyväksymien mitoituslaskelmien perusteella. DN/ID = rummun sisähalkaisija.

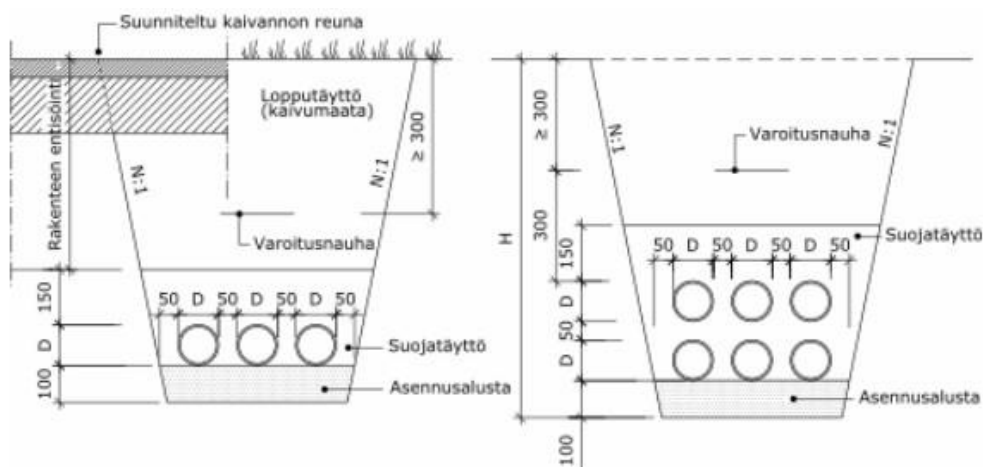
6 MAAKAPELIEN SUOJAPUTKET

6.1 Kaapelinsuojaputkien tyypit

Kaapelinsuojaputkina käytetään kumitiivisteellisiä standardin SFS 5608 mukaisia muoviputkia. Suojaputkien lujuusluokat ovat A, B ja C. Lujuusluokan A muoviputkia käytetään ajoratojen alituksissa, lujuusluokan B putkia ajoratojen ulkopuolella asennussyvytydellä $0,3 < 0,5$ m ja lujuusluokan C putkia ajoratojen ulkopuolella asennussyvytydellä $0,5 < 0,7$ m. (InfraRYL 2012/1, 33110.)

6.2 Kaapelinsuojaputkien asentaminen

Ennen asennustyön aloittamista putket ja niiden tarvikkeet tulee tarkastaa ja vioittuneet tuotteet eritellä ehjistä ja poistaa mahdollisimman pian työmaalta. Putkien käsittelyssä tulee noudattaa tuotteen valmistajan ohjeita. Kaapelinsuojaputket asennetaan suunnitelmien mukaiseen kaapelikaivantoon asennusalustarakenteen päälle niin, että ne tukeutuvat koko pituudeltaan asennusalustaan. Asentamisen aikainen veden pääsy kaapelinsuojaputkiin on estettävä esimerkiksi tulppaamalla putken päät siihen tarkoitetuilla tulpilla tai muulla toimivalla menetelmällä, koska veden pääsy kaapelinsuojaputkiin vaikeuttaa mm. putkiin asennettavan kaapelien asennusnarun asentamista paineilmalla puhaltamalla. Täyttövaiheessa kaivantoon asennetaan varoitusnauha, mikäli tilaaja niin edellyttää. Varoitusnauhan asennuskorkeus riippuu kaivannon syvyydestä, mutta tavoitteena on asentaa se noin 20 - 30 cm kaapelin yläpuolelle. Kuvassa 33 on esitetty esimerkki vähimmäisetäisyyksistä ja suojaputkien asentamisesta hiekkasuojattuun putkikaivantoon. (InfraRYL 2012/1, 33110.)



KUVA 33. Hiekkasuojattu putkikaivanto (InfraRYL 2012/1, 33110.3.2.)



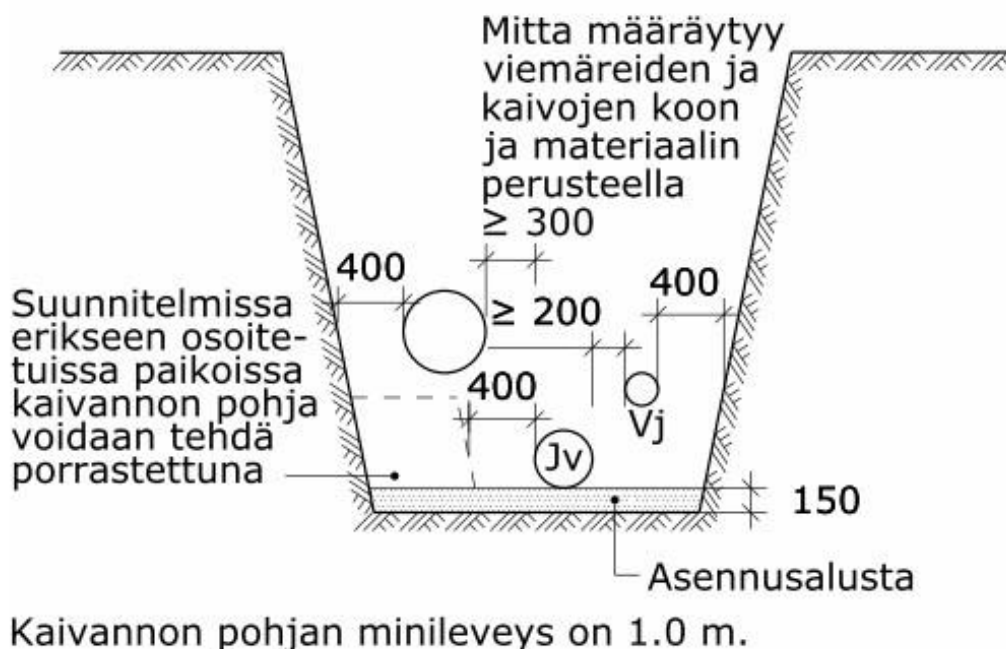
KUVA 34. A-lujuusluokan kaapelinsuojaputkea asennettuna asennusalustalle liikenne-
alueella. Kuva Antti Nykänen 2013

7 VESIJOHTOPUTKISTOT

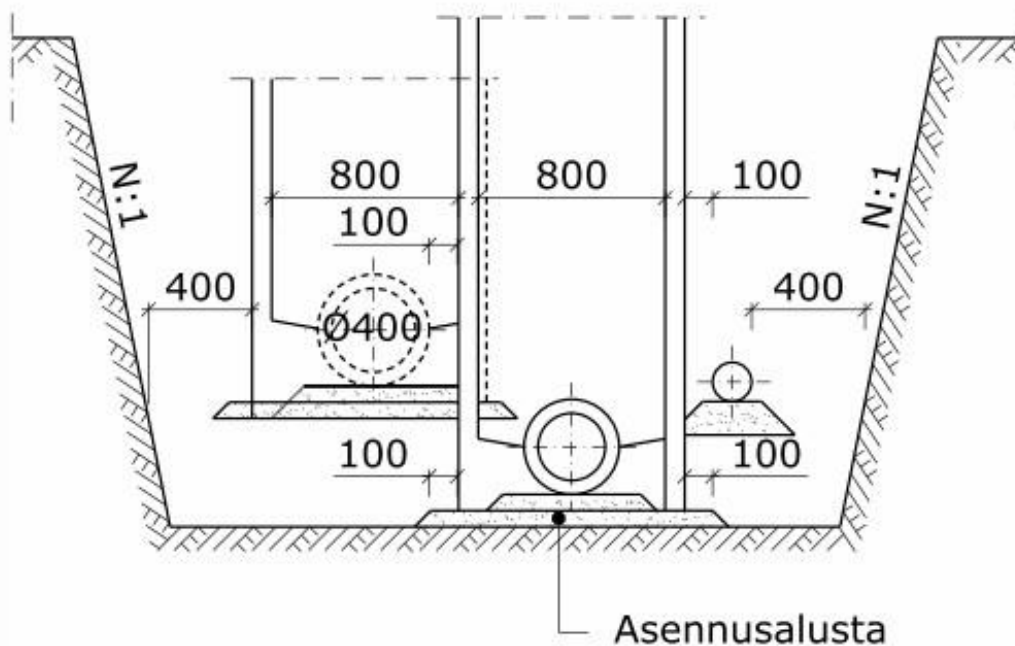
Vesijohtoputkina käytetään suunnitelmien mukaisia uusia ja laadukkaita putkia, putkiyhteitä, laitteita ja tarvikkeita. Putkijärjestelmän osien tulee noudattaa SFS-EN 805 vaatimuksia. Vesijohtoputkien materiaaleja ovat mm. valurauta, muovi ja teräs. Vesijohtoputkissa vedenlaadun tulee säilyä veden hygieenisyyden ja muun laadun suhteen viranomaisvaatimusten mukaan. (InfraRYL 2012/1, 31300.)

7.1 Vesijohtoputkien asentaminen

Liikennealueilla vesijohdot asennetaan ohjeiden mukaan rakennetulle asennusalustalle. Liikennealueen ulkopuolella putket voidaan perustaa suoraan kivettömän ja häiriintymättömän maan varaan. Teräsputkille tehdään valmistajan ohjeiden mukainen asennusalusta. Vesijohto tulee asentaa vähintään 200 mm:n vaakasuorasti mitatulle etäisyydelle muista vesijohto- ja viemäriputkista, sekä vähintään 100 mm:n etäisyydelle kaivoista tai muista rakenteista. Pystysuora etäisyys muihin risteäviin johtoihin tulee olla vähintään 100 mm, ellei suunnitelmissa muutoin ilmoiteta. Kaivannoissa, joihin asennetaan monia putkia, on tietysti huomioitava, että muilla asennettavilla putkilla saattaa olla edellä mainittuja suurempia etäisyysvaatimuksia. Putkilinjan tulee olla suora, eikä liitoksissa saa esiintyä kulmapoikkeamaa. Putkien tulee tukeutua asennusalustaansa koko pituudeltaan ja liitosten kohdalla muhveille ja laipoille kaivetaan riittävän syvyiset kolot, jotta putket eivät jää muhvien tai laippojen kannattamiksi. Kuvissa 35 ja 36 sekä taulukossa 12 on esitetty vesijohdon sijainnin vähimmäismitat muista rakenteista. (InfraRYL 2012/1, 31300.)



KUVA 35. Tukemattoman kaivannon vähimmäismitat (InfraRYL 2012/1, 31300.3.1.1.)



Kaivojen ja laitteiden kohdalla asennusalusta tehdään leveämpänä.

KUVA 36. Tukemattoman kaivannon vähimmäismitat kaivon kohdalla (InfraRYL 2012/1, 31300.3.1.1.)

TAULUKKO 12. Vesijohdon etäisyys muista rakenteista (InfraRYL 2012/1, 31300.3.1.1.)

Rakenne	Vähimmäisetäisyys, m
kaukolämpöputki (ilman lämmöneristettä)	0,5
maakaasuputki	2,5
maakaasuputki risteämissä	0,5
sähkökaapelit (suojaputkeen)	0,2
telekaapelit (suojaputkeen)	0,2
puut	1,5

Valmiin vesijohdon sijainnissa sallitaan poikkeamat suunnitelmista vaakatasossa ± 100 mm, korkoasemassa ± 100 mm ja laitekaivojen sijainnissa vaakatasossa ja korkoasemassa ± 100 mm. Vesi-painekokeena tehdyn tiiviyskokeen tulos on hyväksyttävä, kun paine vakiintuu enintään 20 kPa kokeen aloituspaineen alapuolelle. (InfraRYL 2012/1, 31300.)

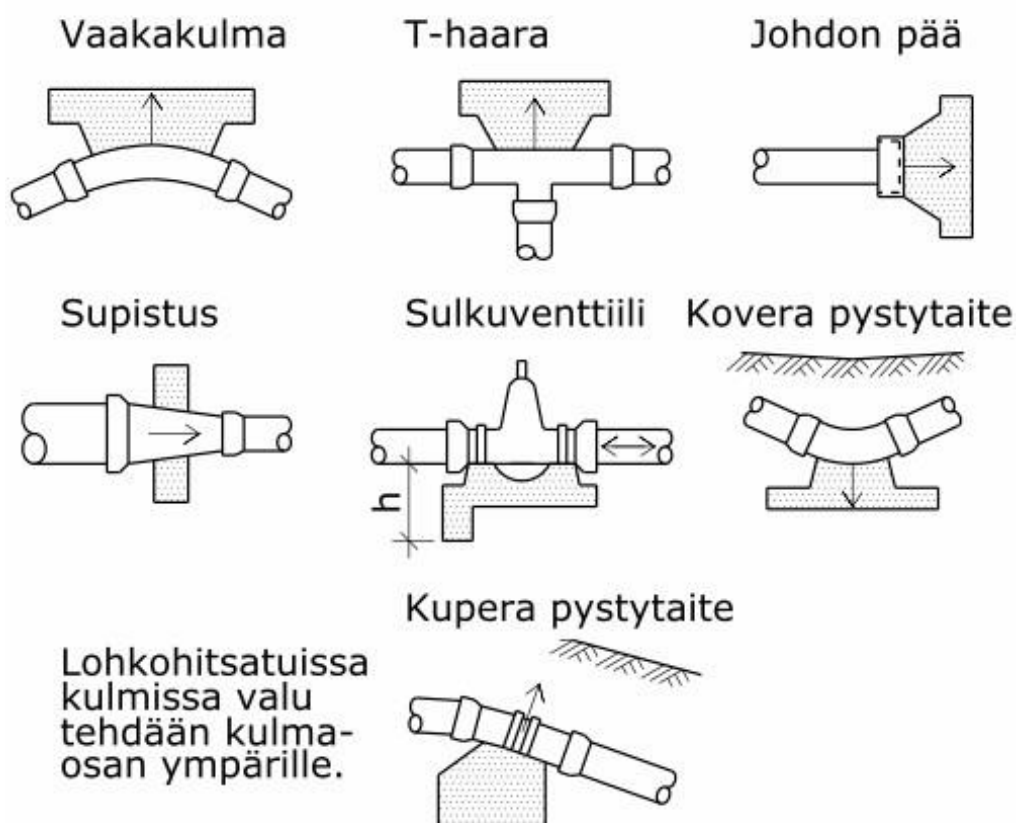
7.1.1 Suojarakenteen rakentaminen

Vesijohdon suojaputket ja niiden päätekaivot rakennetaan suunnitelmien mukaisesti. Tien alittava suojaputki ulotetaan tien päällysteen reunan kautta kaltevuudessa 1:1 kuviteltuun rajapintaan saak-

ka, ellei suunnitelmissa ole toisin esitetty. Vesijohtoputki tuetaan tukielementtejä käyttäen suoja-putken sisäpintaan suunnitelmissa esitettyyn korkeuteen. Tukelementit kiinnitetään vesijohtoputken ympärille tukevasti, jotta ne eivät irtoa vesijohtoa työnnettäessä suoja-putken sisälle tai vedettäessä ulos. Päätekaivon seinämään asennetaan läpivientiholkki, johon suoja-putki liitetään kuvitiivisteliitoksella. Jos suoja-putken päähän ei asenneta kaivoa, putken pää tiivistetään betonivalulla, johon myös asennetaan läpivientiholkki. (InfraRYL 2012/1, 31300.)

7.1.2 Kulmatuen rakentaminen

Vesijohtoputket tuetaan suunnitelmien mukaan. Tukivoima siirretään yleensä maahan. Kalliokaivannon tukivoima voidaan taas siirtää siderautojen kautta ankkuroiduilla pulteilla kallioon. Vesijohtoputkea ei saa tukea kaivoihini tai muihin putkiin. Vesijohdon pysty- ja vaakakulmat, haarat, venttiilit, putken supistuskohdat sekä putken päät on tuettava siten, että veden paine, virtaus tai paineiskut eivät aiheuta niihin siirtymiä. Vesijohtoputkien tukien sijoituksia on esitetty esimerkein kuvassa 37. (InfraRYL 2012/1, 31300.)



KUVA 37. Vesijohdon tukien sijoitus (InfraRYL 2012/1, 31300.3.7.)

7.2 Vesijohtoputkien liitokset

Vesijohtoputket asennetaan liitoksessa suoraan toisiinsa nähden. Putkien liitoksien teossa noudatetaan aina valmistajien ohjeita. PVC-U- ja valurautaputket liitetään kumitiivistemuhviliitoksin tai liitinliitoksin valmistajan ohjeiden mukaisesti. Kyseiset liitokset puhdistetaan tarvittaessa vedellä tai mie-

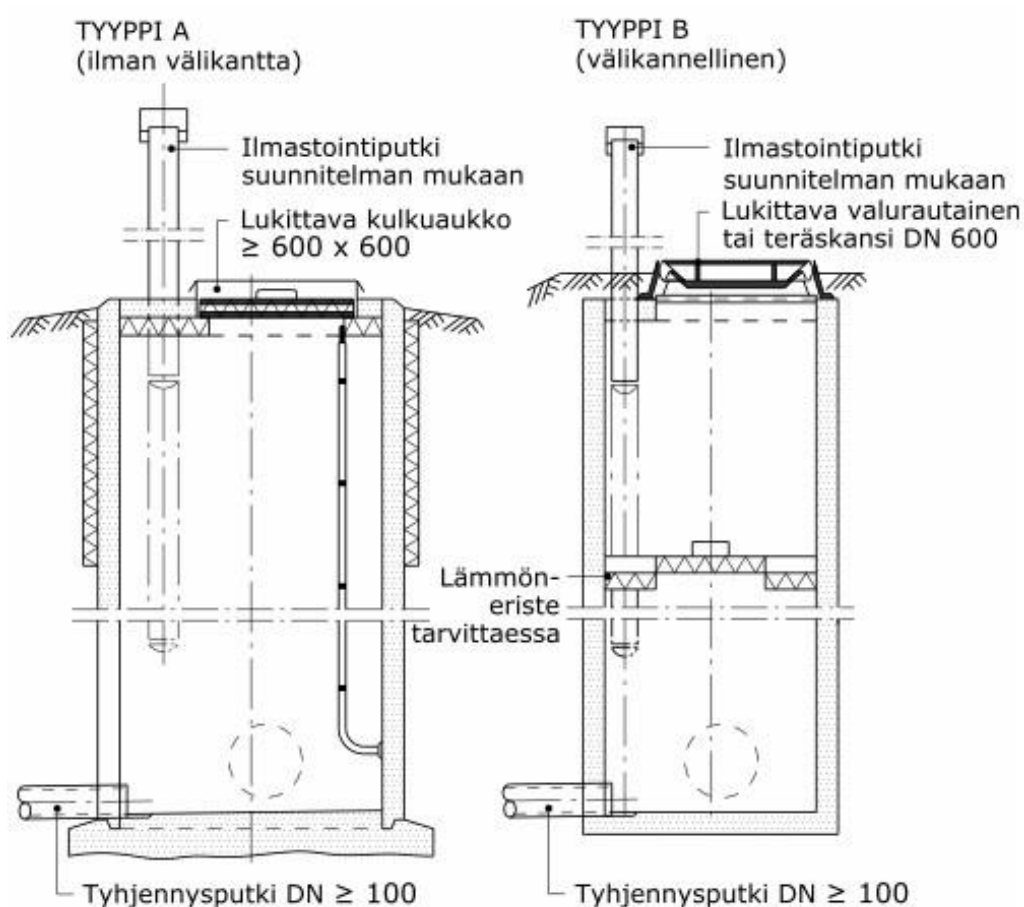
dolla soodaliuksella. Asennettaessa käytetään putkitoimittajan suosittelemaa tiivisteiden liukuainetta. Putki työnnetään toisen putken muhvin sisään syvyysmerkkiin saakka. PE-putket liitetään pusku-, sähköhitsaus-, laippa- tai liitinliitoksien. Pusku- ja sähköhitsausliitoksia tehdessä noudatetaan putken valmistajan ohjeita. Teräsputket liitetään yleensä hitsaamalla. Teräsputkia voidaan liittää myös kumitiivistemuhviliitoksilla. (InfraRYL 2012/1, 31300.)

7.3 Vesijohtoputkiston laitteet

Suunnitelmissa erikseen mainittujen vesijohtolinjan laitteiden ulkopintaa vasten asennetaan kaksinkertainen 0,2 mm:n paksuinen muovikalvo. Kalvo ulotetaan kansistosta tai maanpinnasta routasyyvyteen saakka. (InfraRYL 2012/1, 31300.)

7.3.1 Laitekaivon asentaminen

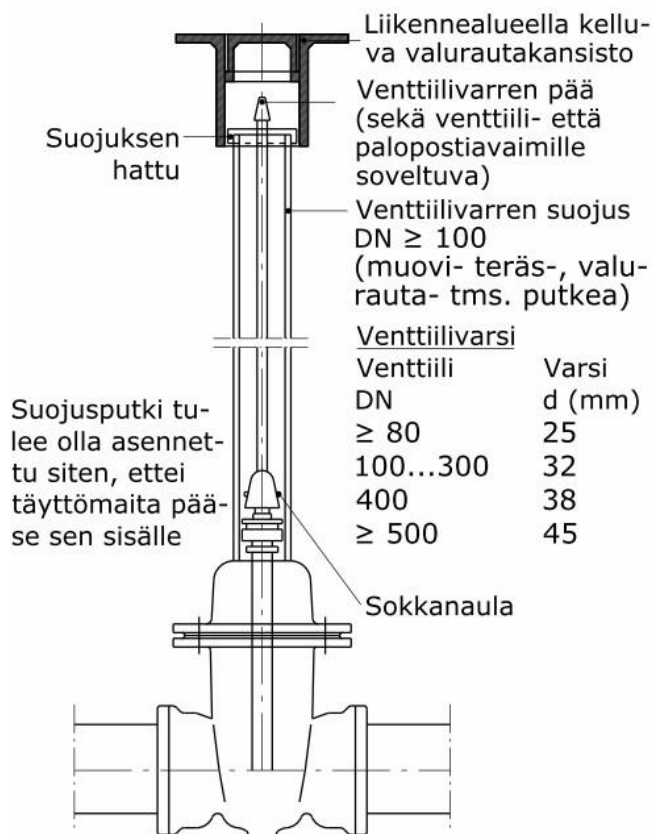
Laitekaivo asennetaan venttiiliä tai muuta kaivon sijoitettavaa laitetta varten. Laitekaivo tehdään kaivosuunnitelmien mukaan tai niiden puuttuessa kuvan 38 mukaisesti. Laitekaivo varustetaan tyhjennysputkella ja suunnitelmissa mainituissa tapauksissa myös ilmanvaihtoputkella. Ilmanvaihtoputket ja muut teräsosat suojataan korroosiolta. Liikennealueilla laitekaivoon asennetaan kelluva valurautakansisto. (InfraRYL 2012/1, 31300.)



KUVA 38. Vesijohdon laitekaivo. (InfraRYL 2012/1, 31300.3.5.)

7.3.2 Sulkuventtiilin asentaminen

Sulkuventtiilien asentamisessa noudatetaan valmistajan ohjeita. Venttiilien sijainti merkitään pylväisiin tai rakenteisiin merkkikilvillä vesijohtoverkon haltijan ohjeiden mukaan. Kuvassa 39 on esitetty esimerkki maassa olevasta sulkuventtiilistä. (InfraRYL 2012/1, 31300.)



Venttiilin asennusalusta kuten johtolinjassa. Joustavat liitokset mahdollisimman lähelle maahan asennettavaa venttiiliä. Tuenta varmistettava.

KUVA 39. Esimerkki sulkuventtiilistä. (InfraRYL 2012/1, 31300.3.2.)

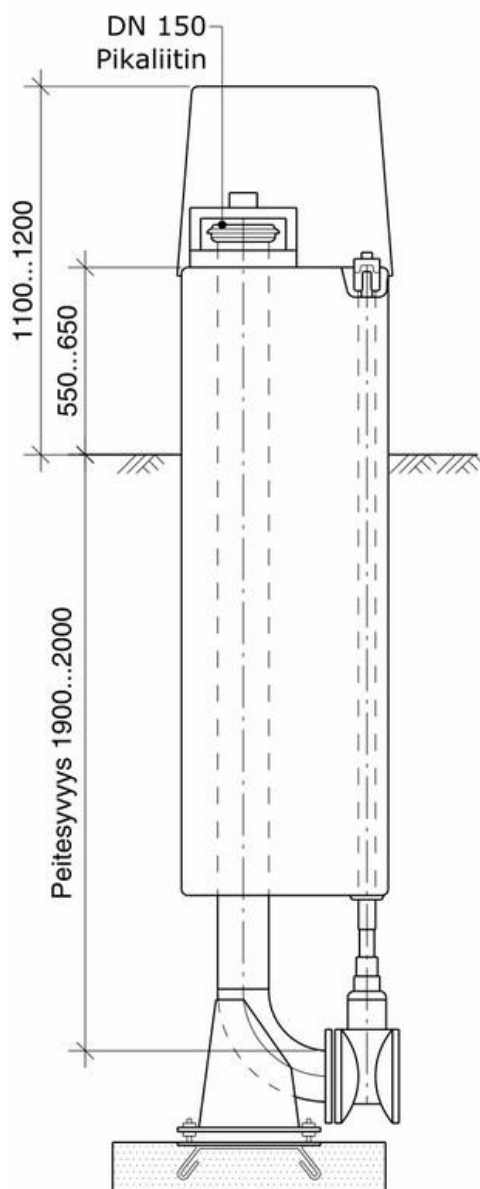
7.3.3 Ilmanpoisto- ja tyhjennysventtiilien asentaminen

Ilmanpoistovenktiili asennetaan laitekaivoon, jonka sisähalkaisija on vähintään 1 m ja syvyys vähintään 1,5 m. Ilmanpoistovenktiili asennetaan T-haarayhteen tai jonkin muun ilmaa kerääcän kellon päälle. Jos ilmanpoistovenktiilissä ei ole omaa sulkuventtiiliä, sen alle asennetaan aina sulkuventtiili. Kaivoon asennetaan yksi ilmanpoistovenktiili ja haara painemittausta tai muuta käyttöä varten. (InfraRYL 2012/1, 31300.)

Tyhjennysventtiilit asennetaan ja viemäroidään suunnitelmien mukaan. Tyhjennysventtiilistä johdetaan putki tyhjennyskaivoon, joka rakennetaan kuin viemärin tarkastuskaivo. (InfraRYL 2012/1, 31300.)

7.3.4 Palopostien ja palovesiasemien asentaminen

Palopostin laitekaivoon asennetaan tyhjennysputki, joka kytketään hulevesiviemäriin jos palopostin jäätymisvaaraa ei ole. Muulloin tyhjennysputki johdetaan kaivon ympärystäytöön. Palopostin sijainti merkitään kilvillä vesijohtoverkon haltijan ohjeiden mukaisesti. Palovesiasemat asennetaan suunnitelmien mukaan tai suunnitelmien puuttuessa kuvan 40 mukaisesti. (InfraRYL 2012/1, 31300.)



KUVA 40. Maanpäällinen palovesiasema.

(InfraRYL 2012/1, 31300.3.4.3)

7.4 Vesijohdon huuhtelu

Vesijohdon huuhtelu tehdään kaivannon täytön jälkeen. Huuhtelu tehdään käytössä olevasta verkostosta otettavalla vesijohtovedellä. Huuhteluun käytetty vesi johdetaan hulevesiviemäriin tai viemärin puuttuessa maastoon tai jätevesiviemäriin. Halkaisijaltaan ≤ 160 mm putket puhdistetaan huuhtelemalla. Tätä isommat putket puhdistetaan tehokkaammilla menetelmillä, kuten esimerkiksi vesihuuhtelulla. (InfraRYL 2012/1, 31300.)

Huuhdeltava putki täytetään pienellä virtaamalla, minkä jälkeen virtaamaa lisätään vähitellen enimmäisarvoonsa. Huuhtelua jatketaan enimmäisvirtaamalla 10–15 minuuttia putkikoon ja putken pituuden mukaan. Huuhtelu voidaan lopettaa, jos purkautuva vesi on silmämääräisesti katsottuna täysin kirkasta. Läpimitaltaan isoihin putkiin edellämainitulla huuhtelutavalla ei saada tarpeeksi isoa virtausnopeutta, että se riittäisi irrottamaan irtosakan putkista. Tällöin putket huuhdellaan tarvittaessa tarkoitukseen sopivalla painepesulaitteella varoen, ettei putkien pinnoite vaurioidu. Tämän jälkeen voidaan suorittaa loppuhuuhdtelu. Viimeisestä huuhteluvdestä otetaan vesinäyte bakteeriviljelyä varten. Jos näytteessä on indikaattoribakteereja, putkisto desinfioidaan. (InfraRYL 2012/1, 31300.)

7.5 Vesijohdon desinfiointi

Vesijohtoverkosto desinfioidaan, vaikka indikaattoribakteereita ei vesinäytteestä tehdyssä bakteeriviljelyssä esiintyisikään, jos asennustöiden yhteydessä vesijohtoverkosto on päässyt saastumaan ulosteperäisesti, esimerkiksi vesijohdon ja viemäriin ollessa yhtä aikaa auki kaivannossa. (InfraRYL 2012, 31300/1.)

Vesijohto desinfioidaan nestemäisellä natriumhypokloriitilla tai kalsiumhypokloriitti-tableteilla tai -rakeilla. Desinfiointissa käytettävät klooriyhdisteet ovat myrkyllisiä, joten niiden käsittelyssä on noudatettava huolellisuutta ja varovaisuutta ohjeiden mukaisesti. (InfraRYL 2012/1, 31300.)

Putki täytetään vesijohtoverkon vedellä ja kloorikemikaalin annostellaan siten, että veden klooripitoisuudeksi tulee noin 10 – 50 mg/l. Klooriliuos jätetään putkeen vähintään 1 vrk:n, mielellään 3 vrk:n ajaksi. Tämän jälkeen veden tulee sisältää koko desinfiotavassa johdossa vähintään 5 - 25 mg/l vapaata klooria. Vesijohdon desinfiointia aikana johto-osa ei ole yhteydessä käytössä olevaan verkostoon. (InfraRYL 2012/1, 31300.)

Desinfiointin jälkeen putki tyhjennetään ja huuhdotaan vesijohtoverkon vedellä putkikoosta riippuen, vähintään 10 minuutin ajan kloorin jo poistuttua putkesta. Klooriliuos ja klooripitoinen huuhtelivesi hoidetaan hulevesiviemäriin. Huuhtelun jälkeen vesijohtoputki täytetään vedellä, ellei putki ole vaarassa jäätyä. (InfraRYL 2012/1, 31300.)

8 ESIMERKKI PUTKILINJAN RAKENTAMISESTA TIEHANKKEELLA

Tässä osiossa esitetään toimintamalli, miten rakentaa putkilinja ja asentaa putket tiehankkeella tulevalle liikennealueelle. Putkityömaa sijaitsee käytössä olevan liikennealueen ulkopuolella.

1. Selvitä mahdollisten olemassa olevien kaapeleiden ja putkien paikat.
2. Perehdy suunnitelmiin.
 - mitä, minne, paljonko, mihin suuntaan jne
3. Tilaa materiaalit rakennuspaikalle valmiiksi.
 - putket
 - kaivot
 - suodatinkankaat
 - kiviainesmateriaalit.
4. Alue raivataan ja pintamaat otetaan talteen suunnitelmien mukaisesti. Pintamaa läjitetään tai hyödynnetään tarkoitukseen osoitetuille paikoille.
5. Kaivanto rakennetaan suunnitelmien mukaan.
 - Kaivutyössä on noudatettava erityistä varovaisuutta.
6. Varmista, että kaivanto on turvallinen ja suunnitelmien mukaan tehty.
 - Luiskien kaltevuudet ovat turvallisia.
 - Pohjan leveys on vähintään 1,0 m, koska kaivannon pohjalla työskennellään.
 - Kaivannon reunoilla on tilaa vähintään 40 cm.
 - Putkien vähimmäisetäisyydet ovat (esimerkiksi vesijohdon ja maakaasuputken minimietäisyys 2,5 m.)
 - Kaivannon pohja on kaivettu tarpeeksi syväksi arinan ja asennusalustan tekoa varten.
 - Mahdollinen kaivantoon pääsevä vesi poistetaan tai pidetään riittävän alhaalla, jottei se kohota tai vahingoita putkia, kaivoja tai täyttöjä.
 - Kaivannon pohja on tasattu mahdollisimman tasaiseksi sekä se on kuiva että sula.

7. Arinarakenne rakennetaan suunnitelmien mukaisesti (esimerkkinä kiviainesarine).
- Tarvittaessa arinan alle asennetaan suodatinkangas, liikennealueilla vähintään N3-käyttöluokan.
 - Materiaalin rakeisuus on oltava putkille sopiva.
 - Soraa tai mursketta, rakeisuus 0/32 tai enintään 2/3 arinan paksuudesta, enintään 150 mm.
 - Liikennealueella arinoissa käytetään päätierumpujen rakenneperiaatteita.
 - Tiivistetään täryyttämällä esim. tärylätkällä enintään 300 mm:n kerroksissa.
 - Sijainti ja korko tarkistetaan ennen putkien asentamista.
 - Suurin sallittu epätasaisuus 3 m:n matkalla on ± 20 mm, paksuuden sallittu poikkeama $\pm 0,1$ m ja leveyden 0,2 m.
 - Otetaan tarvittaessa tiiviys- ja kantavuuskokeet.
8. Asennusalusta rakennetaan arinan päälle suunnitelmien mukaisesti.
- Materiaali oltava kaikille putkille sopivaa.
 - Hiekasta, sorasta tai murskeesta.
 - Suurin sallittu raekoko noin 10 % putken nimellimitasta, kuitenkin DN > 100 putkille 16 mm.
 - Materiaali ei saa sisältää lunta, jäätä eikä jäätyneitä kokkareita.
 - Vähintään 150 mm paksuinen.
 - Tiivistetään täryyttämällä.
 - Suurin sallittu epätasaisuus 3 m:n matkalla ± 15 mm.
 - Tiiviysaste mitataan 100 m:n välein, kumminkin vähintään 1 mittaus / työkohte.
 - Tiiviyssuhde mitataan 20 m:n välein.
9. Putkien ja kaivojen asennus asennusalustalle
- Tarkistetaan, että kaivanto ja asennusalusta ovat suunnitelmien mukaiset.
 - Tarkistetaan, että asennettavat putket, kaivot ja muut tarvikkeet ovat oikeanlaisia ja ehjiä.
 - Putket ja kaivot lasketaan varovasti kaivantoon vahingoittamatta niitä.
 - Isoja ja painavia putkia, kuten teräksisiä rumpuputkia tai betonisia kaapelikaivoja nostettaessa on noudatettava erityistä varovaisuutta.
 - Liitosten kohdalle kaivetaan tarvittavat syvennykset muhveja ja asennustöitä varten.
 - Putket ja kaivot asennetaan niille suunnitelluille paikoille.
 - Putket ja kaivot tukeutuvat tasaisesti asennusalustansa.
 - Käytetään liitostapoja, tiivisteitä ja muita tarvikkeita valmistajien ohjeiden mukaan.
 - Putkilinjan tulee olla suora eikä liitoksissa saa olla kulmapoikkeamaa.
 - Kaivot asennetaan pystysuoraan.
 - Putkilinjan kaltevuus tulee olla suunnitelmien mukainen.

10. Alkutäyttö tehdään suunnitelmien mukaisilla materiaaleilla.

- Materiaalin sovelluttava kaikille putkityypeille, joka täyttää asennusalueen vaatimukset.
- Hiekkaa, soraa tai mursketta.
- Materiaali ei saa sisältää lunta, jäätä, jäätyneitä kokkareita tai muita putkimateriaaleille haitallisia aineita.
- Alkutäyttömateriaali lasketaan varovasti kaivantoon tasaisesti putkien molemmille puolille.
- Materiaali sullotaan lapiotyönä putkien ympärille, jotteivat putket liiku.
- Ensimmäinen alkutäytön kerros on tiivistettynä enintään puolet putken halkaisijasta, kuitenkin enintään 300 mm tiivistettynä.
- Tiivistetään täryyttämällä 200 – 300 mm:n vaakasuorina kerroksina.
- Alkutäyttöä jatketaan tiivistäen, kunnes täyttö ulottuu vähintään 300 mm putken laen yläpuolelle.
- Alkutäytön tiiviyksvaatimus on sama kuin ympäröivän tai päälle tulevan rakenteen.

11. Lopputäyttö

- Materiaali tiivistämiskelpoista, suurin raekoko 2/3 yhdellä kertaa tiivistettävän kerroksen paksuudesta, kuitenkin enintään 400 mm.
- Materiaali ei saa sisältää lunta, jäätä tai muita haitallisia materiaaleja.
- Materiaalina käytetään ympärillä olevassa rakenteessa käytettävää materiaalia (esim. louhepenkassa käytettävää louhetta).
- Liikennealueilla lopputäyttö ulotetaan rakennekerrosten alapintaan asti.
- Tiivistetään ympärillä olevan rakenteen tiiviyksvaatimusten mukaisesti.
- Tiiviyksaste mitataan 50 m:n välein, tiiviyksuhde 20 m:n välein, kuitenkin vähintään 1 mittaus per työkohde.

12. Tehdään tarvittavat toimenpiteet putkilinjan rakentamisen jälkeen.

- Putkista otetaan tarvittavat kokeet (esim. tiiviykskokeet).
- Vesijohtojen huuhtelu ja desinfiointi.
- Mahdollisten muodonmuutosten silmämääräinen tarkastelu.
- Otetaan sijainnin tarkemittaukset.

9 HAASTATTELUOSUUS

Tässä opinnäytetyön osuudessa haastateltiin sähköpostin välityksellä Työyhteisliittymä Pulteri E18 Koskenkylä–Kotka -moottoritiehankkeen johtohenkilöitä tiehankkeen putkitöiden rakentamiseen ja työturvallisuuteen liittyvillä kysymyksillä. Haastattelun tarkoitus oli tuoda kokemukseräistä tietoa opinnäytetyössä esiintyneisiin aiheisiin.

Työturvallisuus tiehankkeella

1. Missä työtehtävissä sattuu eniten tapaturmia tiehankkeilla?

- Johtohenkilö 1: "Oletan, että kaivantotöissä?"
- Johtohenkilö 2: "Siltatyöt."
- Johtohenkilö 3: "Fakta tietoa ei ole, mutta tiehankkeella varmaan kaivannot, liikennejärjestelyt, louhintatyöt ovat ainakin riskialttiimpia töitä tiehankkeilla."
- Johtohenkilö 4: "Mitään faktaa ei nyt tähän kysymykseen voi antaa, mutta varsinkin kaatumiset liukkaalla pinnalla, louhikossa tms. aiheuttavat monesti sairaslomia. Putkitöissä nostamiset ja väärät työasennot yms."

2. Mikä tekijä aiheuttaa eniten tapaturmia tiehankkeilla?

- Johtohenkilö 1: "Oletan, että työntekijän huolimattomuus? Työntekijä "turtuu" tehtäväänsä ja sattuu vahinko."
- Johtohenkilö 2: "Asenne, ei noudateta annettuja ohjeita, puutteelliset turvajärjestelyt, kiire, väsymys, kieliongelmat."
- Johtohenkilö 3: "Mm. ulkopuoliset tekijät aiheuttavat huomattavan osan tapaturmista (tiehankkeeseen kuulumattomat esim. liikenne). Samoin silta ja tunnelityöt. Tämä sopii myös edelliseen kysymykseen."
- Johtohenkilö 4: "Talvella liukkaat pinnat."

3. Ovatko suurin osa tiehankkeella tapahtuvista tapaturmista vakavia vai vähemmän vakavia?

- Johtohenkilö 1: "Suurin osa on onneksi lieviä tapaturmia eli 1-3 vrk. sairauslomaan johtavia."
- Johtohenkilö 2: "Suurin osa vähemmän vakavia, nyrjähdysisiä-liukastumisia, väärästä nostoasennosta johtuvia, pintahaavat."
- Johtohenkilö 3: "Vähemmän vakavia onneksi ainakin meidän hankkeella (Tyl Pulteri)."
- Johtohenkilö 4: "Luultavasti n. viikon sairaloima yleisintä."

4. Missä työvaiheissa ja mihin niissä tulee noudattaa erityistä varovaisuutta tiehankkeella?

- Johtohenkilö 1: "Kyllä se on työ kuin työ."
- Johtohenkilö 2: "Työskentely liikenteen vaikutusalueella, räjäytys- ja louhintatyöt (kivien sinkoilu, putoamisvaara), kaivantotyöt, elementtien ja materiaalien nostot."
- Johtohenkilö 3: "Sähkölinjat maassa sekä ilmassa kaivujen yhteydessä, louhintojen suoja-
etäisyydet, kaivantojen sortumavaarat."
- Johtohenkilö 4: "Kaikissa töissä, jotka suoritetaan liikenteen välittömässä läheisyydessä.
Putkitöissä, varsinkin syvissä kanaaleissa täytyy varmistua ettei kaivannon seinät sorru."

5. Noudattaako suurin osa työntekijöistä henkilösuojaimeen käyttöön asetettuja vaatimuksia vai tarvitseeko käytöstä huomauttaa usein?

- Johtohenkilö 1: "Yli 90 % noudattaa ohjeita ja käyttää suojaimeita. TYL Pulterissa lähes 100 %."
- Johtohenkilö 2: "Suurin osa käyttää, vaatii jatkuvaa valvontaa ja puuttumista laiminlyönteihin."
- Johtohenkilö 3: "Parin vuoden käskemisen jälkeen alkaa yhteinen linja löytyä."
- Johtohenkilö 4: "Noudattaa, joskus tosin suojalaseista joutuu huomauttamaan."

Putkitöiden rakentamisen virheet

6. Missä työvaiheissa tapahtuu eniten virheitä tehdessä?

- Johtohenkilö 1: "Täyttötöitä tehdään huolimattomasti (tiivistys)."
- Johtohenkilö 2: "Perustamistyöt, arina tehdään huolimattomasti (väärät materiaalit ja työmenetelmät, ei noudeta annettuja ohjeita), työvaiheen itselleluovutus ontuu, täytöt (materiaali) ja tiivistykset vastoin ohjeita."
- Johtohenkilö 3: "Pohjien (arinan) löyhyys, täyttöjen tiivistys, materiaalien valinnat esim. putkiluokat."
- Johtohenkilö 4: "Virheet paljastuu yleensä kuvausvaiheessa ja yleisimpiä virheitä ovat yleensä olleet:
 - Huonosti tehty/ riittämättömästi tiivistetty putkiarina, jolloin siihen asennettu putki painuu.
 - Huonosti tehdyt sivutäytöt aiheuttavat putkeen muodonmuutoksia. Monesti putkimiehiltä unohtuu sivutäytön yhteydessä lapiolla tehtävä murskeen sullominen.
 - Huonosti tehdyt lopputäytöt/liian vähäinen määrä mursketta aiheuttaa muodonmuutoksia putken selkään, karkea louhetäyttö voi lisäksi tehdä putkeen reiän jos murskeissa on liikaa säästelyä.
 - Uutena juttuna on ilmennyt myös etteivät putkimiehet jostain syystä saa putkia työnnettyä muhvin perille saakka, kuvausraportissa tämä luokitellaan pituussuuntaiseksi siirtymäksi."

7. Mistä virheet putkitöitä tehdessä yleensä johtuvat?

- Johtohenkilö 1: "Välinpitämättömyys työntekijällä ja myös työnjohdolla!"
- Johtohenkilö 2: "Alihankintana tehtäessä: työnjohdon ammattitaito ja läsnäolo puutteellisia, työntekijöitä ei ole perehdytetty tekemiseen tarpeeksi, tilaaja ei puutu tekemiseen riittävän ajoissa, mikäli homma kusee, suunnitelmien puuteet/virheet, joita ei ole ehditty tarkastamaan."
- Johtohenkilö 3: "Mm. Valvonnan laiminlyönti, " urakkavauhti" ja jossain määrin yleinen huolimattomuus."
- Johtohenkilö 4: "Huolimattomuus, kiire, monesti myös työntekijän kokemattomuus."

8. Noudatetaanko putkitöitä tehdessä suunnitelmia vai tehdäänkö ns. "mututuntumalla"?

- Johtohenkilö 1: "Kyllä suunnitelmia noudatetaan."
- Johtohenkilö 2: "Tehdään suunnitelmien mukaan."
- Johtohenkilö 3: "Suunnitelmia noudatetaan lähtökohtaisesti. Toki mm. rummut antaa mahdollisuuden maastonmukaiseen sijoitteluun."
- Johtohenkilö 4: "Suunnitelmien mukaan. Tosin joskus sovelletaan, mutta kuitenkin sillä periaatteella että tulee toimiva rakenne."

9. Mitä seuraamuksia putkitöiden rakentamisen aikaiset virheet aiheuttavat?

- Johtohenkilö 1: "Joudutaan uusimaan linjoja, aikatauluongelmia, talousongelmia."
- Johtohenkilö 2: "Uudelleen tekemistä, takuuajan korjauksia, tekijä menettää tilaajan luottamuksen -> kustannuksia ja mielipahaa."
- Johtohenkilö 3: "Rakentamisen virheet tulevat esiin viimeistään jos on veloitettu putkikuvauksiin. Pahimmassa tapauksessa putket kuvataan alueelta joissa jo asfaltointi päällä. Näiden korjaaminen aiheuttaa huomattavia lisäkustannuksia. Mahdolliset vuodot voi aiheuttaa mm. routavaurioita. Muutoin virheellisesti asennetut kuivatukseen liittyvät putkitukset lisäävät/nostavat tierakenteessa veden pintaa jolloin "kaikki on mahdollista" (tie häviää)."
- Johtohenkilö 4: "Arvon alennuksia, takuunalaisia korjauksia, vähemmän hyvää mainetta tekijöille."

10 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia rakentamishjeet tiehankkeen putkitöiden ammattitaitoiseen ja turvalliseen rakentamiseen. Lisäksi haastateltiin sähköpostitse Työyhteisliittymä Pulteri E18 Koskenkylä–Kotka -moottoritiehankkeen johtohenkilöitä tiehankkeen putkitöiden rakentamiseen ja työturvallisuuteen liittyvillä kysymyksillä. Rakentamishjeosuuden ja työturvallisuusosuuden tietolähteinä opinnäytetyössä käytettiin lähinnä verkkojulkaisuja ja tavallisia kirjajulkaisuja.

Mielestäni opinnäytetyöni tulos on asetettujen tavoitteiden mukainen. Työn rakentamishjeosuudessa laadittiin ohjeet putkilinjojen rakentamiseen, joita lisäksi tukee putkilinjan rakentamisen esimerkkiosuus. Työturvallisuusosuudessa kerrottiin yleisesti työturvallisuudesta tiehankkeella, mistä selviää osapuolien vastuut ja ohjeet turvalliseen työskentelyyn tiehankkeella. Haastatteluosuus laadittiin kokemuksella hankitun näkökannan saamiseksi työhön. Haastatteluosuudesta teki haastavan kysymysten keksimisen vaikeus, mutta mielestäni kysymykset ovat ihan osuvia ja työni aiheeseen liittyviä. Vaikka opinnäytetyöni aihe oli liiankin laaja, niin mielestäni selviydyin työstä tyydyttävästi.

LÄHTEET

InfraRYL 2012. [verkkajulkaisu] Rakennustieto Oy. Helsinki: Rakennustieto.

Liikennevirasto.fi. [verkkoinfo]. Saatavissa: <http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f>
Polku: liikennevirasto.fi. Hankkeet > Rakenteilla > E18 Koskenkylä–Kotka.

Liikennevirasto 2011. Liikenneviraston ohjeita 1/2011. Liikenne tietyömaalla – Pätevyysvaatimukset ja työturvallisuuden perusteet [verkkajulkaisu]. Helsinki: Liikennevirasto. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2011-01_liikenne_tietyomaalla_web.pdf

Liikennevirasto 2012. Liikenneviraston oppaita 1/2012. Tieturva 1. Tietöiden liikenteen järjestely- ja turvallisuuskoulutus. Peruskurssin oppikirja. Helsinki: Liikennevirasto. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lop_2012-01_tieturva_1_web.pdf

Pakarinen, Juha 2014. Päätoiminen tuntiopettaja. Savonia AMK. Kuopio 8.1.2014. Opinnäytetyön aloituspalaveri.

Tiehallinto 2004. Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset. Kuivatusrakenteet ja putkistot 6800 – 6870. Helsinki: Edita Prima Oy.

Tielaitos 1993. Teiden suunnittelu IV. Tien rakenne 4 Kuivatus. Helsinki: Tielaitos

TYL Pulterin johtohenkilöstö. Huhtikuu 2013. [Sähköpostihaastattelu].

Työturvallisuuskeskus 2006. Liikennejärjestelyt verkostotöissä. Tampere: Aaltospaino. Saatavissa: http://www.ttk.fi/files/255/Liikennejarjestelyt_verkostotoissa.pdf

Välikangas, Matti 2014. Tuotantojohtaja. Destia Oy. Kuopio 8.1.2014. Opinnäytetyön aloituspalaveri.

Ympäristöministeriö 2006. Ympäristöhallinnon ohjeita 5. Työsuojelu maa- ja vesirakennustöissä. Helsinki: Edita Prima Oy.

LIITE 1: KAIVUTYÖN TURVALLISUUSUUNNITELMA



KAIVUTYÖN TURVALLISUUSUUNNITELMA

Vaarallinen työ		Laatija	
Projekti		Pvm.	
<p>Yleistä Kaivannon suunnittelijan pätevyyksien on oltava työn vaativuuden mukaiset. Kaluston on oltava ennakkotarkastettu ja henkilöstö perehdytetty työvaiheeseen.</p>			
Tehtävä	Oma / alirakka	Käytettävä kalusto <i>Tässä tai viittaus työ- vaiheen työ- ja laatu- suunnitelmaan.</i>	Työn vastuuhenkilö
LÄHTÖTIEDOT JA RISKIEN ARVIOINTI			
Suunnitelmista ym. saatavat lähtötiedot	<p><i>Viittaukset dokumentteihin tai tekstinä mitä ao. työstä on kirjattu muualle.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Turvallisuusasiakirja • Maaperätiedot, pohjaolosuhteet, pohjaveden korkeus • Kaapelien, johtojen ja putkistojen sijainti • Rakennusten ja muiden rakenteiden sijainti • Kaivantoa koskevat tiedot ja suunnitelmat (työvaihekohtaisessa työ- ja laatusuunnitelmassa tai erillisinä) <ul style="list-style-type: none"> ○ kaivannon luokka ja vaatavuus, kaivannon syvyys ○ kaivantotyyppi ○ kaivannon tilantarve, kaivantoon tulevat rakenteet putkistojen yms. ohitus ja tukeminen • Projektin muut suunnitelmat <p><i>Huomioi työmaan olosuhteisiin liittyvät vaaratekijät (esim.):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Maan ominaisuuksista ja vesiolosuhteista ym. aiheutuvat vaarat • Tärinä (esim. liikenne, muut työt) • Työmaan muu toiminta <p><i>Mikäli kaivantoihin liittyy muita erityisiä vaaroja (esim. kemiallinen tai biologinen vaara, hukkumisvaara, sähkötapaturmavaara), katso kyseisen työn turvallisuussuunnitelman lomake.</i></p>		
Riskiä arviointi ♦ Olosuhteet ♦ Sääolosuhteet ♦ Varottavat rakenteet ♦ Liikenne ♦ Putoaminen ♦ Kaivannot ♦ Valaistus ♦ Työvälineet ♦ Ympäristövahingot ♦ Kemikaalit ♦ Muut	Riskit	Toimenpide	Vastuu
	Tähän kirjoitetaan selostus riskistä.	Tähän kirjoitetaan toimenpiteet, jolla havaittu riski eliminoidaan.	
TYÖN TURVALLISUUDEN VARMISTAMINEN			
Työn turvallinen toteutus ♦ Työtavat ja välineet ♦ Koneet ja laitteet ♦ Ilmoitukset ja informointi ♦ Muut	<p>Varmistettava riskien arvioinnin toimenpiteiden lisäksi, että:</p> <ul style="list-style-type: none"> • kaivutyö tehdään turvallisesti <ul style="list-style-type: none"> ○ kaivannon sortuma estetään luiskaamalla tai tukemalla ○ työkoneet ovat riittävällä etäisyydellä kaivannon reunasta ○ kaivumaat nostetaan riittävän kauas • muut kuormitukset eivät aiheuta sortumaa (esim. ajoneuvot, varastointi) 		

	<ul style="list-style-type: none"> • työn aikana muuttuneet sää- ja vesiolosuhteet otetaan huomioon • työkoneiden ja ajoneuvojen vaara-alueet otetaan huomioon • tarvittaessa käytetään merkinantajaa • sähkötapaturman vaara on estetty • syvissä kaivannoissa tms. erityisolosuhteissa työskenneltäessä hapenpuute ei aiheuta vaaraa • kaivinkonetta samanaikaisesti asennustyössä käytettäessä <ul style="list-style-type: none"> ○ nostoissa käytettävät lisälaitteet ja apuvälineet ovat turvallisia ja tarkastettu ○ nostettava kuorma ei ylitä kaivinkoneen turvallista nostokapasiteettia ○ vaara-alueella ei ole henkilöitä. • 10 sekunninsääntö • Turvallisuushavainnot • Kokoukset •
Työssä käytettävät henkilönsuojaimet ♦ Kasvosuojaus ♦ Valjaat ♦ Suojavaatteet ♦ Palosuojavaatetus ♦ Muut	Varmistetaan perussuojaimien(kypärä, silmiensuojaus, varoitusvaatetus, turvajalkineet) lisäksi: <ul style="list-style-type: none"> •
TYÖN TOTEUTUKSEEN LIITTYVÄT MENETTELYT PROJEKTILLA	
Projektin suunnitelmat, luvat ja ilmoitukset	Säädösten tai asiakkaan vaatimien työsuoritukseen liittyvien muiden suunnitelmien laatimisen, lupien hakemisen sekä ilmoitusten tekemisen vastuut määritellään projektin toiminta- ja laatusuunnitelmassa sekä alihankinnan sopimusasiakirjoissa.
Projektin vastuut, pätevyudet ja perehdytys	Vastuut määritellään toiminta- ja laatusuunnitelmassa sekä alihankinnan sopimusasiakirjoissa. Pätevyysvaatimukset ovat asiakkaan ja säädösten vaatimusten mukaiset. Pätevyysien voimassaolo varmistetaan projektinhallinnan menettelyjen mukaisesti. Perehdytys suoritetaan projektinhallinnan menettelyjen mukaisesti. Alihankkijoiden perehdytyksen vastuut on määritelty sopimusasiakirjoissa.
Koneiden, laitteiden ja rakenteiden turvallisuuden varmistaminen	Käyttöönottotarkastus suoritetaan ennen työkoneiden/ nostureiden / henkilönostimien/ telineiden käyttöönottoa projektilla. Päivittäisen toimintakunnon tarkkailu ja toimintakokeilut säädösten mukaisesti. Työmaa-alueen tarkastus suoritetaan projektilla viikoittain. Työkoneiden/ Nostureiden / Henkilönostimien/ Telineiden tarkastus sisältyy työmaan viikkotarkastukseen. Alihankkijoiden vastuut turvallisuuden varmistamiseksi on määritelty sopimusasiakirjoissa.
Ensiapuvalmius	Ensiapupätevyudet ja -valmius ovat säädösten ja asiakkaan vaatimusten mukaiset. Ensiapuvalmiudesta vastaavat on määritelty toiminta- ja laatusuunnitelmassa sekä alihankinnan sopimusasiakirjoissa.
Allekirjoitukset (työn vastuhenkilö, tarvittaessa työn suorittaja ja työn tilaaja)	

LIITE 2: RAKENNUSTYÖMAA-ALUEEN KÄYTÖN SUUNNITTELU

DESTIA		RAKENNUSTYÖMAA-ALUEEN KÄYTÖN SUUNNITTELU	
Projekti, urakkaosa	Laatija		
Tilaaaja	Pvm.		
Asia	Ok	Toimenpide/Vastuuhenkilö	
<p>Päätoteuttaja suunnittelee työmaa-alueen käytön ja esittää sen työmaa-alueen käytön suunnitelmassa.</p> <ul style="list-style-type: none"> Selvitä ja tunnista riittävän järjestelmällisesti työmaa-alueen järjestelyyn ja käyttöön liittyvät vaara- ja haittatekijät ottaen huomioon turvallisuusasiakirjan tiedot <p>Tee suunnitelma kirjallisesti (esim. suunnitelmakartalle). Kiinnitä huomiota tapaturmavaaran ja terveyden haitan poistamiseen ja vähentämiseen. Suunnitelmasta on ilmentävä kuhunkin rakentamisvaiheeseen liittyvät, työmaan järjestyksen kannalta oleelliset seikat:</p> <ul style="list-style-type: none"> toimisto-, sosiaali- ja varastotilat rakennukset, rakennelmat, puut ym. työmaan rajat, aidat, portit, kilvet työmaaliikenteen sekä sen ja yleisen liikenteen liittymiskohdat kulkutiet ja ajoväylät sekä niiden kunnossapito kuljetus- ja nousutiet nostokaluston sijoittelu ja ulottumat koneiden ja laitteiden sijoittelu kaivualueen rajat läjitysalueet ja täytemassojen sijoittelu työ- ja varastoalueet jäteasiat, jätteiden keräys, lajittelu, poistaminen sekä hävittäminen sähkö-, lämpö- ym. liittymät työmaan sähköistys palontorjunta ja ensiaputarvikkeiden sijainti varastointialueiden rajaaminen ja järjestäminen <p>Vaativissa kohteissa kustakin rakentamisvaiheesta voidaan laatia erillinen aluesuunnitelma</p>			
Tiedota työmaa-alueen käytön suunnitelmasta projektin eri osapuolille ja sijoita näkyvälle paikalle ainakin työmaan ilmoitustaululle.			
Päivitä suunnitelmaa tarvittaessa (esim. työmaan olosuhteiden tai järjestelyjen muuttuessa)			
Allekirjoitukset			

LIITE 3: RUMMUNTEKO JA MAA-AINEKSET

Rummunteko ja maa-ainekset

Kaivannosta kaivettavat
massat **m³ktd/m**

	rummun halkaisija mm	Kaivussyvyys m		
		1	2	3
kalliokaivanto seinämät 5:1	300	1,2	2,7	4,7
	400	2,2	4,8	7,9
	800	2,6	5,7	9,1
	1200	3	6,5	10,4
maakaivanto seinämät 2:1	300	2,15	6,55	13,2
	400	3,05	8,35	15,9
	800	3,5	9,25	17,25
	1200	3,95	10,15	18,15

Kaivantoon laitettavat massat **m³rtr/m**

rummun halkaisija			kalliokaivanto seinämät 5:1	maakaivanto seinämät 1:1
mm	arina	asennusalusta	alkutäyttö	alkutäyttö
400	0,42	0,18	0,82	1,04
500	0,46	0,20	0,98	1,31
600	0,49	0,21	1,15	1,60
1000	0,63	0,27	1,91	2,99

Oletukset: Arinan ja asennusalustan leveys = halkaisija + 0,8m, sora-arinan paksuus 0,35m (tehdään routiville alustoille), asennusalustan paksuus 0,15m. Alkutäyttö 0,2m rumpuputken päälle.

Lähteet: Jukka Tikkamäen insinööriyö 2000 (kaivannosta kaivettavat massat) Kunnallisteknisten töiden yleinen työselostus KT02 (kaivantoon laitettavat massat)

LIITE 4: TYÖMAAN ALOITTAMINEN



TYÖMAAN ALOITTAMINEN

Projekti, urakkaosa	Laatija	
Tilaaaja	Pvm.	
Asia	Ok	Toimenpide
Kaluston käyttöönotto- ja vastaanottotarkastukset on tehty/tarkastus-käytännöstä on sovittu muiden työnantajien kanssa		
Työmaahan perehdyttäminen on kunnossa/sovittu muiden työnantajien kanssa		
Työmaan pelisäännöt on sovittu (järjestys ja siisteys)		
Työmaalla on tarvittava työsuojeluaineisto (lomakkeet, käyttöturvallisuustiedotekansio, varoitustaulut ja -kilvet sekä työmaaohjeet)		
Tarvittavat tilat ovat riittävät ja kunnossa (suojaukset, lukot, lämmitys, valaistus, vesi, puhelin, sähkö, ATK)		
Työmaalla tehtävästä tarkastustoiminnasta on sovittu urakoitsijoiden kanssa <ul style="list-style-type: none"> •viikoittaiset kunnossapitotarkastukset •muut tarkastukset •liikennejärjestelyt 		
Työmaalla on riittävästi henkilökohtaisia suojaimia (on tarkastettu suojaimien soveltuvuus työssä olevien vaarojen poistamiseen sekä niiden kunto)		
Työmaalla on riittävästi varoitusvaatteita ja turvaliivejä		
Ensiapuvalmius on kunnossa		
Suunnitelmat ja ohjeet onnettomuuksien varalta on tehty		
Tavaroiden vastaanottoaikat on sovittu/suunniteltu		
Työmaan liikennejärjestelyt on suunniteltu/sovittu niiden suunnittelusta		
Työmaalla on tarvittava määrä liikenteenohjauslaitteita		
Tiedonkulusta on sovittu muiden osapuolten kanssa		
Työmaalla tehtävistä, turvallisuuteen liittyvistä suunnitelmista on sovittu <ul style="list-style-type: none"> •työmaa-alueen käyttö •vaaralliset työt 		
Työmaan työsuojeluyhteistyö on käynnistetty		
Vastuuhenkilöt ja vastuunalaiset henkilöt on nimetty (pätevyudet)		
Ilmoitukset on tehty		
Tarvittavat luvat on kunnossa		
Allekirjoitukset		