

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, insinööri

Infratekniikka

2020

Antti Lehtimäki

PAINEVIEMÄRIN RAKENNUSMENETELMÄT VESISTÖNALITUKSISSA

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Insinööri, Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

Ohjaaja DI Pirjo Oksanen

2020 | 19 sivua, 0 liitesivua

Antti Lehtimäki

PAINEVIEMÄRIN RAKENNUSMENETELMÄT VESISTÖNALITUKSISSA

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, miten vesistön alittava paineviemäri kannattaa toteuttaa eri kohteissa.

Vesistöön asennettavan paineviemärin rakentaminen on mittava prosessi. Käytännössä kaikki isommat kohteet vaativat vesilain mukaisen luvan. Hankkeet sisältävät paljon riskejä ja itse rakentaminen on vaativampaa kuin maalla. Vesistöön rakentamiselle on kuitenkin yleensä hyvät perusteet ja se voi usein olla ainoa järkevä vaihtoehto. Rakennusmenetelmät valitaan aina kohdekohtaisesti. Niihin vaikuttavat lähinnä kohteessa vallitsevat olosuhteet, kuten vesistön pohjan muoto ja maaperä, rakennettu ympäristö sekä muut vesistön ominaisuudet ja käyttötarkoitukset.

Ympäristön olosuhteet tulisi huomioida hankkeen alusta alkaen. Niihin ei kuitenkaan yleensä pysty vaikuttamaan, joten kohteet on rakennettava niiden ehdoilla.

ASIASANAT:

viemärit, vesistöt, vesirakennus

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil Engineering

Instructor Pirjo Oksanen, M. Sc. Eng.

2020 | 19 pages, 0 pages in appendices

Antti Lehtimäki

CONSTRUCTION METHODS OF A PRESSURE SEWER BENEATH A BODY OF WATER

The goal of the thesis was to examine which construction methods are feasible in different cases of a pressure sewer beneath a body of water.

It is a significant process to create a pressure sewer beneath a water body. Virtually all larger cases require a legal permit. Projects are risky and constructing is more demanding than on the ground. However, building into a body of water has usually good reasons and it can sometimes be the only sensible alternative. Constructing methods are always chosen separately for every project. They are mostly affected by active circumstances on site such as the shape and soil of the bottom of the body of water, built environment and other qualities and uses of the body of water.

The circumstances of the environment should be taken into account from the very beginning of a project. Usually, however, they cannot be affected so the projects have to be carried out on their terms.

KEYWORDS:

sewers, bodies of water, hydraulic engineering

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 PAINEVIEMÄRIN RAKENTAMINEN VESISTÖÖN	7
2.1 Yleistä	7
2.2 Vesistöön rakentamisen syyt	7
2.3 Lainsäädäntö ja vesilupa	8
2.4 Rakentaminen	9
2.4.1 Asennuspaikka	9
2.4.2 Painotus	11
2.4.3 Upotus	14
2.5 Vesistön olosuhteiden vaikutukset	15
3 JOHTOPÄÄTÖKSET	17
LÄHTEET	19

KUVAT

Kuva 1. Vesistöön asennettava paineviemäri vedenpinnalla.	6
Kuva 2. Viemäriin rantautumispaikan merkitseminen maastoon.	10
Kuva 3. Putkijohdon painottaminen.	13
Kuva 4. Muoviputken painottaminen betonipainoilla.	13
Kuva 5. Putki vedetään lautalla oikeaan sijaintiin.	14
Kuva 6. Putken sijainnin kohdistaminen.	15

KUVIOT

Kuvio 1. Vesiluvan käsittelyn vaiheet.	9
--	---

TAULUKOT

Taulukko 1. Tyhjän putken noste vedessä eli putken 100-prosenttinen painotus. 12

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, miten vesistön alittava paineviemäri kannattaa toteuttaa eri kohteissa, että se saadaan aikaan turvallisesti ja laadukkaasti. Vesistönlaituksen voi toteuttaa eri tavoilla. Rakennusmenetelmät täytyy valita kohdekohtaisesti vesistön ja sen ympäristön olosuhteet huomioiden. Joka tapauksessa rakentamisessa on useita vaiheita ja onnistuneen lopputuloksen saavuttamiseksi jokaiseen vaiheeseen on panostettava. Kuvassa 1 on havainnollistava esimerkki vesistöön asennettavasta paineviemäristä ennen sen upottamista pohjaan.



Kuva 1. Vesistöön asennettava paineviemäri vedenpinnalla (Yle 2019).

Tässä työssä tutkitaan kirjallisuuden ja asiaa tuntevien henkilöiden haastattelujen avulla erilaisia vesistönlaitusmenetelmiä. Tutkittuja tietoja vertailemalla selvitetään, mitä menetelmiä tulisi käyttää vesistön alittamiseen.

2 PAINEVIEMÄRIN RAKENTAMINEN VESISTÖÖN

2.1 Yleistä

Putkilinjan rakentaminen syvään vesistöön on aina mittava prosessi. Toteuttamiseen vaikuttavat hyvin paljon asennuspaikan pinnanmuodot, alueiden sen hetkinen käyttötarkoitus sekä muut ympäristön olosuhteet.

Vesihuollon toimivuuden kannalta vesistöön rakennettavia putkijohtoja koskevat samat pääperiaatteet kuin maahankin rakennettavia. Koska putket rakennetaan tavallisesti vesistön pohjan varaan ilman peitemassoja, on kiinnitettävä erityistä huomiota putken ankurointiin sen pysymiseksi suunnitellussa paikassaan (RIL 237-2-2010, 116). Vesistöön asennettavat putkijohdot valmistetaan pääasiassa polyeteenistä (PE), koska se on materiaalina joustavaa ja putken osien välille pystytään tekemään hyvin vetoa kestäviä liitoksia (RIL 124-2-2004, 617). Muoveilla yleensä on myös hyvä kemiallinen kestävyys vesistön pohjaan mahdollisesti kerääntyviä lietteitä vastaan (RIL 77-2013, 11).

2.2 Vesistöön rakentamisen syyt

Vesistöön rakentaminen on yleisesti ottaen haastavampaa verrattuna tavanomaiseen maanrakennukseen. Ensinnäkin se vaatii lähes aina yksityiskohtaisen lupaprosessin ja laivaväylän alle sijoitettava rakenne on aina riskialtis ratkaisu. Uuden putken asentaminen sekä vanhan putken tutkiminen tai korjaaminen vaativat erityisiä työmenetelmiä, joissa ollaan vesistön olosuhteiden armoilla.

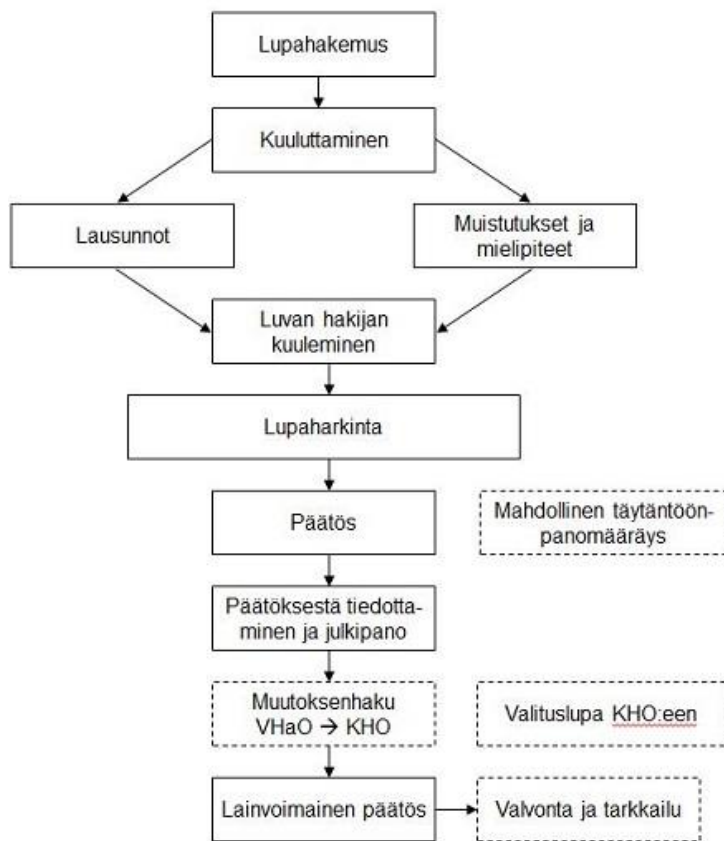
Vesistöön rakentaminen voi kuitenkin olla ainoa järkevä vaihtoehto. Esimerkiksi saarilla ainoa keino jätevesien käsittelemiseksi vesistöön asennettavan viemärin lisäksi on paikallinen puhdistamo ja suurilla käyttömäärillä voi olla halvempaa johtaa jätevedet suoraan runkoverkostoon mantereen puolelle. Vesistön alle rakentaminen voi myös lyhentää linjausta niin paljon, että se kannattaa toteuttaa. Toisaalta vesistössä, jolla ei ole laivaväylää tai muuta suurempaa käyttötarkoitusta, putkesta on jopa vähemmän haittaa kuin maalla, koska vesistön pohjaan harvemmin tarvitsee kajota. Maalla puolestaan viemärit ja muut maanalaiset johdot ja kaapelit rajoittavat hyvinkin paljon muuta rakentamista.

2.3 Lainsäädäntö ja vesilupa

Vesilain mukaan ”vesitaloushankkeella on oltava lupaviranomaisen lupa, jos se voi muuttaa vesistön asemaa, syvyyttä, vedenkorkeutta tai virtaamaa, rantaa tai vesiympäristöä taikka pohjaveden laatua tai määrää --” (Vesilaki 587/2011, 3 § 2). Lisäksi, jos hankkeena on ”vesi-, viemäri-, voima- tai muun johdon tekeminen yleisen kulkuväylän ali”, se on aina luvanvarainen (Vesilaki 587/2011, 3 § 3). Lähes kaikki isommat vesitaloushankkeet vaativat siis lupaviranomaisen eli aluehallintoviraston luvan.

Lupahakemus tehdään hankkeen sijainnin mukaiselle aluehallintovirastolle. Hakemuksesta tiedotetaan kuulutuksella ja viranomaiset antavat siitä lausunnon. Muistutuksia voivat tehdä hankkeen asianosaiset eli ne, joiden etua tai oikeutta hanke voi koskea, sekä yleistä etua valvovat viranomaiset. Hankkeen vaikutusalueella olevat asukkaat saavat esittää mielipiteensä. Aluehallintovirasto tekee päätöksen, kun se on kuullut hakijaa lausunnoista ja muistutuksista. (Suomen ympäristöhallinto 2020.)

Päätöksestä tiedotetaan julkisesti. Päätökseen tyytymätön voi valittaa Vaasan hallinto-oikeuteen 30 päivän kuluessa päätöksen antamispäivästä. Valituksen voi tehdä asianosainen henkilö, yhdistys, säätiö tai kunta sekä alueellinen ELY-keskus tai muu asiassa yleistä etua valvova viranomainen. Lupahakemuksen vaiheet on esitetty yksinkertaistettuna kuviossa 1. (Suomen ympäristöhallinto 2020.)



Kuvio 1. Vesiluvan käsittelyn vaiheet (Suomen ympäristöhallinto 2020).

2.4 Rakentaminen

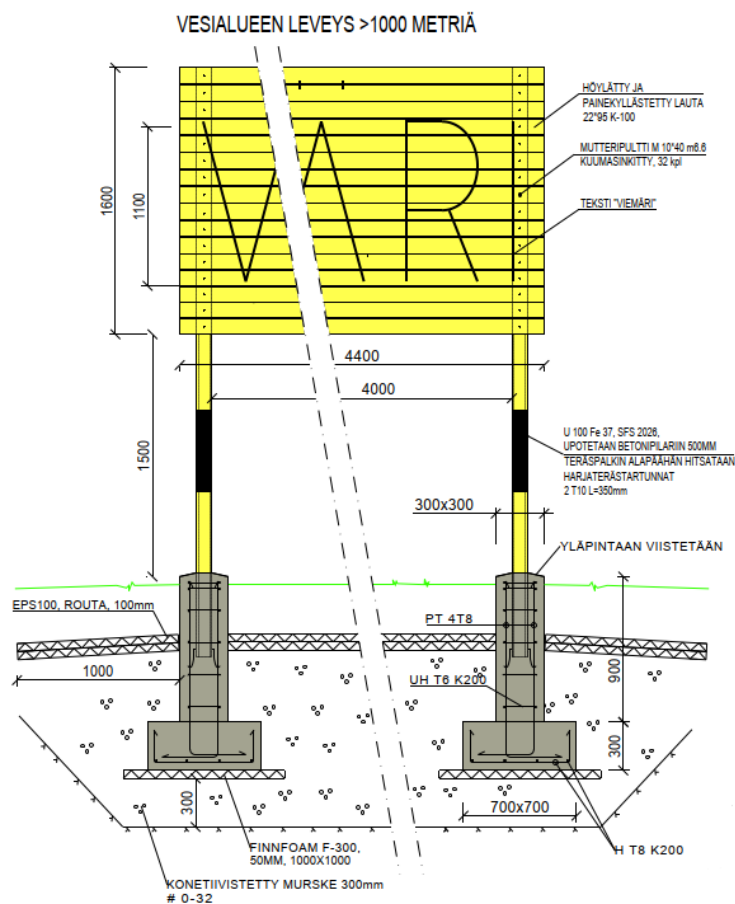
2.4.1 Asennuspaikka

Asennuspaikasta tehdään tutkimuksia parhaan mahdollisen sijainnin löytämiseksi. Tärkeimmät selvitettävät tiedot ovat vesistön pohjan muoto, maaperän olosuhteet ja lietty- tai syöpymisvaara, virtaukset sekä vedenpinnan korkeusvaihtelut. Tutkimukset tehdään esimerkiksi luotaamalla ja pohjatutkimuksilla. Tarvittaessa tehdään myös sukellustutkimuksia varmuuden saamiseksi. Valtaväylien alituksissa täytyy myös selvittää väylien sijainnit ja niillä liikkuva vesiliikenne. Lisäksi on tutkittava putken rakentamisesta mahdollisesti aiheutuvat haitat vesistön muille käyttömuodoille ja ympäristölle. (RIL 77-2013, 33.)

Putken jäätyminen on estettävä rakentamalla se vähintään 0,5 m vesistön alimman jään tason alapuolelle sekä rantautumispaikoissa routasyvyyden alapuolelle. Linjan tulee olla

riittävän loivasti kaareileva, jotta pohjaan asettumisesta aiheutuvat jännitykset eivät kasva liian suuriksi. Tämä poistaa myös lämpölaajenemisesta aiheutuvia haittoja. Putken pituuskaltevuus pitää saada niin tasaiseksi kuin mahdollista epätasaisten painumien estämiseksi asennusvaiheessa. Paineputken minimikaltevuudeksi suositellaan 1 ‰. (RIL 77-2013, 33–34.)

Vesistöön asennettavat putket asennetaan tavallisesti ankkuroimalla ne vesistön pohjan varaan. Putki voidaan asentaa myös irti pohjasta esimerkiksi erityisten paalujen varaan, jos pohja on eroosiolle tai syöpymiselle altis. Paikoissa, joissa esiintyy suuria virtauksia tai vesistö on hyvin matala, putki asennetaan pohjan alle ruoppaamalla sille kaivanto. Tällöin kaivannon täyttömateriaalin on oltava yleiset vaatimukset täyttävää. Rantautumispaikat on merkittävä maastoon virallisilla merkinnöillä. (RIL 77-2013, 33–34.) Esimerkki merkinnästä on kuvassa 2. Taulussa pitää lukea vesistön alittavan putken laatu, kuten ”VIEMÄRI”, ja taulun koko riippuu alitettavan vesistön leveydestä (Liikennevirasto 2017, 4).



Kuva 2. Viemärin rantautumispaikan merkitseminen maastoon (Sweco Ympäristö 17.4.2020, henkilökohtainen tiedonanto).

Suuntaporaus on myös yksi vaihtoehto vesistöналitukselle. Siinä putki asennetaan vesistön pohjan alle rannalta poraamalla erityisellä kalustolla. Tämä menetelmä sopii kuitenkin vain alle kilometrin pituisiin alituksiin. (VMSV 2019.)

2.4.2 Painotus

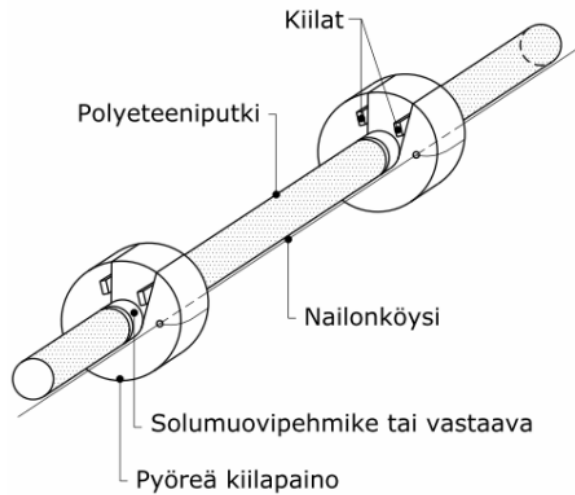
Painotuksen tarkoituksena on pitää putki suunnitellussa asemassaan kaikissa olosuhteissa mahdollisimman jännityksettömässä tilassa. Painottoman PE-muoviputki, joka on täynnä vettä, kelluu veden pinnalla nosteen vaikutuksesta, koska kyseinen muovi on vettä harvempaa ainetta. (RIL 77-2013, 34–35.)

Jätevettä siirtäviin putkiin voi muodostua kaasua, joka tekee putkista kevyempiä. Siksi jätevesiputkissa käytetään suurempaa painotusta, kuin vesijohdoissa. Suositeltava painotus on 30–120 % tyhjän putken nosteesta, joka on esitetty taulukossa 1. (RIL 77-2013, 35–36.) Taulukossa ”PN” (pressure nominal) tarkoittaa putken suunniteltua maksimipainetta yksikössä bar, ”SDR” (standard dimension ratio) tarkoittaa yleisesti käytettyä putken kestävyyttä mittaavaa arvoa ja ”d_e” tarkoittaa putken ulkohalkaisijaa.

Taulukko 1. Tyhjän putken noste vedessä eli putken 100-prosenttinen painotus (RIL 77-2013, 35).

Putki	Tyhjän putken noste vedessä kg/m					
		PN 10	PN 10	PN 16	PN 16 PN 20	PN 20
Putken SDR	SDR 26	SDR 17	SDR 13,6	SDR 11	SDR 9	SDR 7,4
d_e						
32	-	0,61	0,58	0,54	0,48	0,42
40	1,06	0,97	0,91	0,83	0,75	0,66
50	1,66	1,52	1,43	1,30	1,18	1,03
63	2,67	2,42	2,26	2,08	1,87	1,66
75	3,77	3,43	3,20	2,97	2,67	2,33
90	5,44	4,94	4,63	4,27	3,85	3,38
110	8,14	7,39	6,90	6,40	5,75	5,00
125	10,5	9,60	9,00	8,30	7,40	6,40
140	13,2	12,0	11,3	10,4	9,30	8,40
160	17,2	15,7	14,7	13,6	12,0	10,5
180	21,8	19,8	18,6	17,2	15,3	13,3
200	26,9	24,5	23,0	21,1	18,8	16,5
225	34,1	31,1	28,8	26,7	23,8	20,8
250	42,1	38,4	35,6	33,2	29,4	25,7
280	52,9	48,3	44,8	41,6	37,0	32,3
315	66,9	61,0	56,7	52,7	46,8	40,9
355	85,0	77,3	72,0	66,9	59,4	51,9
400	108	98,4	91,5	85,0	75,4	65,9
450	136	124	116	106	96,0	84,0
500	168	153	143	131	118	
560	211	192	179	165		
630	267	243	227	209		
710	339	308	289			
800	430	391	366			
900	545	495				
1000	673	612				
1200	969	887				
1400	1319	1207				
1600	1723	1577				

Yleisin tapa painottaa putkia on käyttää tietyin välein asennettavia painoja, jotka ovat useimmiten betonisia. Painojen väliksi suositellaan $15 \times d_e$ (putken ulkohalkaisija), mutta enintään 4 m. Esimerkkejä painoista ja niiden asentamisesta on esitetty kuvissa 3 ja 4. (RIL 77-2013, 36.)

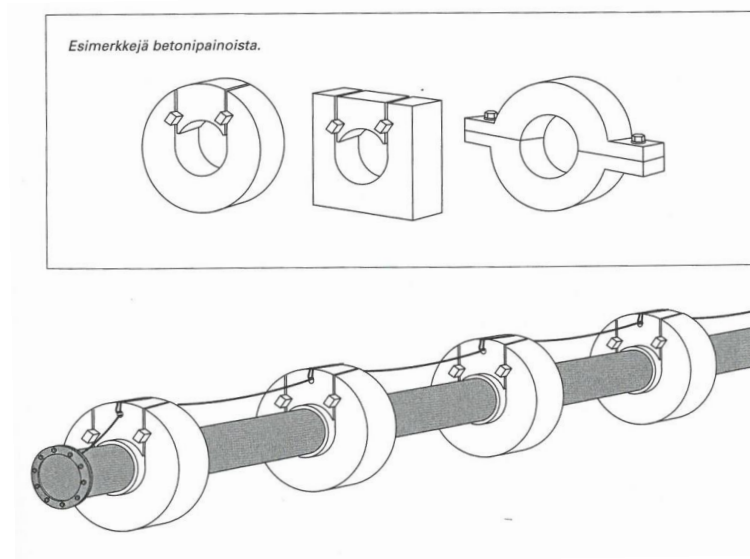


Johtojen painotukseen käytetään betonisia kiilapainoja.

Putken ja painon väliin asennetaan solumuovipehmike, paksuus 3 mm + 3 mm tai vastaava.

Painojen liukuminen estetään ankkuroimalla painot toisiinsa nailonköyden avulla, jonka vetolujuus on vähintään 2000 N.

Kuva 3. Putkijohdon painottaminen (InfraRYL 2019, 31100.3.5).



Kuva 4. Muoviputken painottaminen betonipainoilla (RIL 124-2-2004, 620).

Painojen muodolla voidaan vaikuttaa putken asettumiseen vesistön pohjaan. Oikein valituilla painoilla estetään putken liiallinen vajoaminen, kiertyminen ja hankautuminen pohjaa vasten. Pienissä putkissa voidaan myös käyttää erikoistapauksissa jatkuvaa painotusta. (RIL 77-2013, 36.)

2.4.3 Upotus

Putki voidaan upottaa joko sulaan veteen tai jäältä. Sulaan veteen asennettaessa painotetun putken päät suljetaan umpilapioilla ja uitetaan upotuspaikalle (kuva 5). Kelalla olevat putket voidaan painottaa lautalla juuri ennen upotusta. (RIL 124-2-2004, 618.)



Kuva 5. Putki vedetään lautalla oikeaan sijaintiin (VMSV 2019).

Jäältä asennettaessa painotettu putki tuodaan koko pituudeltaan jään päälle upotuspaikalle. Jäähän sahataan railo, johon putki mahdutaan laskemaan. (RIL 124-2-2004, 618.)

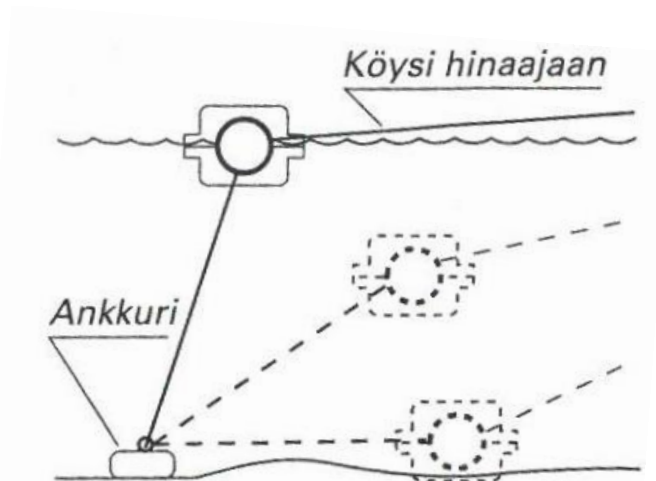
Kun putki on saatu veteen upotuspaikalle, siihen pumpataan vettä aloituspäästä, jolloin vedellä täyttynyt putki alkaa uppoamaan. Samaan aikaan toisesta päästä päästetään ulos ilmaa ilmanpoistiventtiin kautta. Upotusnopeutta säädetään putkeen pumpattavan veden juoksutusnopeuden ja putkeen muodostuvan paineen avulla. Suositeltava upotusnopeus on 0,3–0,6 m/s. Putken upotuksen tulisi edetä tasaisesti kohti loppupäätä. Upotus on pyrittävä tekemään yhtäjaksoisesti, mutta pitkissä vesistöasennuksissa putken jakaminen useampaan osaan on mahdollista. Tällöin osat liitetään toisiinsa hitsaamalla tai laippaliitoksilla, kun edellisestä osasta upotettavaa on jäljellä 100–200 m. (RIL 124-2-2004, 618–619.)

Putki voidaan upottaa myös ilman veden pumppausta. Kun putki painotetaan yli 100-prosenttisesti, se uppoaa jo tyhjänäkin pohjaan asti. Putki vedetään painottamattomana kellumaan asennuspaikalle ja painotetaan lautalta. Upotus tehdään välittömästi

painotuksen jälkeen. (Maanrakennus L ja J Vuolan toimitusjohtaja Janne Vuola 20.4.2020, henkilökohtainen tiedonanto.)

Toinen vaihtoehto on painottaa putki maalla ja kiinnittää siihen samalla kellukkeita. Putki ujutetaan asennuspaikalle ja kellukkeita irrotetaan sitä mukaan, kun putkea halutaan upottaa. (Destian työmaapäällikkö Mikko Ojansuu 15.4.2020, henkilökohtainen tiedonanto.)

Putken sijainti voidaan varmistaa esimerkiksi kuvassa 6 esitetyllä tavalla kiinnittämällä putki ankkuriin ja hinaajaan ennen upotusta (RIL 124-2-2004, 618). Lisäksi voidaan käyttää putkeen kiinnitettäviä tarkoituksen mukaisia kellukkeita, jotka jäävät veden pinnalle osoittamaan putken sijaintia (Maanrakennus L ja J Vuolan toimitusjohtaja Janne Vuola 20.4.2020, henkilökohtainen tiedonanto).



Kuva 6. Putken sijainnin kohdistaminen (RIL 124-2-2004, 619).

Asennetun viemärin linjauksesta voidaan tehdä luotauksia sijainnin tarkistamiseksi. Sijainnin voi selvittää myös sukeltamalla, jolloin sukeltaja käy upotetun linjan läpi ja voi samalla tarkistaa asennuksen. Sukellustarkastusta tehtäessä linja myös tavallisesti kuvataan. (Sweco Ympäristön projektipäällikkö Heikki Pärnä 30.3.2020, henkilökohtainen tiedonanto.)

2.5 Vesistön olosuhteiden vaikutukset

Vesistössä työskentely on sään ja muiden luonnonilmiöiden takia haastavampaa kuin maalla. Merellä tuuli on keskimäärin paljon kovempaa kuin maalla, ja se nostattaa myös

aaltoja. Vesistöissä voi olla voimakkaita virtauksia ja vesistöt ovat usein vähän valoa läpäiseviä, joten vedenalainen työskentely on myös vaativaa.

Vesistön sääolosuhteet on aina selvitettävä ennen vesillä tehtäviä töitä, koska ne vaikuttavat suoraan työvaiheiden suorittamiseen ja rajut sääolot lisäävät työtapaturmien, kuten veden varaan joutumisen tai huolimattomuuksien riskiä. Luotausten tekeminen kovassa aallokossa ei ole järkevää, koska aallot vääristävät luotaustuloksia varsinkin pienemmillä tutkimusaluksilla (Kankare 2013, Meritaidon 2012 mukaan). Tuulet, aallot ja virtaukset aiheuttavat kuitenkin eniten ongelmia silloin, kun putkea aletaan upottaa. Putki täytyy saada asetettua ennalta määrättyyn asennuspaikkaan tarvittaessa ohjailemalla putkea lautoin, joten kaikki ylimääräiset putkeen vaikuttavat voimat hankaloittavat työtä merkittävästi. Vedenalaiset virtaukset voivat vaurioittaa putkea vielä asentamisen jälkeenkin, joten virtaavissa paikoissa asennus tehdään pohjan alapuolelle. Veden pinnan taso voi myös vaihdella etenkin keväisin lumien sulaessa ja pitkäaikaisilla sateilla. Tasoa on mitattava säännöllisesti, jotta tiedetään oikea asennussyvyys. (Destian työmaapäällikkö Mikko Ojansuu 15.4.2020, henkilökohtainen tiedonanto.)

3 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkittujen tietojen perusteella vesistöön asennettavat putket toteutetaan pääosin samalla periaatteella. Vesistön pohjan tutkimusmenetelminä käytetään lähes poikkeuksetta luotauksia, pohjatutkimuksia ja sukelluksia sen mukaan, mitä tietoja pohjasta halutaan. Painotus ja ankkurointi tehdään pääsääntöisesti putkeen kiinnitettävillä betonipainoilla, mutta painojen muotojen valinta tehdään kohdekohtaisesti. Upottaminen suoritetaan uittamalla putki asennuspaikalle ja painotustavasta riippuen joko täyttämällä se vedellä, poistamalla väliaikaiset kellukkeet tai tarpeeksi suurella painotuksella upottamalla se tyhjänä heti painotuksen jälkeen. Jäältä tehtävät asennukset ovat vähentymään päin, koska ne ovat yleisesti ottaen kalliimpia ja haasteellisempia kuin sulaan veteen (VMSV 2019).

Suurin ero on siinä, rakennetaanko linja vesistön pohjan varaan vai sen alle. Tämä on melko kohdekohtainen kysymys ja se riippuu ainakin siitä, onko putkea tai sen ympäristöä tarvetta suojata paremmin. Lyhyissä ja matalissa vesistöalituksissa suuntaporaus on myös varteenotettava vaihtoehto. Se nopeuttaa työn suoritusta, vähentää henkilöriskejä ja ennen kaikkea pitää vesistön käytettävissä myös työn aikana. NykYTEKNIKALLA lopputuloksen laatu on hyvää, mutta valitettavasti sen käyttö on melko rajallista ainakin toistaiseksi.

Eniten merkitystä valittaviin vesistöalituksen rakennusmenetelmiin on ympäristön valitsevilla olosuhteilla, kuten liikenteellä, säällä tai rakennetulla ympäristöllä. Näihin tekijöihin pitäisikin kiinnittää eniten huomiota jo hanketta suunniteltaessa. Vesistöalitus täytyy aina mahdollisuuksien mukaan rakentaa pois laivaväyliltä sekä muilta sellaisilta vesialueilta, joissa vedenalainen rakenne voi haitata toimintaa, mutta käytännössä sitä on mahdotonta saada aina toteutumaan. Useimmiten ympäristöön ei pysty vaikuttamaan eli hanke täytyy toteuttaa sen asettamien rajojen puitteissa.

Sen sijaan valitsemalla oikea ajankohta rakentamiselle voidaan minimoida ainakin säästä ja liikenteestä aiheutuvia haittoja. Suomessa on melko vakaa ilmasto ja sääoloja pystytään suhteellisen hyvin ennustamaan vuodenaikojen mukaan. Ilmatieteen laitoksen (2020) mukaan kovan tuulen päiviä havaitaan Suomessa keskimäärin vähintään yksi joka kuukausi, mutta sitä enemmän mitä lähempänä talvea ollaan. Vesiliikenne puolestaan on vilkkaimmillaan kesällä veneilykauden aikaan, mutta se riippuu tietysti myös vesistön sijainnista. Rakentamisen ajankohtaan pitäisikin kiinnittää enemmän huomiota

nimenomaan työn suoritettavuuden näkökulmasta. Kun ulkoisia häiriöitä saadaan vähennettyä, voidaan keskittyä olennaiseen, jolloin työ sujuu nopeammin ja turvallisemmin.

LÄHTEET

- Ilmatieteen laitos 2020. Tuulitilastot. Viitattu 29.4.2020 <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/tuulitilastot>.
- InfraRYL 2019. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- Kankare, P 2013. Luotausmenetelmät ja -laitteet maailmalla. Insinööriyö. Maanmittaustekniikan koulutusohjelma. Helsinki: Metropolia Ammattikorkeakoulu. Saatavilla https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/60330/Kankare_Petteri.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Liikennevirasto 2017. Liikenneviraston määräys vesiliikennemerkeistä ja valo-opasteista. Saatavilla https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Maarays_vesiliikennemerkeista_ja_valo-opasteista_.pdf.
- Meritaito Oy 2012. Kalusto. Viitattu 26.10.2012 <https://www.meritaito.fi/www/fi/kalusto/index.php>.
- RIL 77-2013. 2013. Maahan ja veteen asennettavat kestopuoviputket – Asennusohjeet. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- RIL 124-2-2004. 2004. Vesihuolto II. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- RIL 237-2-2010. 2010. Vesihuoltoverkkojen suunnittelu – mitoitus ja suunnittelu. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- Suomen ympäristöhallinto 2020. Vesilain mukainen lupa eli vesilupa. Viitattu 17.1.2020 https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Asiointi_luvat_ja_ymparistovaikutusten_arviointi/Luvat_ilmoitukset_ja_rekisterointi/Vesilupa.
- Vesilaki 27.5.2011/587. Annettu Helsingissä 27.5.2011. Saatavilla <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110587>.
- VMSV 2019. Putkilinjojen vesistöasennukset. Viitattu 9.4.2020 <https://www.vmsv.fi/fi/artikkelit/putkilinjojen-vesistoasennukset/>.
- Yle 2019. Vanhan viemäriin poisto vaikuttaa vesiliikenteeseen Kemijoella Rovaniemen kohdalla. Viitattu 5.5.2020 <https://yle.fi/uutiset/3-10848294>.