



**SAVONIA**

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# PUTKISILLAN KASAAMINEN JA ASENTAMINEN KOH- TEESEEN

TEKIJÄ/T: Samu Markkanen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala		
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma		
Työn tekijä(t) Samu Markkanen		
Työn nimi Putkisillan kasaaminen ja asentaminen kohteeseen		
Päiväys 25.4.2014	Sivumäärä/Liitteet	21/1
Ohjaaja(t) Juha Pakarinen (päätoiminen tuntiopettaja) ja Raimo Lehtiniemi (lehtori)		
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Skanska Infra Oy		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämä opinnäytetyö käsittelee sillankorjausurakassa olevien putkisiltojen kasaamisen ja asentamisen nykyisten uusimista tarvitsevien putkisiltojen paikalle. Opinnäytetyö pohjautuu Pohjois-Savon ELY-Keskuksen Sillankorjausurakka 2013 - 2014 urakkaan, jonka Skanska Infra Oy sai toteutettavakseen. Yhtenä osana urakkaan kuului putkisiltojen uusiminen. Opinnäytetyö tulee olemaan Skanskalla käytössä, kun työnjohtoa ja työntekijöitä perehdytetään putkisiltojen uusimiseen. Tavoitteena, että opinnäytetyön lukijat saavat kuvan siitä, miten putkisiltojen kasaaminen ja asentaminen tapahtuu.</p> <p>Ennen työhön ryhtymistä, putkisiltojen kasaamista ja asentamista käytiin läpi tuotteita toimittavien yritysten kanssa sekä Skanskan henkilökunnan, jolla oli jo kokemusta kyseisestä työstä. Liikennevirasto oli laatinut myös asennus- ja kasausohjeita, joihin perehdyttiin ennen töihin ryhtymistä. Opinnäytetyön lähteinä käytettiin Liikenneviraston Teräspankkuiltojen suunnitteluohje 2.2.2012 teosta sekä Tiehallinnon Teräspankkuiltojen rakentamisen laatuvaatimukset 2008 teosta. Näiden tietojen pohjalta urakkaa alettiin toteuttaa. Urakasta saadut kokemukset olivat pääasiallisena pohjana opinnäytetyölle.</p> <p>Opinnäytetyö käsittelee pääpiirteissään katsauksen siitä, mitä putkisiltojen uusimisprosessiin vaaditaan. Opinnäytetyössä on kuvia selventämässä työvaiheita.</p>		
Avainsanat Putkisilta, sillan korjaus, silta, sillan korjausurakka, ohje, manuaali		

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme In Construction Engineering			
Author(s) Samu Markkanen			
Title of Thesis Assembling and Installation of Culverts in Target			
Date	25 April 2014	Pages/Appendices	21/1
Supervisor(s) Mr. Juha Pakarinen, Lecturer and Mr. Raimo Lehtiniemi, Lecturer			
Client Organisation /Partners Skanska Infra Oy			
<p>Abstract</p> <p>This thesis describes the assembling of culverts and how the original culvert is changed to a new one. This thesis is based on the contract called POS-ELY Sillankorjausurakka 2013-2014. The Contract was made by Skanska Infra Oy. One part of the contract was replacing culverts in bad shape by new ones. The aim of this thesis was to be part of an introduction to these kinds of contracts.</p> <p>Assembling and installation of culverts were discussed with suppliers of culverts and Skanska Infra's personnel before starting the contract. There were a few manuals which clarified the assembling, installation, purchasing and planning. These manuals had been made by Liikennevirasto and Tiehallinto. Manuals and reviews were the basis of the contract and experiences from this contract were the basis of this thesis.</p> <p>As a result of this thesis, a simple and short manual to clarify the whole contract of replacing culverts was drawn up. The thesis includes pictures to clarify the different stages.</p>			
Keywords culvert, bridge			

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	5
2	NYKYISTEN SILTOJEN KUNTO JA SILTOJEN TARKASTUKSET .....	6
3	RUMPUPUTKEN KASAAMINEN.....	8
3.1	Putken hankinta.....	8
3.1.1	Kasauspaikka .....	8
3.1.2	Kasaaminen ja resurssit.....	9
3.2	Kasatun putken rahti kohteeseen .....	13
3.2.1	Rahdin valmistelut.....	13
3.2.2	Kuljetus kohteeseen .....	13
4	KAIVUTYÖT KOHTEESSA.....	15
4.1	Kohteen liikennejärjestelyt.....	15
4.2	Resurssit .....	16
4.3	Kaivutyöt.....	16
5	RUMPUPUTKEN ASENTAMINEN .....	17
5.1	Tarvittavaa kalustoa ja materiaalia .....	17
5.2	Täyttötöyöt .....	17
5.3	Viimeistelyt.....	18
6	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	20
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT .....	21
	LIITE 1: RESURSSIT .....	22

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyö pohjautuu Pohjois-Savon ELY-keskuksen Sillankorjausurakka 2013 - 2014:een, jonka Skanska Infra Oy voitti tarjouskilpailun perusteella. Urakkaan sisältyi seitsemän putkisillan uusiminen sekä seitsemän sillan peruskorjaus. Putkisillat ja Sulkavalla sijaitseva betonisilta tuli suorittaa vuonna 2013 ja loput korjauskohteet 2014. Pelkästään Pohjois-Savon ELY-keskuksen alueella on 2 213 siltaa. Koko maassa taas putkisiltojen määrä on reilut kolmisen tuhatta siltaa. Korjaustöiden määrä vuodessa on 30 sillasta 40 siltaan. (Ely-keskuksen internet sivut.)

Putkisilloiksi käsitetään vähintään 2 metrin vapaa-aukolliset putket ja sitä pienemmät käsitetään rumpuputkina. Sillankorjausurakat ovat nykyään entistä ajankohtaisempia, kun uusi asetus mahdollisti raskaan liikenteen ajoneuvojen enimmäismassan korottamisen 60 tonnista 76 tonniin. Vaikka enimmäismassa nousi 16 tonnilla, niin tiestön sekä siltojen kunto ei ole vielä riittävä uudistukselle. Suurin osa väylistä on riittäviä myös 76 tonnien ajoneuvoille, mutta ei vielä kaikki. Liikenneturvallisuuden ylläpitämisen takia on pitänyt entistä tehokkaammin pyrkiä kunnostamaan tiestöä ja siltoja.

Opinnäytetyön tarkoitus on toimia Skanska Infra Oy:n työnjohtajien käsikirjana työn suunnittelua varten sekä työntekijöiden perehdyttämiseen. Idea työn tarpeelle tuli siitä, kun työhön ryhtyessä ei ollut käytettävissä tiivistä manuaalia putkisiltojen korjausurakasta. Työ perustuu suurimmaksi osaksi urakasta saatuihin kokemuksiin. Ulkopuolisia lähteitä on käytetty, kun työvaiheisiin liittyy annettuja ohjeita ja määräyksiä. Opinnäytetyössä, kuten myös itse urakassa, vanhempien työnjohtajien ja –päälliköiden kokemus oli avuksi.

## 2 NYKYISTEN SILTOJEN KUNTO JA SILTOJEN TARKASTUKSET

Putkisiltojen kuntoa kartoitetaan, kun silta on 15 vuoden ikäinen. Vesistöputkisiltojen tarkastukset tehdään, kun putkessa oleva vesi on alimmillaan. Tämä johtuu siitä, kun yleisin vauriokohta on putken sisällä vesirajassa, missä korroosia sekä muuttunut veden virtausnopeus heikentää nopeiten putkea. Myös veden ph-muutokset vaikuttavat ruosteenestopinnoitteen kulumiseen. Kuntoa seurataan vähintään silmämääräisesti tarkastamalla putken ruosteen määrää sekä mahdollisia muodonmuutoksia. Silmämääräistä ruosteenmäärän arvioimista varten kannattaa mahdollista ruostekohtaa raaputtaa esimerkiksi puukolla, jotta saadaan varmistettua siitä, että kyseessä on ruostetta, eikä putken pinnalle tarttunutta humusta. Vesirajan alapuolella voidaan koputella esimerkiksi piikillä putkea, jotta saadaan myös tuntuhavaintoja sen kunnosta (kuva 1). (Sillantarkastuskäsikirja, suunnittelu ja toteuttamisvaiheen ohjaus, liikenneviraston ohjeita 26/2013.)



KUVA 1. Putken tarkastus (Leskinen 2013-6-2)

Tarkempaa tietoa putken kunnosta saadaan mittaamalla putken ruosteenestopinnoitteen paksuutta. Mittaus tulee tehdä riittävän monesta kohtaa putken sisältä, jotta saadaan kartoitettua putken yleiskuntoa tarkemmin. Mittarina käytetään magneettista kuivakalvonpaksuusmittaria. (Sillantarkastuskäsikirja, suunnittelu ja toteuttamisvaiheen ohjaus, liikenneviraston ohjeita 26/2013.)

Kunnoltaan huonon näköiseen putkeen voidaan tehdä myös piikkitesti. Testissä suoraan putken pintaan lyödään pyöreäpäisellä pistepuikolla ja pajavasarella. Lyöntikohtia tehdään 5 - 20. Jokaisessa kohdassa lyödään kohtalaisella voimalla noin 10 kertaa ja katsotaan meneekö piikki putken seinämän läpi. Jos menee, niin kuntoarviota voidaan vielä laskea huonommaksi. Muita tarkistettavia asioi-

ta on putken ympäristössä. Muuttuvat olosuhteet eivät välttämättä takaa putkelle sen suunnittelu-  
vaiheessa mitoitettujen suojausmenetelmien tehokkuutta. Tällaisia ympäristöstä johtuvia tekijöitä on  
veden pH- ja yleisen laadun muutokset sekä muuttunut virtausnopeus. (Sillantarkastuskäsikirja,  
suunnittelu ja toteuttamisvaiheen ohjaus, liikenneviraston ohjeita 26/2013.)

Liikenneviraston asetusten mukaan teiden teräsputkisiltojen suunnittelukäyttöikä on 50 vuotta ja  
rautatiesiltojen 100 vuotta. Teiden teräsputkisiltojen suunnittelukäyttökäikänä käytetään myös sataa  
vuotta, jos putkisilta on vilkasliikenteisen tien (kvl > 3 000 ajoneuvoa/vuorokausi) alla tai putken  
peitesyvyys on yli 3 metriä. (Liikenneviraston ohjeita, Putkisillat, suunnitteluohje 2.2.2012.)

### 3 RUMPUPUTKEN KASAAMINEN

#### 3.1 Putken hankinta

Putken valintaan vaikuttavat tekijät ovat aina kohde kohtaisia. Valintaan vaikuttavia tekijöitä ovat käyttötarkoitus, ulkonäkö, hydraulinen mitoitus, pengerkorkeus, pohjaolosuhteet, veden ja maan laatu sekä kustannukset. (Liikenneviraston ohjeita, Putkisillat, suunnitteluohje 2.2.2012.)

Teräsputkisillan tulee kestää liikenteestä, kevyestä liikenteestä sekä rautatiestä aiheutuvat kuormat. Mitoitus tulee olla eurokoodin soveltamisohjeen Siltojen kuormat ja suunnitteluperusteet – NCCI 1/11 mukainen, niin että se täyttää standardin SFS-EN 1991-2/3/ ja sen kansallisen liitteen vaatimukset. (Liikenneviraston ohjeita, Putkisillat, suunnitteluohje 2.2.2012.)

Sillankorjausurakan putket olivat monilevyrakenteisia aallotettuja teräsputkia. Teräsputkien mitoitukseen vaikuttaa siltapaikan olosuhdeluokka, sillan suunniteltu käyttöikä, siltapaikkaluokitus sekä toteutusluokka, teräsputkisillat kuuluvat luokkaan 3. Teräsputken mitoitusta varten Skanska Infra Oy:llä on siihen tarkoitukseen tehty tietokoneohjelma, johon arvoja syöttämällä saadaan määritettyä teräsputkelle sen vaatimukset täyttävät parametrit, kuten esimerkiksi teräsputken suojauspinnoitteen paksuuden mitoitus. Teräsputken aukon tulee olla riittävä veden esteettömän läpivirtauksen takaamiseksi.

Teräslevyt tulee olla kuumasinkittyjä standardin SFS-EN ISO 1461 Valurauta- ja teräskappaleiden kuumasinkityspinnoitteet mukaiset. Vähimmäispaksuuden vaatimukset kuumasinkkipinnoitteella on esitetty taulukossa 1. Putken lisäsuojaus tulee tehdä Tiehallinnon hyväksymillä materiaaleilla ja työmenetelmillä. Ei-metallisia pinnoitteita ovat erilaiset maalit ja polymeeripinnoitteet (epoksi, polyuretaani ja polyeteeni). (Liikenneviraston ohjeita, Putkisillat, suunnitteluohje 2.2.2012.) Oikein tehty lisäsuojaus takaa putkelle pidemmän käyttöiän. Urakassa putkien lisäsuojaus tehtiin epoksoimalla ja epoksointia varten hankittiin tarvittavat luvat ja todistukset.

TAULUKKO 1. Monilevyrakenteen kuumasinkkipinnoitteen vähimmäispaksuuden vaatimukset.

Teräksen ainevahvuus (ty)	Keskimääräinen kerrospaksuus (minimi) [ $\mu\text{m}$ ]	Paikallinen kerrospaksuus (minimi) [ $\mu\text{m}$ ]
$t > 6 \text{ mm}$	85	70
$3 < t \leq 6 \text{ mm}$	70	55
$1,5 \leq t \leq 3 \text{ mm}$	55	45

##### 3.1.1 Kasauspaikka

Putkisilta kasataan joko kaivannossa, sen loppullisella paikallaan tai kaivannon ulkopuolella. Kaivannon ulkopuolella kasattaville putkille tulee varata reilusti tilaa kasaukseen, varastointiin sekä konei-



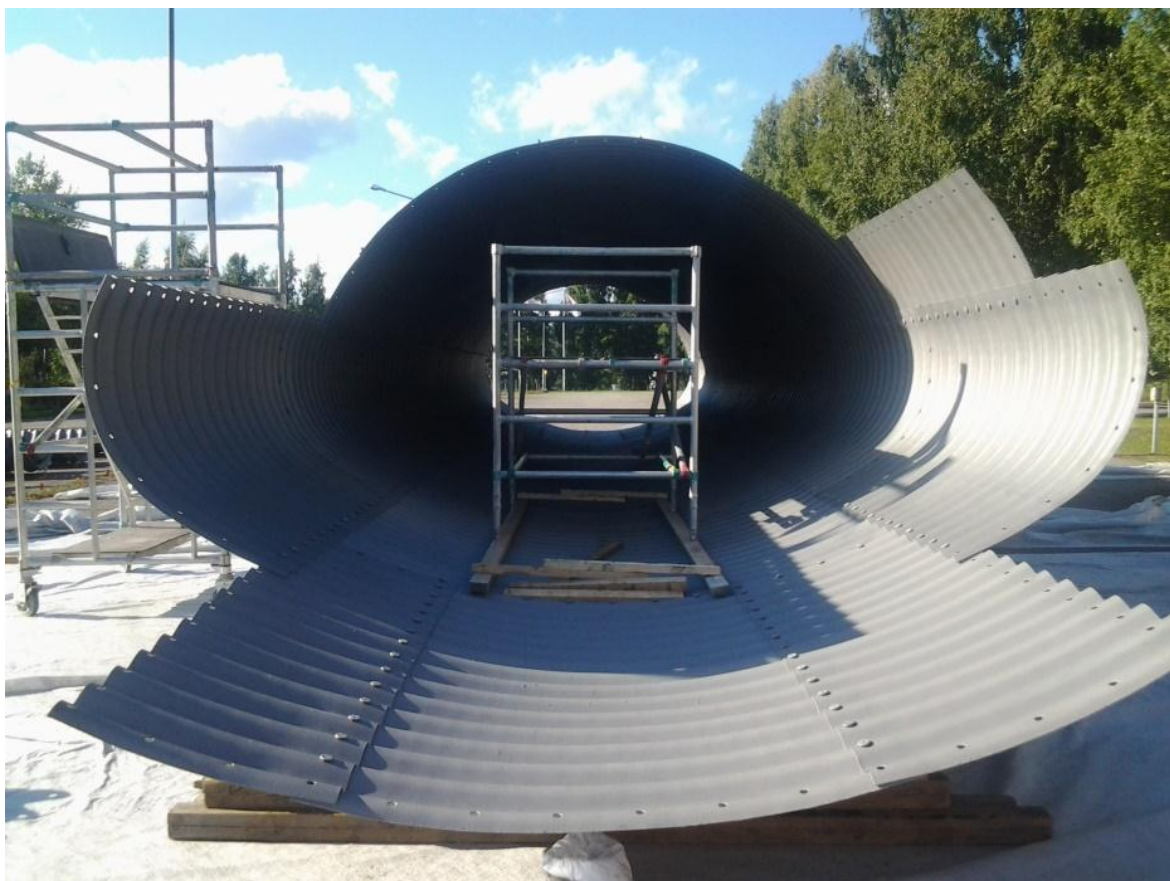
den työskentelyyn. Tässä opinnäytetyössä tarkastelussa olleet putkisillat kasattiin samalla tontilla. Kasauspaikaksi vuokrattiin Kuopion Kelloniemen teollisuusalueella sijaitsevan Atria Oyj:n pysäköinti-paikalla. Kasauspaikka oli asfaltoitu, suhteellisen tasainen noin 40 metriä leveä ja 150 metriä pitkä alue. Kasauspaikalle varastoitiin ja lajiteltiin valmiiksi kunkin putkisillan osat lähelle toisiaan. Kasauspaikalla tarvittiin sähköt, jotka saatiin otettua pysäköintipaikan vieressä olevasta sähkökeskuksesta. Kasauspaikan laitaan tuotiin työntekijöille sosiaalitalat.

Jokaisen putkisillan kasaamiseen vaadittiin reilusti tilaa, koska teräslevyjen nostoon ja asentamiseen tarvittiin nostokone, jonka tuli mahtua liikkumaan putken ympärillä turvallisesti niin putken kasaajia ajatellen ja ettei putkea kolhittaisi. Valmiiksi kasattua putkea jouduttiin välillä varastoimaan kasauspaikalla ennen rahtia, jolloin piti olla riittävästi tilaa aloittaa seuraavan putken kasaus. Valmiin putken vierelle piti saada mahtumaan myös kuljetuskalusto, sekä nosturi nostamaan putki kuljetuskaluston kyytiin. Valmis putkisilta nostettiin rahdin kyytiin Nostokonepalvelu Oy:n nostureilla.

Urakan suurin putkisilta oli Kuopion Kauppisenjoen monilevyrakenteinen putkisilta, jonka halkaisija oli 4,34 metriä ja putken alapituus 32,4 metriä. Urakkaan kuului myös lentokoneiden varalaskupai-kalle asennettava putkisilta, joka jouduttiin sen pitkästä pituudestaan johtuen kasaamaan ja asen-tamaan puoli putkea kerrallaan ja liittämään putket toisiinsa kaivannossa.

### 3.1.2 Kasaaminen ja resurssit

Sillankorjausurakkaan kuuluvat putkisillat olivat kaikki tyypiltään monilevyrakenteisiä teräsputkia. Monilevyrakenteinen teräsputki kasataan nimensä mukaisesti useasta aallotetusta teräslevy palasta (kuva 2). Kaikki teräslevyt ovat valmistajan toimesta numeroituja, jolloin ne kuvia ja ohjeita noudat-taen on helpompi asettaa oikealle kohdalle rakennetta. Monilevyrakenteisessa putkisillassa teräslevy-jen pituus- ja pystysuuntaiset saumat eivät saa kohdata ja tällä tavoin meneteltynä saadaan vahvis-tettua putken rakennetta. Levyt limitetään siten, että putken ympärystäytössä oleva vesi ei pääse valumaan putken sisälle, eli limitys tehdään siten, että rakenteessa ylempänä sekä ylävirran puolella oleva levy tulee ulkopuolelle.



KUVA 2. Kuvaa putken kasauspaikalta. Putken sisällä käytettävän telineen alle laitettiin puut suojaamaan teräspalojen pinnoitetta. (Taskinen 2013-8-28.)

Teräsputken hankinnan yhteydessä tehtaalta tulee teräslevyjen mukana myös kaikki tarvittavat pultit ja avaimet. Kasaamiseen käytettiin kahta kasausmiestä sekä nostokoneen kuljettajaa. Tässä urakassa nostokoneena käytettiin Doosan 180wv kaivinkonetta ja välillä vaihtoehtoisesti Koukku Koposen autonosturia. Nostokoneen kuljettajan tehtävänä on nostaa tarvittava teräslevy ja kannatella sitä ilmassa, jotta kasaajat saavat pultattua levyt kiinni toisiinsa. Osa putkista kasattiin siten, että tehtiin kaksi puoliympyrän muotoista pätkää putkea, jotka sitten kohdistettiin vastakkain (kuva 3).



KUVA 3. Putken yläpuolinen puolikas nostettiin vieressä olevan putken alaosan päälle (Taskinen 2013-7-20).

Teräslevyjen kohdistamisessa käytettiin rotan hännäksi kutsuttua työkalua, jonka avulla saatiin pulttien reiät osumaan helpommin kohdikkain. Reikien ollessa kohdikkain, niihin laitettiin pultti paikoi-  
leen. Pulttaamisessa käytettiin pulttipistoolia ja pulttien kiristysmomentiksi täytyi saada vähintään 250 Nm. Pultin kannat tulee olla putken sisäpuolella, ainakin niiltä osin, miltä putki jää näkyville. Pultteja ei kannata heti kiristää äärimmilleen, koska teräslevyt ovat suhteellisen kookkaita ja niitä joudutaan mallaamaan toisiinsa nähdän tarkasti, jotta ne saadaan tukevasti rakenteeseen.

Putkisillat kasattiin puiden päälle, jotta niiden pinnoitteet eivät vahingoittuisi asfalttia vasten. Putkisilta aloitettiin kasaamaan sen alimmista teräslevyistä (kuva 4). Putkisillan kasaamisen yhteydessä, putken ympärille laitettiin suodatinkangas, joka jää pysyvästi rakenteeseen suojaamaan putkea täyt-  
tötyöltä sekä mahdollisesti rahdista aiheutuvilta kolhuilta. Suodatinkangas kannattaa levittää valmiiksi kasattavan putken alle. Kun putki saadaan kasattua, niin suodatinkangas on helppo pyöräyttää putken ympärille ilman, että putkea joudutaan erikseen nostamaan.

Valmiin putken nostamista varten neljään eri kohtaan putken kylkiin kiinnitettiin nostokorvakkeet (kuva 5). Nostokorvakkeet kiinnitettiin pulttien reikiin normaaleja pultteja pidemmin pultein. Pultit kiinnitettiin normaalisti kasausvaiheessa, ja pitkän pultin loppupäähän kiinnitettiin nostokorvakkeet, jotka sitten poistettiin kun putki saatiin kaivantoon.. Nostoa varten laitettiin vielä liinat tukemaan nostoa putken alle nostokorvakkeiden kohdalta.



KUVA 4. Kuvaa kasaus paikalta. Putkisiltaa aloitettiin kasaamaan kokoamalla alimmat palat puiden päälle. Alle on laitettu valmiiksi myös suodatinkangas, joka pyöräytetään sitten lopulta putken ympärille. (Taskinen 2013-7-18.)



KUVA 5. Nostokorvakkeet kiinnitettyinä putkeen (Leskinen 2013-11-10).

### 3.2 Kasatun putken rahti kohteeseen

Rahtia tilattaessa tulee olla selvillä putkisillan mitat ja paino. Nämä tiedot on ilmoitettava rahdin suorittavalle yritykselle. Rahti joudutaan tekemään erikoiskuljetuksena (kuva 5).



KUVA 5. Kuljetuskalusto, nosturi ja valmis putki suodatinkankaineen. (Taskinen 2013-11-10).

#### 3.2.1 Rahdin valmistelut

Putkisilta tulee olla valmisteltu huolella ennen sen kuljettamista kohteeseen. Putkisilta on kasattu huolella kokonaan, sekä sen ympärille on asennettu N3-luokan suodatinkangas. Kangas suojaa putkea rahdin aikana, ja on valmiiksi asennettuna kun täyttötyöt alkavat. Putkeen on kiinnitetty mahdolliset nostolenkit oikeille paikoilleen. Putken ympärille on jätetty riittävästi tilaa kuljetuskalustolle, sekä putken noston tekeväille nosturille. Tarvittaessa voidaan joutua käyttämään kahta nosturia, jos putken pituus on todella pitkä.

#### 3.2.2 Kuljetus kohteeseen

Kuljetus suoritetaan erikoiskuljetuksena. Rahdin suorittava yritys tekee tarvittavat suunnitelmat reitin suhteen. Urakkapaikalla on varattu riittävästi tilaa kaivannon ympärille, että kuljetuskalusto sekä nosturi tai nosturit pääsevät riittävän lähelle. On varmistettava, ettei kaivanto pääse sortumaan, kun sen reunalle ajetaan kuljetuskalusto sekä nosturit (kuva 6).



KUVA 6. Kuvassa kaivantoon laskettu teräsputki silta sekä nostotyön suorittanut nosturi. (Leskinen 2013-11-10).

## 4 KAIVUTYÖT KOHTEESSA

### 4.1 Kohteen liikennejärjestelyt

Urakoitsijan tulee neuvotella liikennejärjestelyistä alueen aluevastaavan kanssa ja laatia sen perusteella liikennejärjestelyistä suunnitelma, joka hyväksytetään vielä tilaajalla. Urakoitsijan on ilmoitettava Liikenneviraston tieliikennekeskukseen urakan ajankohta ja se, miten liikenne ohjataan urakka- paikan ohi. Urakasta on ilmoitettava tiedotustauluilla Liikenneviraston ohjeiden mukaisesti. Lyhyesti kerrottuna, tauluissa on oltava työnkesto, ajankohta, työmaan sijainti, kiertoreitti (jos ei kiertotietä) sekä urakoitsijan nimi.

Kohteen liikennejärjestelyt pitää aina suunnitella kohde kohtaisesti. Kohteen sijainnilla on vaikutusta siihen, miten ohikulkeva liikenne tulee ohjata kohteen ohi. Maantiellä suoritettavaan putkisillan uusimiseen liikennejärjestelyt voidaan hoitaa rakentamalla väliaikainen kiertotie kohteen ohi. Kiertotie puretaan, kun liikenne saadaan normaalisti takaisin tielle. Kiertotiestä kannattaa harvemmin tehdä kaksikaistaista, vaan suositeltavampaa on käyttää liikennevalo-ohjausta kohteessa. Kiertotien rakentamiselle on annettu omat säädökset ja rakentamisvaatimukset, joita tulee noudattaa. Liikenteen ohjattaessa kiertotielle, kiertotiestä kannattaa tehdä riittävän pitkä, jotta kohteen kaivutöille ja putkisillan asentamiseen jää riittävästi työtilaa. Työtilaa tulee varata kaivinkoneelle, läjitettävälle maalle ja nostokalustolle (kuva 7).



KUVA 7. Kauppisenjoen putkisilta. Liikenteelle tehtiin kiertotie. (Leskinen 2013-11-10).

Jos kohde sijaitsee kapealla kannaksella kahden vesistön välissä, niin liikenteelle ei ole kannattavaa rakentaa kiertotietä kohteen ohi, vaan se tulee ohjata kiertoreitille. Kiertoreitti tulee merkitä riittävän liikennemerkkein hyvissä ajoin, ennen kuin työt urakkapaikalla alkavat. Kiertoreitin liikennemerkkit tulee sijoittaa erkanevan kiertotien risteykseen.

## 4.2 Resurssit

Kun liikennejärjestelyt on saatu asiallisesti hoidettua, voidaan aloittaa kaivutyöt kohteessa. Ennen kaivutöitä tulee selvittää kaivupaikalla olevat putket, kaapelit, johdot yms. laitteet. Kaivutöihin tarvitaan riittävän kokoinen kaivinkone. Kaivinkoneen valintaan vaikuttavia tekijöitä on sen työvoima, sekä puomin pituus. Tarvittaessa asfalttileikkuri on myös tarpeen. Vanhan putken poistoon tarvitaan mahdollisesti polttoleikkausvälineistöä, jos putkea ei saa kokonaan nostettua pois tai sitä ei saa kaivinkoneen kauhalla paloitetua. Kaivinkoneelle on hyvä ottaa kaveriksi lapiomies, joka pystyy tarkkailemaan, jos ilmenee tiedosta puuttuvia kaapeleita, johtoja tai putkia.

## 4.3 Kaivutyöt

Ennen kaivutöitä tarvittavilta osin tulee poistaa kaivupaikan ympäriltä mahdollista työtä haittaavaa kasvillisuutta tai rakenteita, esimerkiksi kaiteet. Kaivutöistä syntyvät purkujätteet on käsiteltävä voimassa olevien säädösten ja lakien mukaisesti. Jätteen siirtoasiakirja tulee esittää työn tilaajalle ja tallentaa urakan laatukansioon. Kaivaessa tulee myös varmistua siitä, että maaperäolosuhteet ovat suunnitelmien mukaiset. Jos suunnitelmat eivät täsmää, niin on asiasta ilmoitettava tilaajalle. (Tiehallinto, Teräsputkisillat, rakentamisohje 2008.) Jos vesi haittaa töiden edistymistä, niin voidaan rakentaa patoja tai väliaikaisilla putkilla ohjata vesi haluttuun suuntaan.



KUVA 8. Ruutananpuron kaivutöistä (Taskinen 2013-7-23)



## 5 RUMPUPUTKEN ASENTAMINEN

### 5.1 Tarvittavaa kalustoa ja materiaalia

Täyttömateriaali ajetaan kuorma-autoilla siltapaikalle, jos kaivannosta poistettua maata ei voida käyttää myös täyttötöihin. Täyttömateriaalia ei kaadeta lavalta suoraan putken ympärille, vaan se kaadetaan lähelle, josta kaivinkoneen on helppo kasalta suoraan levittää sitä tasaisesti putken ympärille. Vaihtoehtoisesti voidaan kaivinkoneella suoraan kuorma-auton lavalta nostaa täyttömateriaali putken ympärille. Täyttökerroksen ympärille laitetaan N3-luokan suodatinkangas. (Tiehallinto, Teräsputkisillat, rakentamisoheje 2008.) Täyttöä tiivistetään yhtäaikaisesti molemmin puolin putkea tärylevyillä, kokoluokaltaan noin 400 - 500kg. Putken alustatäytön muotoa on helpoin tarkastella tasolaserilla. Jos putki on kasattu kaivannon ulkopuolella, niin putken nostaminen kaivantoon tapahtuu nosturilla. Nostossa voidaan käyttää nostoliinoja, vaijereita tai ketjuja, mutta silloin tulee varmistaa, etteivät ne vahingoita putken pintaa tai muotoa. Urakassa kasattaviin putkiin asennettiin niihin kuuluvat nostolenkit, joiden avulla nosto tapahtui.

### 5.2 Täyttötyöt

Putkisillan asentaminen ja sen ympärystäytöt tulee tehdä huolellisesti rakennussuunnitelmia noudattaen. Oikein asennettu putki ja sen ympärystäytöt takaavat yhdessä kestävän rakenteen. Jakavan ja kantavan kerroksen täyttömateriaalina voidaan käyttää mursketta 0/30 - 0/63 mm. Täyttömateriaalin tulee täyttää InfraRyl 2006 laatuvaatimukset. Täyttö tehdään keskeytyksettä ja täyttömateriaalin on oltava sulaa.

Putkisillan alustäytöt tehdään rakennussuunnitelmien mukaan. Alustäytölle tulee saada riittävä tiiviys ja alustäytön muoto tulee olla suunnitelmien mukainen. Tässä sillankorjausurakassa kaikille putkisilloille tehtiin suunnitelmien mukainen esikohotus putken keskelle, jotta putken lopullinen muoto tuli olemaan parabeelin muotoinen. Alustäyttö tiivistetään tärylevyillä. Alustäyttöä voidaan muotoilla putken muodolle sopivammaksi, jotta se olisi helpompi saada pysymään paikoillaan, kun täyttötöitä aloitetaan. Vesistökohteissa, esimerkiksi kannaksella kahden vesistön välissä, tiivistys tehdään riittäväksi kaivinkoneen kauhalla painelemalla. Vesistökohteeseen asennettava putki lasketaan kaivantoon ylävirran puoleinen pää edellä.

Putken on oltava suunnitelmien mukaan suunnattu, ennen ympärystäytön aloittamista. Putken ympärille asennettu käyttöluokaltaan N3 oleva suodatinkangas suojaa putkea ympärystäytön murskeelta. Suodatinkangas laitetaan myös erottamaan alkuperäisen tien rakennekerrosten materiaalin ja uuden täyttömateriaalin. Ympärystäyttö on tehtävä suunnitelmien mukaisissa kerroksissa ja yhtäaikaisesti putken molemmin puolin. Kerrokset ovat noin 200 – 300 millimetrin paksuisia kerroksia. Kerroksien seuraamista helpottamaan kannattaa putken kylkeen piirtää viivat, joista kerrospaksuuksia voidaan seurata (kuva 9).

Samalla kun täyttöä tiivistetään, niin täyttömateriaalia on hyvä kastella samalla. Ensimmäiset tiivistyskerrokset tulee tehdä huolella ja rauhallisesti, ettei putken alle menevä täyttömateriaali nosta

putkea pois arinaltaan. Ympärystäyttöä tehdessä putken muodonmuutoksia tulee tarkkailla, jotta putki säilyttää muotonsa. Putken muodonmuutoksia seurataan ja dokumentoidaan laatuaineistoon täyttökerrosten mukaan. Täyttöjen tiivisyysvaatimukset on tullut suunnittelijan toimesta.

Putken päällä ympärystäytön minimipeitesyvyys on 500mm. Putken päällä ei tiivistetä täyttömateriaalia, ennen kuin sitä on vähintään 300mm putken yläpinnasta mitattuna.



KUVA 9. Ruutananpuron täyttötyöt. Tiivistetään molemmilta puolilta tärylevyillä. Punainen viiva suodatinkankaassa on seuraavan tiivistyskerroksen raja. (Taskinen 2013-9-26).

### 5.3 Viimeistelyt

Kohde viimeistellään kohde kohtaisten suunnitelmien mukaan. Putkisillan molempiin päihin voidaan esimerkiksi tehdä kiviheitokkeet eroosiosuojakseksi, sekä parantamaan putkisillan ulkonäköä. Kiviheitokkeet tehdään järjestämällä suunnitelmien mukaisesti seulunpääkiveä tai molskottia. Verhouksen alle on hyvä asentaa suodatinkangas. Turvallisuutta siltapaikalle lisätään asentamalla riittävät kaitteet ajojohtimiseen (kuva 10). Asfaltointi tehdään samaan tasaukseen, kuin se olikin ennen putkisillan vaihtoa aloittamista tai sitten suunnitelmien mukaiseen muotoonsa. Ajoatamerkinnot tehdään tarvittavilta osin.



KUVA 10. Kuva Kohisevanpuron putkisillalta. Uudet kaiteet sekä taustalla näkyy putken päähän tehty molskottiverhous. (Taskinen 2013-9-23).

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on saada urakoitsijalle sekä sen työntekijöille kuva teräspankijältojen kasaamiseen ja asentamiseen tarvittavista työvaiheista ja resursseista. Liitteenä (liite 1) työssä on lista kasaamisessa sekä asentamisessa tarvittavista työkaluista ja -koneista. Urakkaan on hyvä paneutua ennen työvaiheiden aloittamista. Työvaiheista putken kasaaminen vaatii eniten aikaa. Keskimäärin noin viikko per putki. Olettaen 2 työmistä ja nostokone kuljettajineen. Kiertotien tekeminen ottaa myös oman aikansa. Arviolta 2 päivää, riippuen mistä asti mursketta joudutaan ajamaan. Itse teräspanken vaihto tapahtuu noin 3 päivän sisään. Sillankorjausurakkaan kuuluvien putkisiltakohteiden liikenteen haitta-aika oli sopimuksessa määrätty. Haitta-aika oli kahdesta kolmeen päivään.

## LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

-(ely-keskus.fi)

Polku: Ely-keskus.fi. Ajankohtaista. Tiedotteet. 2013.

LIIKENNEVIRASTO. 2012. Liikenneviraston ohjeita. Teräsputkisillat.

LIIKENNEVIRASTO. 2013. Liikenneviraston ohjeita. Sillantarkastuskäsikirja. Suunnittelu ja toteuttamisvaiheen ohjeus.

TIEHALLINTO. 2008. Rakentamisoheje. Teräsputkisillat.

## LIITE 1: RESURSSIT

Resurssit		Määrä/laatu
<b>Kasaaminen</b>	Kasauspaikka	Riittävän suuri
	Taukotilat	Koppi
	Sähköt	Aggregaatti/ sähköliittymä
	Kasaajat	3 RAM
	Nostokone	KK / Kurottaja / Nosturi
	Suodatinkangas	N3
	Monilevyputki	Tehtaalta
	Pultit	Tehtaalta
	Pultit nostolenkeille	5 pulttia/lenkki
	Nostolenkit	4kpl
	Pulttipistooli	1
	Kompura	1
	Vasara	1
	Rotanhäntä	1
	Sorkkarauta	1
	Telineet	1
	Puut putken alle	2 metrin jaolla
Puut telineen alle	x	
<b>Asennus</b>	Kaivinkone	Riittävän suuri
	Kuorma-auto	Murskeet
	Suodatinkangas	N3
	Tärylevyt	2kpl väh 400kg
	Täyttömateriaali	Murske
	Tasolaset	1
	Teräksen pol- ttovälineet	Vanhan putken purku
	Nosturi (rahdin kyytiin)	1
	Nosturi (kohteeseen)	1
	Liikenteen ohjaus	Merkit / valot)