

Aku Liukkonen

Sillan kevennysputkien asennussuunnitelma ja kustannusseuranta

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Mestarityö

22.11.2015

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Aku Liukkonen Sillan kevennysputkien asennussuunnitelma ja kustannus- seuranta 37 sivua + 2 liitettä 22.11.2015
Tutkinto	Rakennusmestari (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennusalan työnjohto
Suuntautumisvaihtoehto	Infrarakentaminen
Ohjaaja(t)	Lehtori Simo Hoikkala, Metropolia Ammattikorkeakoulu Työmaapäällikkö Eemeli Torni, Kreate Oy
<p>Tämä opinnäytetyö tehtiin Kreate Oy:lle, joka urakoi Helsingissä Kivikon eritasoliittymä vaihe 2 -urakkaa. Yhtenä osana urakkaa rakennetaan Viikin puistosilta, joka on 117 metriä pitkä jatkuva teräsbetoninen laattasilta. Kyseiseen kevyen liikenteen siltaan asennettiin 34 kappaletta kevennysputkia.</p> <p>Työn tavoitteena oli tehdä asennussuunnitelma kevennysputkien asentamisesta. Tällä pyritään helpottamaan asennustyötä tässä kyseisessä projektissa sekä mahdollisissa tulevilla hankkeissa. Samalla työvaiheista pidettiin kustannusseurantaa, jolloin saatiin tietää, mitä kevennysputkien asentaminen maksaa. Tätä tietoa voidaan hyödyntää jatkossa urakkalaskentavaiheessa.</p> <p>Insinööritoimisto TAK-Plan Ky laati kevennysputkien tuenta- ja ankkurointisuunnitelman. Asennussuunnitelmaan saatiin ohjeita työnjohtajilta ja työntekijöiltä, jotka ovat asentaneet kevennysputkia aikaisemmin.</p> <p>Työn tuloksena syntyi tekninen asennussuunnitelma. Sillan rakenne tai kevennysputket voivat olla erilaisia, jolloin tässä kohteessa käytetyt menetelmät eivät välttämättä toimi. Asennussuunnitelmaa on kuitenkin helppo muokata eri kohteisiin sopivaksi, mutta asennussuunnitelma on kuitenkin hyväksyttävä tilaajalla.</p> <p>Tuloksena saatiin myös kevennysputkien asennuksen ja tarvikkeiden hinta. Saatuja hintoja ei voi välttämättä käyttää suoraan laskennassa vaan työ- ja tarvikehinnat on muutettava sen hetkisten hintojen mukaisiksi. Tuntiseurantaa voidaan hyödyntää myös aikataulusuunnittelussa.</p>	
Avainsanat	Kevennysputki, kustannusseuranta

Author(s) Title	Aku Liukkonen Installation Plan of Bridge Relief Pipes and Cost Monitoring
Number of Pages Date	37 pages + 2 appendices 22.11.2015
Degree	Bachelor of Construction Site Management
Degree Programme	Construction Site Management
Specialisation option	Environmental Construction
Instructor(s)	Simo Hoikkala, Dean, Metropolia University of Applied Sciences Eemeli Tornii, Project Manager, Kreate Oy
<p>This Bachelor's thesis was made for Kreate Oy which is contracted to build an interchange phase 2 works in Helsinki Kivikko. One part of the contract is to build a park bridge in Viikki, which is a 117-meter long reinforced concrete slab bridge. Furthermore, 34 pieces of relief pipes were installed in the pedestrian pathways bridge.</p> <p>The objective of this thesis was to make an installation plan for relief pipes. The aim is to ease the installation work in this project and also in future projects. The work stages of the project were cost-monitored. The purpose of cost monitoring was to estimate the budget of the installation works. In future this information can be used in calculating the project costs.</p> <p>Insinööritoimisto TAK-Plan Ky prepared a plan for installation work. Foremen and workers who have previously installed the relief pipes gave advice on making the installation plan.</p> <p>As a result of this thesis, a technical installation plan was created. The bridge structure or relief pipes can be different in every worksite and therefore, this system may not work in future worksites. However, the installation plan is easy to customize but the installation plan must be approved by the client.</p> <p>As a result, prices for the installation work of relief pipes and supplies were calculated. The calculated prices cannot, however, be used in the future without changing them into current market values. The monitoring of work hours can also be used in scheduling.</p>	
Keywords	Relief pipe, cost monitoring

Sisällysluettelo

1	Johdanto	1
1.1	Tausta ja ongelman kuvaus	1
1.2	Työn tavoite	1
2	Yrityksen ja hankkeen esittely	2
2.1	Yrityksen esittely	2
2.2	Hankkeen esittely	3
3	Viikin puistosilta	5
3.1	Sillan suunnittelu	5
3.2	Sillan tekniset tiedot	6
4	Siltojen kevennysputket	7
4.1	Kevennysputkien ominaisuuksia	7
4.2	Kevennysputkien käyttö	8
4.3	Kevennysputkien varusteet	10
5	Asennusta valmisteleva vaihe	12
5.1	Suunnitelmat	12
5.2	Resurssit	15
5.3	Materiaalit	17
5.4	Edelliset ja valmistelevat työvaiheet	18
5.5	Luvat, ohjeet ja ilmoitukset	18
5.6	Turvallisuus ja riskit	19
6	Kevennysputkien asentaminen	19
6.1	Kevennysputkien varustelu ja kokoaminen	19
6.2	Kannatusterästen asentaminen	23
6.3	Kevennysputkien asentaminen paikoilleen	25
6.4	Kevennysputkien sidonta	27
6.5	Tuuletusputkien asentaminen	29
6.6	Laadunvarmistus	31
7	Kustannusseuranta	32

7.1	Varustelu- ja asennuskustannukset	32
7.2	Materiaalikustannukset	33
7.3	Yhteenveto	34
8	Johtopäätökset	35
	Lähteet	36

Liitteet

Liite 1. Työvaiheen työ- ja laatusuunnitelma, Kevennysputkien kokoaminen ja asennus

Liite 2. Kevennysputkien kokoamisen ja asennuksen kustannusseuranta

1 Johdanto

1.1 Tausta ja ongelman kuvaus

Tämä opinnäytetyö tehtiin Kreate Oy:lle, joka urakoi Kivikon eritasoliittymän vaihe 2 -urakkaa. Urakan yhtenä taitorakenteena rakennetaan Viikin puistosilta, johon asennettiin kevennysputkia. Työmaan taitorakenteiden työmaapäällikkö ehdotti, voisiko kevennysputkista tehdä opinnäytetyön, joka helpottaisi työsuoritusta ja kustannusseurantaa. Kevennysputkia käytetään nykyään erittäin harvoin siltarakenteessa. Siltojen kevennysputkien asentamisesta, työmenekeistä tai käytettävistä materiaaleista ei löydy juurikaan tietoa kirjallisuudesta tai esim. internetistä.

Yrityksellä ei ollut kunnollista tietoa siitä, kuinka kevennysputket tulisi asentaa paikoilleen ja mitä kaikkia seikkoja työmaalla täytyy huomioida, kun tehdään tämän tyyppistä rakennetta. Myöskään suunnittelijan laatima suunnitelma kevennysputkien kiinnittämisestä ei ollut toteutuskelpoinen, koska kevennysputkien aiheuttama noste on niin suuri, että se nostaisi raudoitusta sillankannen valun aikana. Ongelmana oli myös se, että ei tiedetty tarkkaan, kuinka paljon aikaa kevennysputkien kokoaminen ja asentaminen vaatii sekä mitä koneita ja tarvikkeita siihen tarvitaan. Kevennysputkien käyttäytyminen valun aikana on myös täysi arvoitus. Olisi ollut mielenkiintoista ottaa myös valutyö mukaan tähän mestarityöhön, mutta Viikin puistosillan valun aikataulu ei sopinut yhteen tämän työn kanssa.

1.2 Työn tavoite

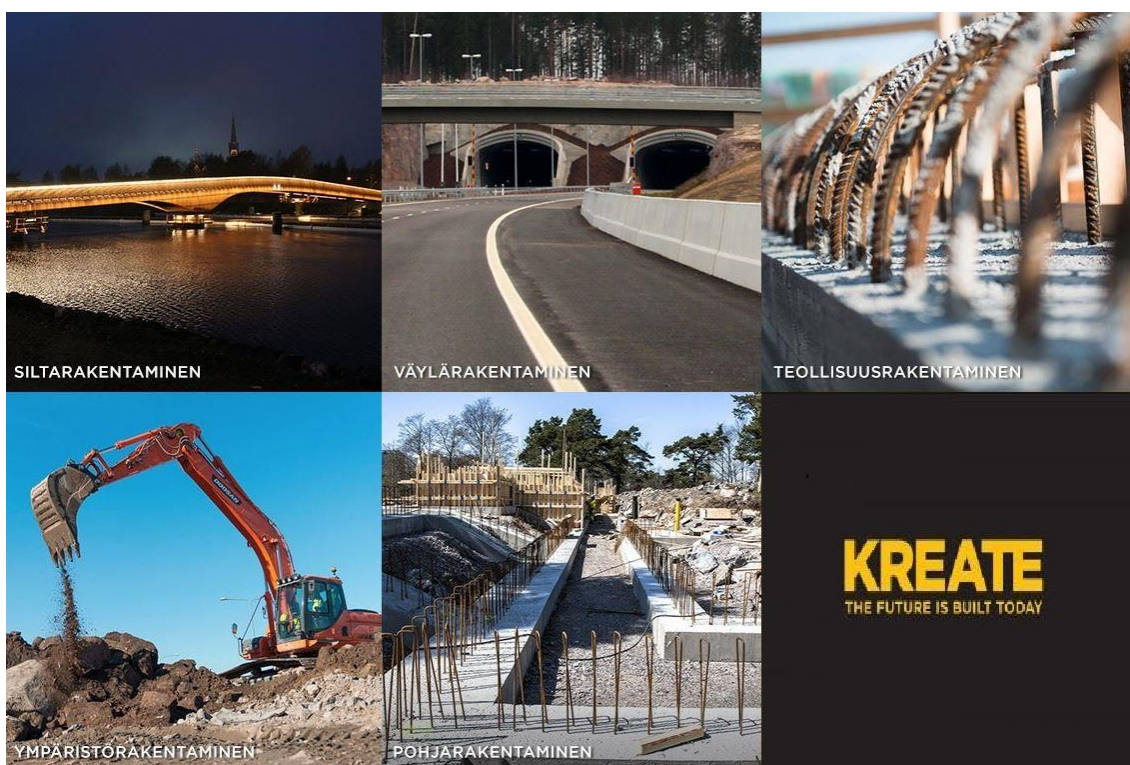
Tavoitteena on tehdä tekninen asennussuunnitelma siitä, kuinka kevennysputket kasaataan ja asennetaan paikoilleen. Tällä pyritään helpottamaan yrityksen mahdollisten seuraavien samanlaisten kohteiden toteuttamista. Samalla työvaiheista pidetään tuntiseurantaa kone-, asennus- ja nostotöiden osalta. Tarkoituksena on seurata myös, mitä ja kuinka paljon materiaaleja tarvitaan kevennysputkien kasaamisessa ja asentamisessa. Näistä menekeistä on tarkoitus saada aikaiseksi asennushinta kevennysputkille. Saatua asennushintaa voidaan hyödyntää jatkossa esimerkiksi urakkalaskentavaiheessa.

Tietoa piti hankkia materiaalin toimittajilta, vanhemmilta työnjohtajilta sekä suunnittelijoilta ja urakoitsijoilta, jotka olivat olleet aikaisemmin tekemisessä siltojen kevennysputkien kanssa. Opinnäytetyötä tehdään työmaalla, jossa laaditaan asennusohjeet, pidetään tunti- ja kustannusseurantaa sekä toimitaan työnjohtajana asennustöissä.

2 Yrityksen ja hankkeen esittely

2.1 Yrityksen esittely

Kreate Oy perustettiin keväällä 2015, kun kolme kotimaista pitkän linjan infrarakentamisen osaaajaa Kesälahden Maansiirto Oy, Insinööritoimisto Seppo Rantala Oy ja Fin-Seula Oy yhdistivät voimansa. Suomalaisomisteinen Kreate Oy asemoituu Suomen johtavien infra-alan rakentajien joukkoon. Yritys toimii valtakunnallisesti ja työllistää tällä hetkellä yli 250 rakentamisen ammattilaista. [1.]

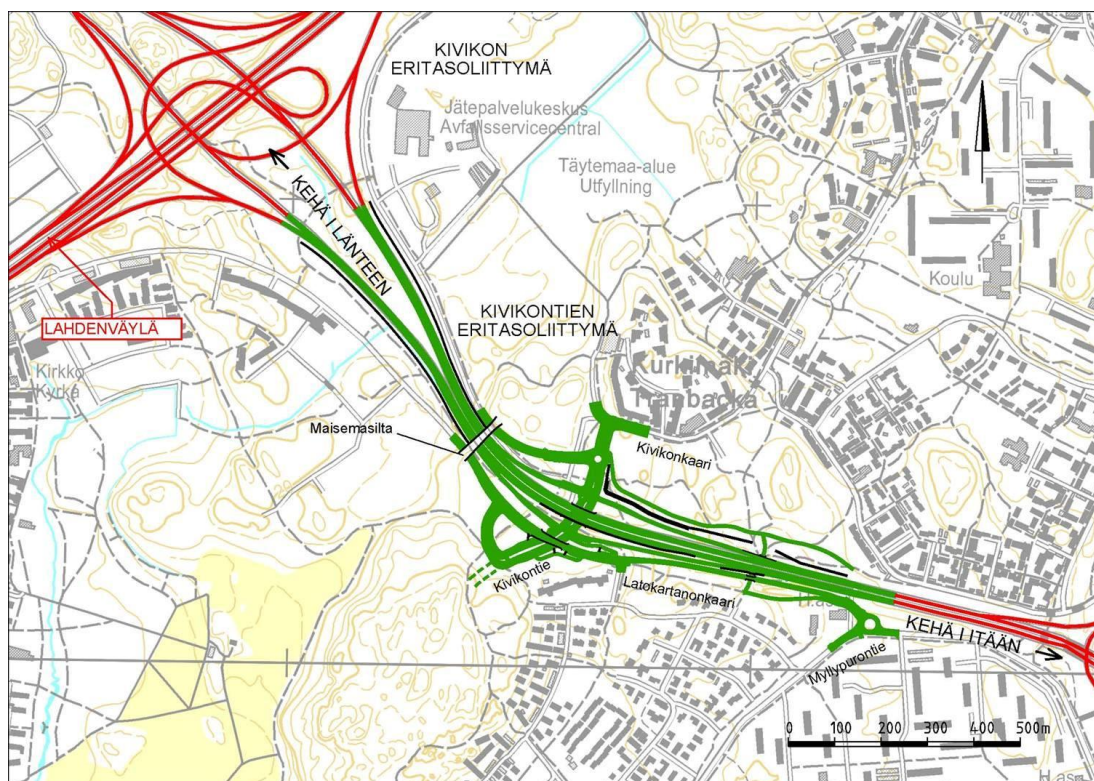


Kuva 1. Kreate Oy:n toimialat [1.]

Kuvassa 1 on esitetty Kreate Oy:n päätoimialat, jotka ovat silta-, väylä-, pohja-, teollisuus- ja ympäristörakentaminen. Tavoitteena on toteuttaa vaativatkin hankkeet laadukkaasti ja kustannustehokkaasti. Yhtiön pääkonttori sijaitsee Tuusulassa. Muut toimipaiikat ovat Kesälahdella, Joensuussa, Tampereella, Seinäjoella, Lappeenrannassa ja Kouvolassa. Osakkuusyritys KFS Finland Oy:llä on toimipisteet Vantaalla ja Oulussa. [1.]

2.2 Hankkeen esittely

Kehä I on yksi Suomen vilkkaimmin liikennöity liikenneväylä, ja ruuhka-aikoina sillä esiintyy päivittäin pitkiä jonoja. Ruuhkautumista aiheuttavat yleensä liikennevalo-ohjatut ta-soliittymät tai liikenneonnettomuudet. Kehä I:n eritasoliittymäurakassa Kivikontien liikennevalot poistetaan ja niiden tilalle rakennetaan eritasoliittymä. Uusi eriliittymä yhdistää Viikin, Kivikon ja Myllypuron sekä sujuvoittaa koko alueen liikennettä. Urakka-alue on esitetty kuvassa 2 vihreällä värillä. Eritasoliittymän rakennustyöt alkoivat lokakuussa 2014, ja ne valmistuvat vuoden 2016 syksyllä. Hankkeen rakennuttajana toimii Helsingin kaupungin Rakennusvirasto ja Liikennevirasto. Työmaan pääurakoitsijana toimii Kreate Oy. [2.]



Kuva 2. Kivikon eritasoliittymän yleiskartta [2]

Hankkeessa Kivikon tasoliittymän (kuva 3) liikennevalot poistetaan, Latokartanonkaarta jatketaan Myllypuroon asti, kevyenliikenteen ja joukkoliikenteen yhteyksiä parannetaan sekä rakennetaan lisää. Myös alueen melusuojausta parannetaan. Urakassa Kehä I:n ajoratoja parannetaan yhteensä 1,5 km, uusia rampeja tehdään 1,2 km, katuja rakennetaan 2,1 km, kevyen liikenteen väyliä tehdään 3,5 km ja bussipysäkkejä 10 kpl. [3.]

Taitorakenteina urakassa tehdään kuusi uutta siltaa. Lisäksi yhtä kehäsiltaa levennetään kummastakin päästä ja sillan vanhan osan pintarakenteet uusitaan. Urakassa rakennetaan myös erilaisia melusteitä yhteensä noin 1,9 kilometriä ja tukimuuria noin 30 metriä. Hankkeen kokonaiskustannukset ovat n. 20 miljoonaa euroa. [3.]



Kuva 3. Ilmakuva Kivikon eritasoliittymän työmaasta [4]

3 Viikin puistosilta

3.1 Sillan suunnittelu

Hankkeen yhtenä osana rakennetaan Suomessa harvinaislaatuinen puistosilta, jonka tarkoituksena on yhdistää Kivikon ja Viikin ulkoilualueet. Viikistä on alun perin suunniteltu ekologinen asuinalue, ja 1990-luvun alussa ideoitiin puistosillan rakentamista osana Viikin osayleiskaavaa. Samalla laadittiin myös Viikin virkistyssuunnitelma. Kehä I:n laajempien parannustöiden yhteydessä Viikin puistosillan rakentaminen tuli ajankohtaiseksi yhtenä osana hanketta. Puistosillan tilaajana ja ylläpitäjänä toimii Helsingin kaupungin Rakennusvirasto. Viikin puistosillan esikuvana toimi Saksassa Münchenin olympialaisia varten rakennettu silta. [5.]



Kuva 4. Suunnittelijan luonnoskuva Viikin puistosillasta [5]

Tämän tyyppinen puistosilta on Suomessa toistaiseksi ainutlaatuinen. Silta on suunniteltu pelkästään kevyen liikenteen käyttöön, mutta ajatuksena on ollut myös se, että eläimet pääsisivät ylittämään Kehä I:n sillan avulla. Puistosiltaa pitkin Kehä ykkösen voi ylittää juurikaan liikennettä huomaamatta tai kuulematta. Tästä pitävät huolen sillan korkeat reunat sekä kannen maataytön päälle istutettavat puut ja pensaat, jotka näkyvät myös kuvassa 4. Talveksi sillalle on suunniteltu myös latu jalankulkuväylän viereen. Normaalista sillasta poiketen puistosillan mitoituksessa on huomioitu lumikuorma, maamassat ja niiden vettymisestä johtuva paino. [5.]

3.2 Sillan tekniset tiedot

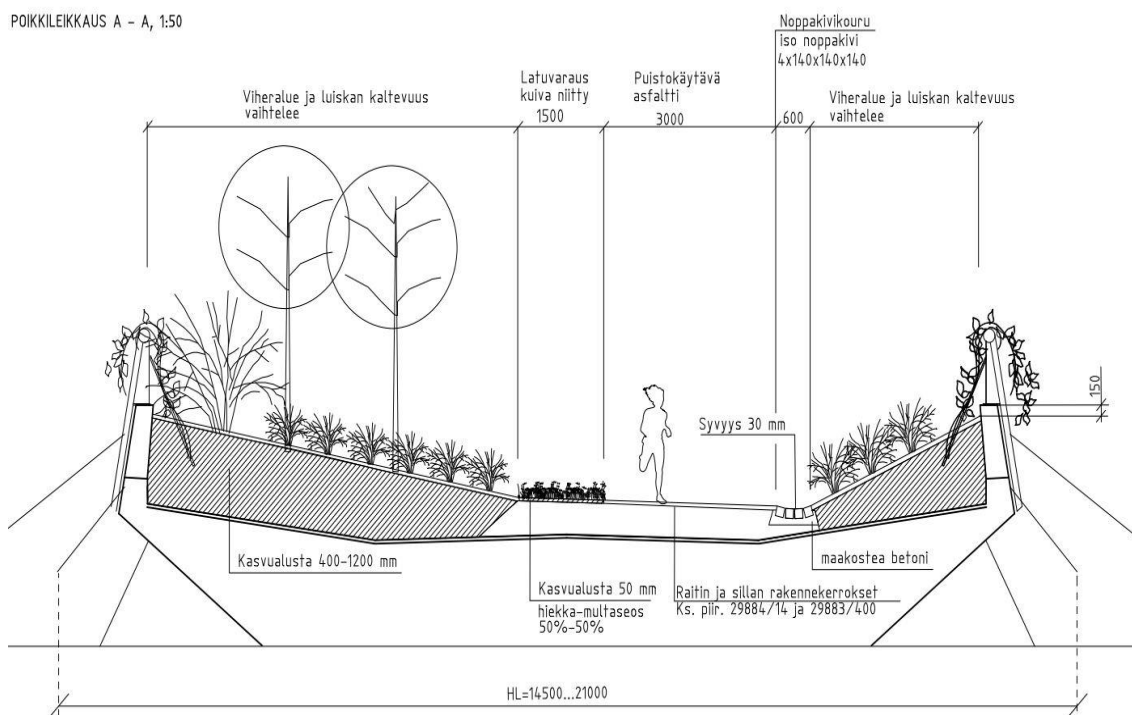
Viikin puistosillan suunnittelusta ja piirustusten laadinnasta on vastannut Ramboll Finland Oy. Sillan kokonaispituus on noin 117 metriä, ja se on tyypiltään 4-aukkoinen jatkuva teräsbetoninen laattasilta. Sillan jännevitat ovat 22 + 28 + 28 + 22 metriä ja kannen päällysrakenteen paksuus on keskimäärin n. 1,6 metriä. Siltpilarien muoto muistuttaa puunrunkoa, joka levenee yläosastaan. Pilarien ympyräkaaren muoto päättyy yläosastaan siten, että kannen reunaviisteen suunta on kaaren tangentin suuntainen.



Kuva 5. Puistosillan tasokuva [5]

Silta rakennetaan tuen T1 puolelta 21 metriä leveänä, ja se kapenee kuljettaessa Kehä I:n päälle 14,5 metriin, kunnes se taas alkaa levenyä mentäessä neljännen tukilinjan ohi tuen T5 taustan noin 19 metriin. Viikin puistosillan muoto on esitetty kuvassa 5. Puistokäytävän leveys on kolme metriä, ja sen vieressä on 1,5 metrin levyinen latuvaraus. Loput kannesta on varattu sinne istutettaville puille, pensaille ja köynnöksille. Sillan poikkileikkaus on kuvan 6 mukainen.

Betonilaatan päälle tehdään kermieristys, suojabetoni ja maatyttö. Puistokäytävän vedet johdetaan reunapainanteen avulla pintavesiputkiin. Maatyttöön pääsevä vesi saadaan pois kannen päältä Kehä ykkösen keskisaarekkeiden kohdilta pintavesi- ja tippu-putkien avulla. Sillan reunoille asennetaan vihreät teräksiset verkkokaiteet, joiden läpi reunan kasvillisuus näkyy ja antaa täten Kehä ykköstä ajavalle kuvan vihersillasta.



Kuva 6. Puistosillan poikkileikkaus [6]

4 Siltojen kevennysputket

4.1 Kevennysputkien ominaisuuksia

Kevennysputkia tekee ja myy Viacon Oy, joka toimitti kevennysputket myös Kivikon eritasoliittymän työmaalle. Kevennysputket valmistetaan Suomessa Viaconin Vimpelin tehtaalla. Yrityksellä on ISO 9001-sertifikaatti ja valmistettavilla tuotteilla on CE-merkintä. Kevennysputkien käyttö on nykyisin hyvin jaksottaista, ja tavarantoimittajan mukaan Suomessa noin viiden vuoden välein tulee jokin kohde, jossa halutaan käyttää kevennysputkia muun rakenteellisen ratkaisun sijasta.

Tyypillinen kevennysputki on halkaisijaltaan 400–1 400 mm, kuten kuvasta seitsemän ilmenee. Kevennysputki valmistetaan sinkkipinnoitetusta teräksestä, teräsmateriaalin ollessa S250GD. Kevennysputkien profiilina käytetään TR-profiilia. Käytettävän teräksen myötöraja on 250 MPa ja venymä 22 %. Kevennysputkissa käytettävän sinkin pinnoitemäärä on 1000 g/2 m² ja pinnoitepaksuus 70 µm. Sinkkipinnoituksen tarkoituksena on suojata terästä ruostumiselta. Kevennysputkien seinämän ainepaksuutena käytetään

vähintään 1,5 millimetristä seinämää. Kevennysputket painavat 17,6–66,5 kg/m, riippuen putken halkaisijasta. [7.]



Tuotekansioväli 7

Kevennysputket			Kartiot		
Putki tyyppi	Halkaisija sisä/ulko mm/mm	Ainepaksuus mm	Paino kg/m	Nimellis-halkaisijat mm/mm	Hyöty-pituus mm
TR	400/430	1,5	17,6	400/200	400
TR	500/530	1,5	17,3	500/250	400
TR	600/630	1,5	20,8	600/300	600
TR	700/730	1,5	24,2	700/350	600
TR	800/830	1,5	28,1	800/400	600
TR	1000/1030	1,5	34,6	1000/500	800
EPR	1200/1250	1,5	58,4	1200/600	800
EPR	1400/1250	1,5	66,5	1400/650	1000

Kuva 7. Viacon Oy:n valmistamia kevennysputkia [8]

4.2 Kevennysputkien käyttö

Kevennysputkia (kuva 8) käytetään esimerkiksi laatta- ja palkkisilloissa. Kevennysputkilla saatava ontelolaattaratkaisu mahdollistaa selvästi pidemmät jännemitat sillassa. Paikalla valettavissa silloissa, joiden jännemitta on pitkä, kevennysputkilla saadaan vähennettyä huomattavasti siltakannen painoa. Painoa saadaan vähennettyä, kun kevennysputkien syrjäyttämään tilaan ei tarvitse pumpata painavaa betonia. Tämä onkin kevennysputkien tärkein tehtävä.

Kevennysputkien käytöllä haetaan myös kustannussäästöjä. Säästöjä saadaan, kun sil-lankanteen tarvittava betonin määrä pienenee. Kevennysputkien avulla saadaan myös vähennettyä tarvittavan raudoituksen määrää. Kustannussäästöjen saaminen on tapauskohtaista ja riippuu useasta eri asiasta, kuten betonin ja teräksen hinnasta, kevennysputkien hinnasta tai niiden asennushinnoista.

Kevennysputkia ei juurikaan viime vuosina ole käytetty. Niiden käytöstä luovuttiin pääosin vuonna 1994, kun VT3:n rakentamisen aikana erään sillan valun aikana putkien seinämät painuivat sisään. Painuminen tapahtui vaiheessa, jossa valun yläpinta oli likimain putkien yläpinnan tasolla. Viikin puistosillassa käytettävät kevennysputket ovat vahvempiseinäisiä ja profiililtaan erilaisia kuin nämä lyttyyn painuneet kevennysputket.



Kuva 8. TR1000ZN 1 000 g 1,5 mm:n kevennysputkia työmaalla

Kevennysputket voidaan tarvittaessa asentaa kaareviksi sillan profiilin mukaan. Kevennysputki antaa suunnittelijalle paljon lisämahdollisuuksia rakennesuunnittelussa. Betonimassan noste ja sen kevennysputkia litistävä voima on pyrittävä minimoimaan valun aikana. Betonoitaessa massaa otetaan kevennysputkien väliin ja vibrataan, niin että massaa tulee putkien alta toiselta puolelta reilusti näkyviin.

Tämän jälkeen massaa voi ottaa seuraavaan putkiväliin. Tällä varmistetaan siitä, että muotti tulee täyteen eikä putkien alle jää harvavalua. Kevennysputkien välit täytetään massalla tasaisesti molemmiin puoliin, jolloin varmistetaan siitä, että kevennysputket eivät painu kasaan tai siirry paikoiltaan valun aikana. [8.]

4.3 Kevennysputkien varusteet

Kevennysputkilla ei ole mitään vakiopituutta. Kevennysputket voivat tulla työmaalle määrämittäisinä. Lyhyitä putkia on helpompi ja halvempi kuljettaa, joten pidempiä kevennysputkia joudutaan jatkamaan työmaalla oikeaan mittaan. Liitoskappaleina voidaan käyttää kuvassa 9 olevia jatkosholkkeja tai kiristettäviä pantaliitoksia. Jatkosholkki työnnetään kevennysputkien sisään ja kiinnitetään poraruuveilla.

Pantaliitos tulee jatkettavien kevennysputkien sauman päälle ja kiristetään pultein. Liitoskappaleet ovat samaa teräslaatua kuin kevennysputket, ja ne on pintakäsittely samalla tavalla. Hitsaussaumamat on maalattu sinkkimaalilla ruostumisen estämiseksi.



Kuva 9. Kevennysputkien jatkosholkkeja

Kevennysputkien päät ovat työmaalle tuotaessa avonaiset. Putkien päihin asennetaan työmaalla päätykartiot (kuva 10). Kartioiden hyötypituudet ovat 400–1 000 mm, riippuen kevennysputken halkaisijasta. Myös kartiot ovat samaa materiaalia kuin kevennysputket, ja niiden pintakäsittely on sama kuin kevennysputkilla. Päätykarttioiden hitsaussaumamat on käsitelty sinkkimaalilla, jotteivat ne ruostuisi.



Kuva 10. Kevennysputkien päätykartio

Kevennysputkiin asennetaan myös tuuletusputket. Tuuletusputkien tarkoituksena on kierrättää ilmaa kevennysputkien sisällä. Samalla niiden kautta kevennysputkien sisään muodostunut kondenssivesi pääsee pois kevennysputkesta. Tuuletusputket ovat halkaisijaltaan 25 mm tai 50 mm. Niiden pituus vaihtelee sillan suunnitelman mukaan. Tuuletusputket voivat olla joko sinkittyä tai ruostumatonta terästä, mutta aina kannen alapinnasta läpivietävän putken on oltava ruostumatonta putkea. Tuuletusputkien asentamisessa tarvitaan myös erilaisia liitos- ja kulmakappaleita sekä jatkomuhveja, joista on esimerkkejä kuvassa 11.



Kuva 11. Erilaisia tuuletusputkien asentamisessa tarvittavia osia

5 Asennusta valmisteleva vaihe

5.1 Suunnitelmat

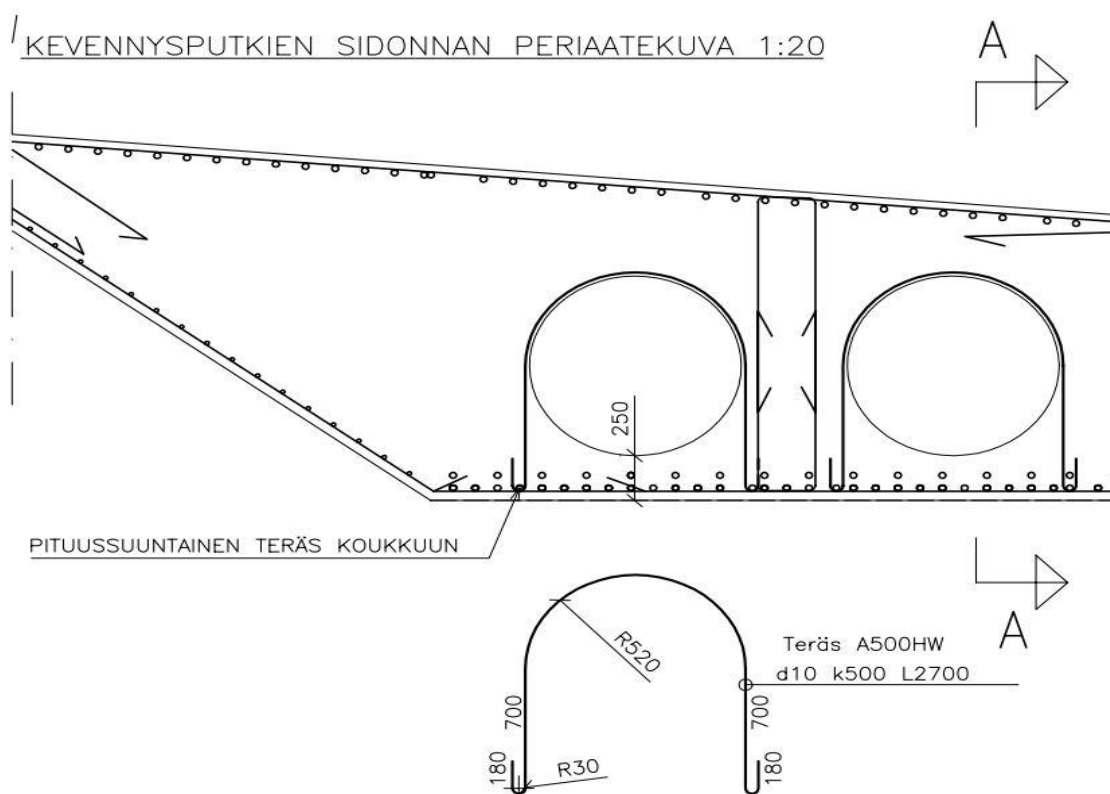
Kevennysputkien asentamisesta laadittiin työvaihekohtainen työ- ja laatusuunnitelma. Työvaiheista on tehtävä työvaiheen työ- ja laatusuunnitelma eli työn toteutuksen kuvaus ja sille asetetut laatuvaatimukset. Työvaihekohtaisen työsuunnitelman ja laatusuunnitelman voi yhdistää yhdeksi suunnitelmaksi. Suunnitelmasta tulee ilmetä riittävät tiedot tehtävästä työstä ja sen laatuvaatimuksista. Työ- ja laatusuunnitelma laaditaan joka kerta yksilöllisesti, urakka-asiakirjoissa kirjattujen laatuvaatimusten perusteella. Työvaiheiden työ- ja laatusuunnitelmien on oltava tilaajan nähtävänä ennen kyseessä olevan työvaiheen aloittamista.

Työvaiheen työ- ja laatusuunnitelma tulee sisältää seuraavat:

- yleistä
 - projektin tiedot, osapuolet, laatijat ja päivämäärä
 - työvaiheen nimi
 - työvaiheen vastuuhenkilöt
- työn toteuttamiseen tarvittavat suunnitelmat
- käytettävät resurssit, materiaalit ja kalusto
- työvaiheen toteutuksen kannalta kriittiset edelliset työvaiheet
- ilmoitukset, luvat ja ohjeet
- työturvallisuus ja riskit
- työn suoritukseen liittyvät asiat, kuten työvaiheistus ja työmenetelmät
- työvaiheen laadunvarmistus
 - rakenneosa
 - laatutekijä
 - vaatimus/toleranssi
 - mittausmenetelmä
 - dokumentti
 - mittauksen suorittaja. [9.]

Ramboll Finland Oy on vastannut Viikin puistosillan suunnittelusta ja piirustusten laadinnasta. Ramboll Oy oli suunnitellut, että kevennyspotket ankkuroidaan kannen alapinnan pituussuuntaisiin teräksiin. Suunnittelija oli piirtänyt kevennyspotkien sidonnan periaatekuvan (kuva 12), jossa ankkurointiin käytettiin teräksestä taivutettuja U-lenkkejä. Ankkurointilenkkeinä oli tarkoitus käyttää A500HW, d10 mm:n teräksestä taivutettuja lenkkejä, joiden pituus olisi 2 700 mm ja kiinnitysväli k500.

Kevennyspotkien aiheuttama noste on 19,63 kN/m. Tällä ankkurointitavalla sillankannen valun aikana kevennyspotkien aiheuttama noste olisi kuitenkin nostanut kannen raudoitusta, joten sidontatapaa täytyi muuttaa. Suunnitelmista ei ilmennyt myöskään, kuinka kevennyspotkien alapuolinen tuenta tulisi tehdä.

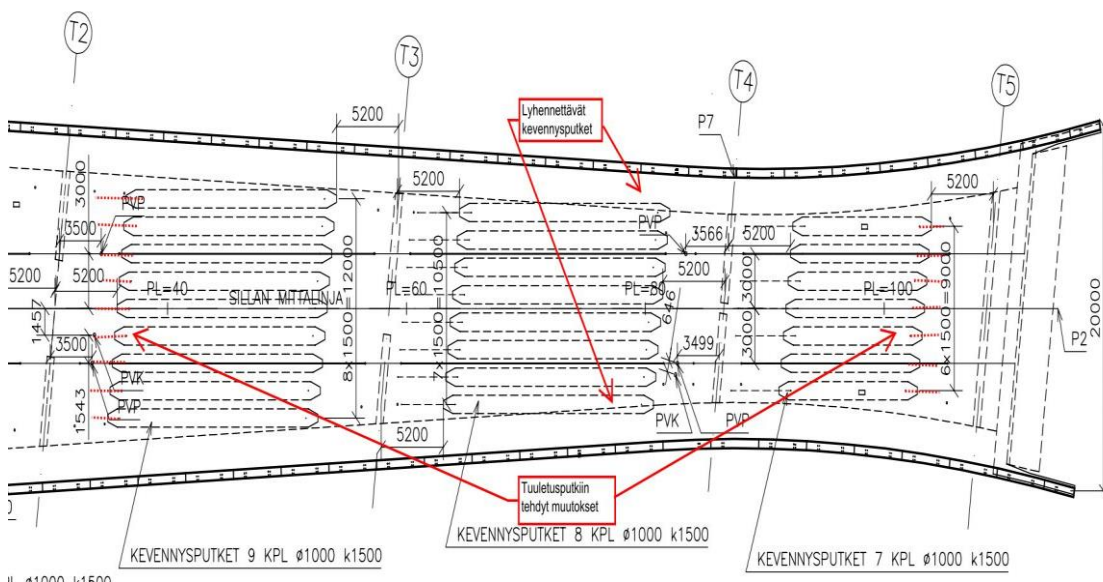


Kuva 12. Suunnittelijan ehdottama kevennyspotkien ankkurointitapa [10]

Viikin puistosillan mittakuvaa tutkiessa huomattiin myös, että tukiväleillä T2–T3 ja T4–T5 olevat suorat tuuletusputket ovat suoraan Kehä I:n ajokaistan ja Kivikonlaidan kevyenliikenteenväylän päällä. Tuuletusputkien suunnitelmaa täytyi muuttaa, koska tuuletusputkista mahdollisesti tuleva vesi aiheuttaisi talvella väylille liukkautta tai esimerkiksi jää-

puikkojen putoamisvaaran. Tuuletusputket johdettiin pois väylien päältä jatkamalla tuuletusputkia niin, että ne olivat liikennöidyn alueen ulkopuolella. Kuvassa 13 on piirretty punaisella tuuletusputket joihin tarvitsi tehdä muutoksia.

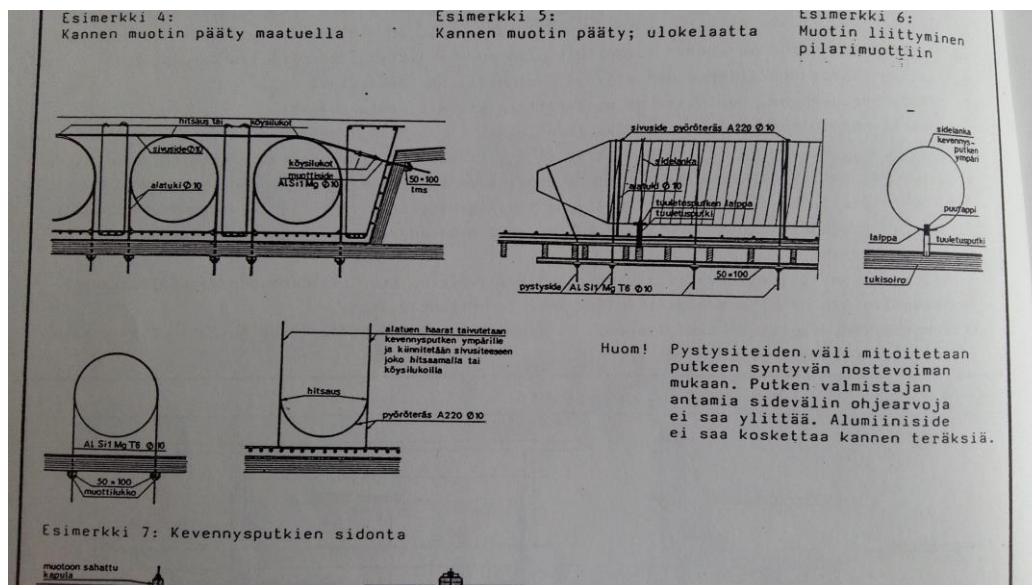
Kannatusteräksien paikalleen asentamisen yhteydessä huomattiin, että tukivälillä T3–T4 reunimmaiseta kevennysputket eivät sovi paikoilleen. Kevennysputket olivat niin pitkät ja leveällä, että ne eivät olisi mahtuneet kannen valun sisään ollenkaan. Suunnittelijan tekemien varmuuslaskelmien jälkeen hän antoi luvan lyhentää laitimmaiseta kevennysputkia maksimissaan neljä metriä. Työmaalla tehtyjen mittausten perusteella kevennysputkia ei tarvinnut lyhentää kuin kaksi metriä tuen T4-puoleisista päistä.



Kuva 13. Tuuletus- ja kevennysputkiin tehdyt suunnitelmamuutokset [10]

Viikin puistosillan telinesuunnitelman laati Insinööritoimisto TAK-Plan Ky:n Tapio Käkönen. Käkönen tekee myös Kivikon eritasoliittymä työmaan kaikkien muidenkin siltojen telinesuunnitelmat. Hän on tehnyt aikaisemmin telinesuunnitelmia siltoihin, joissa on käytetty kevennysputkia. Hän lupautui tekemään myös Viikin puistosillan kevennysputkien ankkurointi- ja tuentasuunnitelman Kreate Oy:lle.

Siltojen tukelineet kirjassa on kuvattu, kuinka kevennysputkien ankkurointi kuuluu tehdä oikeaoppisesti. Kirjan liitteessä "Laattasillan kannen muottityöt" on kuvattu kevennysputkien asennuksen työvaiheet ja esimerkissä 7 (kuva 14) on esitetty tarkemmin, kuinka kevennysputkien sidonta ja tuenta tehdään. Tapio Käkönen on käyttänyt apunaan tätä esimerkkiä suunnitellessaan Viikin puistosillan kevennysputkien ankkurointia ja tuentaa.



Kuva 14. Valokuva kirjasta Siltojen tukitelineet, esimerkki 7: kevennyspotkien sidonta [11, s. 8]

5.2 Resurssit

Kevennyspotkien kokoamisessa tarvitaan pyöräalustaista kaivinkonetta, joka on varustettu rototilillä ja puutavarakouralla. Kyseisellä työmaalla käytettiin kuvassa 15 olevaa Kreate Oy:n pyöräalustaista CAT M316D-kaivinkonetta. Kaivinkoneen työpainon tulisi olla vähintään 10 tn, jotta kevennyspotkien nostaminen ja siirtely olisi helppoa. Kokoamisvaiheessa kaivinkone on nopea ja taloudellinen vaihtoehto kevennyspotkien siirtelyyn ja nosteluun, jos verrataan esim. nosturiin.



Kuva 15. Kreate Oy:n Caterpillar M316D-pyöräalustainen kaivinkone varustettuna kouralla

Kevennyspotkien ja tuuletusputkien kasaamisessa käytettiin kahta metallityöntekijää. Kevennyspotkien asentamiseen tarvitaan kahta asennusmiestä nostoliinon ja ketjujen kiinnittämiseen sekä kolmea asennusmiestä sillankannella asentamaan kevennyspotket oikeille paikoilleen. Eli asennustyössä on hyvä olla vähintään viisi asentajaa.

Lisäksi tarvitaan työnjohtajaa, joka on nostotyön aikana sillankannella. Työnjohtaja on yhteydessä nosturinkuljettajaan radiopuhelimen avulla ja ohjeistaa kuljettajaa. Itse kevennyspotkien kiinnittämiseen ja tuuletusputkien asentamiseen tarvitaan 2–3 asentajaa.

Kevennyspotki- ja tuuletusputkien varustelussa ja kokoamisessa, kannatusterästen ja sivuttaissiteiden asentamisessa käytettiin Kreate Oy:n omia rakennusmiehiä. Myös työnjohdun käyttöön käytettiin omaa henkilökuntaa. Kevennyspotkien asentaminen tehtiin yhdessä alirakoitsijan työntekijöiden kanssa.

Tuuletusputkien asentamisen ja kevennyspotkien alumiinisiteiden asentamisen teki alirakoitsijan rakennusmiehet. Alirakoitsijana toimi kuopiolainen Rakennus Arre Oy, joka urakoi myös siltojen muuttotyöt. Kevennyspotkien kasaamiseen ja asentamiseen tarvitaan myös paljon erilaisia pientyökaluja, kuten porakonetta, kulmahiomakonetta, polttoleikkausvälineet ja hitsausvälineet.

Kevennyspotkien nostamiseen sillan kannelle tarvittiin mobiilinnosturia. Mobiilinnosturin koon valintaan vaikuttaa nostettavan taakan paino, nostoetäisyys ja nostokorkeus. Kevennyspotket ovat suhteellisen keveitä nostettavia, mutta koneen puolelta vaadittiin pitkää ulottumaa. Työmaalla käytettiin Pekka Niska Oy:n mobiilinnostureita, joiden nostokyky oli 50–70 tonnia ja pääpuomin ulottuma 38–50 metriä. Kuvassa 16 on työmaalla eniten käytetty 70 tonnin mobiilinnosturi. Kevennyspotkien nostamiseen käytettiin hyväksytyjä ja tarkastettuja kaksi- ja neljähaaraisia nostoketjuja, nostoliinoja sekä ketjuviputaljaa.



Kuva 16. Kevennysputkien nostoon käytetty Liebherr LTM 1070-4.1 mobiilinosturi

5.3 Materiaalit

Viikin puistosiltaan meni yhteensä 34 kappaletta kevennyspotkia. Kevennysputkista 17 kappaletta oli 10 metriä pitkiä. Toiset 17 kappaletta olivat 16 metriä pitkiä, ja ne kasattiin kahdesta 8 metriä pitkästä putkesta. Kevennysputkea meni yhteensä siis 442 metriä. Kymmenen metristen kevennyspotkien kappalepaino varusteineen oli n. 400 kg ja 16-metristen kevennyspotkien paino n. 600 kg. Kevennysputkien liitosholkkeja tarvittiin yhteensä 17 kappaletta ja päätykartioita tarvittiin 68 kpl.

Tuuletusputkea Viikin puistosiltaan tarvittiin yhteensä n. 220 metriä. Tuuletusputkien kulmakappaleita tarvittiin 82 kpl ja jatkosmuheja meni yhteensä noin 90 kpl. Tuuletusputkien suorita liitososia kevennyspotkiin tarvittiin 27 kpl ja kulmaliitoksia 41 kpl. Kevennys- ja tuuletusputkien kasaamiseen käytettiin myös paljon erikokoisia ruuveja, pultteja, muttereita sekä tiivistysmassaa.

Kevennysputkien kannatusteräksiä tarvittiin yhteensä n. 230 kpl. Kannatusteräksiin käytettiin yhteensä n. 1 350 metriä d10 mm:n S235J2GR-pyöröterästä. Kannatusteräksiin

käytetyn teräksen yhteispaino oli n. 840 kg. Sivusiteinä käytettävää 10 mm halkaisijaltaan olevaa A500HW-harjaterästä meni n. 350 metriä eli 220 kg. Kevennysputkien ankurointiin käytettäviä alumiinisiteitä tarvittiin n. 750 kpl. Alumiinisiteisiin käytettiin n. 3 000 metriä d10 mm:n AW6082-alumiinitankoa. Painoltaan alumiinitangot olivat yhteensä n. 660 kg. Lisäksi alumiinisiteiden kiinnitykseen tarvittiin noin 1 500 muottilukkoa ja si-
dejuoksuksi n. 1 000 metriä 50*100 lankkua.

5.4 Edelliset ja valmistelevat työvaiheet

Ennen kevennyksputkien nostamista paikoilleen sillan kannen alapinnan raudoituksen on oltava asennettuna vähintään siltä tukiväliltä, mille kevennyksputkia asennetaan. Myös tukialueelle ja kevennyksputkien väliin tulevat hakasteräkset asennetaan paikoilleen ennen kevennyksputkien paikalleen asentamista. Kevennyksputkien paikkojen on oltava merkittyinä sillan muottiin. Myös tuuletusputkien paikkojen on oltava merkittyinä ja läpivientireikien porattuina.

Ennen kevennyksputkien saapumista työmaalle niitä varten on tehtävä varastoalue. Varastoalueen on oltava riittävän suuri, jotta putket mahtuvat työmaalle ja että purkupaikalle pääsee täysiperävaunuyhdistelmällä. Varastoalueen on oltava myös melko tasainen ja maaperän kantava. Kivikon kohteessa kevennyksputkille piti tehdä kaksi erillistä varasto-
paikkaa sillan välittömään läheisyyteen, koska kevennyksputkia nostettiin kahdesta eri kohtaa sillan kannelle. Varastoalueiden ja sillan viereen tehtiin HEB300-palkeista peti kevennyksputkien kasaamista varten. Palkkien päälle laitettiin vielä 150*150 parrut, jotta pedistä saatiin riittävän korkea.

5.5 Luvat, ohjeet ja ilmoitukset

Asennus suoritetaan tilaajan, suunnittelijan ja valvojan antamien suunnitelmien, ohjeiden ja määräysten mukaisesti. Asennus- ja nostotöissä tulee noudattaa kuitenkin voimassa olevia lakeja ja asetuksia. Hitsaus- ja polttoleikkaustöissä tulee muistaa myös paloviranomaisen ohjeet ja määräykset työmaalla tapahtuvista tulitöistä. Nostotöissä, joissa nostokoneen puomi ylitti korkeuden +60.00 merenpinnasta, tuli tehdä ilmoitus Malmin lentokentän lennonjohtoon.

5.6 Turvallisuus ja riskit

Kaikki työhön osallistuvat henkilöt on perehdytettävä työmaalle ja heille on annettava riittävät ohjeet ja välineet työn turvalliseen suorittamiseen. Kaikilla työhön osallistuvilla työntekijöillä on oltava vähintään Tieturva 1 ja Työturvakortti. Tulitöitä tekeviltä edellytetään voimassa olevaa Tulityökorttia, ja hänellä tulee olla voimassa oleva Tulityölupa Kivikon eritasoliittymän työmaalle. Lisäksi nosturinkuljettajalla tulee olla Nosturikortti tai hänen tulee voida muuten osoittaa riittävä pätevyys työn suorittamiseen.

Kypärän, turvajalkineiden ja varoitusvaatteiden käyttö on pakollista työmaa-alueella. Silmä- ja kuulosuojainten on oltava kaikkien työntekijöiden käytettävissä, ja niitä on käytettävä tarvittaessa. Työalueella on oltava riittävä määrä alkusammutuskalustoa ja hitsaustöissä käytetään kipinäsuojausta.

Käytettävät koneet tarkastetaan ennen työn alkamista. Kaikkiin koneisiin tehdään käyttöönottotarkastus, jossa tarkistettiin koneen kunto. Lisäksi varmistetaan, että koneesta löytyvät tarvittavat varusteet ja suojavälineet. Nostokoneiden ja nostovälineiden tulee olla työhön soveltuvia, ja niissä tulee olla tehtynä tarvittavat määräaikaistarkastukset. Mobiilinnosturista laaditaan aina koneen uudelleen pystyttämisen jälkeen pystytyspöytäkirja, jossa varmistetaan, että nostokone on sijoitettu turvallisesti.

6 Kevennysputkien asentaminen

6.1 Kevennysputkien varustelu ja kokoaminen

Ensimmäinen kuorma kevennysputkia tuli työmaalle 31.8.2015 ja viimeinen kuorma saapui 12.9. Ensimmäisenä saapuivat tukivälille T1–T2 tulevat kevennysputket ja osat. Tästä edettiin järjestyksessä kohti tukea 5. Kevennysputket saatiin tulemaan työmaalle yhteensä neljällä täysperävaunukuormalla (kuva 17). Kuorma-autossa oli Hiab-nosturi, jolla kevennysputket ja osat pystyttiin purkamaan pois kyydistä, eikä erillistä purkukonetta tarvittu.

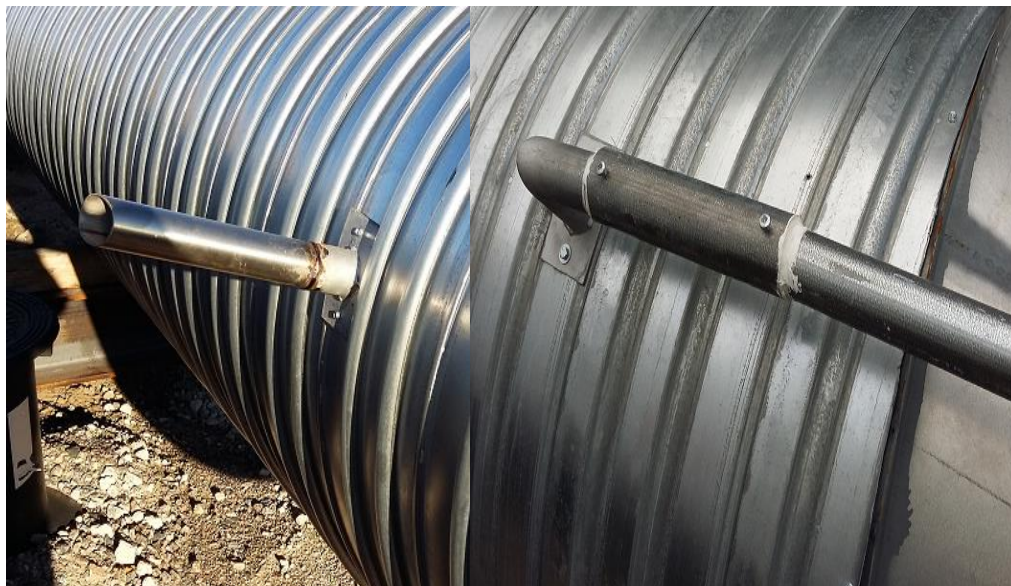
Kevennyspotket varastoitiin kokoamispaikan viereen, joka oli siltatelineen vieressä. Kevennyspotkia voidaan varastoida myös päällekkäin, jolloin varastointiin tarvittava tila pienenee. Kerroksittain varastoitaessa on muistettava käyttää riittävästi välipuita, jotta kevennyspotkiin ei tule pysyviä pintavaurioita tai muodonmuutoksia.



Kuva 17. Kevennyspotkikuorman purkamista työmaalla 31.8.2015

Kevennyspotkien kokoaminen ja varustelu alkoi tukivälin T1–T2 putkista, jotka olivat 10 m pitkiä. Tästä edettiin järjestyksessä tukiväli kerrallaan niin, että viimeisenä varusteltiin tukivälin T4–T5 putket. Kevennyspotkien varustelu aloitettiin tuuletusputkien reikien tekemisellä. Tuuletusputkien reiät porattiin sähkökäyttöiseen porakoneeseen kiinnitettävällä reikäsahaterällä. Poraukseen käytetyn terän halkaisija oli 52 mm, ja sen tuli soveltaa metallin poraukseen. Tuuletusputkien reiät porattiin kaikkien kevennyspotkien päihin niin, että reikien etäisyys oli n. 500 mm kevennyspotken päästä.

Porattuihin reikiin asennetaan tuuletusputkien suora- tai kulmaliitoskappale kuvan 18 mukaisesti. Liitoskappaleet kiinnitetään kahdella haponkestävällä pultilla ja mutterilla. Suorien liitoskappaleiden pituus oli 31 cm, ja niiden päät viistettiin. Kulmakappaletta jatkettiin n. 1,3 metriä, jotta tuuletusputken jatkaminen olisi helpompaa sillan kannella. Kaikki saumat tiivistettiin huolellisesti tiivistysmassalla, jotta tuuletusputket eivät tukoju valun aikana.



Kuva 18. Tuuletusputkien suora- ja kulmaliitos kevennysputkeen

Tuuletusputkien liitoskappaleiden asentamisen jälkeen kevennysputkien päihin kiinnitettiin päätykartiot. Päätykartiot ovat halkaisijaltaan hieman pienempiä kuin kevennysputket, joten niiden asentaminen on helppoa ja nopeaa. Päätykartiot nostetaan paikalleen käsin ja työnnetään kevennysputken sisään. Päätykartio kiinnitettiin yhteensä kahdeksalla itseporautuvalla poraruuvilla. Tuuletusputkien ja päätykartioiden asentamisen jälkeen pituudeltaan 10-metriset kevennysputket (kuva 19) olivat valmiita asennettavaksi paikoilleen.



Kuva 19. Valmiita 10-metrisiä kevennysputkia siltatelineen vieressä

Pidemmät, 16-metriset kevennysputket kasattiin työmaalla kahdesta 8 metriä pitkästä putkesta. Toinen kevennysputki nostettiin asennuspedille ja jatkosholkki painettiin käsin paikalleen. Jatkosholkki kiinnitettiin samalla tapaa ja samoilla poraruuveilla kuin päätykartiotkin. Tämän jälkeen asennuspedille nostettiin toinen kevennysputki. Tämä putki painettiin jatkosholkkiin kaivinkoneella (kuva 20). Liitostyö on tarkkaa, koska liitoksessa ei ole juurikaan väljää ja jotta siitä tulisi riittävän tiivis ja jämäkkä. Muuten 16-metriset kevennysputket varusteltiin samalla tapaa kuin 10-metriset kevennysputket.



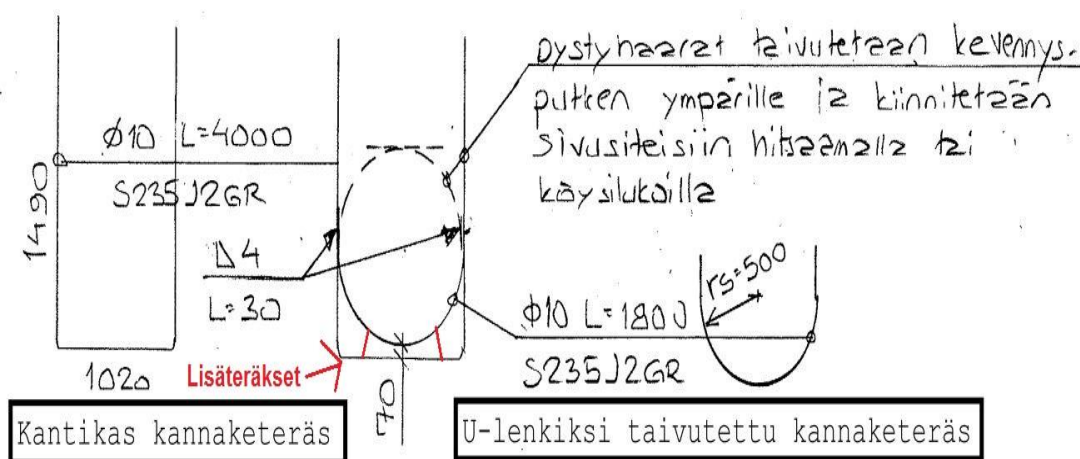
Kuva 20. Kevennysputkien jatkamista työmaalla

Tukivälin T3–T4 laitimaisia kevennysputkia jouduttiin lyhentämään suunnitteluvirheen takia. Lyhennys tehtiin leikkaamalla kevennysputkesta kahden metrin pätkä pois kulmahiomakoneella. Yhteen asennettavista kevennysputkista lyhennettiin vain toista putkea, jolloin kokonaismitaksi tuli 14 metriä. Muuten liitostyö tehtiin kuten muihinkin kevennysputkiin.

6.2 Kannatusterästen asentaminen

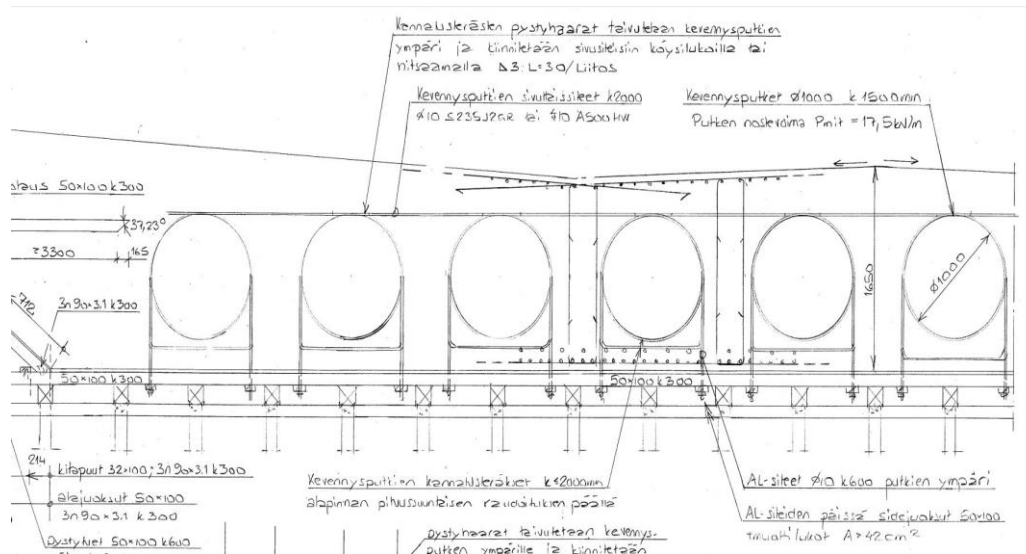
Kevennyspotkien alapuolinen tuenta tehtiin kaksiosaisilla kannatusteräksillä (kuva 21). Kaksiosainen kannake on työläs tehdä, mutta näin varmistutaan siitä, että kevennyspotken pysyvät varmasti paikallaan kannen valun aikana. Kannake valmistettiin kantikkaaksi taivutetusta pyöröteräksestä, jonka halkaisija oli 10 mm ja kokonaismitta 4 000 mm.

Kannatusteräksen toinen osa tehdään samasta pyöröteräksestä, joka taivutettiin u-muotoon. U-kannakkeen kokonaispituus oli 1 800 mm ja kaaren säde 500 mm. Kannatusteräkset valmistettiin S235J2GR-teräksestä. Kannatusteräkset valmisti ja toimitti Celsa Steel Service Oy.



Kuva 21. Kevennyspotkien alapuolinen kannatusteräs [12]

Kantikkaan teräksen ja u-lenkiksi taivutetun teräksen yhteen hitsaaminen tehtiin työmaalla. Hitsaamista helpottamaan rakennettiin pöytä, johon asennettiin sopivan kokoinen sapluuna. Sapluunan avulla terästen väliin jäävä 70 millimetrinen rako saatiin tehtyä kerralla, eikä jokaista kannatusterästä tarvinnut mitata erikseen. Hitsaussauman pituus oli 30 mm, tunkeuma 4 mm ja hitsiluokka C.



Kuva 22. Insinööritoimisto TAK-Plan Oy:n tekemä kevennysputkien tuentasuunnitelma [12]

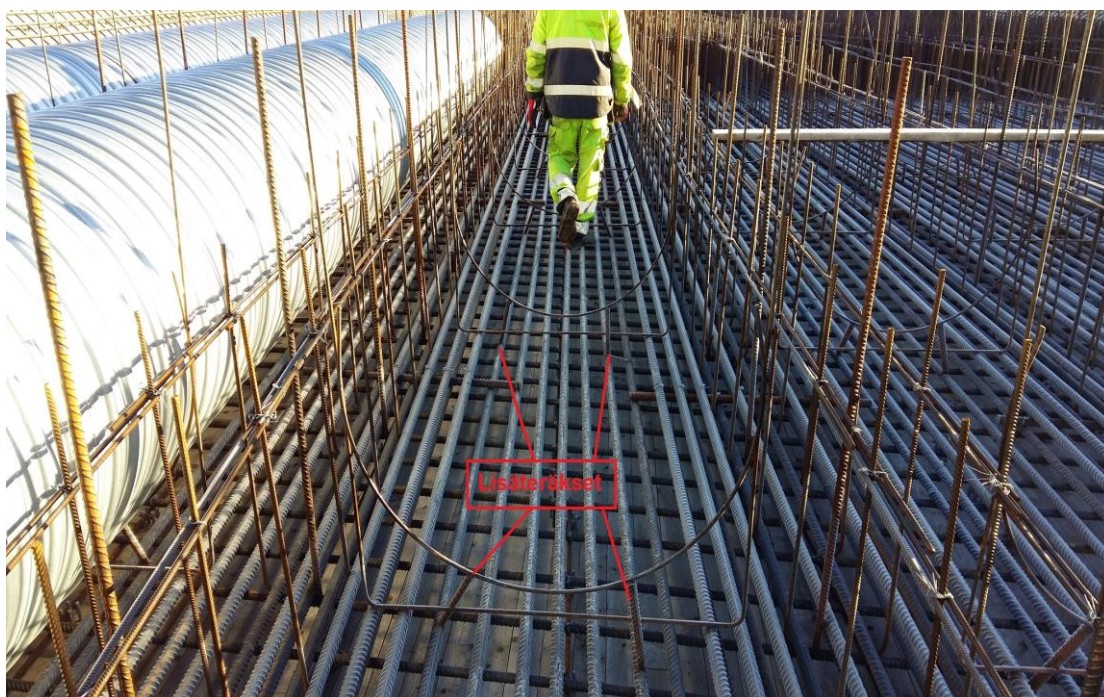
Kannatusteräks asetettiin jaolla k2000 mm, Insinööritoimisto TAK-Plan Oy:n tuentasuunnitelman mukaan. Tuentasuunnitelma on esitetty kuvassa 22. Tällä jaolla yhtä kevennysputkea kohden tukiväleillä T1–T2 ja T4–T5 tarvittiin viisi kappaletta kannatusteräksiä. Tukiväleillä T2–T3 ja T3–T4 yhtä kevennysputkea kohden tarvittiin kahdeksan kappaletta kannatusteräksiä. Kannatusteräks nostettiin työmaan käytössä olevalla Hiab-nosturiautolla sillan kannelle.



Kuva 23. Kannatusteräksen hitsaamista paikoilleen

Mittamies oli mitannut ja merkinnyt kevennyspotkien paikat sillan muottilaudoitukseen. Mittanauhaa käyttäen kevennyspotken päätymerkistä otettiin jakomitta kahden metrin välein ja kannatusteräksen paikat merkittiin raudoitukseen. Kannatusteräket jaettiin paikoilleen ja hitsattiin kiinni kannen alapinnan teräksiin kahdesta kohtaa. Kuvassa 23 hitsarit asentavat kannatusteräksiä.

Kevennyspotkien asennus- ja tuentasuunnitelmasta poiketen jokaisen kannatusteräksen u-raudasta hitsattiin kaksi kappaletta 16 millimetrisestä harjateräksestä tehtyä tappia alapinnan raudoitukseen kuvan 24 mukaisesti. Näillä lisäteräksillä saatiin tukevoitettua kannatusteräksiä huomattavasti verrattuna alkuperäiseen kiinnitystapaan.



Kuva 24. Kannatusteräksiä kiinnitettynä kannen alapinnan raudoitukseen

6.3 Kevennyspotkien asentaminen paikoilleen

Ennen nostoa asennuspedillä olevat kevennyspotket pyöritettiin oikeaan asentoon. Tuuletusputkien täytyi osoittaa kohtisuoraan alaspäin, jotta kevennyspotket ja tuuletusputket kävivät niille tarkoitetuille paikoille. Kymmenen metriä pitkien kevennyspotkien nostossa käytettiin kahta kuuden metrin mittaista nostoliinaa. Nostoliinat laitettiin hirttoon, jolloin liina ei päässyt luisumaan kevennyspotkea pitkin. Liinat laitettiin kevennyspotken ympärille niin, että ne olivat noin kahden metrin päässä kevennyspotken päästä. Nostossa

kevennysputken pohjoisen suuntaan osoittavan pään ketjua pidettiin noin yhtä metriä lyhempänä kuin toisen pään ketjua. Näin kevennysputki saatiin nousemaan hieman viivossa. Tällä tavalla kevennysputken paikalleen asentaminen helpottui huomattavasti, koska sillan kansi nousee pituussuunnassa mentäessä kohti pohjoispäätä.

Tukivälien T2–T4 16-metrinen kevennysputkien nosto (kuva 25) tehtiin muuten samalla tavalla, mutta kevennysputkien liitoksen kohdalla käytettiin vielä yhtä liinaa. Eli nosto suoritettiin kolmesta pisteestä. Nostoliinan ja ketjun väliin laitettiin ketjuviputalja, jolla saatiin passattua keskimmäisen nostopisteen ketju juuri oikean mittaiseksi. Kolmen nostopisteen kiinnityksellä estettiin kevennysputkien taipuminen ja nyrjähtäminen liitoksestaan noston aikana.



Kuva 25. 16-metrinen kevennysputken nosto

Kevennysputkien paikalleen asentaminen aloitettiin tukiväliltä T1–T2, josta edettiin järjestyksessä kohti tukea T5. Asentaminen aloitettiin aina sillan lännen puoleisesta reunasta, josta edettiin järjestyksessä itäreunaan. Ensimmäinen kevennysputki asennettiin paikalleen 24. syyskuuta. Tarkoituksena oli kokeilla, kuinka kevennysputkien asentaminen onnistuu käytännössä. Tuolloin asennettiin vain yksi kevennysputki. Varsinainen

asennus tehtiin kolmessa osassa. Kevennysputket asennettiin tukivälille T1–T2 30. syyskuuta ja tukivälille T2–T3 6. lokakuuta. Tukiväleille T3–T5 kevennysputket saatiin asennettua samalla kertaa. Asennus tapahtui 15. lokakuuta.

Tukivälillä T1–T2 nostot tehtiin sillan päädystä, koska sieltä nostomatka oli lyhin. Myös nostotyö oli helpompaa, koska mobiilinosturin kuljettaja näki sillankannelle. Muut kevennysputket nostettiin paikoilleen siltatelineen idän puoleiselta vierustalta. Siltatelineen vierestä tehdyissä nostoissa mobiilinosturinkuljettajaa ohjeistettiin radiopuhelimen avulla. Sillan päädystä tehtyihin nostoihin käytettiin 50 tonnin mobiilinosturia ja siltatelineen vierestä tehtyihin nostoihin 70 tonnin mobiilinosturia.



Kuva 26. Tukivälillä T1–T2 ja T2–T3 kevennysputkia asennettuna paikoilleen

6.4 Kevennysputkien sidonta

Kevennysputkien sivuttaissuuntainen liikkuminen estettiin yläpuolisilla sivusiteillä (kuva 26). Sivusiteiden asennusväli oli myös k2000, eli sama kuin kannatusteräksillä. Sivusiteet jaettiin kevennysputkien päälle niin, että ne olivat kannatusterästen kohdilla. Sivusiteet menivät poikkisuunnassa kaikkien kevennysputkien päältä.

Paikoillaan olevien kevennysputkien kannatusterästen pystyhaarat taivutettiin kevennysputkien ympärille. Taivutetun pystyhaaran saumakohtat hitsattiin kiinni. Myös sivusiteet hitsattiin kiinni jokaiseen kannatusteräkseen, kuten kuvasta 27 näkee. Sivusiteiden jatkokset limitettiin 500 mm ja ne hitsattiin kiinni toisiinsa. Hitsisauman pituutena käytettiin kolmeakymmentä millimetriä ja tunkeumana kolmea millimetriä.



Kuva 27. Sivusiteitä hitsattuna paikoilleen

Sivusiteiden asentamisen jälkeen asennettiin u-muotoon taivutetut alumiinisiteet (kuva 28). Niiden tehtävänä on estää kevennysputkien nousu kannen valun aikana. Alumiinisiteet tulivat työmaalle valmiiksi taivutettuina. Alumiinitangot toimitti Mercasteel Oy ja taivutustyön teki Celsa Steel Service Oy, joka toimittaa myös kaikki silloissa käytettävät teräkset.



Kuva 28. Kevennysputkien sidontaan käytettäviä alumiinisiteitä

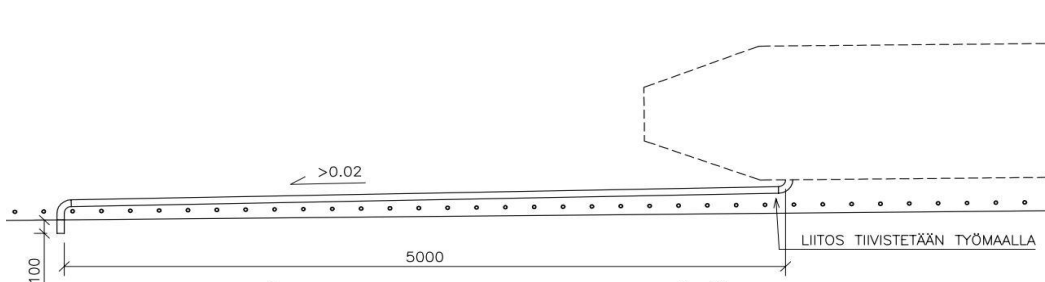
Alumiinisiteet asennettiin jaolla k600, kevennysputkien ankkurointisuunnitelman mukaisesti. Sillan kannen muottilaudoitukseen kevennysputkien kummallekin puolelle porattiin 12 millimetriset reiät alumiinisiteiden asennusjaolla. Alumiinisiteiden päät työnnettiin reikiin ja side painettiin kiinni kevennysputkiin. Alumiinisiteet kiinnitettiin sillan tukitelineseen muottilukoilla, jotka olivat vähintään kokoa $A \geq 42 \text{ cm}^2$. Muottilukkoja varten muottilaudoituksen koolinkeihin kiinnitettiin sillan pituussuuntaiset 50*100 lankut sidejuoksuiksi kuvan 29 mukaisesti. Muottilukkoja ei saanut kiristää liikaa, jotteivat alumiinisiteet painaneet kevennysputkia lyttyyn.



Kuva 29. Muottilukkoja ja sidejuoksuja kiinnitettynä paikoilleen

6.5 Tuuletusputkien asentaminen

Viimeisenä työvaiheena asennettiin tuuletusputket. Kaikilla tuilla oli käännettäviä tuuletusputkia (kuva 30), jotka piti viedä liikennöitävän alueen ulkopuolelle. Nämä liikennöitävältä alueelta pois vietävät tuuletusputket tarvitsi vain jatkaa oikeaan mittaan ja viedä lävitse muottilaudoituksesta. Tuuletusputkien liitokset kevennysputkiin oli tehty jo aikaisemmassa vaiheessa. Myös muottilaudoitukseen oli porattu jo aikaisemmin reiät tuuletusputkia varten.



Kuva 30. Suunnittelijan laatima kuva tuuletusputken asentamisesta [10]

Tuuletusputkeen laitettiin jatkomuhvi paikoilleen ja siitä n. 5 metrin mittainen jatko tuuletusputkea. Tuuletusputki pyrittiin asentamaan n. 2 prosentin kaltevuuteen, mutta se ei onnistunut aina, koska putki törmäsi alapinnan raudoitukseen. Tukiväleillä T2–T3 ja T4–T5 pohjoispuolen tuuletusputkiin ei saatu minkäänlaista kallistusta, koska itse sillan pituussuuntainen kaltevuus siihen suuntaan on niin jyrkkä. Nämä kyseiset tuuletusputket olivat niitä samoja tuuletusputkia, joiden sijantiin tehtiin muutoksia aikaisemmassa vaiheessa, koska ne oli suunniteltu kulkuväylien päälle.

Tuuletusputken toiseen päähän laitettiin myös jatkomuhvi ja siihen kiinnitettiin 90 asteen kulmakappale, joka laitettiin muottilaudoitukseen porattuun reikään. Kulmakappale asennettiin niin, että se jää valmiissa rakenteessa näkyviin n. 100 mm, ja sen pää leikattiin viistoksi. Jatkomuhvien ruuvit kiristettiin huolellisesti ja saumat tiivistettiin tiivistemassalla. Tuuletusputket kiinnitettiin rautalangalla sillan raudoitukseen, jotta ne eivät liikkuisi valun aikana. Kuvassa 31 on valmiita tuuletusputkia asennettuina paikoilleen.



Kuva 31. Sillan kannella jatkettuja tuuletusputkia

Kevennysputkien paikalleen nostamisen ja asentamisen yhteydessä suorat tuuletusputket menivät paikoilleen kuvan 32 osoittamalla tavalla. Näitä suoria tuuletusputkia varten ei tarvinnut kuin porata reikä muottiin. Tuuletusputket oli kiinnitetty kevennysputkiin jo kokoamisvaiheessa. Myös nämä suorat tuuletusputket leikattiin niin, että ne jäivät näkyviin 100 mm valmiista rakenteesta.



Kuva 32. Suora tuuletusputki asennettuna paikoilleen

6.6 Laadunvarmistus

Viacon Oy on standardisoinut kevennys- ja tuuletusputket ja niiden osat sekä valmistustyöt. Teräsmateriaali täyttää SFS-EN 10143 ja SFS-EN 10346 terässtandardit. Samoin käytetty sinkki täyttää standardin SFS-EN 10346 ja SFS-EN ISO 1461-2009 standardit. Lisäksi yritys kuuluu ISO 9001-johtamis- ja laatujärjestelmän piiriin ja valmistettavilla tuotteilla on CE-merkintä. Viacon Oy toimitti kevennysputkien valmistuksesta laatuasiakirjan, josta ilmenee, mitkä standardit putket täyttävät. [7.]

Kevennysputkien kartiopäiden sijainti tukilinjoilta on suunnitelmien mukaan 5 200 mm. Sillan mittalinjaan nähden kevennysputket täytyi asentaa poikkisuunnassa symmetrisesti. Tukivälien T1–T2 ja T3–T4 kevennysputkien keskilinjan etäisyys mittalinjasta on 750 mm. Tukivälien T2–T3 ja T4–T5 välissä keskimmäiset kevennysputket asennettiin

keskeisesti mittalinjaan nähden. Kevennysputkien ja sillan kannen alapinnan väliin jäävä mitta oli 250 mm, kuten suunnitelmassa oli esitetty.

Kevennys- ja tuuletusputkien paikat mitattiin takymetrillä ja merkittiin huolellisesti muottilaudoitukseen. Asentamisen jälkeen putket tarkemittattiin ja mittauksista laadittiin tarkepiirustukset toteutuneen asennuksen mukaisesti. Mittaukset suoritti Pirkanmaan Mittauspalvelu Oy. Kevennys- ja tuuletusputkien mitat ja sijoitus saavat muuttua enintään 20 mm, InfraRYL 42020.3.2.2 kohdan mukaisesti. [13.]

7 Kustannusseuranta

7.1 Varustelu- ja asennuskustannukset

Kevennysputkien varusteluun ja kokoamiseen käytettiin yhteensä 102 työtuntia. Varustelutyöt tehtiin kahden asentajan ryhmänä, jolloin yhden asentajan tunnit olivat yhteensä 51 tuntia eli kuusi työpäivää. Laskennassa käytettiin yhden asentajan tuntihintana 35,00 euroa, joten varustelukustannukset olivat yhteensä 3 570,00 euroa. Kevennysputkien jatkamisessa tarvittiin myös pyöräalustaistakaivinkonetta. Kaivinkonetta käytettiin yhteensä 28 tuntia ja sen tuntihintana käytettiin 75,00 euroa. Tästä kertyi kuluja 2 100,00 euroa. Asennus- ja kaivinkonetöiden yhteenlasketut kustannukset olivat 5 670,00 euroa.

Kannatusterästen yhteen hitsaamiseen ja niiden kiinnittämiseen kannen alapinnan raudoitukseen tarvittiin yhteensä 113 työtuntia. Kokonaistuntimäärästä yhteen hitsaamisen osuus oli 16 tuntia, ja työn teki yksi hitsari. Loput työtunnit menivät kannatusterästen kiinnittämiseen, ja työ tehtiin kahden asentajan ryhmässä. Työpäivät eivät jakaantuneet tasaisesti ja työtä tehtiin 12 päivänä. Yhteensä kannatusterästen yhteen hitsaamisesta ja kiinnittämisestä syntyi kuluja 3 955,00 euroa.

Kevennysputkien asentamiseen tarvittiin yhteensä 70 työtuntia. Asennustöitä tehtiin neljänä eri päivänä. Asennustyössä tarvittiin viittä rakennusammattimiestä, joten yhteensä asentamiseen käytettiin 14 tuntia. Asentajista kaksi oli omia työntekijöitä ja kolme oli alirakoitsijan työntekijöitä. Asentajien kustannukset olivat yhteensä 2 450,00 euroa. Asennustyössä tarvittiin työnjohtajaa koko asennuksen ajan, mutta työnjohtajan kustannuksia

ei ole huomioitu tässä. Lisäksi nostoihin käytettiin aliurakoitsijan mobiilinosuria, joka laskutti asennustöistä yhteensä 20 tuntia. Suurempi tuntimäärä johtuu siitä, että mobiilinosuri laskutti myös siirtoajoista väliltä halli–työmaa–halli. Mobiilinosurin kulut olivat yhteensä 1 860,00 euroa. Asennuskustannukset olivat yhteensä siis 4 310,00 euroa.

Tuuletusputkien asentamisen sillan kannella teki kokonaan aliurakoitsijan työntekijät. Asentamiseen heiltä meni aikaa yhteensä 60 tuntia, ja he tekivät työn kolmen hengen ryhmässä, joten työ tuli tehtyä kahdessakymmenessä tunnissa. Asennustyön kokonaishinnaksi tuli 2 100,00 euroa.

Kevennysputkien sidonta oli kaikkein aikaa vievin työvaihe. Työvaiheisiin tarvittiin 187 työtuntia. Kevennysputkien yläpuolisten sivusiteiden hitaustyö tehtiin omana työnä, kun taas alumiinisiteet, sidejuoksut ja muottilukot asensi aliurakoitsija. Alumiinisiteiden, sidejuoksujen ja muottilukkojen asentamiseen meni 153 tuntia, ja työtä oli tekemässä 2–4 työntekijää päivästä riippuen. Loput 34 tuntia meni sivusiteiden hitsaamiseen, joka tehtiin pääsääntöisesti kahdella hitsarilla. Kevennysputkien sidonnan yhteenlasketut kulut olivat 6 545,00 euroa.

7.2 Materiaalikustannukset

Viiкин puistosiltaan asennettiin yhteensä 442 metriä kevennysputkia. Hintoina käytetään Viacon Oy:n antaman tarjouksen mukaisia yksikköhintoja. Kevennysputken metrihinta oli 84,00 euroa. Kevennysputkien hinnaksi tuli siis 37 128,00 euroa. Jatkettavia kevennysputkia oli 17 kappaletta, joten liitoskappaleita tarvittiin saman verran. Yhden liitoskappaleen hinta oli 60,00 euroa, joten niiden hinnaksi tuli 1 020,00 euroa. Jokaisen kevennysputken kumpaankin päähän tarvittiin päätykartio sekä tuuletusputki. Eli päätykartioiden ja tuuletusputkien menekki oli 68 + 68 kpl. Yhden päätykartion hinta oli 215,00 euroa, joten niiden hinnaksi tuli 14 620,00 euroa. Tuuletusputkien ja niiden osien yksikköhinta oli 65,00 euroa ja yhteishinnaksi tuli 4 420,00 euroa. Lisäksi Viacon Oy laskutti tarvikkeiden kuljettamisesta Vimpelistä Helsingin Kivikkoon yhteensä 7 812,00 euroa.

Kevennysputkien tuentaan käytettävien kannatusterästen kokonaispaino oli yhteensä n. 850 kiloa. Kannatusteräokset taivutti ja toimitti Celsa Steel Servise Oy, jolta tilattiin myös muut työmaalla tarvittavat teräokset. Yritys oli antanut yksikköhinnan terästoimituksista

Kivikon eritasoliittymä työmaalle, ja tätä kyseistä hintaa käytettiin myös kannatusterästen yksikköhintana. Kannatusterästen kokonaishinnaksi muodostui 505,75 euroa. Celsa Steel Service Oy toimittivat myös sivusiteinä käytetyt harjateräkset samalla periaatteella kuin kannatusteräket ja niiden kokonaishinnaksi tuli 148,75 euroa.

Alumiinisiteet toimitti Mercasteel Oy. Siteiden paino oli yhteensä n. 660 kg ja yksikköhinta 3,85 euroa per kilogramma, joten alumiinisiteet maksoivat 2 541,00 euroa. Alumiinisiteiden kiinnitykseen tarvittiin sidejuoksuiksi 1 000 metriä 50*100 lankkua, joka maksoi 0,70 euroa metriltä. Sidejuoksujen hinnaksi tuli siis 700,00 euroa. Alumiinisiteiden kiinnittämiseen tarvittiin myös muottilukkoja, mutta niiden kustannuksia ei laskettu, koska niitä voidaan käyttää useassa eri kohteessa. Lisäksi osa muottilukoista oli jo moneen kertaan käytettyjä.

7.3 Yhteenveto

Kevennysputkien varustelussa ja asentamisessa tuli myös hieman muita kuluja. Näitä kuluja kertyi yhteensä 1 100,00 euroa. Kuluja tuli mm. varastokentän tekemisestä ja kevennys- ja tuuletusputkien mittaamisesta paikoilleen. Yhteensä asennustyö-, konetyö-, nosturikulua sekä muita kuluja kertyi 23 680,00 euroa. Kevennysputkien asennuksen yksikköhinnaksi saadaan näin ollen 53,57 euroa metrille.

Kevennysputkien ja muiden osien kokonaishinnaksi muodostui 65 000,00 euroa. Kevennysputkien sidontaan käytettyjen materiaalin kokonaishinnaksi muodostui 3 895,50 euroa. Kokonaisuudessaan materiaalikulut olivat yhteensä 68 895,50 euroa. Materiaalikulujen yksikköhinnaksi saatiin 155,87 euroa metrille.

Kevennysputkien kokoamisen, asentamisen ja materiaalien yhteishinnaksi tuli kokonaisuudessaan 92 575,50 euroa. Tästä saadaan metrihinnaksi 209,45 euroa. Lisäksi syntyi muitakin pienempiä kuluja joita ei listattu tähän. Tällaisia kuluja olivat esimerkiksi tiivistysmassat, ruuvit, pultit, mutterit ja näiden tarvikkeiden noutokulut.

8 Johtopäätökset

Viikin puistosillan suunnitelmiin jouduttiin tekemään jonkin verran muutoksia. Onneksi osa virheistä huomattiin jo ennen, kuin asennustyö oli alkanut, mutta osa virheistä tuli esiin vasta työn edetessä. Suunnitelmamuutosten takia tilaajalle tuli hieman ylimääräisiä kustannuksia, koska kevennysputkien ankkurointi- ja tuentasuunnitelma meni uusiksi. Kevennysputkien kannatusterästen ja sidonnan työ- ja materiaalikulut olivat lisätöitä. Myös tuuletusputkien paikkojen muutokset aiheuttivat lisätyökuluja.

Kevennysputkien kokoaminen ja asentaminen on todella työlästä ja aikaa vievää työtä. Myös tehtaalta tulevissa materiaaleissa olisi huomattavasti parantamisen varaa, koska työmaalla jouduttiin käyttämään paljon aikaa osien muokkaamiseen. Tehdas pystyisi toimittamaan myös yhtenäisiä 16 metriä pitkiä kevennysputkia. Olisi varmasti järkevämpää tilata kerralla täysimittaiset kevennysputket, koska kevennysputkien jatkaminen työmaalla on hankalaa. Näistä työvaiheista syntyy paljon ylimääräisiä kuluja, joita on vaikea huomioida urakkalaskentavaiheessa. Itse asennustyö oli paljon nopeampaa verrattuna siihen, mitä olimme alun perin ajatelleet.

Kevennysputkien yksi päätarkoitus on tehdä sillasta halvemmin toteutettava, koska siihen tarvitaan vähemmän betonia. Viikin puistosillassa kevennysputkien syrjäyttämä tilavuus on noin 370 m³. Tämän syrjäytetyn tilan korvaaminen betonilla olisi maksanut n. 31 500 euroa, joten kyseisessä tapauksessa kevennysputkilla ei saatu myöskään kustannussäästöjä. Lisääntynyt betonin määrä olisi todennäköisesti aiheuttanut myös hieman muutoksia alempiin rakenteisiin ja kannen raudoitukseen. Todennäköisesti kulut eivät olisi olleen kuitenkaan niin suuria, että niillä olisi saatu kevennysputkien asentamisesta kustannustehokasta vaihtoehtoa.

Opinnäytetyön tehtyäni ja työmaalla tehtyjen johtopäätösten perusteella totean, että kevennysputkien käyttöä siltarakenteissa kannattaa miettiä erittäin huolella. Joihinkin kohteisiin kevennysputket voisivat sopia, mutta eivät tähän kyseiseen siltaan. En voi olla myöskään korostamatta hyvien suunnitelmien tärkeyttä. Tämä johtuu varmasti osittain myös siitä, että Viikin puistosilta on muutenkin hyvin uniikki kohde.

Lähteet

1. Kreate Oy:n yritysinfo. Verkkodokumentti. Kreate Oy. <http://www.kreate.fi/2015/04/uusi-infrarakentaja-markkinoille-kreaten-missionaon-rakentaa-parempaa-suomea/>. Luettu 5.9.2015.
2. Kehä I, Kivikontie esittely. Verkkodokumentti. Liikennevirasto. http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/hankkeet/kaynnissa/kehal_kivikontie#.ViNwxn7hBD8. Luettu 6.9.2015.
3. Kehä I, Tietoa hankkeesta. Verkkodokumentti. Liikennevirasto. http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/hankkeet/kaynnissa/kehal_kivikontie/tietoa_hankkeesta#.ViNxTH7hBD8. Luettu 6.9.2015.
4. Ilmakuva Kivikon työmaasta. Verkkodokumentti. Lentokuva Vallas Oy. <https://www.flickr.com/photos/liikennevirasto/18918225971/in/album-72157652386879594/>. Katsottu 7.9.2015.
5. Kehä I, Tietoa puistosillasta. Verkkodokumentti. Liikennevirasto. http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/f/hankkeet/kaynnissa/kehal_kivikontie/Tietoa%20puistosillasta#.ViNxcX7hBD8. Luettu 8.9.2015.
6. Viikin puistosilta, Katumiljöopiirustus. 2012. Helsinki. Urakka-asiakirjat.
7. Viacon Oy laatuasiakirja. 2015. Vimpeli. Viacon Oy.
8. Rumtec Kevennysputki esite. 1995. Vimpeli. Viacon Oy.
9. Tiehallinto. Urakoitsijan laaturaportointi. 2009. Verkkodokumentti. http://alk.tiehallinto.fi/thohje/pdf/2200062-v-09-urakoitsijan_laaturaportointi.pdf. Luettu 15.9.2015.
10. Viikin puistosilta, Päälysrakenteen mittapiirustus 2. 2012. Helsinki. Urakka-asiakirjat.

11. Siltojen tukitelineet, liite 5541. 1996. Helsinki. Tielaitos, Siltakeskus.
12. Viikin puistosilta, Siltakannen muotitus ja kevennysputkien sidonta. 2015. Helsinki. Insinööritoimisto TAK-Plan Oy.
13. InfraRYL 42020.3.2.2 Muotti ja teline. Verkkodokumentti. Rakennustieto.
https://www-rakennustieto-fi.ezproxy.metropolia.fi/infraryl/extra/teknisetvaatimukset.html.stx?id=TL42020id1577710_2009_2. Luettu 16.9.2015



Projekti	Tilaja	Päivämäärä
Kivikon eritasoliittymä, vaihe 2	HKR ja Liikennevirasto	16.9.2015
Urakkaosa, kohde	Urakoitsija	Laatija
Viikin puistosilta S4	Kreate Oy	
Työvaihe	Työvaihenumero (infraRYL)	Versio
Kevennysputkien kokoaminen ja asentaminen		

TYÖVAIHEEN VASTUUHENKILÖT				
Asema	Nimi	Yritys	Puhelin	Sijainen
Työmaapäällikkö	Eemeli Tomi	Kreate Oy	040 - 7374199	Teemu Kiiskinen
Työnjohtaja	Teemu Kiiskinen	Kreate Oy	040 - 7346029	Eemeli Tomi
Työnjohtoharj.	Aku Liukkonen	Kreate Oy	050 - 5456501	
Aliurakoitsija	Reijo Parviainen	Rakennus Arre Oy	0400 - 576551	

RESURSSIT JA MATERIAALIT	
RESURSSIT - käytettävä kalusto - työryhmä	<ul style="list-style-type: none"> Kaivinkone Mobiilnosturi, vähintään 70 tn Hyväksytyt nostoapuvälineet (ketjut, nostoliinat, nostopalkki...) Hitsaus ja asennustyökalut 2 - 3 RAM, väh. 2 metallityöntekijää, 1 - 2 TJ
MATERIAALIT - tarvittavat materiaalit	<ul style="list-style-type: none"> Kevennysputket, jatkosholkit ja päätykartiot Tuuletusputket, liitososat putkiin, jalkos- ja kulmaholkit Pientarvikkeet (ruuvit, pultit, mutterit, tiivistysmassa, jne..) Kevennysputkien kannatusteräksset Sivultaissiteet Alumiinisiteet Muottilukot (n.1600 kpl)

Kreate Oy
Haarakaari 42
04360 Tuusula

Puhelin
020 785 1480

Y-tunnus
0168716-6



TYÖVAIHEEN TYÖ- JA LAATUSUUNNITELMA
Kevennysputkien kokoaminen ja asentaminen

2 (5)

VALMISTAVA VAIHE	
SUUNNITELMAT	<ul style="list-style-type: none"> • Hyväksytyt suunnitelmat ja laatuvaatimukset työmaalla, myös alirakoitsijan käytettävissä • Työmaan järjestelypiirroksessa esitetty työmaa-alueen järjestelyt • Kannen telinesuunnitelma ja kevennysputkien ankkurointisuunnitelma TakPlan Ky • Nostosuunnitelma • Kreate Oy:n laatu- ja turvallisuussuunnitelmat
EDELLISET TYÖVAIHEET / VALMISTELEVAT TYÖVAIHEET	<ul style="list-style-type: none"> • Kevennys- ja tuuletusputket osineen työmaalla ja niiden kunto tarkastettu • Kevennysputkien kiinnittämiseen tarvittavat teräkset ja siteet työmaalla • Kannen alapinnan raudoitus tehty putkien kohdalta • Kevennysputkien ja tuuletusputkien paikat merkitty kanteen / raudoitukseen • Putkien varastoalueet ja nostopaikat tehty
ILMOITUKSET, OHJEET JA LUVAT	<ul style="list-style-type: none"> • Voimassa olevat lait ja asetukset • Viranomaisten ja asiakirjojen noudatettavaksi määräämät standardit ja näitä vastaavat määräykset ja ohjeet • Paloviranomaisen ohjeet ja määräykset • Tilaajan, suunnittelijan ja valvojan antamat erityisohjeet ja määräykset • Kevennysputkien toimittajan antamat ohjeet • Nosturin sijainnin / korkeuden ilmoitus Malmin lentokentälle

TYÖTURVALLISUUS JA YMPÄRISTÖ	
HENKILÖPÄTEVYYDET	<ul style="list-style-type: none"> • Kaikki työhön osallistuvat henkilöt perehdytetty työmaalle ja heille on annettu tarvittavat ohjeet työn suorittamiseen • Kaikilla työhön osallistuvilla henkilöillä oltava vähintään Tieturva 1 ja Työturvakortti • Mobiilinsturin kuljettajalla oltava nosturikortti/pätevyys • Tulitöitä tekevillä oltava Tulityökortti ja työmaan tulityölupa



SUOJAVÄLINEET	<ul style="list-style-type: none"> • Kypärän, turvajalkineiden ja varoitusvaatetuksen käyttö on pakollista työmaa-alueella • Silmäsuojaimet on oltava kaikkien työntekijöiden käytettävissä. Rakennustyössä on käytettävä työn ja työolosuhteiden edellyttämää silmäsuojausta • Muiden henkilösuojainten käyttö (esim. kuulosuojaimet) määritetään työn riskien ja vaativuuden mukaisesti. • Hltsaus- ja kipinäsuojaus esim. kipinäsuojapeitolla • Alkuseräkalusto
TARKASTUKSET	<ul style="list-style-type: none"> • Käytettävien koneiden käyttöönottotarkastukset ja kunto • Nostokoneen pystytyspöytäkirja • Nostokaluston tarkastukset aina ennen nostotyöhön ryhtymistä asentajan ja nosturinkuljettajan toimesta

TYÖVAIHEISTUS JA MENETELMÄT

PUTKIEN KOKOAMINEN	<ul style="list-style-type: none"> • Kevennysputket varastoidaan tasaiselle alueelle käyttäen välipuita yms. siten, ettei niihin muodostu pysyviä muodonmuutoksia tai pintavaurioita. Nostoihin käytetään vain liinoja, jotta putkien pinta ei vaurioidu • T1 – T2 ja T4 – T5 välin kevennysputket L= 10 m ja 17 kpl kasataan siltatelineen vieressä maassa valmiiksi elementeiksi. Kevennysputkien päihin asennetaan kartiot ja ne kiinnitetään poraruuveilla • Kevennysputkiin asennetaan tuuletusputkien suora liitos ja kulmaliitin josta n. 1 m pituinen tuuletusputki jatkoksi, josta tuuletusputkea jatketaan kannella. • Suunnitelmasta poiketen T4 – T5 välillä T5 puoleiset suorat tuuletusputket johdetaan pois kevyenliikenteenväylän päältä • T2 – T4 välin kevennysputkiin L= 8 m x 2=16 m ja 17 kpl kiinnitetään kartiot vain toiseen päähän ja putket jatketaan maassa. Kevennysputket jatketaan jatkosholkeilla, jotka kiinnitetään putkiin poraruuveilla • T2 – T4 kevennysputkiin asennetaan suorat tuuletusputket valmiiksi sekä putken toiseen päähän kulmaliitin ja n. 1 m pituinen tuuletusputki jatkoksi, jota jatketaan kannella oikeaan mittaan • Suunnitelmasta poiketen T2 – T3 välillä T3 puoleiset suorat tuuletusputket johdetaan pois Kehä 1 itään kaistan päältä • Tuuletusputkissa käytetään putkentoimitajan liitos-, kulma- ja kiinnitysosia • Liitosten saumat tiivistetään huolellisesti tiivistemassalla, jottei betoni tuki putkia valun aikana • Kevennysputkiin tehdyt reiät suojataan sinkkimaalilla
---------------------------	---



PUTKIEN ASENTAMINEN	<ul style="list-style-type: none"> Asennus aloitetaan väliltä T1 – T2 ja siitä edetään järjestyksessä välille T4 – T5 Kevennysputkien asennus aloitetaan sillan toisesta reunasta ja edetään järjestyksessä toiseen reunaan. Asennus on yhteen sovitettava rauditustyön kanssa Kevennysputkien kaarevat tuet hitsataan valmiiksi kiinni kannatusteräksiin ennen niiden paikalleen asentamista Kevennysputkien alapuoliset kannatusteräksset kiinnitetään hitsaamalla alapinnan pituussuuntaisten terästen päälle Kevennysputki nostetaan kannatusteräksen päälle ja kannatusterästen pystyhaarat taivutetaan kevennysputkien päälle ja hitsataan kiinni kevennysputkien sivuttaissiteisiin Alumiinisiteet asennetaan putkien ympärille ja kiinnitetään muottilukoilla kansimuotin alapinnassa oleviin sidejuoksuihin. Lukkoja ei kiristetä liian tiukalle, jotta ne eivät painaisi putkea lyttyyn Tuuletusputket jatketaan suunnitelluille paikoilleen. Tuuletusputket kiinnitetään kannan alapinnan raudoitukseen ja viedään muotista läpi
----------------------------	--

TYÖVAIHEEN LAADUNVARMISTUS					
RAKENNEOSA	LAATUTEKIJÄ	VAATIMUS/ TOLERANSSI	MITTAUS	DOKUMENTTI	MITTAUKSEN SUORITTAJA
Kevennysputki	Putken sijainti ja korkeus	± 20 mm	Takymetri	Tarkepiirustus	Pirkanmaan mittauspalvelu
Tuuletusputki	Putken sijainti ja korkeus	± 20 mm	Takymetri	Tarkepiirustus	Pirkanmaan mittauspalvelu

VIITTAUKSET SEKÄ NOUDATETTAVAT OHJEET JA MÄÄRÄYKSET:

InfraRYL 42020.3.2.2

TYÖVAIHEESEEN LIITTYVÄT RISKIT	
TUNNISTETTU RISKI	VARAUTUMINEN JA TOIMENPITEET
Ulkopuolinen liikenne	Riittävä työalueen suojaus, hyväksyty liikenteenohjaussuunnitelma
Nostokoneiden tai välineiden rikkoutuminen	Koneiden ja välineiden huolellinen tarkastus
Työalueen näkyvyys	Hyvän näkyvyyden varmistaminen ja käytetään merkinantoon apuvälineitä esim. radiopuhelin
Sääolosuhteet esim. tuuli tai rankka sade	Työn keskeytys, jos sääolosuhteet huonot

Kreate Oy
 Haarakaari 42
 04360 Tuusula

Puhelin
 020 785 1480

Y-tunnus
 0168716-6



TYÖVAIHEEN TYÖ- JA LAATUSUUNNITELMA
Kevennysputkien kokoaminen ja asentaminen

5 (5)

TYÖVAIHEESEEN PEREHDYTETYT HENKILÖT				
Vahvistan allekirjoituksella perehtyneeni tähän työvaihesuunnitelmaan.				
PVM	YRITYS	TYÖTEHTÄVÄ/KONE	NIMI	ALLEKIRJOITUS

Kevennysputkien kuluseuranta asentaminen, Viikin puistosilta

Kreate Oy:n tunnit

Pvm.	Nimi	Määrä	Yks.	€/yks.	Oma työ	Alihankinta	Yhteensä
27.elo	Kartioiden + tuuletusputkien asennus kevennysputkiin T1-T2 10 kpl	1	kpl	1125,00	365,00	760,00	1125,00
	Konetyö	4	h	75,00	300,00	0,00	
	Valsijyrä	1	h	65,00	65,00	0,00	
	Murske	80	tn	9,50	0,00	760,00	
2.syys	Kartioiden + tuuletusputkien asennus kevennysputkiin T1-T2 10 kpl	10	kpl	70,00	700,00	0,00	700,00
	Miestyö 2x	10	h	70,00	700,00	0,00	
3.syys	Kevennysputkien + tuuletusputkien mittaus muottiin T1-T3	1	kpl	110,00	0,00	110,00	110,00
	Mittamies	2	h	55,00	0,00	110,00	
7.syys	Kartioiden + tuuletusputkien asennus kevennysputkiin T2-T3 4 kpl	4	kpl	70,00	280,00	0,00	280,00
	Miestyö 2x	4	h	70,00	280,00	0,00	
9.syys	Kartioiden + tuuletusputkien asennus kevennysputkiin T2-T3 5 kpl	5	kpl	70,00	350,00	0,00	350,00
	Miestyö 2x	5	h	70,00	350,00	0,00	
10.syys	Kannatuserästen ja kaarevan alatuon yhteen hitsaaminen	60	kpl	2,33	140,00	0,00	140,00
	Miestyö	4	h	35,00	140,00	0,00	
14.syys	Kannatuserästen ja kaarevan alatuon yhteen hitsaaminen	120	kpl	2,33	280,00	0,00	280,00
	Miestyö	8	h	35,00	280,00	0,00	
15.syys	Kannatuserästen ja kaarevan alatuon yhteen hitsaaminen	60	kpl	2,33	140,00	0,00	140,00
	Miestyö	4	h	35,00	140,00	0,00	
23.syys	Kannatuserästen hitsaus raudoitukseen T1-T2	15	kpl	28,00	420,00	0,00	420,00
	Miestyö 2x	6	h	70,00	420,00	0,00	
24.syys	Kannatuserästen hitsaus raudoitukseen T1-T2	15	kpl	28,00	420,00	0,00	420,00
	Miestyö 2x	6	h	70,00	420,00	0,00	
	Kevennysputken asennus T1-T2	1	kpl	163,00	70,00	93,00	163,00
	Miestyö 2x	1	h	70,00	70,00	0,00	
28.syys	Nosturi	1	h	93,00	0,00	93,00	
	Kannatuserästen hitsaus raudoitukseen T1-T2	20	kpl	28,00	560,00	0,00	560,00
	Miestyö 2x	8	h	70,00	560,00	0,00	
30.syys	Kannatuserästen hitsaus raudoitukseen T2-T3	30	kpl	14,00	420,00	0,00	420,00
	Miestyö 2x	6	h	70,00	420,00	0,00	
	Kevennysputkien asennus T1-T2	9	kpl	93,11	280,00	558,00	838,00
	Miestyö 2x	4	h	70,00	280,00	0,00	
	Nosturi	6	h	93,00	0,00	558,00	
	Kevennysputkien osien valmistelu	1	erä	210,00	210,00	0,00	210,00
1.loka	Miestyö	6	h	35,00	210,00	0,00	
	Kevennysputkien kasaaminen T2-T3	5	kpl	145,00	725,00	0,00	725,00
	Miestyö 2x	5	h	70,00	350,00	0,00	
2.loka	Konetyö	5	h	75,00	375,00	0,00	
	Kannatuserästen hitsaus raudoitukseen T2-T3	20	kpl	10,50	210,00	0,00	210,00
	Miestyö	6	h	35,00	210,00	0,00	
5.loka	Kannatuserästen hitsaus raudoitukseen T2-T3	20	kpl	10,50	210,00	0,00	210,00
	Miestyö	6	h	35,00	210,00	0,00	
	Kevennysputkien kasaaminen T2-T3	4	kpl	145,00	580,00	0,00	580,00
	Miestyö 2x	4	h	70,00	280,00	0,00	
	Konetyö	4	h	75,00	300,00	0,00	
	Yläpuolisten sivusiteiden hitsaus T1-T2	5	kpl	42,00	210,00	0,00	210,00
6.loka	Miestyö	6	h	35,00	210,00	0,00	
	Kevennysputkien + tuuletusputkien mittaus muottiin T4-T5	1	kpl	165,00	0,00	165,00	165,00
	Mittamies	3	h	55,00	0,00	165,00	
	Kannatuserästen hitsaus raudoitukseen T3-T4	20	kpl	10,50	210,00	0,00	210,00
7.loka	Miestyö	6	h	35,00	210,00	0,00	
	Yläpuolisten sivusiteiden hitsaus T2-T3	5	kpl	42,00	210,00	0,00	210,00
	Miestyö	6	h	35,00	210,00	0,00	
	Kevennysputkien asennus T2-T3	9	kpl	93,11	280,00	558,00	838,00
	Miestyö 2x	4	h	70,00	280,00	0,00	
	Nosturi	6	h	93,00	0,00	558,00	
7.loka	Kannatuserästen hitsaus raudoitukseen T3-T4	20	kpl	10,50	210,00	0,00	210,00
	Miestyö	6	h	35,00	210,00	0,00	
	Yläpuolisten sivusiteiden hitsaus T2-T3	3	kpl	46,67	140,00	0,00	140,00
	Miestyö	4	h	35,00	140,00	0,00	

8.loka	Kevennysputkien kasaus T3-T5 varustelu	6 kpl	191,67	1150,00	0,00	1150,00
	Miestyö 2x	10 h	70,00	700,00	0,00	
	Konetyö	6 h	75,00	450,00	0,00	
9.loka	Kannatusterästen hitsaus raudoitukseen T3-T4	15 kpl	11,67	175,00	0,00	175,00
	Miestyö	5 h	35,00	175,00	0,00	
12.loka	Kannatusterästen hitsaus raudoitukseen T4-T5	35 kpl	16,00	560,00	0,00	560,00
	Miestyö 2x	8 h	70,00	560,00	0,00	
13.loka	Kevennysputkien kasaus ja varustelu T3-T5	9 kpl	136,11	1225,00	0,00	1225,00
	Miestyö 2x	10 h	70,00	700,00	0,00	
	Konetyö	7 h	75,00	525,00	0,00	
14.loka	Kevennysputkien asennus T3-T5	15 kpl	76,73	500,00	651,00	1151,00
	Miestyö 2x	5 h	70,00	350,00	0,00	
	Nosturi	7 h	93,00	0,00	651,00	
	Konetyö	2 h	75,00	150,00	0,00	
	Yläpuolisten sivusiteiden hitsaus T3-T5	8 kpl	43,75	350,00	0,00	350,00
	Miestyö 2x	5 h	70,00	350,00	0,00	
15.loka	Yläpuolisten sivusiteiden hitsaus T3-T5	7 kpl	40,00	280,00	0,00	280,00
	Miestyö 2x	4 h	70,00	280,00	0,00	
				11860,00	2895,00	14755,00

Aliurakoitsijan tunnit

Pvm.	Nimi	Määrä	Yks.	€/yks.	Yhteensä
24.syys	Kevennysputken asennus T1-T2	1 kpl		105,00	105,00
	Miestyö 3x	1 h		105,00	
30.syys	Kevennysputkien asennus T1-T2	9 kpl		46,67	420,00
	Miestyö 3x	4 h		105,00	
6.loka	Kevennysputkien asennus T2-T3	9 kpl		46,67	420,00
	Miestyö 3x	4 h		105,00	
	Kevennysputkien ankkurointi T1-T2	5 kpl		105,00	525,00
	Miestyö 3x	5 h		105,00	
7.loka	Tuuletusputkien asennus T1 - T3	19 kpl		55,26	1050,00
	Miestyö 3x	10 h		105,00	

10.loka	Kevennysputkien ankkurointi T1-T3	8 kpl		70,00	560,00
	Miestyö 2x	8 h		70,00	
11.loka	Kevennysputkien ankkurointi T1-T3	6 kpl		70,00	420,00
	Miestyö 2x	6 h		70,00	
14.loka	Kevennysputkien asennus T3-T5	15 kpl		35,00	525,00
	Miestyö 3x	5 h		105,00	
19.loka	Tuuletusputkien asennus T3 - T5	24 kpl		43,75	1050,00
	Miestyö 3x	10 h		105,00	
20.loka	Kevennysputkien ankkurointi T3-T5	8 kpl		131,25	1050,00
	Miestyö 3x	10 h		105,00	
6.marras	Kevennysputkien ankkurointi T3-T5	8 kpl		175,00	1400,00
	Miestyö 4x	10 h		140,00	
7.marras	Kevennysputkien ankkurointi T3-T5	8 kpl		175,00	1400,00
	Miestyö 4x	10 h		140,00	
					8925,00

Nimi	Määrä	Yks.	€/yks.	Yhteensä
Miestyö kevennysputkien kokoaminen	102	h	35,00	3570,00
Miestyö kannatusterästen hitsaaminen	113	h	35,00	3955,00
Miestyö kevennysputkien asentaminen	70	h	35,00	2450,00
Miestyö tuuletusputkien asentaminen	60	h	35,00	2100,00
Miestyö kevennysputkien sidonta	187	h	35,00	6545,00
Konetyö kevennysputkien kokoaminen	28	h	75,00	2100,00
Nosturi kevennysputkien asentaminen	20	h	93,00	1860,00
Muut kulut	1	erä	1100,00	1100,00
				23680,00

Kevennysputkien kuluseuranta materiaalit, Viikin puistosilta

Nimi	Määrä	Yks.	€/yks.	Yhteensä
Kevennysputket	442	m	84,00	37128,00
Kevennysputkien liitoskappaleet	17	kpl	60,00	1020,00
Kevennysputkien päätykartiot	68	kpl	215,00	14620,00
Tuuletusputket ja osat	68	kpl	65,00	4420,00
Kevennysputkien rahti	1	erä	7812,00	7812,00
Kannatusteräokset	0,85	tn	595,00	505,75
Yläpuoliset sivusiteet	0,25	tn	595,00	148,75
Alumiinisiteet	660	kg	3,85	2541,00
50 x 100 lankku	1000	m	0,70	700,00
				68895,50

Kevennysputkien kuluseuranta kokonaishinta, Viikin puistosilta

Nimi	Määrä	Yks.	€/yks.	Yhteensä
Kevennysputkien kokoamisen ja asentamisen yhteishinta	442	m	53,57	23680,00

Nimi	Määrä	Yks.	€/yks.	Yhteensä
Kevennysputkien materiaalien yhteishinta	442	m	155,87	68895,50

Nimi	Määrä	Yks.	€/yks.	Yhteensä
Kevennysputkien kokoamisen, asentamisen ja materiaalien yht.hinta	442	m	209,45	92575,50