

Lassi Hinttala

KEHÄSILLAN RAKENTAMISOHJE

KEHÄSILLAN RAKENTAMISOHJE

Lassi Hinttala
Opinnäytetyö
Kevät 2016
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma, yhdyskuntatekniikan suuntautumisvaihtoehto

Tekijä: Lassi Hinttala
Opinnäytetyön nimi: Kehäsillan rakentamisohje
Työn ohjaaja: Jarmo Erho
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2016
Sivumäärä: 38+10 liitettä

Kehäsiltoja on Suomessa jo lähes 2 000. Suomessa on käytössä kaksi tyyppi-laattakehäsiltaa; suorajalkainen laattakehäsilta ja vinojalkainen laattakehäsilta. Kehäsilat ovat liikuntasaumattomista silloista yleisimpiä ja se rakennetaan useimmiten kevyen liikenteen alikuluksi liikenneturvallisuutta parantamaan.

Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia kehäsillan rakentamisohje työmaan työnjohtajan käyttöön. Tavoitteena oli erityisesti keskittyä kehäsillan laaturaportointiin ja -dokumentointiin. Opinnäytetyössä perehdyttiin myös yleisesti kehäsiltojen perustyyppisiin ja niiden rakentamiseen.

Rakentamisohjeen laatimisessa hyödynnettiin Suomen Maastorakentajat Oy:n Oulun Poikkimaantien siltatyömaalta kesän ja syksyn 2015 aikana kertyneitä kokemuksia sekä Liikenneviraston laatimia suunnitteluohjeita. Työssä otettiin tarkempaan tarkasteluun työmaalla sijaitseva Uittopolun alikulkukäytävä ja sen rakennusvaiheet. Uittopolun alikulkukäytävä rakennettiin pääosin noin viidessä kuukaudessa huhtikuun ja syyskuun välisenä aikana. Rakennusvaiheita seurattiin ja dokumentointiin koko tämän ajan.

Opinnäytetyössä laadittu kehäsillan rakentamisohje on tarkoitettu erityisesti vastavalmistuneen tai sillanrakennustöissä kokemattoman työnjohtajan käyttöön. Ohjetta voidaan käyttää ennen rakentamisen aloittamista rakentamisen suunnittelussa ja aikataulutuksessa. Lisäksi rakentamisohjetta voidaan käyttää muistilistana rakentamisen aikana.

Asiasanat: sillanrakennus, kehäsilta, rakentamisohje, laatu

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree programme in Construction Engineering , option of Civil Engineering

Author: Lassi Hinttala

Title of thesis: Building Guide for Portal Frame Bridge

Supervisor: Jarmo Erho

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2016

Pages: 38+10 appendices

There are nearly 2 000 portal frame bridges in Finland. In Finland there are two types of standard portal frame bridges; the straight-legged portal frame bridge and the crooked-legged portal frame bridge. The portal frame bridge is the most common bridge type without expansion joints. A portal frame bridge is usually built as an underpass for light traffic to improve traffic safety.

The goal of this thesis was to create a building guide for a portal frame bridge for the use of construction site management. The intention was to examine the quality reporting and documentation of a portal frame bridge building project. The thesis also introduces the basic construction and standards of portal frame bridges.

The building guide is based on personal experiences from the Poikkimaantie construction site in Oulu over the summer and autumn of 2015 and the designing guides published by the Finnish Transport Agency. The thesis concentrates more closely on the Uittopolku portal frame bridge and its construction stages. The Uittopolku portal frame bridge was mainly built in 2015 in approximately in five months between April and September. The construction stages were carefully observed and documented during this time.

The outcome of this thesis was a frame bridge building guide intended especially for an inexperienced construction site manager. The guide can be used before the construction in planning and scheduling the different construction phases. During the construction the guide works as an easy-to-use checklist for the supervisors.

Keywords: bridge building, portal frame bridge, quality management, building guide

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	7
2 KEHÄSILLAT	8
2.1 Kehäsiltatyypit	9
2.1.1 Suorajalkainen laattakehäsilta (Blk I)	9
2.1.2 Vinojalkainen laattakehäsilta (Blk II)	10
2.2 Tyypipiirustukset	11
2.3 Suunnittelu ja mitoitus	11
2.3.1 Rakennemalli	11
2.3.2 Perustus	12
2.3.3 Hyötyleveys ja rakennekorkeus	14
2.3.4 Kuormat	14
2.4 Sillan viimeistely	15
3 UITTOPOLUN ALIKULKUKÄYTTÄVÄ	16
3.1 Uittopolun alikulkukäytävän yleiskuvaus	16
3.2 Pohjatutkimukset ja -olosuhteet	17
3.3 Dokumentit	18
4 UITTOPOLUN ALIKULKUKÄYTTÄVÄN RAKENTAMINEN	20
4.1 Pohjaveden alennus, leikkaus ja perustus	20
4.2 Peruslaatat	21
4.2.1 Muotti	21
4.2.2 Raudoitus	22
4.2.3 Betonointi	22
4.3 Kehä, siipimuurit ja reunapalkit	23
4.3.1 Muotti ja telineet	23
4.3.2 Raudoitus	24
4.3.3 Betonointi	24
4.4 Valaistus	26
4.5 Eristystyöt	27

4.6 Ympäristäyttö	28
4.7 Kaiteet	29
4.8 Laatudokumentointi	30
5 KEHÄSILLAN RAKENTAMISOHJE	33
6 POHDINTA	36
LÄHTEET	37
LIITTEET	38

1 JOHDANTO

Kehäsillat ovat liikuntasaumattomista silloista yleisimpiä ja Suomessakin yleinen siltatyyppejä. Se on lyhyen rakennusajan, taloudellisuuden ja valmiiden suunnitelmien takia erittäin suosittu ratkaisu. Myös sillan viimeistelyyn on tarjolla laaja valikoima erilaisia keinoja, joilla se saadaan paremmin istumaan ympäristöönsä. Kehäsilta rakennetaan useimmiten kevyen liikenteen alikuluksi liikenneturvallisuutta parantamaan. Suomessa on käytössä kaksi tyyppilaattakehäsiltää; suorajalkainen laattakehäsilta ja vinojalkainen laattakehäsilta. Tyyppilaattakehäsilloista löytyy Liikenneviraston laatimat tyyppiinrakennukset, jotka toimivat suunnittelutyön pohjana. Valmiiden suunnitelmien ja yksinkertaisen rakenteen takia kehäsilta voidaan saada optimitalanteessa 3 kuukaudessa rakennettua.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on laatia kehäsillan rakentamisohje työmaan työjohtoon käyttöön. Rakentamisohje sisältää toimintaohjeita ja sillan rakentamisessa huomioitavia asioita. Ohjeessa on tarkoituksena käydä järjestyksessä läpi kehäsillan rakennusvaiheita ja niihin liittyviä laatudokumentointeja. Rakentamisohjeessa hyödynnettiin Suomen Maastorakentajat Oy:n Poikkimaantien siltatyömaalta kesältä ja syksyiltä 2015 kertyneitä kokemuksia sekä Liikenneviraston ja InfraRYL:n laatimia virallisia ohjeita sekä julkaisuja. Lisäksi työssä käsitellään yleisesti kehäsilltojen rakentamista sekä niiden perustyyppijä.

Työn tilaajana toimii Suomen Maastorakentajat Oy, joka on Suomen laajuisesti toimiva infra-alan yritys. Suomen Maastorakentajat Oy perustettiin vuonna 1987 ja se toimii pääosin Keski- ja Itä-Suomessa. Vuonna 1994 perustettu Andament Oy ja Suomen Maastorakentajat Oy yhdistyivät 1.8.2014 Suomen Maastorakentajiksi. Molemmilla yrityksillä oli pitkä historia vaativasta insinöörirakentamisesta. Suomen Maastorakentajat kuuluu infrastruktuuripalveluihin erikoistuneeseen Andament Group -konserniin. Asiakkaat tulevat sekä julkiselta että yksityiseltä puolelta.

2 KEHÄSILLAT

Kehäsillat ovat liikuntasaumattomista silloista yleisimpiä ja Suomessakin usein käytetty siltatyyppejä. Useimmiten kehäsilta rakennetaan kevyen liikenteen aliluksi ja liikenneturvallisuuden parantamiseksi. Se on lyhyen rakennusajan, taloudellisuuden ja valmiiden suunnitelmien takia erittäin suosittu ratkaisu. Rakennusaika on optimitilanteessa minimissään 3 kuukautta. Suomessa kehäsilltoja on jo lähes 2 000. (1, s.4-5, 85.)

Kehäsilloissa sillan kansi ja maatuet muodostavat yhtenäisen rakenteen ilman erillisiä pääkannattimia. Kannen ja maatuen muodostama rakenne liittyy kiinteästi tulopenkereisiin ja tien päällyste jatkuu saumattomasti sillan yli. Kehäsilltojen jännemitta-alueita on mahdollista kasvattaa esimerkiksi jännittämällä, tekemällä rakenne jatkuvaksi tai rakentamalla kehän pääkannattimet palkki- tai kotelorakenteisena. (1, s.4, 27.)

Kehäsilta voi olla lyhytjanteinen tai moniaukkoinen. Moniaukkoisia kehäsilltoja rakennettiin Suomessa erityisesti 1960 - 70-luvulla. (1, s.4.) Kuvassa 1 on esimerkki suorajalkaisesta laattakehäsillasta ja kuvassa 2 on esimerkki suorajalkaisesta laattakehäsillasta.



KUVA 1. Teräsbetonien suorajalkainen laattakehäsilta (2, s.1)



KUVA 2. Teräsbetonien vinojalkainen laattakehäsilta (3, s.1)

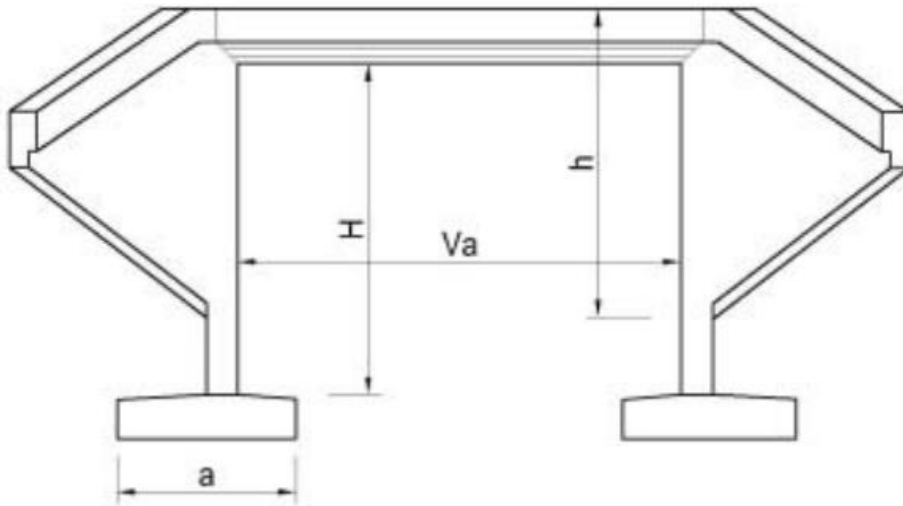
Kehäsillan suurimpiin etuihin kuuluvat valmiit suunnitelmat sekä teline-, muotti- ja raudituspiirustukset tyyppisilloille. Tämä nopeuttaa rakentamista ja yksinkertaistaa suunnittelua. Varsinkin maanvaraisesti perustettujen siltöjen suunnittelu käy nykypäivänä rutiininomaisesti ja perustukset voidaan mitoittaa lähes pelkääntään pystykuormille. Liikuntasauvojen ja laakerien poissaolo helpottaa kunnossapitoa ja parantaa ajomukavuutta. Lisäksi yksinkertainen rakenne helpottaa kehäsillan myöhempää leventämistä. Myös sillan viimeistelyyn ja ulkonäön muokkaamiseen on tarjolla monipuoliset vaihtoehdot. (1, s.6, 85.)

2.1 Kehäsiltatyypit

Suomessa on käytössä kaksi tyyppilaattakehäsiltaa; suorajalkainen laattakehäsilta (Blk I) ja vinojalkainen laattakehäsilta (Blk II). Molemmista tyyppilaattakehäsilloista löytyy Liikenneviraston laatimat vapaasti saatavilla olevat suunnitteluohjeet ja tyyppi- ja raudituspiirustukset. (1, s.5.)

2.1.1 Suorajalkainen laattakehäsilta (Blk I)

Tiehallinnon "Teräsbetoninen laattakehäsilta (Blk I)" –julkaisun sillan päämittoja voidaan käyttää suorajalkaisen laattakehäsilan päämittojen suunnittelun pohjana. (2, s. 9-10.) Kuvassa 3 on esitetty suorajalkaisen laattakehäsilan päämitat.

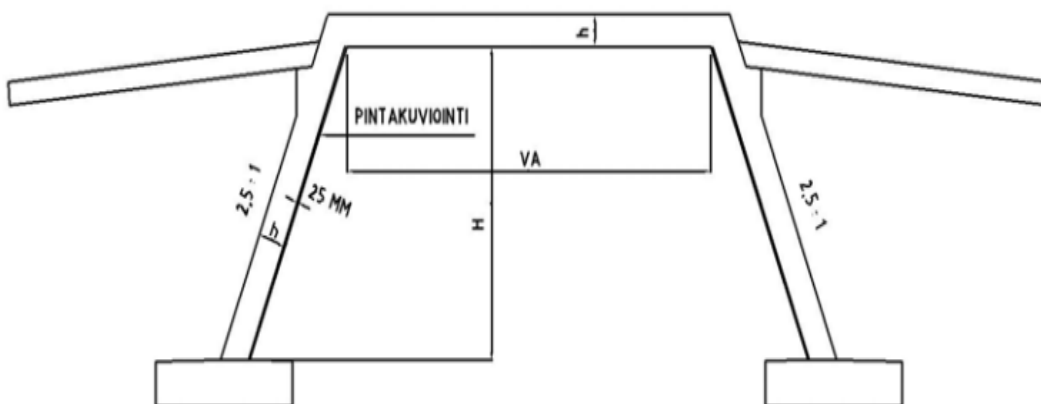


KUVA 3. Suorajalkaisen laattakehäsilan päämitat (2, s.9)

Vapaa-aukon V_a mitta on joko 6,0 tai 8,0 metriä. Jalan korkeus H vaihtelee 3,0 metristä 6,0 metriin ja tyyppiirustuksissa on esitetty kehän rauditus jalan korkeuden ollessa 3,0, 3,5, 4,0, 4,5, 5,0 ja 6,0 metriä. Peruslaatan leveys a on 1,4 – 4,0 metriä ja siiven korkeus h on pienempi kuin 6,5 metriä. (2, s.9.)

2.1.2 Vinojalkainen laattakehäsilta (Blk II)

Liikenneviraston "Teräsbetoninen laattakehäsilta (Blk II)" -julkaisun sillan päämittoja voidaan käyttää vinojalkaisen laattakehäsilan päämittojen suunnittelun pohjana. (3, s.6-9.) Kuvassa 4 on esitetty vinojalkaisen laattakehäsilan päämitat.



KUVA 4. Vinojalkaisen laattakehäsilan päämitat (3, s.6)

Vinojalkaisen laattakehäsillan päämittakuvan vapaa-aukon VA mitat ovat 4,0, 5,0 tai 6,0 metriä. Jalan korkeus H vaihtelee 3,5 metristä 6,0 metriin riippuen vapaa-aukon leveydestä. Siipimuurit ovat alimenevän tien suuntaiset ja kehäjalan kaltevuus aina 2,5:1. Sillan seinien ja laatan rakennepaksuudet h ovat vapaa-aukon koosta riippuvaisia siten, että vapaa-aukon ollessa 4,0 metriä on rakennepaksuus 370 millimetriä ja vapaa-aukon ollessa 5,0 tai 6,0 metriä rakennepaksuus on 420 millimetriä. Yksikaistaiselle sillalle pienin hyödyllinen leveys on 4,5 metriä ja kaksi- tai useampikaistaiselle sillalle 7,5 metriä. Ylärajaa hyötyleveydelle ei ole määritetty. Tyypipiirustussarjan mukainen vinojalkainen laattakehäsilta on tarkoitettu pääasiassa alikulkukäytäväksi (3, s.6-7.)

2.2 Tyypipiirustukset

Kehäsiltojen tyypipiirustukset ovat vapaasti saatavilla Liikenneviraston verkkosivuilta. Suunnitelmiin kuuluu myös Tiehallinnon RL-ohjelmaa varten laaditut siltatyyppin alustavat raudoiteluettelot, joita suunnittelija voi täydentää siltakohtaisesti. Kehäsilloista on saatavilla seuraavat tyypipiirustukset:

- yleispiirustus
- kehän mittapiirustus
- perusanturan mitta- ja raudoituspiirustukset
- siipimuurin raudoituspiirustukset
- kehän raudoituspiirustukset
- teline- ja muottipiirustukset.

(4, linkit Suunnitteluohjeet -> Tyypipiirustussarjat -> Teräsbetoninen laattakehäsilta I (Blk I); 4, linkit Suunnitteluohjeet -> Tyypipiirustussarjat -> Teräsbetoninen laattakehäsilta (Blk II).)

2.3 Suunnittelu ja mitoitus

2.3.1 Rakennemalli

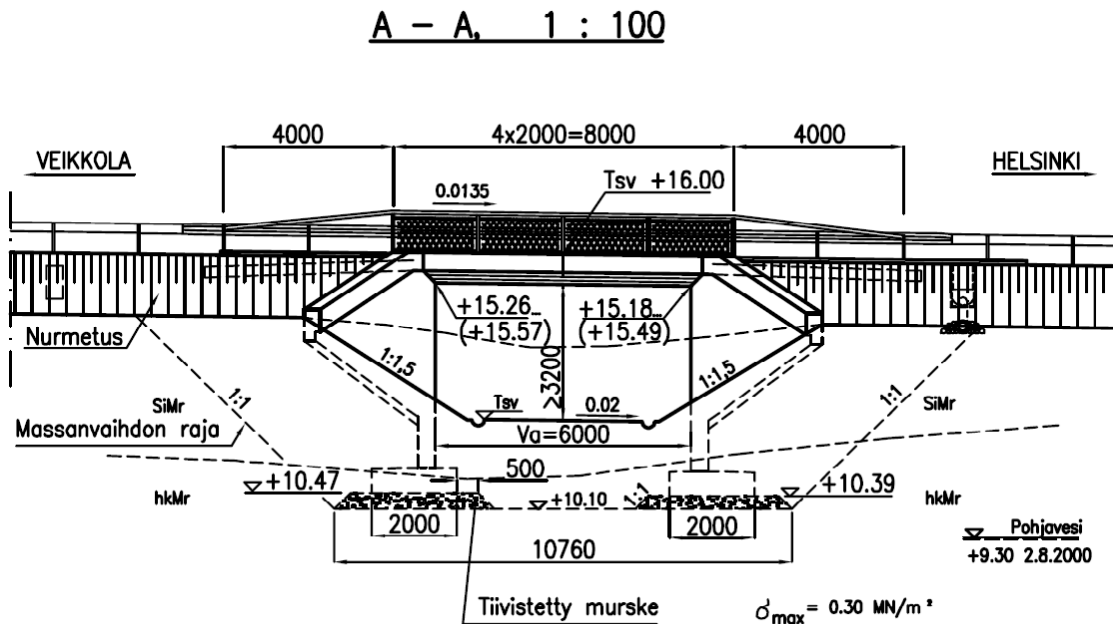
Kehärakenne koostuu kansilaatasta ja jaloista, jotka muodostavat yhtenäisen rakenteen ilman erillisiä pääkannattajia. Kehärakenne suunnitellaan käyttäen betoniluokkaa K35-1 ja teräslaatuja A500HW. Rakenteiden pakkasenkestä-

vyysvaatimukset arvioidaan siltakohtaisesti ja niihin otetaan kantaa sillan yleis- ja mittapiirustuksissa. Kehän jalkojen korkeusero voi olla korkeintaan 1,0 metriä. (1, s.27-28.)

Sillan siipimuurit suunnitellaan siltakohtaisesti ja yleensä ne ovat alimenevän tien suuntaiset. Siipimuurit ovat kehä rakenteen kanssa saman paksuiset ja siipimuurien pään korkeusasema määräytyy alimenevän tien luiskan perusteella. (1, s.30-31.)

2.3.2 Perustus

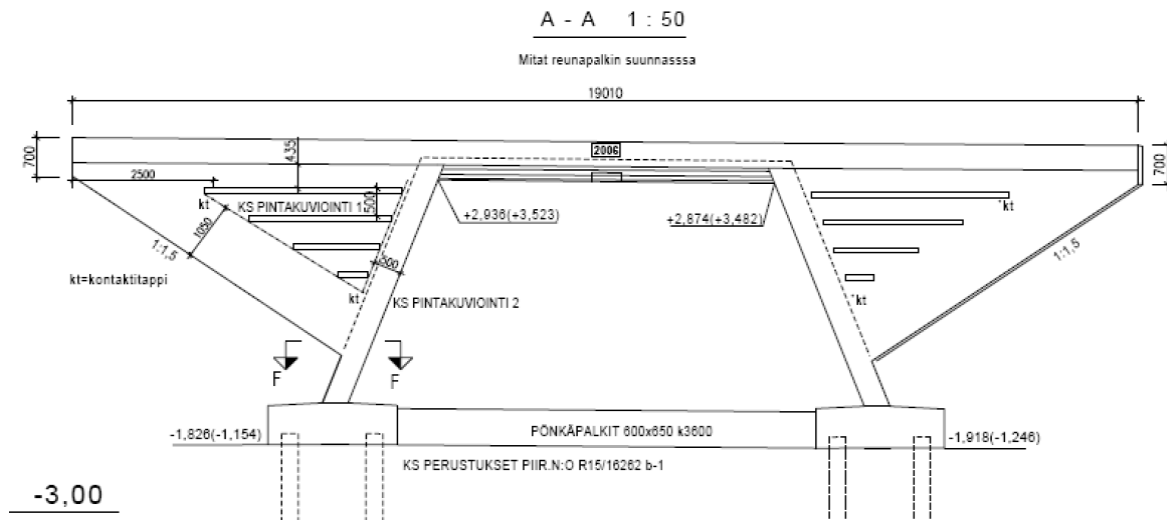
Kehäsillalle parhaiten soveltuva perustustapa on maanvaraisena kantavalle pohjalle perustaminen. Maanvaraisen peruslaatan mitoittaminen perustuu jalan korkeuteen, perusmaan kitkakulmaan ja perustamissyvyyteen Liikenneviraston suunnitteluohjeen mukaisesti. Vinojalkainen laattakehäsilta rakennetaan ilman siirtymälaattoja vinojen jalkojen toimiessa siirtymärakenteena, kun taas suorajalkaisessa siirtymälaattalla estetään painumat siltojen päissä. (1, s.12; 2, s.13.) Kuvassa 5 on suorajalkaisen laattakehä sillan suunnitelma maanvaraisella perustuksella.



KUVA 5. Suorajalkainen laattakehäsilta maanvaraisella perustuksella (2, s.35)

Routivalle maalle perustaessa perustukset tehdään joko routimattomaan syvyyteen asti tai estetään routiminen peruslaatan alla asentamalla lämpöeristeitä. Myös kalliolle perustaminen onnistuu, jolloin tarvittava perustamissyvyys määritellään 42° kitkakulman mukaan ja peruslaatan alle tehdään 300 millimetrin mursketäyttö. (2, s.20.)

Perusmaan ollessa liian pehmeää voidaan käyttää paaluperustusta, jolloin perustus tapahtuu teräsbetonipaalujen varaan ja peruslaatat tuetaan toisiinsa nähden ns. pönkäpalkeilla. Peruslaattojen suurin sallittu korkeusero paaluteuissa perustuksissa on 300 millimetriä. (1, s.12-28.) Kuvassa 6 on vinojalkainen laattakehäsilta paaluperustuksella.



KUVA 6. Vinojalkainen laattakehäsilta paaluperustuksella (1, s.15)

Kehäjalat kiinnittyvät perustukseen tapauksesta riippuen joko nivelkantaisesti tai kimmoisesti. Liikenneviraston tyyppilaattakehäsilloissa käytetään kimmoista kiinnitystä ja se on näin ollen yleisempi. Rakennetta mitoittaessa kiinnityksasteen voi otaksua olevan jäykän- ja nivelkiinnityksen välissä, kuitenkin siten että jalan kiinnitysteräksset mitoitetaan vastaamaan täyttä kiinnitystä. Nivelkantainen liittyminen on yleistä ratasilloissa, joissa kehäsillan päällä kulkee junaliikennettä. (1, s. 21.)

2.3.3 Hyötyleveys ja rakennekorkeus

Sillan yli kulkevan tien leveys määrittää sillan hyötyleveyden. Jos alikulkukäytävän ylittävällä tiellä on kaksi ajorataa, niin välikaistan kohdalle jätetään yleensä valoaukko. Tyyppekehäsillojen päämittakuvien mukaan niiden rakennekorkeus (jalan korkeus H) vaihtelee 3,0 metristä 6,0 metriin riippuen vapaa-aukon leveydestä ja tyypisiltatyypistä. (1, s.17; 2, s.9; 3, s.6.)

2.3.4 Kuormat

Kehäsillan kuormia mitoittaessa tulee rakenteen oman painon lisäksi ottaa huomioon eristyksestä, kannen pintarakenteista, maanpaineesta ja liikennekuormasta aiheutuneet kuormat. Kehäsilloissa käytetään yleensä 2-kertaista kumibitumikermi-eristystä suojakermeineen, joiden päälle tulee vielä hiekkaa ja mursketta. Suunnittelussa kantavan kehälaatan päälle tulevien kannen pintarakenteiden painon oletetaan olevan 740 kg/m². Mikäli kannen pintarakenteiden, eli asfaltti- ja maakerroksen paksuus kasvaa yli 1 metrin, on suunnitelma tarkastettava uudelleen. (1, s.18-19.)

Sillan rakenne suunnitellaan joko lepopaineelle tai 0,7-kertaiselle lepopaineelle. Liikennekuorman mitoitus tehdään liikennekuormalla Lk 1 ja mitoitus tarkastetaan raskaalla erikoiskuormalla Ek 1. Liikennekuormana vinolle jalalle voidaan mitoituksessa käyttää tasan jakautunutta kuormaa 20 kN/m² ja jarrukuorman otaksutaan jakaantuvan tasan koko kehän leveydelle. Pintakuormasta kehittyvä lepopaine on 20 kN/m². (1, s.19.)

Maanpaine voidaan olettaa samansuuruiseksi sillan molemmin puolin. Maanvastaiset seinät tulee suunnitella siten, että ne ovat tarpeeksi vahvat kestämään maanpaineet ja samalla riittävän joustavat, jotta ne eivät liiku koko korkeudeltaan yläreunan pakottamaa liikettä. Tyypillisesti päätytuen jäykkyyden suhteena sillan kannen suhteeseen käytetään 1:10. Liikuntasaumattomat sillat tukeutuvat vaakasuunnassa päätypenkereisiin, joten penkereiden tulee olla hyvin kokoonpuristuneita ja vakaita. Vinojalkaisessa kehäsillassa myös jalan päällä oleva maa vaikuttaa kuormana. (1, s.19-26.)

2.4 Sillan viimeistely

Kehäsillan ympäristön viimeistelyyn on tarjolla monipuolisia ratkaisuja. Erilaiset kiveykset ja kuvioinnit auttavat parantamaan sillan ulkonäköä ja suuria yhtenäisiä betonipintoja on yleensä hyvä koristella esimerkiksi urituksilla. Monipuoliset muokkausmahdollisuudet helpottavat sillan sulauttamista ympäristöönsä ja lisäämään siltapaikan viihtyisyyttä. Kehäsillan ympäristö voidaan viimeistellä erilaisilla kiveyksillä ja alikulun seinämät voidaan koristella esimerkiksi uppo- tai kohokuvioinneilla. (1, s.75-85; 3, s.20.) Kuvassa 7 on esimerkki jalan perinteisestä kolmiorimoituksella aikaansaadusta kuvioinnista. Kuvassa 8 on esimerkki kehäsillan ympäristön viimeistelystä betonikiveyksellä.



KUVA 7. Kehän jalan perinteinen kuviointi kolmiorimoituksella (1, s.78)



KUVA 8. Kehäsillan ympäristö on viimeistelty betonikiveyksellä (1, s.76)

3 UITTOPOLUN ALIKULKUKÄYTÄVÄ

Oulun Poikkimaantien rakennushanke Kajaanintien ja Vaalantien välillä alkoi maaliskuussa 2015 ja sen on tarkoitus valmistua keväällä 2017. Hankkeen taustalla on vuoden 2020 yleiskaavasunnitelma, jossa Oulu laajenee Oulujoen koillispuolelle Hiukkavaaran alueelle ja alueen käyttöönotto edellyttää liikenneyhteyksien kehittämistä. Tällä hetkellä Oulujoen ylittävien nykyisten liikenneväylien välityskyky on täysin käytössä, eikä niiden kapasiteettia voida lisätä. (5, s.1-2.)

Tilajana hankkeessa toimii Oulun kaupungin yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut ja pääurakoitsijana Suomen Maastorakentajat Oy. Urakan kokonaishinta on noin 10,5 miljoonaa euroa. Poikkimaantien rakennushankkeessa rakennetaan liikenneyhteys välille Kajaanintie - Vaalantie, johon kuuluu Oulujoen ylittävä 260 metriä pitkä Poikkimaantien silta. Poikkimaantien silta tulee toimimaan katu-yhteyden lisäksi myös kevyen liikenteen pääreitteinä Oulujoen yli. Tämän lisäksi urakassa rakennetaan kuusi uutta poikkeavan kevyen liikenteen alikulkua, joihin kuuluu myös vinojalkainen laattakehäsilta Uittopolun alikulkukäytävä. Urakassa rakennetaan myös kaksi uutta kiertoliittymää ja uusia kevyen liikenteen väyliä. (6; 9.) Poikkimaantien rakennustyömaan yleissuunnitelma löytyy liitteestä 1.

3.1 Uittopolun alikulkukäytävän yleiskuvaus

Uittopolun alikulkukäytävä on 1-aukkoinen ja suora vinojalkainen teräsbetoninen laattakehäsilta, jonka siipimuurit ovat ylittävän tien suuntaiset. Siltapaikka sijaitsee sillan alittavan rakennettavan kevyen liikenteen väylän K4J ja levennetävän Poikkimaantien risteyksessä Oulujoen pohjoispuolella. Sillan rakennussuunnitelma on laadittu Tiehallinnon tyyppisillan tyyppikuvien mukaan poikkeavia siipimuureja lukuun ottamatta. Betonin korotetut suojaetäisyydet otettiin huomioon kasvattamalla kehärakenteen paksuutta ja poikkeavat siipimuurit mitoitettiin erikseen. Uittopolun alikulkukäytävän yleissuunnitelma löytyy liitteestä 2. (7, s.1-2.)

Uittopolun alikulkukäytävän kokonaispituus on 19,90 metriä ja hyötyleveys on 9,5 metriä. Sillan vapaa-aukon leveys on 6,0 metriä ja alikulkukorkeus on suurempi kuin 2,8 metriä. Alittavan kevyen liikenteen väylän (K4J) taseus on sillan kohdalla noin tasolla +13 ja ylittävän väylän (Poikkimaantie) taseus noin tasolla +17. Poikkimaantie nousee sillan kohdalla 3 % pituuskaltevuudella Vaalantietä kohti ja vaakageometria on suora. Poikkimaantiella on kaksipuolinen sivukaltevuus. Sillan kohdalla Poikkimaantien oikeanpuoleinen sivukaltevuus on 3 % ja vasemman puoleinen sivukaltevuus on 3 %. (7, s.1-2.)

Alittava kevyen liikenteen väylä (K4J) laskee 1 % pituuskaltevuudella kohti Sanginsuuta, kun taas vaakageometria on suora sillan alla ja sen välittömässä läheisyydessä. Sivukaltevuus on yksipuolinen. Sillan alittavan tien (K4J) oikeanpuoleinen sivukaltevuus on 2,5 % ja vasemmanpuoleinen sivukaltevuus on -2,5 %. Suunnitelmissa on käytetty koordinaattijärjestelmää ETRS-GK26 ja korkeusjärjestelmää NN. Uittopolun alikulkukäytävän kehän mittapiirustus löytyy liitteestä 3.(7, s.1-2.)

Perustustapana käytetään perustamista maanvaraisille peruslaatoille massanvaihdon varaan. Massanvaihtomateriaalina käytetään kalliomursketta KaM KK 0/65. Massanvaihto tiivistetään kerroksittain ja sen paksuudeksi tulee 1,5 metriä. Massanvaihdon alle ja sivuille asennetaan suodatinkangas N3. Massanvaihdon päälle rakennetaan 0,5 metrin paksuinen murskearina SrM/KaM 0/32. Peruslaattojen alle rakennetaan 80 millimetrin routaeristys, jonka mitoituslämmönjohtavuusvaatimus on korkeintaan 0,037 W/mK. (7, s.3.)

3.2 Pohjatutkimukset ja -olosuhteet

Uittopolun alikulkukäytävän siltapaikalla tehtiin kaksi heijarikairausta, kaksi painokairausta ja kaksi koekuoppaa. Näiden mittausten lisäksi asennettiin yksi pohjavesiputki noin 20 metriä luoteeseen alikulkukäytävästä. Yhdestä tutkimuspisteestä otettiin häiriintyneitä maanäytteitä maalajien geoteknisten ominaisuuksien selvittämiseksi. Näytteistä määriteltiin vesipitoisuus ja rakeisuus sekä silmämääräisesti maalaji. (8, s. 2.)

Siltapaikan maanpinta on melko tasainen korkeusaseman vaihdellessa välillä +14,5 - +15,5. Maanpinta nousee loivasti koilliseen Vaalantien suuntaan. Siltapaikalla maanpinnassa on 0,1-0,3 metriä paksu humuskerros, jonka alla on noin 1,0 metrin paksuinen runsaasti humusta sisältävä löyhä hienohiekkakerros. Löyhän hienohiekkakerroksen alla on noin 2,0 metriä paksu keskitiivis hienohiekkakerros, joka taas puolestaan rajoittuu noin metrin paksuiseen pehmeään silttikerrokseen. Tämän alla on vielä noin 2,0 metriä paksu tiivis hiekkakerros, joka rajoittuu tiiviiseen pohjamoreeniin. (8, s. 2-3.)

Siltapaikalle ei tehty porakonekairauksia, joten kallion pinnan korkeusasemasta ei ole tarkkaa tietoa. Kallion pinnan taso arvioitiin kuitenkin paino- ja heijari-kairauksen päättymissyvyyksien perusteella välille +5,9 - +6,2. Pohjavedenpinnan tasoksi arvioitiin 25.6.2009 tehdyn havainnon perusteella +13,4. (8, s. 2-3.)

3.3 Dokumentit

WSP Finland Oy laati sillan suunnitelmat ja esiselvitykset. Ennen rakentamisen aloittamista Uittopolun alikulkukäytävästä oli laadittu seuraavat suunnitelmat ja tutkimukset:

- yleispiirustus
- kehän mittapiirustus
- kehän raudituspiirustus
- siipimuurien raudituspiirustus 1
- siipimuurien raudituspiirustus 2
- peruslaatan raudituspiirustus
- valaistussuunnitelma
- perustamistapalausunto
- pohjatutkimuskartta
- tutkimusleikkaus
- laatuvaatimukset
- määräluettelo
- rakennussuunnitelmaselostus
- betoniteräsluettelo

- muotti- ja telinesuunnitelma.

(9.)

4 UITTOPOLUN ALIKULKUKÄYTÄVÄN RAKENTAMINEN

Uittopolun alikulkukäytävä rakennettiin Oulun Poikkimaantien työmaalle pääosin huhtikuun ja syyskuun välisenä aikana 2015. Sillan betonikaiteiden asennus ja ylikulkevan tien päällystys siirrettiin myöhäisempään ajankohtaan työmaan muiden siltojen sitoessa työvoimaa. Sillan lähiympäristön viimeistely hoidetaan vasta kaikkien muiden rakennusvaiheiden jälkeen.

4.1 Pohjaveden alennus, leikkaus ja perustus

Ennen leikkaustöiden aloittamista PVA Palvelu Oy suoritti siltapaikalla pohjaveden alentamista, jotta kaivu- ja rakennustyöt olisivat mahdollisia. Rakennustyöt alkoivat 10.4.2015, kun siltapaikkaa leikattiin pohjavedenpinnan tasoon. Pillityksen asennus alkoi seuraavalla viikolla ja asennustyöt kestivät noin viikon. Pohjavettä alennettiin tyhjiömenetelmällä, jossa siltakaivannon ympärille upotettiin imukärkiä noin 2,0 - 3,0 metrin välein noin 2 metriä kaivutason alapuolelle. Näiden imukärkien ylöstuloputket yhdistettiin kaivantoa kiertävään runkoputkeen, jonka kautta vettä pumpattiin pois. Pillejä asennettiin yhteensä 40 siltapaikan ympärille ja vesi pumpattiin pois kahdella pumpulla. Pillitykset purettiin, kun sillan yhteyteen asennetut kaivot ja pumppaamo otettiin käyttöön.

Siltakaivannon leikkaustyöt aloitettiin huhtikuussa pillityksen jälkeen ja ne kestivät noin kaksi viikkoa. Leikkaustöistä vastasi Oulun maa- ja vesirakennus Oy. Leikkauksen jälkeen kaivantoon rakennettiin kulkuyhteys työmaan kanssa risteävän kevyen liikenteen väylän Sangintien risteyksestä. Kulkuyhteyden rakentaminen kesti noin puolitoista viikkoa, minkä jälkeen kaivannon pohjalle pystytettiin kuljettamaan massanvaihtomateriaali. Ennen massanvaihtoa Oulun maa- ja vesirakennus aloitti alikulkukäytävän kuivatukseen liittyvien neljän sadevesikaivon ja pumppaamon asentamisen.

Uittopolun alikulkukäytävä perustettiin maanvaraisena massanvaihdon varaan. Massanvaihto tehtiin kalliomurskeesta KaM KK 0/65 ja se tiivistettiin kerroksittain. Massanvaihdon paksuus oli 1,5 metriä. Massanvaihdon alle ja sivuille asennettiin suodatinkangas. Massanvaihdon päälle tiivistettiin vielä kerroksittain 0,5 metrin paksuinen murskearina SrM/KaM 0/32. Tiivistämistöiden jälkeen

mittamies kävi ottamassa arinan tarkkeet ja varmisti sen oikean korkeusase-
man. Peruslaattojen alle asennettiin routasuojaukseksi suorareunaista 100 mil-
limetrin paksuista Finnfoam-lämmöneristettä.

Ennen muottien rakentamista Oulun Geolaboratorio Oy suoritti perustuksille
pudotuspainokokeen. Tiiveysvaatimuksena oli $D > 95\%$ ja kantavuusarvon E2
tuli olla suurempi kuin 125 MPa ja kantavuusarvojen suhde $E2/E1 < 2,2$. Koe
otettiin neljästä kohtaa ja jokainen kohta täytti tiiveysvaatimukset. Kuvassa 9 on
käynnissä alikulkukäytävän perustusten rakentaminen.



KUVA 9. Sillan perustusten rakentaminen

4.2 Peruslaatat

4.2.1 Muotti

Peruslaattojen muotit rakennettiin kesäkuun alussa 2015 ja muottien rakentami-
sista vastasi Paterak Oy. Muotit rakennettiin 100 millimetrin paksuisten Finnfo-
am-levyjen päälle muottipiirustusten perusteella. Mittamies kävi myös tarkasta-
massa muottien oikean sijainnin ennen raudoitusta ja betonointia. Muotteihin
käytettiin lujuusluokan C24 ja kosteusluokan 3 sahatavaraa. Muottien sidonta
toteutettiin 10 millimetrin paksuisilla alumiinisilla muottisiteillä.

4.2.2 Raudoitus

Peruslaatat raudoitettiin kesäkuun alussa 2015 ja peruslaattojen raudoituksesta vastasi Tiiron Raudoituspalvelu Oy. Ennen peruslaattojen raudoitusta työvaiheesta laadittiin työvaiheen työ- ja laatusuunnitelma. Peruslaattojen raudoitukseen käytettiin Celsa Steelin tehtaalla taivutettuja A500HW betoniteräksiä. Raudoitus suoritettiin erillisten raudoituspöytäkirjojen mukaan. Ennen betonointia suoritettiin muotti- ja raudoitustarkastus, josta laadittiin muotti- ja raudoitustarkastuspöytäkirja.

4.2.3 Betonointi

Peruslaatat betonoitiin kesäkuun alussa 2015 ja betonoinnista vastasi Paterak Oy. Massan toimitti Ruskon Betoni Oy. Ennen betonoinnin aloittamista työvaiheesta laadittiin betonointisuunnitelma ja työvaiheen työ- ja laatusuunnitelma. Peruslaattoihin käytettiin lujuusluokan C30/37 ja rasisluokan P30 betonia. Betonointikalustona käytettiin betonipumppuauton lisäksi kahta invertterisauvataäryntä ja käsikäyttöisiä pintahiertimiä. Itse betonointi tapahtui 3.6.2015 kello 14.00 - 15.40 nousunopeudella 0,5 metriä/h kerroksittain tiivistäen. Suunniteltu tilavuus oli 31 m³ ja toteutunut massamäärä oli lopulta 33 m³. Betonoinnin jälkeen työvaiheesta laadittiin betonointipöytäkirja.

Valu suojattiin yöksi pressuilla ja muotit purettiin seuraavana päivänä. Siltapaikka täytettiin peruslaattojen yläpinnan tasoon. Ruskon Betoni Oy toimitti betonimassan suhteituksen sekä P-lukulaskelman ja suoritti massalle lujuuskokeet sekä toimitti siihen liittyvän raportin Suomen Maastorakentajille. Suomen Maastorakentajat Oy testasi vielä peruslaattojen lujuuden kimmo- ja värähtelytestillä Liikenneviraston ohjeen mukaisesti. Mittamies kävi mittaamassa mittaussuunnitelman mukaiset peruslaattojen tarkkeet. Sillan laatuvaatimuksien määrittelemä betonipeitteen riittävä suojaetäisyys tarkastettiin profometrillä. Kuvassa 10 on käynnissä sillan peruslaattojen betonointi.



KUVA 10. Sillan peruslaattojen betonointi

4.3 Kehä, siipimuurit ja reunapalkit

4.3.1 Muotti ja telineet

Kehän telineiden ja muottien rakentamisesta vastasi Paterak Oy. Insinööritoimisto Tak-Plan laati Poikkimaantien kehäsilloille omat muotti- ja telinesuunnitelmat. Lisäksi muotti- ja telinetöistä laadittiin työvaiheen työ- ja laatusuunnitelma. Muotteihin käytettiin lujuusluokan C24 ja kosteusluokan 3 sahatavaraa. Muottien sidonta toteutettiin 10 millimetrin paksuisilla alumiinisilla muottisiteillä.

Kehän ja siipimuurien muotti kasattiin kahdessa osassa. Ensin kasattiin kehärakenteen sisäpuolen muotti ja siipimuurien ulompien sivujen muotit. Tämän jälkeen kehä ja siipimuurit raudoitettiin. Raudoituksen jälkeen rakennettiin siipimuurien toisen sivun ja kehän ulkopuolinen muotti, eli suoritettiin muotin tuplaus. Kehän muotti- ja raudoitustyöt kestivät yhteensä noin kuukauden. Mittamies tarkasti muottien aseman ennen kehän betonointia. Kuvassa 11 on sillan kehän ja siipimuurien muotteja sekä telineitä.



KUVA 11. Sillan kehän, siipimuurien ja reunapalkkien muotteja sekä telineitä

4.3.2 Raudoitus

Sillan kehä, siipimuurien ja reunapalkkien raudoituksesta vastasi Tiiron Raudoituspalvelu Oy. Ennen raudoitusta työvaiheesta laadittiin työvaiheen työ- ja laatusuunnitelma. Raudoitukseen käytettiin Celsa Steelin tehtaalla taivutettuja A500HW betoniteräksiä. Raudoitus suoritettiin erillisten raudoituspiirustusten mukaan. Kehän muotti- ja raudoitustyöt kestivät yhteensä noin kuukauden. Ennen betonointia suoritettiin muotti- ja raudoitustarkastus, josta laadittiin muotti- ja raudoitustarkastuspöytäkirja.

4.3.3 Betonointi

Uittopolun alikulkukäytävän kehä, siipimuurit ja reunapalkit betonoitiin kesäkuun lopussa 2015 ja betonoinnista vastasi Paterak Oy. Massan toimitti Ruskon Betoni Oy. Ennen betonoinnin aloittamista työvaiheesta laadittiin betonointisuunnitelma ja työvaiheen työ- ja laatusuunnitelma. Kehään ja siipimuureihin käytettiin lujusluokan C30/37 ja rasisluokan P30 betonia. Reunapalkkeihin käytettiin hieman lujempaa C35/45 lujusluokan ja P50 rasisluokan betonia. Betonointikalustona käytettiin betonipumppuauton lisäksi neljää invertterisauvatärytintä,

kahta tärypalkkia ja kahta polttomoottorihierintä. Lisäksi sillan kannen viimeistelyyn käytettiin käsikäyttöisiä pintahiertimiä.

Itse betonointi tapahtui 29.7.2015 kello 7.30 - 16.30. Betonia laskettiin kehän jalkaan valuputkella noin 0,5 metrin nousunopeudella siten, että jalkoja täytettiin vuorotellen. Massa tiivistettiin sauvatäryttimillä. Jalkojen täyttymisen jälkeen pidettiin tunnin tauko, jonka jälkeen betonoitiin reunapalkit ja sillan kansi. Reunapalkkien betonoinnin yhteydessä kiinnitettiin kaidepulttiryhmit sillan kaiteiden asentamista varten. Kannen tiivistämiseen käytettiin tärypalkkia ja sen hierto hoidettiin polttomoottorikäyttöisellä pintahiertimellä. Suunniteltu tilavuus oli 113 m³ ja toteutunut massamäärä oli 107,5 m³. Betonoinnista laadittiin betonointipöytäkirja.

Kannen valu suojattiin yöksi routamatoilla. Ruskon Betoni Oy toimitti betoni-massojen suhteitukset sekä P-lukulaskelmat ja suoritti massoille lujuuskokeet sekä toimitti niihin liittyvät raportit Suomen Maastorakentajille. Suomen Maastorakentajat Oy testasi vielä kehän, siipimuurien ja reunapalkkien lujuuden kimmovasaralla Liikenneviraston ohjeen mukaisesti. Sillan laatuvaatimuksien määrittämä betonipeitteen riittävä suojaetäisyys tarkastettiin profometrillä. Kuvassa 12 on käynnissä kehän betonointi.



KUVA 12. Sillan kehän, siipimuurien ja reunapalkkien betonointi

Muottien purkaminen aloitettiin seuraavana päivänä. Muottien purkamisen jälkeen mittamies kävi mittaamassa mittaussuunnitelman mukaiset tarkkeet silta-rakenteesta. Lisäksi samalla tarkistettiin asennettujen kaidepulttiryhmien sijainti. Muottien purkutyö kesti noin kaksi viikkoa. Kuvassa 13 on silta muottien purkamisen jälkeen.



KUVA 13. Silta muottien purkamisen jälkeen

4.4 Valaistus

Valaistuksen asennuksista vastasi HSK Sähkö Oy. Sillan päällinen tie valaistetaan tien rakennussuunnitelman mukaan myöhäisemmässä vaiheessa. Sillan alittava tie valaistiin asentamalla 3 valaisinta siten, että yksi valaisin tuli sillan risteyskohtaan ja kaksi muuta 4 metrin päähän risteyskohdasta alittavan K4J kevyen liikenteen väylän keskilinjan suuntaisesti. Valaisimien valukotelot ja valaistuksen putkitukset asennettiin kehän ja siipimuurien raudoituksen kanssa samanaikaisesti. Valaistuksen syötön suojaputkena käytettiin 110 millimetrin paksuista muovista suojaputkea. Valukoteloiden paikallaan pysyminen ja valaistusten varausten paikallaan pysyminen valun aikana varmistettiin. Valaistuksen asennukset hoidettiin erillisin valaistussuunnitelman mukaisesti.

4.5 Eristystyöt

Sillan eristettiin elokuun ja syyskuun vaihteessa 2015 ja eristyksestä vastasi Katterla Oy. Eristystyöt aloitettiin kehän jalan ja peruslaatan liittymäkohdasta ja edettiin ylöspäin kohti sillan kannen reunaa. Silta eristettiin käyttöluokan 1 kak-sinkertaisella kumibitumieristyksellä. Aluskermi ja pintakermi asennettiin ajoradan suuntaisesti kannen kaltevuudet huomioon ottaen. Siipimuurien maanvas-taisiin pintoihin suoritettiin kumibitumisively, mutta kermiä niihin ei asennettu.

Ennen sillan kannen eristämistä siitä mitattiin pinnankosteus, joka piti hyväksyt-tää eristysurakoitsijalla. Suomen Maastorakentajat mittasi kosteuden seitse-mästä eri kohdasta sillan kannesta ja pinnankosteuden keskiarvoksi saatiin 4,0 % vaatimuksen ollessa alle 5,0 %. Lisäksi sillan kansi hiekkapuhallettiin, jotta siitä saataisiin tarpeeksi sileää.

Katterla Oy suoritti omat eristystyöhön liittyvät laatumittauksensa ja toimittivat niihin liittyvät dokumentit sekä oman eristys suunnitelmansa Suomen Maastora-kentäjille. Ennen eristämistä Katterla Oy mittasi kannen pinnan karkeuden lasi-helmimenetelmällä ja tarkasti silmämääräisesti alustan siisteyden. Lisäksi he laativat eristyspäiviltä eristysolosuhteraportin, johon kirjattiin sääolosuhteet. Kannen kumibitumieristys ulotettiin 1,5 metrin matkalle kehän jalkaan ja alempi kermi peruslaatan ja kehäjalan liittymäkohtaan asti.

Sillan kannen suojaamiseen ei tarvinnut rakentaa sääsuojaa, sillä tarvittavat pinnankosteusvaatimukset saatiin täyttymään. Sillan kehäjalkojen ja siipimuuri-en näkyviin jäävät osat käsitellään vielä antigrafitisuoja-aineella ennen urakan luovuttamista. Kuvassa 14 näkyy jalkojen kumibitumikermieristystä ja siipimuu-rien kumibitumisivelyä.



KUVA 14. Sillan kehäjalkojen ja siipimuurien eristystä

4.6 Ympäristäyttö

Sillan ympäristäytöstä vastasi Oulun maa- ja vesirakennus Oy. Ympäristäyttö suoritettiin eristyksen kanssa samanaikaisesti siten, että sillan ympäristä täytettiin kehän ja siipimuurien eristyksen edetessä. Täten telineiden rakentamiselta vältyttiin. Ympäristäytön yhteydessä kermieristyksen päälle asennettiin suodatinkangas.

Ympäristäytön yhteydessä asennettiin myös neljä uutta kaivoa, joihin lisättiin kaivorenkaita ympäristäytön edetessä. Sillan lähiympäristöön rakennettiin useampia sadevesikaivoja, joiden vedet pumpataan pois sillan yhteyteen rakennetun pumppaamon kautta paineputkella. Kuivatusten rakentamisesta ja pumppaamon asentamisesta vastasi Oulun maa- ja vesirakennus Oy.

Sillan kannen kermieristyksen päälle tuli hiekka- ja murskekerros. Silta avattiin työmaaliikenteen käyttöön syyskuun puolessa välissä 2015. Sillan kannen päällystystyöt siirrettiin vuodelle 2016 työmaan muiden siltojen ollessa tärkeysjärjestyksessä korkeammalla ja niiden työt veloittivat Uittopolun alikulkukäytävän työvaiheita. Kuvassa 15 näkyy sillan ympäristäyttötöitä ja kermieristyksen päälle levitettävää suodatinkangasta.



KUVA 15. Sillan ympäristäyttyöt ja kuivatusten rakentaminen

4.7 Kaiteet

Sillan kaiteiden asentamisesta vastaa Kaide-Kanerva Oy. Siltaan asennetaan teräsbetoniset melukaiteet. Sillan kaiteiden asentaminen siirtyi kuitenkin vuodelle 2016 työmaan tärkeysjärjestyksessä korkeammalla olevien siltojen töiden sitoessa työvoimaa. Siltaan asennettiin kuitenkin väliaikaiset työkaiteet puutoamissuojaukseksi. Kuvassa 16 on Uittopolun alikulkukäytävä väliaikaisilla puukaiteilla.



KUVA 16. Uittopolun alikulkukäytävä väliaikaisilla puukaiteilla

4.8 Laatudokumentointi

Uittopolun alikulkukäytävän läpiviennissä laadittiin kesällä ja syksyllä 2015 seuraavat laatudokumentit, jotka tallennettiin työmaan laatukansioon ja toimitettiin tilaajan edustajalle:

- urakan 2-viikkoisaikataulu (Päivitettiin urakan edetessä)
- aliurakoitsijoiden tilaajavastuuraportit
- kaivantosuunnitelma (Oulun maa- ja vesirakennus Oy)
- putoamissuojaussuunnitelma
- perustuksen tiiveysmittausraportti (Oulun Geolaboratorio Oy)
- arinan tarkkeet (Mitta Oy)
- työvaihekohtainen työ- ja laatusuunnitelma: Valmiin rakenteen mitat, peruslaatat (Mittausuunnitelma)
- lämpöeristeiden materiaalitodistukset (Finnfoam Oy)
- työvaihekohtainen työ- ja laatusuunnitelma: Peruslaatan muotit
- työvaihekohtainen työ- ja laatusuunnitelma: Peruslaatan raudoitus
- muottimateriaalien materiaalitodistukset
- betoniterästen materiaalitodistukset
- työvaihekohtainen työ- ja laatusuunnitelma: Peruslaatan betonointi
- betonointisuunnitelma: Peruslaatat
- betonin suhteitus/P-lukulaskelma: Peruslaatat (Ruskon Betoni)
- betonointipöytäkirja: Peruslaatat
- peruslaattojen valussa käytetyn pumppuauton pystytuspöytäkirja
- peruslaattojen laatuvaatimusten mukaiset tarkkeet (Mitta Oy)
- peruslaattojen lujuusmittaus kimmoasaralla
- peruslaattojen betonin lujuusmittaus laboratoriossa (Ruskon Betoni Oy)
- peruslaattojen betonin suojaetäisyyden mittaus profometrillä
- työvaihekohtainen työ- ja laatusuunnitelma: Valmiin rakenteen mitat, kehärakenne (Mittausuunnitelma)
- työvaihekohtainen työ- ja laatusuunnitelma: Kehän, siipimuurien ja reuna-palkkien muotit ja telineet

- työvaihekohtainen työ- ja laatusuunnitelma: Kehän, siipimuurien ja reunapalkkien raudoitus
- muotti- ja telinemateriaalien materiaalitodistukset
- betoniterästen materiaalitodistukset
- työvaihekohtainen työ- ja laatusuunnitelma: Kehän, siipimuurien ja reunapalkkien betonointi
- betonointisuunnitelma: Kehä, siipimuurit ja reunapalkit
- betonin suhteitus/P-lukulaskelma: Kehä ja siipimuurit (Ruskon Betoni Oy)
- betonin suhteitus/P-lukulaskelma: Reunapalkit (Ruskon Betoni Oy)
- betonointipöytäkirja: Kehä, siipimuurit ja reunapalkit
- kehän siipimuurien ja reunapalkkien valussa käytetyn pumppuauton pystytyspöytäkirja
- työvaiheen työ- ja laatusuunnitelma: Valmiin rakenteen mitat, kehärakenne (Mittaussuunnitelma)
- kehän, siipimuurien ja reunapalkkien laatuvaatimusten mukaiset tarkkeet (Mitta Oy)
- kehän, siipimuurien ja reunapalkkien betonin lujuuden mittaus kimmo-vasaralla.
- kehän, siipimuurien ja reunapalkkien betonin lujuuden mittaus laboratoriossa (Ruskon Betoni Oy)
- kehän, siipimuurien ja reunapalkkien betonin suojaetäisyyden mittaus profometrillä
- kannen pinnankosteuden mittauspöytäkirja
- ympäristäytön maa- ja kiviainesten laatudokumentit (Oulun maa- ja vesirakennus Oy)
- eristysuunnitelma (Katterla Oy)
- eristyksen laatumittausraportti (alustan tarkastusraportti, vetokoeraportti) (Katterla Oy)
- eristysmateriaalien materiaalitodistukset (Katterla Oy).

Sillan päällystys ja kaiteiden asennus siirtyi vuodelle 2016, joten niihin laatu-
kumentoinnit siirtyivät myös myöhemmälle ajankohdalle. Työvaiheista tullaan
laatimaan kuitenkin ainakin seuraavat laatudokumentit:

- sillan päällystyssuunnitelma (Lemminkäinen Oy)
- päällystysmateriaalin materiaalitodistukset (Lemminkäinen Oy)
- kaiteiden asennussuunnitelma (Kaide-Kanerva Oy)
- kaiteiden tuote- ja materiaalitodistukset (Kaide-Kanerva Oy).

5 KEHÄSILLAN RAKENTAMISOHJE

Opinnäytetyössä laaditussa kehäsillan rakentamisohjeessa on käyty läpi kehäsillan rakennusvaiheita ja niihin liittyviä laatumittauksia ja -dokumentointeja.

Tämän ohjeen laatimisessa on käytetty Liikenneviraston ja InfraRYL:n virallisia julkaisuja sekä ohjeita, mutta se ei millään tapaa korvaa niitä tai ole kaiken kattava. Käytä rakentamisen yhteydessä aina myös virallisia ohjeita ja julkaisuja.

Täysimittainen ohje löytyy työn liitteestä 10. Liitteestä 9 löytyy kehäsillan laaturaportoinnin muistilista, jonka voi tulostaa työmaakopin seinälle ja päivittää työmaan edetessä. Rakentamisessa käytettyjä Suomen Maastorakentajat Oy:n laatudokumenttipohjia löytyy työn liitteistä 4-8.

Rakentamisohjeessa on oletettu, että tarvittavat esiselvitykset, suunnittelutyö, aliurakoitsijoiden valitseminen sekä viranomaisluvut jo hoidettu ja näin ollen ohje keskittyy puhtaasti tuotantoon. Ennen rakentamisen aloittamista on aina tarpeen tutustua sillan aineistoon ja suunnitelmiin yleisellä tasolla. Työvaiheiden jatkuva valokuvaaminen on myös kannattavaa, vaikka ohjeessa ei ole myöskään asiasta erikseen mainittu.

Ohjeen ensimmäinen osio käsittelee aliurakoitsijoiden kanssa toimimista ja sillan rakennusvaiheiden laadunvalvontaa. Tärkeää tässä osiossa ovat eri aliurakoitsijoiden aikataulujen yhteensovittaminen ja kehäsillan eri laatumittaukset. Myös rakennusmateriaalien hankinta-aikataulujen pohtiminen on tärkeää ja materiaalien materiaalitodistukset tulee säilöä työmaan laatukansioon sekä toimittaa tilaajan edustajalle. Kehäsillan työvaiheiden sekä laatumittausten etenemisestä on hyvä laatia alustavat aikataulut, joita voidaan päivittää työmaan edetessä.

Seuraavaksi ohje käsittelee pohjaveden alentamista sekä leikkaustöitä siltapaikalla. Tärkeää pohjaveden alennustöissä on riittävä kalusto ja oikeanlainen pohjavedenalentamisratkaisu. Molemmista on hyvä keskustella pohjaveden alennusurakoitsijan kanssa. Myös pohjaveden alentamisen ympäristövaikutuksia on hyvä tarkkailla. Pohjaveden alennustöiden jälkeen voidaan aloittaa siltapaikan leikkaustyöt. Tärkeää siltapaikan leikkaustöissä on maansiirtoon käytettävän

kaluston päättäminen ja syntyvien leikkausmassojen sijoituspaikka. Myös leikkaustöiden turvallisuusasioihin otetaan kantaa.

Leikkaustöiden jälkeen ohjeessa käydään läpi perustusten rakentamista. Osiossa käsitellään maanvaraista sekä paalutettua perustustapaa ja niiden toimenpiteitä. Maanvaraisena perustaminen on yleisin tapa ja siinä on tärkeää, että se tiivistetään kerroksittain ja tarvittavat tiiveysvaatimukset täytetään. Mittamiehen on hyvä käydä tarkistamassa murskearinan tai paalujen tarkkeet ennen peruslaattojen rakennustöitä. Perustuksille on tehtävä tiiveysmittaukset ennen peruslaattojen rakentamista.

Perustusten jälkeen siirrytään itse peruslaattojen rakentamiseen. Peruslaattojen rakentamisen aikana on tärkeää muistaa useat laatumittauksiin sekä niiden dokumentointiin liittyvät vaiheet, jotka on listattu ohjeessa. Mittamiehen täytyy käydä tarkistamassa peruslaattojen muottien asema ennen valua ja peruslaattojen asema valun jälkeen sekä laatia niistä vaaditut tarkkeet.

Peruslaattojen valun jälkeen siirrytään kehäsillan yleensä työllistävimpään vaiheeseen, eli sillan kehärakenteen, siipien sekä reunapalkkien rakentamiseen. Tässä työvaiheessa työturvallisuus nousee isompaan rooliin putoamisvaarallisten teline- ja muottitöiden takia. Lisäksi kehän, siipimuurien ja reunapalkkien raudoitukseen sekä betonointiin liittyen laaditaan useita laatumittauksia ja -dokumentteja. Kehän rakentamistöissä täytyy myös yleensä sovitella yhteen useamman aliurakoitsijan aikatauluja. Mittamiehen täytyy käydä tarkistamassa muottien asema ennen valua ja kehärakenteen sijainti valun jälkeen sekä laatia niistä vaaditut tarkkeet.

Kehän, siipimuurien ja reunapalkkien rakentamisen jälkeen purkamisen jälkeen voidaan siirtyä sillan eristystöihin. Eristystöissä aikataulut on tärkeää, sillä eristystyöt saa aloittaa aikaisintaan kolme viikkoa betonipintojen jälkihoidon jälkeen ja se on työvaiheena hieman muita riippuvaisempi kuivasta kelistä. Eristettävien pintojen tulee olla kuivia ja sileitä. Eristysurakoitsijoiden kanssa tulee neuvotella eristysajankohdasta hyvissä ajoin. Myös eristystöiden aikana tehdään useita laatumittauksia, joista laaditut dokumentit tulee säilöä työmaan laatukansioon ja toimittaa tilaajan edustajalle.

Sillan ympärystäytystä voidaan suorittaa samanaikaisesti kehän jalkojen ja siipimuurien eristyksen kanssa, joten maanrakennusurakoitsijan ja eristysurakoitsijan aikataulujen yhteensovittaminen täytyy ottaa huomioon. Sillan ympärystäytössä on tärkeää, että ympärystäyttyjä tiivistetään riittävästi ja eristysten päälle levitetään suodatinkangasta. Ympärystäyttyjen yhteydessä saatetaan asentaa myös sillan kuivatukseen käytettäviä kaivoja, joten kuivatuksista vastaava aliurakoitsijaa on tiedotettava rakentamisen aikatauluista.

Ohjeen lopussa käsitellään pikaisesti sillan kaiteiden asentamista, päällystystöitä ja sillan viimeistelyä. Opinnäytetyössä käsiteltävän Uittopolun alikulkukäytävän kaiteiden asentaminen ja päällystystyöt siirtyivät vuodelle 2016, joten niiden rakennusvaiheita on listattu hieman suppeammin. Sillan viimeistely tapahtuu vasta kaikkien muiden rakennusvaiheiden jälkeen. Tärkeintä on laatia työvaiheen työ- ja laatusuunnitelmat työvaiheista tai vaatia niitä työvaiheesta vastuussa olevalta aliurakoitsijalta. Lisäksi rakennusmateriaalien materiaalitodistukset on säilöttävä työmaakansioon ja toimitettava tilaajan edustajalle.

6 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia kehäsillan rakentamishoje työmaan työnjohdon käyttöön. Erityisesti tavoitteena oli tarkastella kehäsillan laaturaportointiin ja -dokumentointiin liittyviä seikkoja sekä laatia ohjenuoria helpottamaan kehäsillan laadunhallintaa. Lisäksi työssä käsiteltiin yleisesti kehäsiltojen rakentamista ja niiden perustyyppejä.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi kehäsillan rakentamishoje työmaan työnjohdon käyttöön. Ohjetta voi käyttää suunnitteluun ennen varsinaisen rakentamisen aloittamista ja helppokäyttöisenä muistilistana rakentamisen aikana. Työ painottuu erityisesti kehäsillan laaturaportointiin ja työn yhteydessä laadittiin myös Excel-pohjainen laaturaportoinnin muistilista.

Ohjeesta saattaa hyötyä erityisesti kokematon tai vastavalmistunut työnjohtaja, joka voi saada ohjeesta hyviä vinkkejä ja ohjeita kehäsillan rakentamistöihin. Varsinkin laatudokumentoinnin muistilista helpottaa laatumittausten oikea-aikaista suorittamista ja näin ollen vähentää mahdollisia arvonalennuksia ja rakennusvirheitä. Kehäsillan rakentamisen yhteydessä tulee kuitenkin aina käyttää myös InfraRYL:n ja Liikenneviraston virallisia ohjeita ja julkaisuja.

Rakentamishojeessa hyödynnettiin Suomen Maastorakentajat Oy:n Poikkimaantien siltatyömaalta kesältä ja syksyltä 2015 kertyneitä kokemuksia, joten se ei ole kaiken kattava. Kaikki rakennetut kehäsillat olivat vinojalkaisia, joten suorajalkaisten siltojen erityispiirteet jäivät ohjeen ulkopuolelle. Esimerkiksi siirtymälaattojen rakentamiseen ohje ei ota kantaa, sillä niitä ei Poikkimaantien kehäsiltoihin rakennettu. Myös osa Uittopolun alikulkukäytävän rakennusvaiheista siirtyi vuodelle 2016, joten niiden toimenpiteiden ja laatudokumentointien osuus ohjeessa jäi suppeaksi.

LÄHTEET

1. Erho, Jarmo 2014. Sillanrakennus-opintojakson kurssimateriaali. Oulu: Oulun ammattikorkeakoulu.
2. Teräsbetoninen laattakehäsilta (Blk I). 2004. Liikennevirasto. Suunnitteluohje. Saatavissa: <http://alk.tiehallinto.fi/sillat/julkaisut/blk12004.pdf>. Hakupäivä 27.1.2016.
3. Teräsbetoninen laattakehäsilta (Blk II). 2011. Liikennevirasto. Suunnitteluohje. Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2011-09_terasbetoninen_laattakehasilta_web.pdf. Hakupäivä 27.1.2016.
4. Liikenneviraston sillanrakentamisen verkkosivut. 2011. Liikennevirasto. Saatavissa: <http://www2.liikennevirasto.fi/sillat/>. Hakupäivä 7.3.2016.
5. Poikkimaantie välillä Kainuuntie (vt 22) - Vaalantie (mt 8300) . 2005. Yleissuunnitelma. Oulun kaupunki, tekninen keskus. Saatavissa: http://www.ouka.fi/c/document_library/get_file?uuid=306934f1-9f82-4d8f-86cb-e49e85cb3ac5&groupId=139863. Hakupäivä 30.1.2016.
6. Poikkimaantien rakentamisen verkkosivut. 2016. Oulun kaupunki. Saatavissa: <http://www.ouka.fi/oulu/kadut-kartat-ja-liikenne/poikkimaantie>. Hakupäivä 30.1.2016.
7. Rakennussuunnitelmaselostus. 2011. WSP Finland Oy. Uittopolun alikulkukäytävä. Oulu.
8. Perustamistapalausunto. 2011. WSP Finland Oy. Uittopolun alikulkukäytävä. Oulu.
9. Poikkimaantien rakennushankkeen suunnittelu-aineisto. 2011. WSP Finland Oy. Oulu.

LIITTEET

Liite 1 Poikkimaantien yleissuunnitelma

Liite 2 Uittopolun alikulkukäytävän yleissuunnitelma

Liite 3 Uittopolun alikulkukäytävän kehän mittapiirustus

Liite 4 Työvaihekohtainen työ- ja laatusuunnitelmapohja

Liite 5 Muotti- ja raudoitustarkastuspöytäkirjapohja

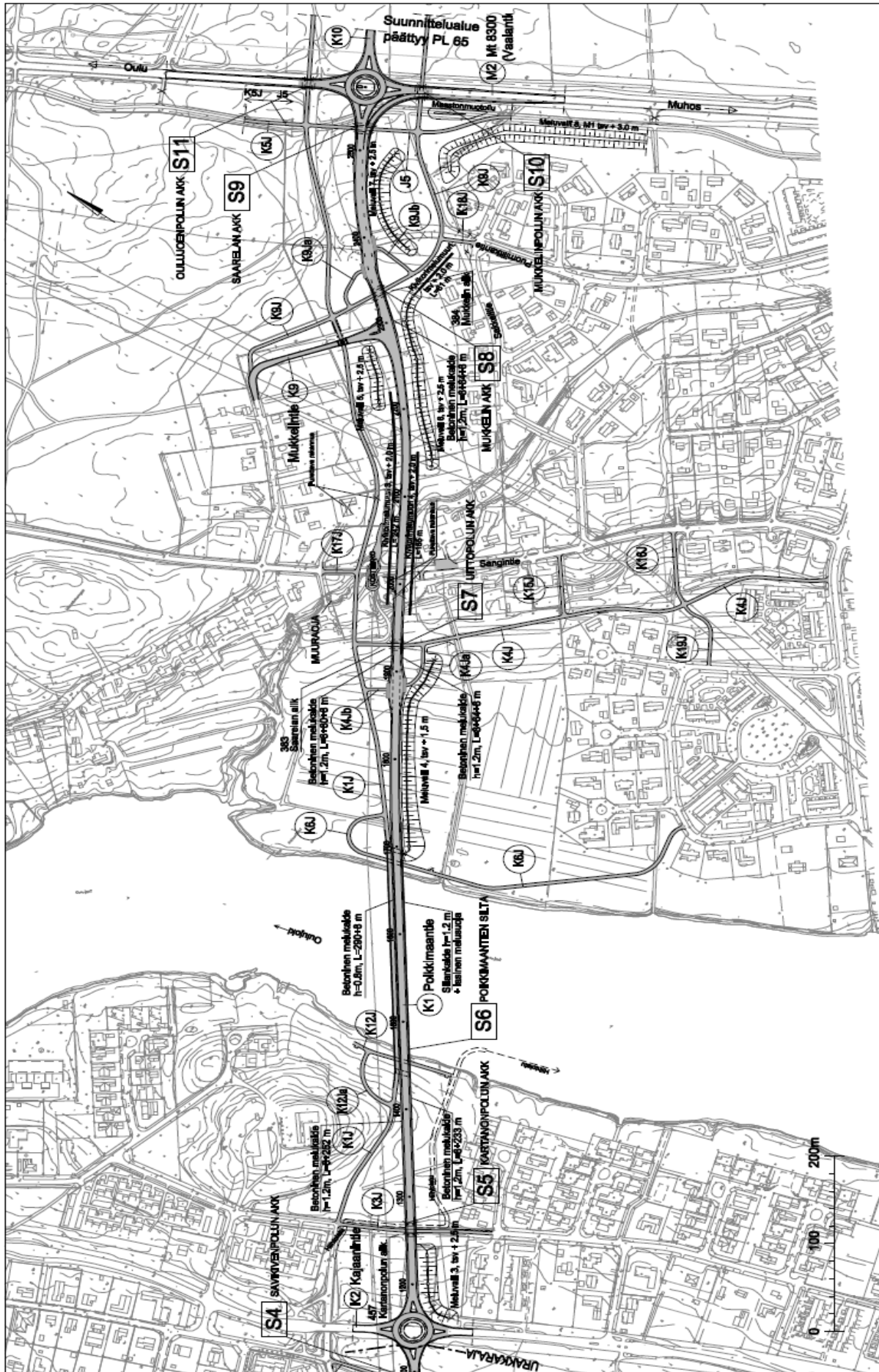
Liite 6 Betonointisuunnitelmapohja

Liite 7 Betonointipöytäkirjapohja

Liite 8 VTT:n kimmovasaran mittauspöytäkirjapohja

Liite 9 Kehäsillan laatudokumentoinnin muistilista

Liite 10 Kehäsillan rakentamisohje




**TYÖVAIHEEN TYÖ- JA
LAATUSUUNNITELMA (versio 1.5)**

Projekti, urakissa	Laatija
Tilaaaja	Pvm.
Työvaihe	Työvaihenumero
Resurssit <ul style="list-style-type: none"> ◆ Käytettävä kalusto ◆ Työryhmä ◆ Käytettävät materiaalit 	
VALMISTAVA VAIHE <ul style="list-style-type: none"> ◆ Edelliset työvaiheet ◆ Ilmoitukset ja informointi ◆ Muut 	
TYÖTURVALLISUUS JA YMPÄRISTÖ <ul style="list-style-type: none"> ◆ Suojavälineet ◆ Nostolaitteet ◆ Käyttöönottotarkastukset ◆ Turvallisuussuunnitelmat ◆ Varottavat laitteet ◆ Haitalliset aineet ◆ käyttöturvallisuustiedotteet ◆ Liikenteen ohjaus ◆ Pohjavesialueet ◆ Materiaalien käsittely ◆ Melun torjunta ◆ Pölynsidonta ◆ Liukkauden torjunta 	
TYÖN SUORITUS <ul style="list-style-type: none"> ◆ Menetelmät ◆ Aikataulu ◆ Vastuut ◆ Informointi ◆ Riskit ◆ Muut 	

TYÖVAIHEEN LAADUNVARMISTUS					
LAATUTEKIJÄ	VAATIMUS/ TOLERANSSI	MITTAUS- MENETELMÄ	MITTAUS- TIHEYYS	DOKUMENTTI	MITTAUKSEN SUORITTAJA
	-				
TYÖVAIHEEN HENKILÖI- DEN YHTEYSTIEDOT Pääurakoitsija Aliurakoitsija	Asema/yritys	Nimi	Puhelin	Sijainen	
ALLEKIRJOITUKSET Työvaiheesta vastaava Olen perehtynyt ja sitoudun Olen perehtynyt ja sitoudun Olen perehtynyt ja sitoudun Olen perehtynyt ja sitoudun Olen perehtynyt ja sitoudun Olen perehtynyt ja sitoudun Olen perehtynyt ja sitoudun	Päivämäärä	Työkone/ tehtävä	Työryhmä/ aliurakoitsija	Nimi	
Pvm:	Korvaa version:	Laatinut:	Ohje nro:		
9.11.2009	1.2	Antti Kaarlela			
29.3.2011	1.3	Antti Kaarlela			
21.7.2014	1.4	Jaakko Mikkonen			

MUOTTI- JA RAUDOITUSTARKASTUS

Rakennuskohde

Tie nro	Sijaintikohde
---------	---------------

Rakennusosa:

Muottitarkastus

Nro	Muottitarkastus:	Kunnossa	Korjattava	Korjattu pvm. ja allekirj
1.	Muotin tuennat ja sidonta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.	Muotti materiaali	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.	Muotin asema	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.	Laatumittaukset	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5.	Puhtaus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Selitys korjattavasta osasta

Nro	Selitys

Raudoitustarkastus

Nro	Raudoitustarkastus	Kunnossa	Korjattava	Korjattu pvm. ja allekirj
1.	Tartunnat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2.	Määrät ja paikka	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3.	Jatkospituudet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4.	Tuennat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5.	Suojabetonipeite	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6.	Sidonta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7.	Pintojen puhtaus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Selitys korjattavasta osasta

Nro	Selitys

Pvm:	Työmaapäällikö:	Valvoja:
------	-----------------	----------

BETONOINTISUUNNITELMA

Kohde:	
Urakka:	
Rakenneosa:	
Urakoitsija:	
Vastaava työnjohtaja:	
Toteutusaika:	

A RAKENTEEN KUVAUS

1. Valuosat	
2. Piirustusnumerot	
3. Massamäärät	
4. Rakenteen korkeus	
5. Rakenteen mitat	
6. Muuta erityistä	

B BETONIMASSA

1. Betonimassan toimittaja yhdyshenkilöt puhelin ja fax. numerot	
2. Sementti	
3. Runkoaine	
4. Lujuusluokka	
5. Rasitusluokka	
6. Lisäaineet	
7. Notkeus	
8. Erityisvaatimukset	

C BETONIMASSAN LAADUNVALVONTA

1. Kokeiden suorittaja	
2. Koekappaleet	
3. Vaadittu puristuslujuus	
4. Vaadittu ilmamäärä	
5. Koekappaleiden tunnuksset	

BETONOINTISUUNNITELMA

D BETONOINNIN AIKATAULU

1. Betonointiajankohta	
2. Valunopeus	
3. Nousunopeus	
4. Kiertonopeus	
5. Valutaot yms.	

E TYÖNJOHTO JA TYÖVOIMA

1. 1 lk:n betonityönjohtaja	
2. Betonityönjohtajat	
3. Betonointiryhmät ja tehtävät	
4. Erityisjärjestelyt	

F BETONOINTIKALUSTO

1. Massan siirto	
2. Massan vastaanotto	
3. Tiivistyskaluston määrä	
4. Muu kalusto	

G TYÖSUORITUKSEN KUVAUS

1. Valutelineet	
2. Kaluston sijoitus	
3. Valu- ja tiivistysaukot	
4. Betonipintojen viimeistely ja laatuvaatimukset	

BETONOINTIPÖYTÄKIRJA		NRO
Työmaan/projektin nimi:		Pvm:
Betonityönjohtaja:	Vastaava mestari:	

Valukohde:	
Suunniteltu tilavuus:	Toteutunut tilavuus:

BETONINTOIMITTAJA	
Toimittaja:	
BETONIN OMINAISUUDET	
Lujuus- ja rakenneluokka _____	
Rasitusluokka:	<input type="checkbox"/> XD <input type="checkbox"/> XC1 <input type="checkbox"/> XC2 <input type="checkbox"/> XC3 <input type="checkbox"/> XC4 <input type="checkbox"/> XD1 <input type="checkbox"/> XD2 <input type="checkbox"/> XD3 <input type="checkbox"/> XS1 <input type="checkbox"/> XS2 <input type="checkbox"/> XS3 <input type="checkbox"/> XF1 <input type="checkbox"/> XF2 <input type="checkbox"/> XF3 <input type="checkbox"/> XF4 <input type="checkbox"/> XA1 <input type="checkbox"/> XA2 <input type="checkbox"/> XA3 <input type="checkbox"/> ____

Sementin lujuus- ja nopeusluokka:	<input type="checkbox"/> 32,5	<input type="checkbox"/> 32,5R	<input type="checkbox"/> 42,5N	<input type="checkbox"/> 42,5R	<input type="checkbox"/> 52,5	<input type="checkbox"/> 52,5R
Sementtityyppi:	<input type="checkbox"/> CEM I	<input type="checkbox"/> CEM II	<input type="checkbox"/> CEM II B	<input type="checkbox"/> CEM III		
Max raekoko:	<input type="checkbox"/> 8 mm	<input type="checkbox"/> 11,2mm	<input type="checkbox"/> 16mm	<input type="checkbox"/> 31,5mm		
Notkeus (sVB)	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8
Suojahuokososuhte:						
Lisäaineet:	<input type="checkbox"/> hidastin	<input type="checkbox"/> injektioaine	<input type="checkbox"/> kiihdytin	<input type="checkbox"/> huokostin		
	<input type="checkbox"/> notkistin	<input type="checkbox"/> tehonotkistin	<input type="checkbox"/> tiivistysaine	<input type="checkbox"/> _____		
käyttöselosteen numero ja aineen nimi: BY 1B-	_____					
Seosaineet:	<input type="checkbox"/> silika	<input type="checkbox"/> lentotuhka	<input type="checkbox"/> masuunik.	<input type="checkbox"/> _____		

ERIKOISOMINAISSUUDET			
<input type="checkbox"/> pakkasenkestävyys	<input type="checkbox"/> vesitiiviys	<input type="checkbox"/> kuumabetoni	<input type="checkbox"/> kuitubetoni
<input type="checkbox"/> kevytsorabetoni	<input type="checkbox"/> LH	<input type="checkbox"/> SR	<input type="checkbox"/> polymeerisementtibetoni
<input type="checkbox"/> massan lämmitys	<input type="checkbox"/> uppobetoni	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

BETONOINTI

Betonointi alkoi: _____ päättyi pvm: _____

Valutauot: _____ taukokohdat: _____

Toteutunut betonointi nopeus _____ m³/h toteutunut nousunopeus: _____ m/h tai etenemänä _____ m²/h

Betonikuormia suunniteltu _____ kpl toteutunut _____ kpl

Betonin lämpötila toimitettaessa: _____ °C

Toteutunut betonikuorma yhteensä: _____

Sääolosuhteet: _____

KOEKAPPALEET

Työmaalla otettujen koekappaleiden tunnuksat: _____

JÄLKIHOITO

Jälkihoidon aloitus klo _____

 pinnan hierto kastelu jälkihoitoaine, nimi _____

Jälkihoitoaineen levitystapa: _____

Levityskerrat: _____

KUORMAKIRJAT**ALLEKIRJOITUS**

Pvm _____

Nimi _____

Kimmoasaratestaus

Kohde	
Rakenne / m ³ betonia	
Valupäivämäärä	
Betonin suunnittelulujuus / tyyppi	
Betonin valmistaja	
Testauspäivämäärä	
Testaaja	
Tarkastaja	
Urakoitsijan työnjohtaja	

Testauskohta nro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Testauskohdan pinta hiottu (X)										
Testaussuunta										
Kimmoasaralukemat	Yksittäiset lukemat									
	Keskiarvo									
Testauskohdan lujuusarvo [MPa]										
Testauskohdan lujuusarvojen keskiarvo f_{cm}										
Testauskohdan lujuusarvojen keskihajonta s										
Keskihajonnan ja keskiarvon suhde s/f_{cm}										
Testauskohtien lukumäärä n										
Testauskohtien lukumäärästä n riippuva kerroin f_k										
Testauskohtien pienin lujoustulos f_{cmin}										
Vertailulujuus K_k [Joko $\text{MIN}[f_{cm}-1,48s; f_{cmin}+4]$ tai $\text{MIN}[f_{cm}-f_k; f_{cmin}+4]$]										
Kommentit:									
									
									

KEHÄSILLAN LAATURAPORTTI

Työmaan nimi:

Työmaan numero:

Kohdesilta:

Pääurakoitsija:

Tilaja:

Vastaava työnjohtaja:

	OK	PVM	Poikkeamat
2-viikkoisaikataulu			
Laadunvarmistussuunnitelma			
Putoamissuojaus/turvallisuussuunnitelma			
Perustusten tiiveysmittaus			
Urakoitsijoiden tilaajavastuuraportit			

Työvaiheen työ- ja laatusuunnitelma	OK	PVM	Poikkeamat
Pohjaveden alentaminen			
Leikkaustyöt (kaivantosuunnitelma)			
Perustukset (massanvaihto/paalutus)			
Valmiin rakenteen mitat (mittaussuunnitelma)			
Peruslaatan raudoitus			
Peruslaatan betonirakenteet			
Kehän raudoitus			
Kehän betonirakenteet			
Muotit ja telineet			
Eristystyöt			
Päällystys			
Kaiteiden asennus			
Sillan viimeistely			

Muotti- ja raudoitustarkastus	OK	PVM	Poikkeamat
Peruslaatta			
Kehä + siipimuurit + reunapalkit			

Suhteitus	OK	PVM	Poikkeamat
Peruslaatat			
Kehä + siipimuurit			
Reunapalkit			

Betonointisuunnitelma	OK	PVM	Poikkeamat
Peruslaatat			
Kehä + siipimuurit			
Reunapalkit			

Betonointipöytäkirja	OK	PVM	Poikkeamat
Peruslaatat			
Kehä + siipimuurit			
Reunapalkit			

Tarkkeet	OK	PVM	Poikkeamat
Murskearina			
Paalut (paaluperusteinen)			
Peruslaatan paksuus			
Peruslaatan sijainti vaakatasossa			
Peruslaatan yläpinta			
Sijainti pystytasossa			
Sijainti vaakatasossa			
Sillan hyödyllinen leveys			
Vapaa-aukko			
Sillan reunapalkin muoto pysty			
Sillan reunapalkin muoto vaaka			
Kaidepulttiryhvät			

Lujuusmittaukset	OK	PVM	Poikkeamat
Koekappale, peruslaatat			
Koekappale, kehä + siipimuurit			
Koekappale, reunapalkit			
Kimmoasara, peruslaatat			
Kimmoasara, kehä + siipimuurit			
Kimmoasara, reunapalkit			

Betonin suojaetäisyys, profometri	OK	PVM	Poikkeamat
Peruslaatat			
Kehä			
Siipimuurit			
Reunapalkit			

Eristys	OK	PVM	Poikkeamat
Kannen kosteusmittaus			
Alustan tarkastusraportti			
Eristysolosuhderaportti			
Pinnan karkeusmittausraportti			
Vetokoeraportti			

Materiaalitodistukset	OK	PVM	Poikkeamat
Massanvaihto			
Murskearina			
Paalut (paaluperusteinen)			
Lämpöeristeet			
Puutavara (muotit & telineet)			
Betoniteräksset			
Betoni, peruslaatat			
Betoni, kehä & siipimuurit			
Betoni, reunapalkit			
Suojaputket			
Kumibitumi			
Kermit			
Ympäristäyttömateriaali			
Päällyste			
Kaiteet			

KEHÄSILLAN RAKENTAMISOHJE

Tässä rakentamisohjeessa on oletettu, että tarvittavat esiselvitykset, suunnittelutyö, viranomaisluvut, aliurakoitsijat sekä alihankkijat on jo järjestetty ja näin ollen ohje keskittyy puhtaasti tuotantoon. Ennen rakentamisen aloittamista on aina tarpeen tutustua sillan aineistoon ja suunnitelmiin yleisellä tasolla. Työvaiheiden jatkuva valokuvaaminen myös kannattavaa, vaikka ohjeessa ei ole myöskään asiasta erikseen mainittu.

Tämän ohjeen laatimisessa on käytetty Liikenneviraston ja InfraRYL:n virallisia julkaisuja sekä ohjeita, mutta se ei millään tapaa korvaa niitä tai ole kaiken kattava. Käytä rakentamisen yhteydessä aina myös virallisia ohjeita ja julkaisuja.

1. Aliurakoitsijat ja laadunvalvonta

- Sovi aliurakoitsijoiden kanssa kehäsillan toteutusaikataulusta. Varsinkin eri aliurakoitsijoiden aikataulujen yhteensovittaminen on ensisijaisen tärkeää työn aikataulussa pysymisen kannalta.
- Tarkista aliurakoitsijoiden pätevyudet ja vaadittavat laatuvastuutodistukset. Säilö todistukset työmaan laatukansioon ja toimita ne tilaajan edustajalle.
- Selvitä materiaalien toimitusajat ja neuvottele alihankkijoiden kanssa materiaalitoimitusten aikatauluista työmaalle. On hyvä miettiä etukäteen, että onko tarpeen saada kaikki materiaalit kerällä työmaalle vai onko järkevämpää porrastaa materiaalitoimituksia.
- Valmistaudu mahdollisen kuormapurkukaluston järjestämiseen ja suunnittele kuormanpurkupaikkoja etukäteen.

- Varmista, että alihankkijat toimittavat materiaaleistaan tuote- ja materiaalitodistukset. Säilö todistukset työmaan laatukansioon ja toimita tilaajan edustajalle.
- Perehdytä aliurakoitsijoiden uudet työntekijät työmaalle.
- Jos sillanrakennustyöt aiheuttavat liikennejärjestelyissä muutoksia, niin laadi niistä liikenteenohjaussuunnitelma jonka hyväksytät tilaajan edustajalla. Tiedota liikennemuutoksista osapuolia, jota asia koskettaa.
- Laadi alustava rakentamisen aikataulu, jonka toteutumista seurata. Päivitä aikataulua päivittäin ja suunnittele työvaiheita vähintään kaksi viikkoa etukäteen.
- Selvitä etukäteen tarvittavat laatumittaukset sillan laatuvaatimuksista ja laadi laadunvarmistussuunnitelma tai alustava laatumittauksen aikataulu.
- Varmista, että työvaiheita suorittavat aliurakoitsijat ovat selvillä työvaiheen laatuvaatimuksista. Pidä työvaiheiden aloituspalaverit, jossa käydään läpi työvaiheen työ- ja laatusuunnitelmat sekä mahdolliset ongelmakohtat.
- Sovi tilaajan edustajan kanssa toimitettavista laatudokumenteista.
- Sovi tilaajan edustajan kanssa mahdollisista tarvittavista katselmuksista.
- Laadi mittaussuunnitelma ja varmista, että mittaustöistä vastaava henkilö ajan tasalla tarvittavista tarkemittauksista.
- Varmista, että työmaan turvallisuussuunnitelmassa otetaan kantaa myös kehäsillan vaarallisiin työvaiheisiin.

Säilö kaikki laatudokumentit työmaan laatukansioon. Kehäsillan rakentamisen aikana laaditaan ainakin seuraavat laatudokumentit ja -mittaukset:

- 2-viikkoisaikataulu
- aliurakoitsijoiden tilaajavastuuraportit ja pätevyudet

- rakennusmateriaalien tuote- ja materiaalitodistukset
- kaivantosuunnitelma
- putoamissuojaussuunnitelma
- työvaiheen työ- ja laatusuunnitelmat
- mittaussuunnitelma
- käytettävien työkoneiden vastaanottotarkastukset/pystytyspöytäkirjat
- työntekijöiden perehdytyspöytäkirjat
- perustusten tiiveysmittaukset
- muotti- ja raudoitustarkastukset
- betonointisuunnitelmat
- betonointipöytäkirjat
- betonin lujuusmittaukset
- betonin suojaetäisyyden mittaukset
- tarkemittaukset
- eristyssuunnitelma
- päällystyssuunnitelma.

2. Pohjaveden alennus

- Laadi pohjaveden alennustöistä työvaiheen työ- ja laatusuunnitelma tai vaadi sitä pohjaveden alentamisesta vastuussa olevalta urakoitsijalta. Säilö suunnitelma työmaan laatukansioon ja toimita tilaajan edustajalle. Työvaiheen työ- ja laatusuunnitelmapohja löytyy liitteestä 4.
- Pidä työvaiheen aloituspalaveri, jossa käydään läpi jokaisen työvaiheen laatuvaatimukset ja mahdolliset ongelmakohdat työvaiheen suorittajien kanssa.
- Kerää työvaiheen työ- ja laatusuunnitelmaan työmaapäällikön ja työvaiheesta vastuussa olevan henkilön allekirjoitukset. Säilö allekirjoitettu työvaiheen työ- ja laatusuunnitelma työmaan laatukansioon.

- Tarkista pohjaveden pinnan taso pohjatutkimusasiakirjoista ja arvioi alentamisen tarve. Esiselvitykset eivät ole aina täysin tarkkoja, joten varaudu mahdollisiin yllätyksiin.
- Keskustele pohjaveden alentamiskäytännöistä työn suorittajan kanssa.
- Suunnittele pohjaveden alentamisessa pintaan pumpattavan veden poisjohtaminen (hulevesiviemärit, avo-ojat, vesistöt jne.).
- Aloita pohjaveden alentaminen riittävän ajoissa, sillä aleneminen saattaa kestää jonkin aikaa.
- Tarkkaile pohjaveden tasoa leikkaustöiden aikana ja järjestä tarpeen tullen lisää kalustoa alentamiseen.
- Poista pohjavedenalennuskalusto vasta kun pohjaveden taso pystytään pitämään tarpeeksi matalalla jollakin muulla keinolla (pumppaamo, pumput).
- Pohjaveden alennus ja siltapaikan leikkaustyöt vaikuttavat yleensä alueen ympäristövaikutuksiin, mutta niihin otettu kantaa jo suunnitteluvaiheessa. Tarkkaile kuitenkin siltapaikan lähiympäristöä ja asutusta mahdollisten ongelmien varalta (eroosio, painumat jne.).

3. Leikkaustyöt

- Laadi kaivantosuunnitelma/työvaiheen työ- ja laatusuunnitelma tai vaadi sitä maanrakennusurakoitsijalta. Säilö suunnitelma työmaan laatukansioon ja toimita tilaajan edustajalle. Työvaiheen työ- ja laatusuunnitelmapohja löytyy liitteestä 4.
- Pidä työvaiheen aloituspalaveri, jossa käydään läpi jokaisen työvaiheen laatuvaatimukset ja mahdolliset ongelmakohtat työvaiheen suorittajien kanssa.
- Kerää työvaiheen työ- ja laatusuunnitelmaan työmaapäällikön ja työvaiheesta vastuussa olevan henkilön allekirjoitukset. Säilö allekirjoitettu työvaiheen työ- ja laatusuunnitelma työmaan laatukansioon.

- Pohdi leikkaustöihin käytettävän kaluston työskentelytehoa ja valitse kalusto siltapaikan maasto-olosuhteet mielessä pitäen. Pohdi käytetäänkö pyörä- vai tela-alustaista kaivinkonetta.
- Tarkkaile kaivutyötä ja järjestä tarpeen tullen kaivannon tuenta.
- Pidä huolta kaivannon riittävästä luiskakaltevuuksista.
- Järjestä leikattavien maamassojen poiskuljetus.
- Suunnittele kaiken käyttökelpoisen leikkausmaan hyötykäyttömahdollisuudet.
- Selvitä käyttökelvottoman leikkausmaan sijoituspaikka.
- Järjestä maansiirtoon käytettävälle kalustolle kulku siltakaivantopaikalle.
- Ota huomioon käytettävän maansiirtokaluston kulkumahdollisuuksiin liittyvät vaatimukset ja syntyvän leikkausmaan määrä. Pohdi onko tehokkaampaa käyttää kuorma-autoja vai dumppereita.
- Järjestä kaivannon ympärille putoamissuojaus aidoilla tai lippusiimalla. Lippusiimaa käytettäessä muista asentaa suojaus 1,5 metriä kaivannon reunasta.

4. Perustukset

- Laadi perustustöistä työvaiheen työ- ja laatusuunnitelma tai vaadi sitä maanrakennusurakoitsijalta. Säilö suunnitelma työmaan laatukansioon ja toimita tilaajan edustajalle. Työvaiheen työ- ja laatusuunnitelmapohja löytyy liitteestä 4.
- Pidä työvaiheen aloituspalaveri, jossa käydään läpi jokaisen työvaiheen laatuvaatimukset ja mahdolliset ongelmakohdat työvaiheen suorittajien kanssa.
- Kerää työvaiheen työ- ja laatusuunnitelmaan työmaapäällikön ja työvaiheesta vastuussa olevan henkilön allekirjoitukset. Säilö allekirjoitettu työvaiheen työ- ja laatusuunnitelma työmaan laatukansioon.

- Varmista, että sillan perustukset rakennetaan perustamistapalauseunun ja sillan suunnitelmien mukaisesti. Kehäsillan yleisin perustamistapa on maanvaraisena massanvaihdon varaan perustaminen.
- Järjestä tarvittavalle kalustolle kulku siltakaivantoon.
- Varmista että massanvaihdon alle ja sivuille levitetään suodatinkangas.
- Valvo massanvaihdon ja murskearinan kerroksittaista tiivistystä.
- Varmista perustusten riittävä tiiveys tarvittavilla tiiveysmittauksilla ja säilö mittausten pöytäkirja työmaan laatukansioon sekä toimita se tilaajan edustajalle.
- Säilö käytettävien maa-ainesten materiaalitodistukset työmaan laatukansioon ja toimita tilaajan edustajalle.
- Järjestä mittamies ottamaan arinan tarkkeet. Tallenna arinan tarkkeet työmaan laatukansioon ja lähetä tilaajan edustajalle.
- Kehäsilta voidaan perustaa myös paalujen varaan pohjamaan ollessa heikosti kantavaa.
- Laadi paalutustyöstä työvaiheen työ- ja laatusuunnitelma tai vaadi sitä paalutusurakoitsijalta. Työvaiheen työ- ja laatusuunnitelmapohja löytyy liitteestä 4.
- Pidä työvaiheen aloituspalaveri, jossa käydään läpi jokaisen työvaiheen laatuvaatimukset ja mahdolliset ongelmakohdat työvaiheen suorittajien kanssa.
- Kerää työvaiheen työ- ja laatusuunnitelmaan työmaapäällikön ja työvaiheesta vastuussa olevan henkilön allekirjoitukset. Säilö allekirjoitetut työvaiheen työ- ja laatusuunnitelmat työmaan laatukansioon.
- Kerää työvaihekohtaiseen laatusuunnitelmaan työmaapäällikön ja työvaiheesta vastuussa olevan henkilön allekirjoitukset. Säilö allekirjoitetut työvaihekohtaiset työ- ja laatusuunnitelmat työmaan laatukansioon.

- Säilö käytettävien paalujen materiaalitodistukset työmaan laatukansioon ja toimita ne tilaajan edustajalle.
- Järjestä mittamies merkitsemään paalujen paikat ja laatimaan niistä tarkkeet. Säilö tarkkeet työmaan laatukansioon ja toimita tilaajan edustajalle.
- Suunnittelu katkaistujen paalujen mahdollinen hyötykäyttö/poiskuljetus/kierrätys.
- Järjestä mittamies tarkistamaan paalujen korot ja laatimaan niistä tarkkeet. Säilö tarkkeet työmaan laatukansioon ja toimita tilaajan edustajalle.

5. Peruslaatat

- Laadi peruslaattojen muottitöistä, raudoituksesta ja betonoinnista työvaiheen työ- ja laatusuunnitelmat tai vaadi niitä työvaiheen suorittavalta osapuolelta. Työvaiheen työ- ja laatusuunnitelmapohja löytyy liitteestä 4.
- Pidä työvaiheiden aloituspalaverit, jossa käydään läpi jokaisen työvaiheen laatuvaatimukset ja mahdolliset ongelmakohtat työvaiheen suorittajien kanssa.
- Käy työvaiheen suorittajien kanssa läpi muotti- ja raudoitussuunnitelmat.
- Kerää työvaiheiden työ- ja laatusuunnitelmiin työmaapäällikön ja työvaiheesta vastuussa olevan henkilön allekirjoitukset. Säilö allekirjoitetut työvaiheen työ- ja laatusuunnitelmat työmaan laatukansioon.
- Järjestä raudoituksille ja muottimateriaaleille purku työmaalle.
- Suunnittele purkupaikat etukäteen ja älä laske rakennusmateriaaleja suoraan maahan, vaan käytä aluspuita. Purkupaikkojen tulisi olla mahdollisimman lähellä siltapaikkaa, kuitenkin siten että ne eivät ole rakentamisen tiellä. Tarkkaile myös alueella kulkevia

mahdollisia sähkölinjoja ja ota huomioon niiden suojaetäisyydet nostoja suorittaessa.

- Jos vain mahdollista, niin raudoitteiden purkamisessa olisi hyvä olla mukana yksi kokenut raudoittaja, joka tietää mitkä raudoitteet kuuluvat mihinkin sillan osaan. Näin peruslaatan raudoitteet saadaan purettua mahdollisimman siististi ja myös raudoitus nopeutuu raudoitusten ollessa hyvässä järjestyksessä.
- Ota huomioon käytettävän nostokaluston mahdollisuudet siten, että raudoituksen alkaessa vältetään turhalta edestakaisin ajamiselta ja raudoitusten siirtämiseltä. Mitoita nostokalusto raskaimpien raudoitusnippujen perusteella. Keskustele tarpeen tullen nostokonepalveluita tarjoavien yritysten edustajien kanssa riittävästä kalustosta.
- Tarkista, että työmaalle saapuneet raudoitteet ovat oikeita vertaamalla niitä suunnittelijoiden laatimaan raudoiteluetteloon.
- Routivaan syvyyteen perustettaessa muista asennuttaa lämpöeristeet peruslaattojen alle. Säilö lämpöeristeiden materiaalitodistukset työmaan laatukansioon ja toimita tilaajan edustajalle.
- Valvo muotti ja raudoitustyötä.
- Järjestä mittamies tarkistamaan muottien sijainti ja ottamaan muottien tarkkeet. Säilö tarkkeet työmaan laatukansioon ja ne tilaajan edustajalle.
- Suorita muotti- ja raudoitustarkastus ennen betonointia. Säilö tarkastuspöytäkirja työmaan laatukansioon ja toimita ne tilaajan edustajalle. Muotti- ja raudoitustarkastuspöytäkirjapohja löytyy liitteestä 5.
- Järjestä muotille puhdistus ja kastelu ennen betonointia.
- Laadi peruslaattojen betonointisuunnitelma ja säilö se työmaan laatukansioon sekä toimita tilaajan edustajalle. Betonointisuunnitelmapohja löytyy liitteestä 6.
- Tarkista suunnitellun valupäivän sääolosuhteet. Rankkasateella betonointi ei ole suositeltavaa ilman sääsuojaa.

- Tilaa betoni ja pumppuauto massan toimittajalta.
- Tilaa/nouda tarvittava betonointikalusto (tärysauvat, hierontimet).
- Varmista peruslaattojen lähialueen riittävä sähköistys betonoinnin suorittamiseen.
- Suunnittele pumppuauton sijainti siten, että se ole muun mahdollisen työmaaliikenteen tiellä, liian lähellä sähkölinjoja tai kaivannon reunaa. Mieti myös pumppuauton paikkaa siten, että massaa toimittavat autot pääsevät sen luokse mahdollisimman helposti.
- Laadi pumppuauton pystytyspöytäkirja kuljettajan kanssa. Säilö pystytyspöytäkirja työmaan laatukansioon ja toimita se tilaajan edustajalle.
- Varmista ensimmäisen massa-auton betonilaatu oikeaksi.
- Valvo betonoinnin suorittamista.
- Järjestä valun jälkihoito ja lämmitys tarpeen tullen (syksy/talviolosuhteet).
- Laadi betonointipöytäkirja ja säilö se työmaan laatukansioon sekä toimita tilaajan edustajalle. Muista myös kerätä massa-autojen mukana tulevat massalaput kansioon talteen ja säilöä ne betonointipöytäkirjan yhteyteen. Betonointipöytäkirjapohja löytyy liitteestä 7.
- Säilö massan toimittajan toimittama suhteitus/P-lukulaskelma työmaan laatukansioon ja toimita se tilaajan edustajalle.
- Säilö massan toimittajan toimittamat lujuuslaskelmat työmaan laatukansioon ja toimita tilaajan edustajalle.
- Jos sillan laatumittauksiin kuuluu lujuusmittaukset kimmovasaralla, niin mittaa peruslaattojen betonin lujuus 28 vuorokautta valun jälkeen Liikenneviraston "Kimmovasaran käyttäjän ohje 2014"-julkaisun ohjeiden mukaisesti. Julkaisusta löytyvä kimmovasaran mittauspöytäkirjapohja löytyy liitteestä 8.
- Jos sillan laatumittauksiin kuuluu raudoitusten suojaetäisyyksien mittaaminen, niin mittaa suojaetäisyydet profometrillä ennen täyttöä peruslaattojen yläpintaan.

6. Kehä, siipimuurit ja reunapalkit

- Laadi kehän, siipimuurien sekä reunapalkkien muotti- ja telinetöistä, raudoituksesta sekä betonoinnista työvaiheen työ- ja laatusuunnitelmat tai vaadi niitä työvaiheen suorittavalta osapuolelta. Työvaiheen työ- ja laatusuunnitelmapohja löytyy liitteestä 4.
- Pidä työvaiheiden aloituspalaverit, joissa käydään läpi jokaisen työvaiheen laatuvaatimukset ja mahdolliset ongelmakohtat työvaiheen suorittajien kanssa.
- Kerää työvaihekohtaisiin työ- ja laatusuunnitelmiin työmaapäällikön ja työvaiheesta vastuussa olevan henkilön allekirjoitukset. Säilö allekirjoitetut työvaihekohtaiset työ- ja laatusuunnitelmat työmaan laatukansioon. Työvaihekohtainen työ- ja laatusuunnitelmapohja löytyy liitteestä 4.
- Käy työvaiheen suorittajien kanssa läpi muotti-, teline- ja raudoitussuunnitelmat.
- Järjestä raudoituksille sekä muotti- ja telinemateriaalille purku työmaalle.
- Laadi putoamissuojaussuunnitelma ennen telinetöiden aloittamista. Valvo työturvallisuuden noudattamista ja toimita tarpeen tullen työntekijöille valjaat.
- Tilaa tarvittavat kannelle kulkuun rakennettavien portaiden askelmat ja kaidetolpat työmaalle.
- Suunnittele purkupaikat etukäteen ja älä laske rakennusmateriaaleja suoraan maahan, vaan käytä aluspuita. Purkupaikkojen tulisi olla mahdollisimman lähellä siltapaikkaa, kuitenkin siten että ne eivät ole rakentamisen tiellä.
- Ota huomioon käytettävän nostokaluston mahdollisuudet siten, että raudoituksen alkaessa vältetään turhalta edestakaisin ajamiselta ja raudoitusten siirtämiseltä. Mitoita nostokalusto raskaimpien raudoituspöytäjen perusteella. Keskustele tarpeen tullen nosto-

konepalveluita tarjoavien yritysten edustajien kanssa riittävästä kalustosta.

- Jos vain mahdollista, niin raudoitteiden purkamisessa olisi hyvä olla mukana yksi kokenut raudoittaja, joka tietää mitkä raudoitteet kuuluvat mihinkin sillan osaan. Näin kehän, siipimuurien ja reunapalkkien raudoitteet saadaan purettua mahdollisimman siististi ja myös raudoitus nopeutuu raudoitusten ollessa hyvässä järjestyksessä.
- Tarkista, että työmaalle saapuneet raudoitteet ovat oikeita vertaamalla niitä suunnittelijoiden laatimaan raudoiteluetteloon.
- Ilmoita valaistuksen asennuksista vastaavalle osapuolelle raudoituksen aikataulusta, jotta tarvittava valukoteloiden ja valaistusten varausten asennukset voidaan asentaa riittävän ajoissa.
- Valvo muotti- ja raudoitustyötä.
- Järjestä mittamies tarkistamaan muottien sijainti ja ottamaan muottien tarkkeet. Säilö tarkkeet työmaan laatukansioon ja toimita ne tilaajan edustajalle.
- Suorita muotti- ja raudoitustarkastus ennen betonointia. Säilö tarkastuspöytäkirja työmaan laatukansioon ja toimita ne tilaajan edustajalle. Muotti- ja raudoitustarkastuspöytäkirjapohja löytyy liitteestä 5.
- Järjestä muotin puhdistus ja kastelu ennen betonointia.
- Laadi kehän, siipimuurien ja reunapalkkien betonointisuunnitelma ja säilö se työmaan laatukansioon sekä toimita tilaajan edustajalle. Betonointisuunnitelmapohja löytyy liitteestä 6.
- Tarkista suunnitellun valupäivän sääolosuhteet. Rankkasateella betonointi ei ole suositeltavaa ilman sääsuojaa.
- Tilaa betoni ja pumppuauto massan toimittajalta. Muista myös tilata riittävän pitkä valuputki, jotta kehän jalat pystytään valamaan juuresta asti.
- Tilaa/nouda tarvittava betonointikalusto (tärysauvat, tärypalkit, polttomoottorihierimet).

- Varmista siltapaikan lähialueen riittävä sähköistys betonoinnin suorittamiseen.
- Suunnittele pumppuauton sijainti siten, että se ole muun mahdollisen työmaaliikenteen tiellä, liian lähellä sähkölinjoja tai kaivannon reunaa. Mieti myös pumppuauton paikkaa siten, että massaa toimittavat autot pääsevät sen luokse mahdollisimman helposti.
- Laadi pumppuauton pystytyspöytäkirja kuljettajan kanssa. Säilö pystytyspöytäkirja työmaan laatukansioon ja toimita se tilaajan edustajalle.
- Varmista ensimmäisen massa-auton betonilaatu oikeaksi.
- Valvo betonoinnin suorittamista. Muista säilyttää sopiva betonointinopeus jalkojen osalta. Kehän jalkojen betonointi tulisi suorittaa siten, että jalkoja täytetään vuoron perään. Jalkojen ja siipimuuri-
en betonoinnin jälkeen on yleensä hyvä pitää valutauko.
- Kannen valu on helppo tiivistää tärypalkilla ja sen koon takia hie-
täminen onnistuu parhaiten sähkö- tai polttomoottorikäyttöisellä
pintahiertimellä. Käsihiertimillä pystyy vielä hienosäätämään.
- Järjestä valun jälkihoito ja lämmitys tarpeen tullen (syk-
sy/talviolosuhteet).
- Laadi betonointipöytäkirja ja säilö se työmaan laatukansioon sekä
toimita tilaajan edustajalle. Muista myös kerätä massa-autojen
mukana tulevat massalaput kansioon talteen ja säilöä ne beto-
nointipöytäkirjan yhteyteen. Betonointipöytäkirjapohja löytyy liit-
teestä 7.
- Säilö massan toimittajan toimittamat suhteitukset/P-lukulaskelmat
työmaan laatukansioon ja toimita tilaajan edustajalle.
- Säilö massan toimittajan toimittamat lujuuslaskelmat työmaan laa-
tukansioon ja toimita ne tilaajan edustajalle.
- Suunnittele muotin purkamista syntyvän puujätteen käsittely. Jos
mahdollista, niin ajatuta puulava siltapaikalle muottien purkamisen
yhteyteen.

- Järjestä tarpeen tullen paikalle kalustoa puujätteen keräämiseen puulavalle. (Hiab, traktori tms.). Muista merkitä syntyneet puujätteet jätteenseurantaan.
- Jos sillan laatumittauksiin kuuluu lujuusmittaukset kimmovasarella, niin mittaa peruslaattojen betonin lujuus 28 vuorokautta valun jälkeen Liikenneviraston "Kimmovasaran käyttäjän ohje 2014"-julkaisun ohjeiden mukaisesti. Julkaisusta löytyvä kimmovasaran mittauspöytäkirjapohja löytyy liitteestä 8.
- Järjestä siltaan väliaikaiset kaiteet putoamissuojausta varten heti, kuin mahdollista. Järjestä työmaalle tarvittava puutavara ja kaide-
tolpat.

7. Eristys

- Laadi eristystyöstä työvaiheen työ- ja laatusuunnitelma tai vaadi sitä eristysurakoitsijalta ennen työvaiheen aloittamista. Säilösuunnitelma työmaan laatukansioon ja toimita tilaajan edustajalle. Työvaiheen työ- ja laatusuunnitelmapohja löytyy liitteestä 4.
- Pidä työvaiheiden aloituspalaveri, jossa käydään läpi jokaisen työvaiheen laatuvaatimukset ja mahdolliset ongelmakohdat työvaiheen suorittajien kanssa.
- Kerää työvaiheen työ- ja laatusuunnitelmaan työmaapäällikön ja työvaiheesta vastuussa olevan henkilön allekirjoitukset. Säilö allekirjoitetut työvaiheen työ- ja laatusuunnitelmat työmaan laatukansioon.
- Ilmoita eristysurakoitsijalle sopivasta eristysajankohdasta mahdollisimman hyvissä ajoin etukäteen. Eristysurakoitsijalla saattaa olla muitakin kohteita, joten heitä saattaa olla vaikea saada työmaalle lyhyellä varoitusajalla.
- Eristystyöt voidaan aloittaa aikaisintaan 3 viikkoa betonipintojen jälkihoidon jälkeen. Jos eristystyöt aloitetaan aikaisemmin on pin-

nankosteus mitattava erikseen ja mittaus hyväksyttävä eristysurakoitsijalla.

- Tarkista kannen sääsuojauksen tarve. Tilaa tarvittaessa sääsuojaan tarvittavat rakennusmateriaalit (puutavara, pressut).
- Järjestä tarpeen tullen kalustoa kannen kuivatukseen.
- Laadi kannen kosteusmittauksesta mittauksesta mittauspöytäkirja ja säilö se työmaan laatukansioon sekä toimita se tilaajan edustajalle
- Sadekelin jälkeen tulee odottaa 2 vuorokautta eristettävien pintojen kuivamista.
- Järjestä eristettäville pinnoille hiekkapuhallus. Yleensä eristysurakoitsija hoitaa myös tämän työvaiheen.
- Säilö eristystöiden laatumittaukset (alustan tarkastusraportti, veto-koeraportti, eristysolosuhteraportti) työmaan laatukansioon ja toimita tilaajan edustajalle
- Selvitä eristysmateriaalien mahdolliset ympäristöhaitat ja lisää ne työmaan kemikaaliluetteloon.
- Säilö eristysmateriaalien materiaalitodistukset työmaan laatukansioon ja toimita tilaajan edustajalle.

8. Ympäristäyttö

- Laadi työvaiheen työ- ja laatusuunnitelma tai vaadi se maanrakennusurakoitsijalta. Säilö suunnitelma työmaan laatukansioon ja toimita tilaajan edustajalle. Työvaiheen työ- ja laatusuunnitelmapohja löytyy liitteestä 4.
- Pidä työvaiheen aloituspalaveri, jossa käydään läpi jokaisen työvaiheen laatuvaatimukset ja mahdolliset ongelmakohdat työvaiheen suorittajien kanssa.
- Kerää työvaiheen työ- ja laatusuunnitelmaan työmaapäällikön ja työvaiheesta vastuussa olevan henkilön allekirjoitukset. Säilö alle-

kirjoitettu työvaiheen työ- ja laatusuunnitelma työmaan laatukansioon.

- Järjestä ympäristäyttö samaan aikaan kehäjalan ja siipimuurien eristyksen kanssa, jos vain mahdollista.
- Ympäristäyttöjä olisi hyvä suorittaa vuorotellen sillan molemmin puolin, jotta siltaan kohdistuisi mahdollisimman tasaisen kuormitus täyttötöiden aikana.
- Säilö käytettävien maa-ainesten laatudokumentit työmaan laatukansioon ja toimita ne tilaajan edustajalle.
- Hanki työmaalle tarvittava määrä suodatinkangasta. Varmista, että suodatinkangas levitetään kermieristyksen päälle ympäristäyttöjen yhteydessä.
- Varmista, että ympäristäyttöjä tiivistetään kerroksittain. Ympäristäyttöjen tulee olla tiiviitä, silla silta tukeutuu päätypenkereisiin.
- Varmista, että ympäristäyttöjä tiivistetään tarpeeksi.

9. Kaiteet

- Laadi työvaiheen työ- ja laatusuunnitelma tai vaadi se kaideura-koitsijalta. Säilö suunnitelma työmaan laatukansioon ja toimita se tilaajan edustajalle. Työvaiheen työ- ja laatusuunnitelmapohja löytyy liitteestä 4.
- Pidä työvaiheiden aloituspalaveri, jossa käydään läpi jokaisen työvaiheen laatuvaatimukset ja mahdolliset ongelmakohdat työvaiheen suorittajien kanssa.
- Kerää työvaiheen työ- ja laatusuunnitelmaan työmaapäällikön ja työvaiheesta vastuussa olevan henkilön allekirjoitukset. Säilö allekirjoitetut työvaiheen työ- ja laatusuunnitelmat työmaan laatukansioon.
- Säilö kaiteiden tuote- ja materiaalitodistukset työmaan laatukansioon ja toimita ne tilaajan edustajalle.

- Varmista kaiteiden asennusten aikainen putoamissuojaus ja työturvallisuus.
- Järjestä mittamies tarkistamaan kaiteiden oikea sijainti niiden asennuksen jälkeen. Kaiteiden kuitenkin pitäisi olla oikeassa kohdassa, jos aikaisemmin mitatut kaidepulttiryhmit olivat oikeassa asemassa.

10. Päälylystyys

- Laadi työvaiheen työ- ja laatusuunnitelma tai vaadi se päälylystyysurakoitsijalta. Säilö suunnitelma työmaan laatuksioon ja toimita se tilaajan edustajalle. Työvaiheen työ- ja laatusuunnitelmapohja löytyy liitteestä 4.
- Pidä työvaiheen aloituspalaveri, jossa käydään läpi jokaisen työvaiheen laatuvaatimukset ja mahdolliset ongelmakohdat työvaiheen suorittajien kanssa.
- Kerää työvaiheen työ- ja laatusuunnitelmaan työmaapäällikön ja työvaiheesta vastuussa olevan henkilön allekirjoitukset. Säilö allekirjoitetut työvaiheen työ- ja laatusuunnitelmat työmaan laatuksioon.
- Säilö käytettävien päälylysteiden laatudokumentit työmaan laatuksioon ja toimita ne tilaajan edustajalle.
- Ilmoita päälylystyysurakoitsijalle sopivasta eristysajankohdasta mahdollisimman hyvissä ajoin etukäteen. Päälylystyysurakoitsijalla saattaa olla muitakin kohteita, joten heitä saattaa olla vaikea saada työmaalle lyhyellä varoitusaajalla.
- Ota huomioon päälylystyysajankohta ja sääolosuhteet. Pakkassäälä/rankkasateella päälylystäminen ei ole yleensä kannattavaa.
- Tarkista päälylystyksen vaatimusten mukainen laatu ja tee tarvittaessa reklamaatio välittömästi.

11. Sillan viimeistely

- Laadi työvaiheen työ- ja laatusuunnitelma tai vaadi se viherrakennusurakoitsijalta/urakoitsijalta joka on viimeistelystä vastuussa. Säilö suunnitelma työmaan laatukansioon ja toimita se tilaajan edustajalle. Työvaiheen työ- ja laatusuunnitelmapohja löytyy liitteestä 4.
- Pidä työvaiheen aloituspalaveri, jossa käydään läpi jokaisen työvaiheen laatuvaatimukset ja mahdolliset ongelmakohdat työvaiheen suorittajien kanssa.
- Kerää työvaiheen työ- ja laatusuunnitelmaan työmaapäällikön ja työvaiheesta vastuussa olevan henkilön allekirjoitukset. Säilö allekirjoitetut työvaiheen työ- ja laatusuunnitelmat työmaan laatukansioon.
- Sillan lähialueen viimeistely tapahtuu kaikkien muiden työvaiheiden jälkeen, jotta työkoneet eivät tuhoaisi viimeistelyjä.
- Kehäsillan lähialue voidaan viimeistellä esimerkiksi istutuksilla tai luiskien kiveyksillä, joista vastaa yleensä alaan erikoistunut viher-rakennusurakoitsija.