Vekaransalmen silta, Sulkava

VÄYLÄ

Hankkeen taustaa ja tavoitteet

- Maantie 438 Virmutjoki-Sulkava on seudullinen tie, joka yhdistää Ruokolahden ja Sulkavan. Vekaransalmella maantie risteää Saimaan syväväylään kuuluvan Puumala-Savonlinna vesiväylän kanssa, jonka syvyys kohdalla 4,2-15 m.
- Vekaransalmen kohdalla tieyhteys oli sillan valmistumiseen asti korvattu vuonna 1995 käyttöönotetulla lossilla, jonka vuosittaiset käyttökustannukset tienpitäjälle olivat n. 1 milj. euroa.

- Keskimääräinen ajoneuvoliikenne n. 800 ajon./vrk, raskaan liikenteen osuus n. 7%
- Kesällä ajoneuvoliikenne kaksinkertaistuu
- Salmessa liikennöi noin 1 000 alusta vuosittain

- Lossin lauttavälin pituus oli 252 metriä ja sinne mahtui kerrallaan enintään 21 henkilöautoa.
- Lossiyhteys aiheutti tieliikenteelle keskimäärin 10 minuutin viivytyksiä
- Seututien raskaan liikenteen osuus on noin 7 prosenttia, joka vei lossin kuljetuskapasiteettia henkilöautojen osalta.
- Vesiväylä on myös uittoreitti. Puuta uitetaan noin miljoona kuutiota vuodessa. Nippulautan sattuessa paikalle, aiheutui siitä jopa tunnin odotus tieliikenteelle.

- Kiinteän siltayhteyden ansiosta lossin liikenteelle aiheuttamat viivytykset ovat poistuneet ja liikenne on salmen kohdalla sujuvaa
- Siltayhteys mahdollistaa vapaan kulun vesistön yli parantaen alueen tie- ja vesiliikenteen sujuvuutta
- Silta on Suomen 5. pisin silta

Hankkeen osapuolet

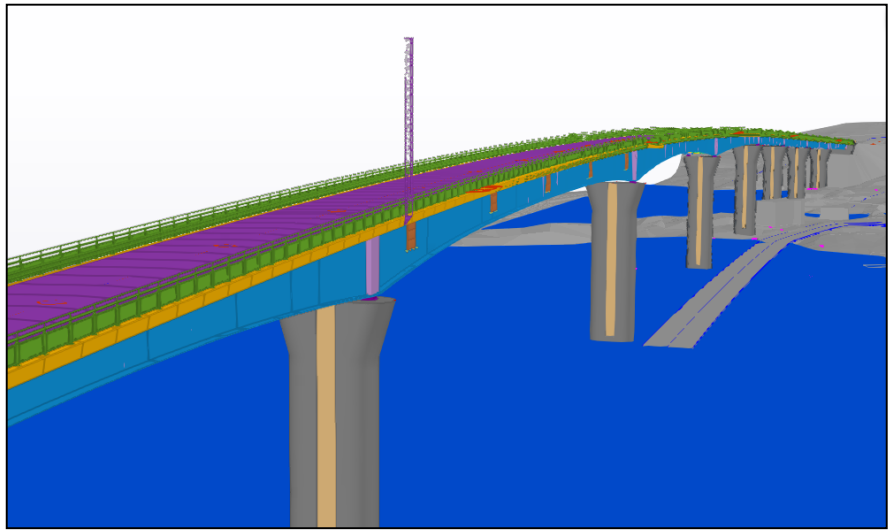
- Tilaaja: Väylävirasto, Jetro Matilainen, Heikki Myllymäki
- Urakoitsija: GRK, Antti Rämä
- Pääsuunnittelija: Suunnittelukide, Jarmo Niemi, Ville Vuorio
- Päällysrakenteen suunnittelija: Ponvia, Kari Kuusela, Tuomo Järvenpää, Olavi Kummala
- Tie- ja ympäristösuunnittelu: Plaana Oy, Toivo Kämäräinen
- Geosuunnittelija: Geobotnia Oy, Janne Herva
- Valaistussuunnittelija: LITE-designs, Ari tiilikainen
- Sähkösuunnittelija: Dynniq, Teemu Posti
- Mittaukset, maaperä- ja maastotutkimukset: Mitta Oy, Pekka Randell, Arto Heiskanen

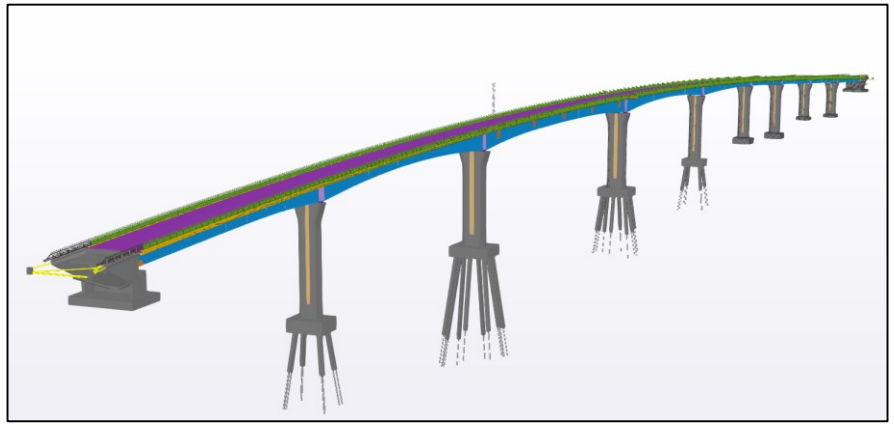
Aikajana

• Rahoitus hankkeelle	2016
• Sillan rakennussuunnittelu	01/2017-10/2017
• Sillan rakentaminen	01/2018-10/2019
• Avattiin liikenteelle	16.10.2019

Suunnitelmat

Sijaintikunta:	Sulkava
Kunnossapitäjä:	Pohjois-Savon ELY-keskus
Rakennetyypit:	Teräksinen jatkuva liittopalkkisilta, teräsbetonikantinen
Kokonaispituus	639,3 m
Kannen pituus:	623,5 m
Jännemitat:	67+90+120+90+67+48+48+48+44 m
Kokonaisleveys:	10,4 m
Hyödyllinen leveys:	9,5 m
Alikulkukorkeus	24,5 m + 0,5 m aallokkovara





Sillan vesistön päälle tulevaa osuutta n. 350 m.

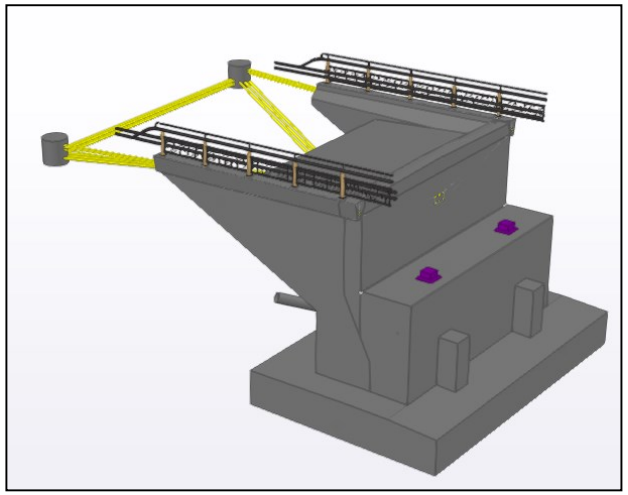
Sillan lisäksi urakkaan kuului n. 2,3 km uutta maantietä sekä yksityistiejärjestelyitä

Tietomallin avulla oli suunnitteluvaiheessa mahdollista sillan eri osien samanaikainen tarkastelu ja mahdolliset törmäyskohdat pystyttiin eliminoimaan jo suunnitteluvaiheessa.

Suunnitelmat

VÄYLÄ

<u>Suunnitteluprosessi:</u>



- Sillan suunnitelmat laadittiin kahden suunnittelutoimiston yhteistyönä:
  - Pääsuunnittelu + alusrakenteet: Suunnittelukide Oy
  - Päällysrakenteet: Ponvia Oy

- Yhteistyö suunnittelutoimistojen välillä onnistu erittäin hyvin nykytekniikan ansiosta. Kahden toimiston yhteistyön ansiosta rakenneteknisiä asioita voitiin ratkaista laajalla asiantuntijakokoonpanolla.

- Suunnittelun aikana pidettiin 2 viikon välein lyhyt skype tilannekatsaus, jossa oli mukana suunnittelijat, tilaaja sekä ulkopuolinen tarkastaja. Tämä oli erittäin toimiva kokouskäytäntö.
  - Suunnitteluryhmä pysyi koko ajan tasalla muiden tahojen aikatauluista ja tavoitteista.
  - Avoimet asiat käsiteltiin heti ja seuraavassa palaverissa tilannekatsaus ja yleensä ratkaisu viimeistään silloin avoimiin asioihin.
  - Ulkopuoliset tarkastajan mukanaolo jo suunnittelun aikana mahdollisti sen, että suunnitteluperusteet ja rakennetekniset asiat voitiin sopia ja hyvissä ajoin. Suunnittelun loppuvaiheen varsinainen ulkopuolinen tarkastusprosessi meni tämän ansiosta erittäin jouhevasti läpi.

- Suunnittelija osallistui myös työn aikana työmaakokouksiin. Tämä osoittautui erittäin toimivaksi ratkaisuksi sillä työnaikaiset suunnitteluasiat saatiin käsiteltyä tehokkaasti, suunnittelija pääsi paikan päälle seuraamaan miten rakentaminen edistyy ja tutustumaan työmaakokousten yhteydessä erilaisiin ongelmiin/kysymyksiin joita työn aikana nousi esiin.

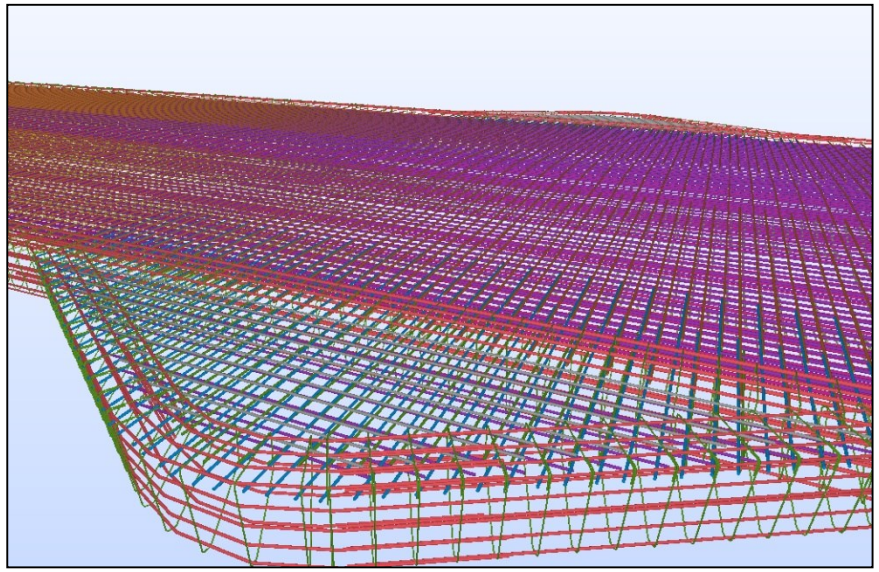
- Silta toteutettiin hyvin pitkälti alkuperäisen suunnitelman mukaan.

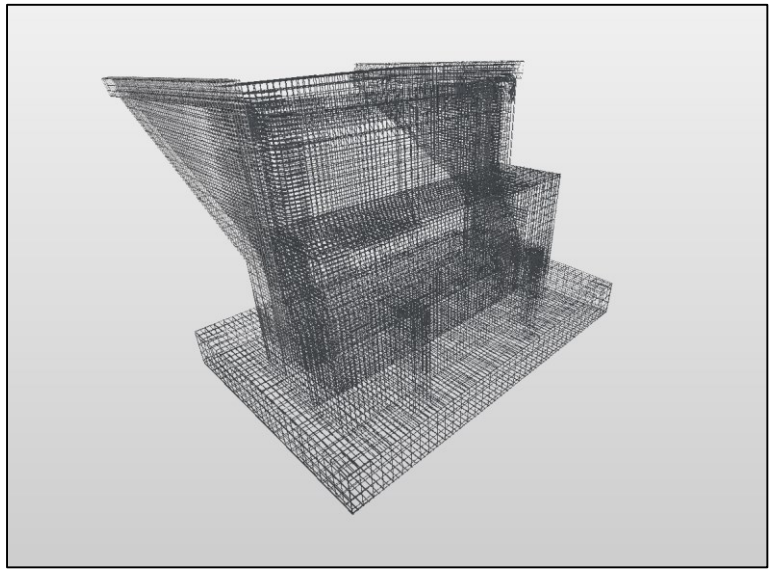
Suunnitelmat

Suunnitelman sisältö:

- Suunnitelma laadittiin tietomallipohjaisesti. Alusrakenteiden tietomallit laadittiin Revit Structures ohjelmistolla ja päällysrakenne Tekla Structure ohjelmistolla. Tietomallien yhteensovittaminen suoritettiin IFC tiedostojen avulla.
- Lähtökohtana oli, että asiat esitetään mahdollisimman tarkasti tietomallissa ja piirustuksista laaditaan normaalia karsitummat versiot. Esimerkiksi kannen raudoituspiirustuksissa oli esitetty vain raudoituksen perusperiaatteet ilman varsinaisia positiomerkintöjä.

→ Näin kannustettiin urakoitsijaa hyödyntämään mallia mahdollisimman pitkälle myös raudoituksessa.

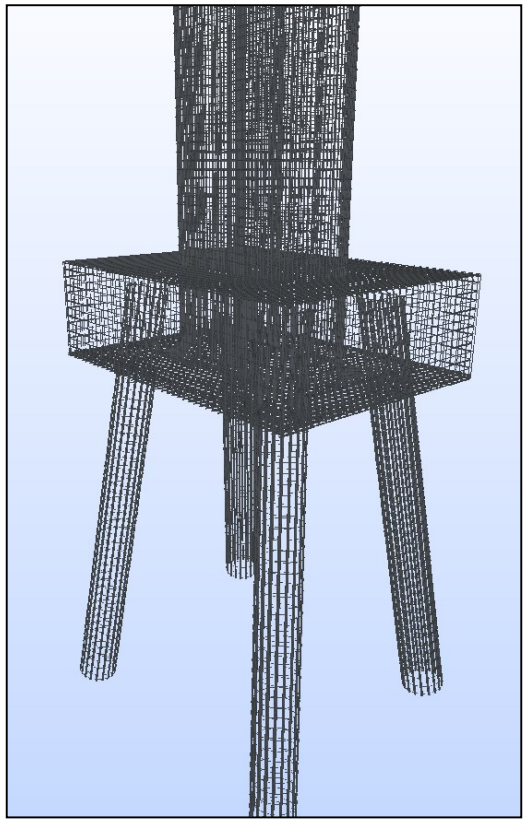


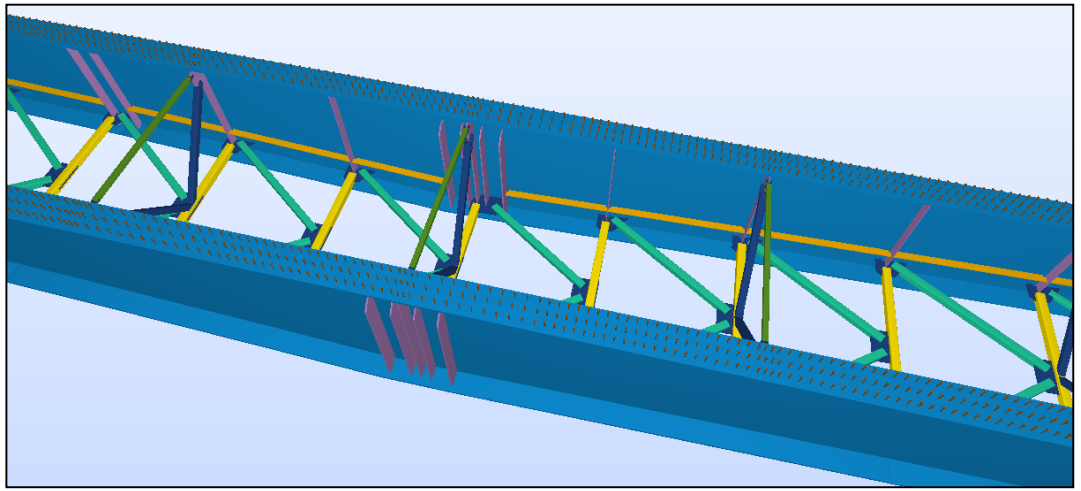


Suunnitelmat

Suunnitelman sisältö:

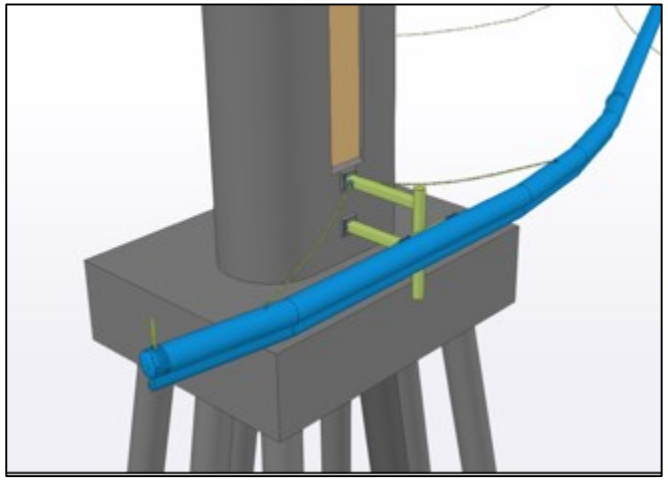
- Urakoitsijalle luovutettiin IFC tietomallien lisäksi myös tietomallinnusohjelmistojen natiivitietomallit, jolloin urakoitsijalla oli mahdollisuus tehdä itse tai teetättää tarvitsemansa työkuvat suoraan tietomallista.
- Sillan teräsrakenteiden osalta piirustuksissa esitettiin vain hitsit ja liitosdetaljit.
- Teräsrakenteen ennakkokohotettu muoto oli esitetty pelkästään tietomallissa, josta urakoitsija pystyi tuottamaan itse konepajapiirustukset. Ratkaisu mahdollisti myös sen että konepajalla oli ennen tarvittavien piirustusten tuottamista pienempi kynnys tehdä pieniä muutoksia rakenteeseen (esim. lohkojatkokset) koska muutokset piti tehdä vain malliin. Muutokset hyväksytettiin suunnittelijalla.

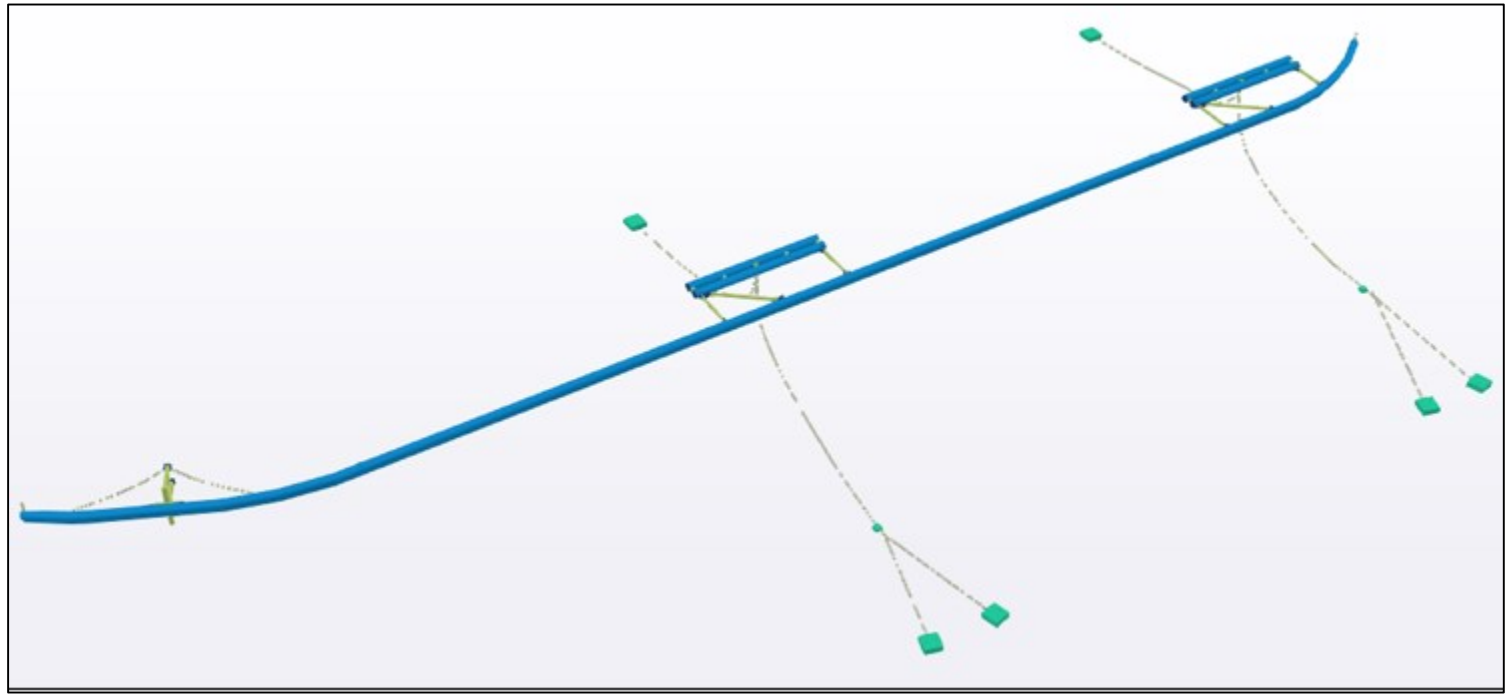




Suunnitelmat

Malli sisälsi myös uittojohteen.





Suunnitelmat

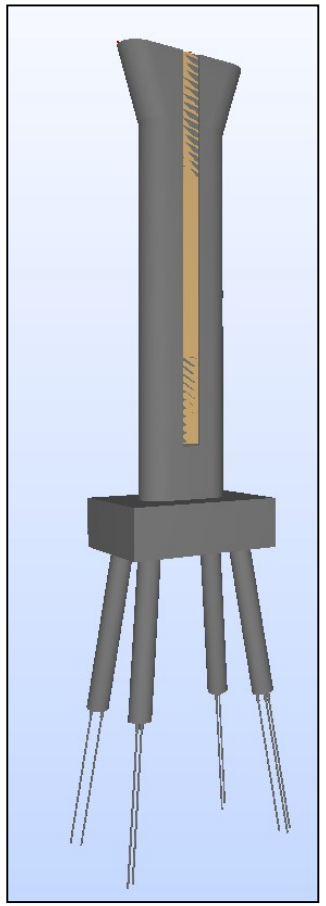
Mitoitus:

Alusrakenteet

- Tuet T1 ja T2 maanvaraisia, T6-T9 kallionvaraisia ja T2-T5 paalujen varaan perustettuja.
- Alusrakenteiden suunnittelussa haasteita aiheutti poikkeuksellisen suuri törmäyskuorma 10MN

→ Paaluihin kohdistuu erittäin suuria vetorasituksia (n. 6,2MN) jotka tuli ankkuroida kallioon.

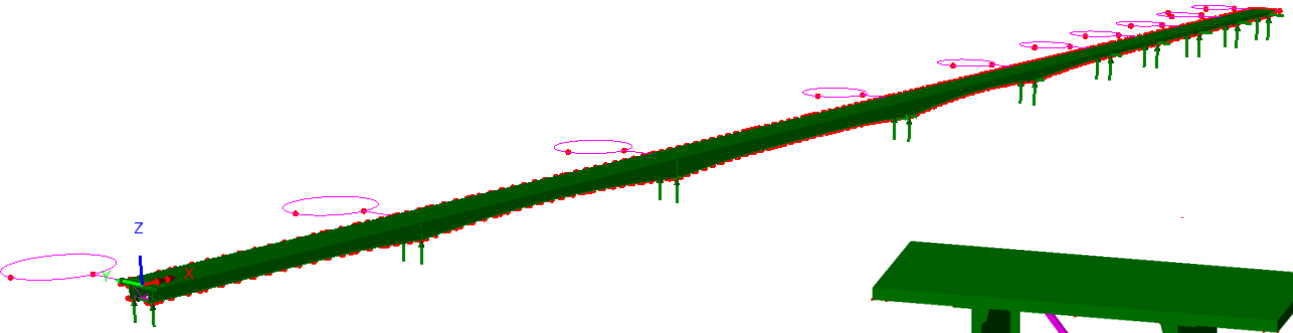
→ Sillan dimensioiden ja suuren törmäyskuorman seurauksena paalukooksi valikoitui poikkeuksellisen suuri D1220mm porapaalu.

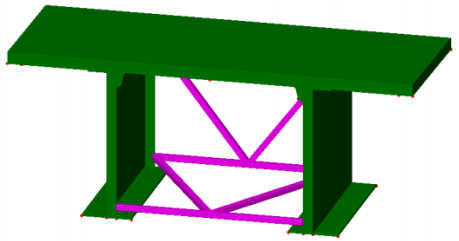


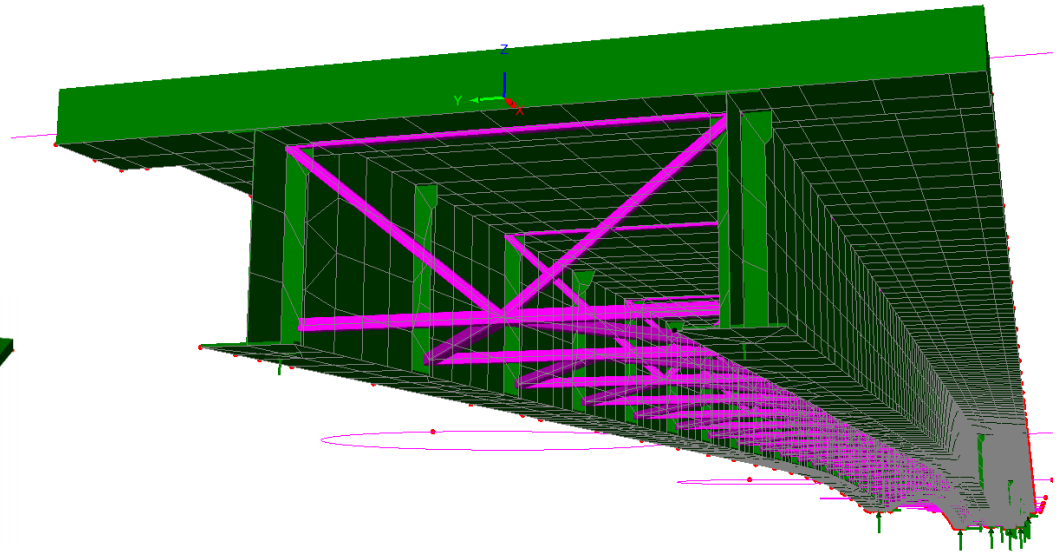
Suunnitelmat

Mitoitus:

- Päällysrakenteen FEM rakennemalli muodostettiin todellisilla dimensioilla koko sillan pituudelta. Palkit ja poikkirakenteet mallinnettiin käyttäen todellisia profiileja ja levy- tai laattapaksuuksia.
  → Tällä tekniikalla vaaka- ja poikkiristikoiden muodostama vääntöjäykkyys saatiin hyödynnettyä mahdollisimman todenmukaisesti kokonaisrakennemallissa. Tällöin liikennekuorman jakautuminen viereiselle palkille voidaan hyödyntää mahdollisimman optimaalisella tavalla eikä ylimitoitusta tule tätä kautta pääkannattajille eikä poikkirakenteen sauvoille verrattuna perinteiseen arinamalliin.







Suunnitelmat

Suunnitelman sisältö:

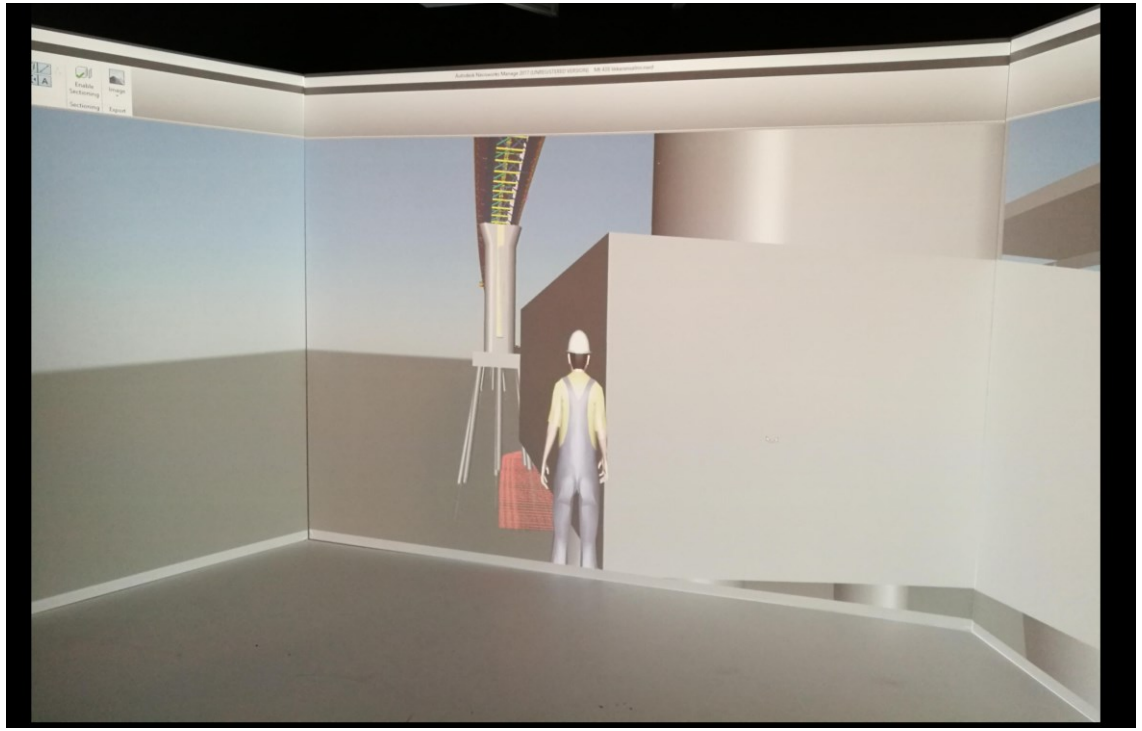
- Suunnittelussa kiinnitettiin erityistä huomiota kannen muodonhallintaan. Silta suunniteltiin kerralla valettavaksi eli valusaumoja ei sallittu. Suunnittelussa varmistettiin riittävä hidastusaika massalle, jotta jo sitoutumaan lähtenyt valurintama ei vaikuttaisi haitallisesti kannen lopulliseen muotoon. Valu onnistu hyvin ja sillan lopullinen muoto vastasi suunnitelmassa esitettyä muotoa.

Kohteen erityispiirteet: suunnittelussa sekä rakentamisessa huomioitavat erityisseikat

- Lossiliikenne toiminnassa koko urakan ajan
- Leveä salmi, joka ei kovan virtauksen vuoksi jäädy
- Syväväyläreitti, joka pidettävä avoinna koko vesiliikennekauden ajan, huvivenekaudella kesä-elokuussa liikennekatkoja ei sallita lainkaan
- Kohdalla uittoreitti käytössä koko urakan ajan
- Siltapaikka sijoittuu Pihlaveden natura-alueelle: suunnittelussa oli huomioitava Saimaan norpan pesimäajat ja mm. osin tästä syystä perustustavaksi määräytyi porapaalu, jotta Saimaan norppaa ei häiritä räjäytystöillä.

Tarjousvaihe

- Hanketta esiteltiin tarjousvaiheessa 3d tilassa:



Työsilta

Rakenteellisesti haastava rakenne, jonka tuli kestää mitoituksellisesti suuret kuormat, kuten suuret nosturit, jotta työt voitiin toteuttaa turvallisesti.

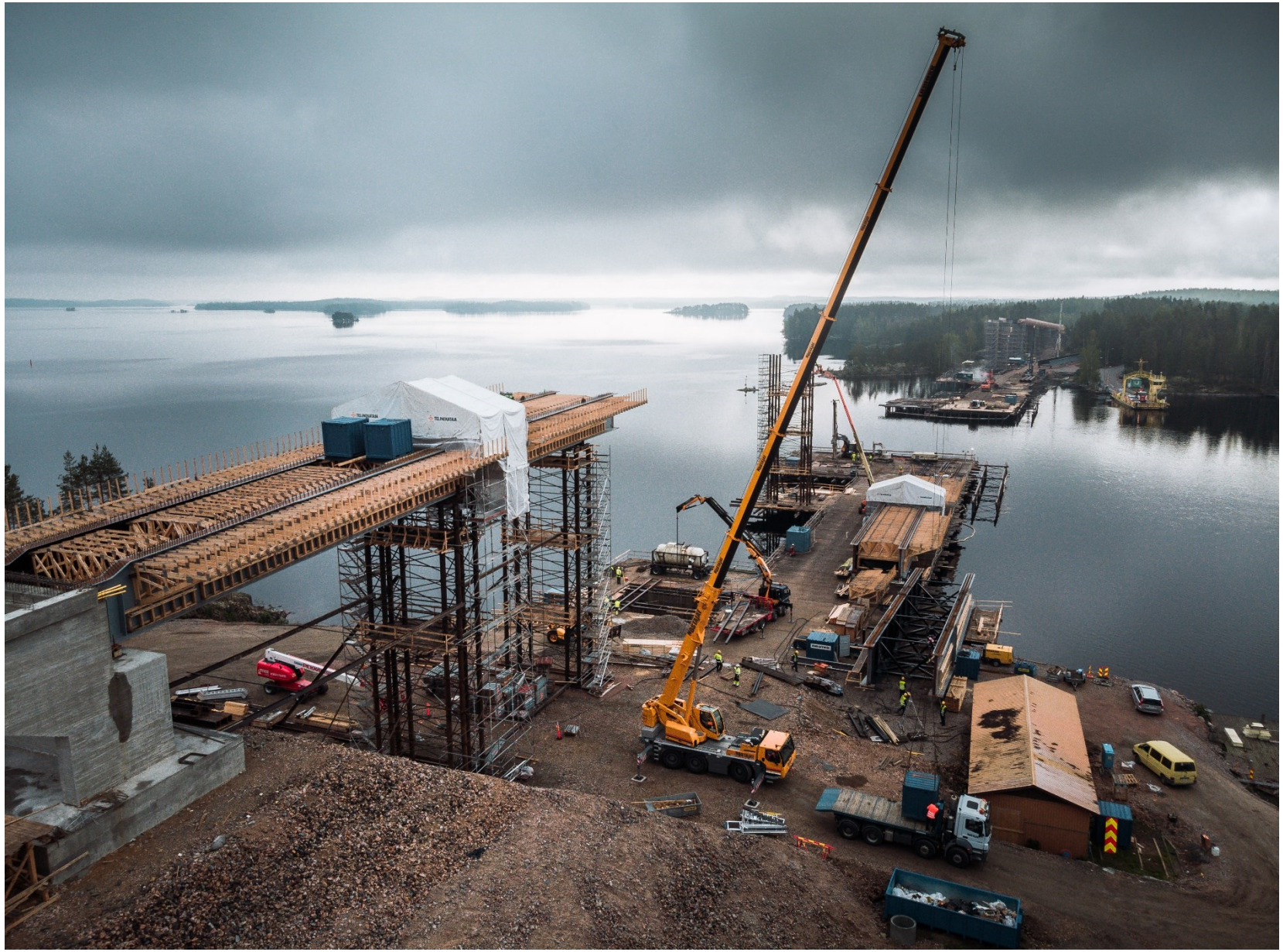
Työsillan tuli kestää salmen kova veden virtaus.

Työsillan toteutuksessa tuli lisäksi huomioida uittoliikenne ja vesiliikenne työmaan ohi.

Teräksisiä lyöntipaaluja asennettiin yhteensä noin 1 060 kpl.

Työsillan rakentaminen kesti noin 4/2018-8/2018, noin 5 kk.

Työsillan paalutuksessa ja sivuttaistuennassa käytettiin apuna sukeltajia.



Porapaalutus

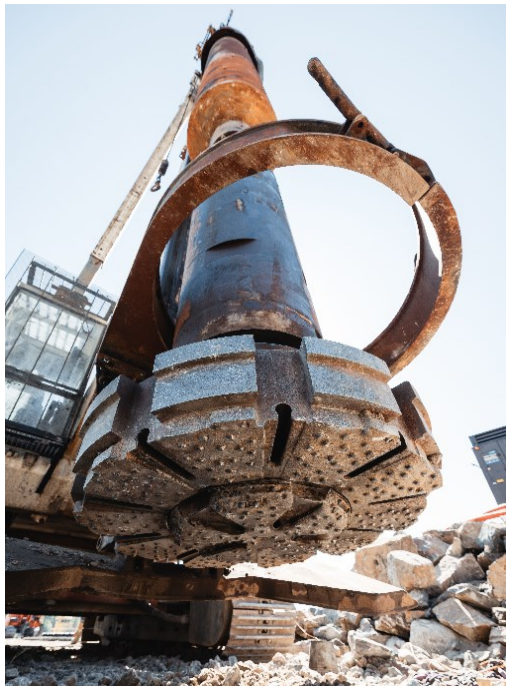
Sillan perustuksien suunnittelussa jouduttiin huomioimaan mm. laivaliikenteen törmäyskuorma max 10 MN.

Sillan neljä vesistövälitukea perustettiin halkaisijaltaan 1220 mm porapaaluille, jotka jouduttiin ankkuroimaan törmäyskuorman takia.

Porapaalujen suuren koon vuoksi, erityisesti työturvallisuus oli huomioitava koko työvaiheen ajan (kuljetus, siirtely).

WWW.VIITEK.FI

INTTAN



Kasuunit

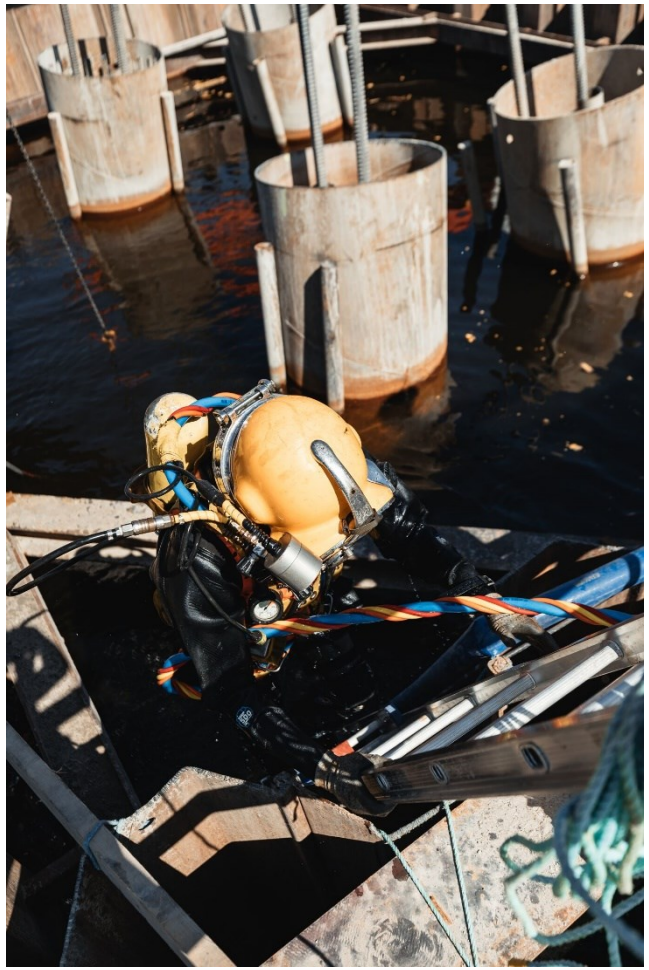
Välitukien perustukset toteutettiin kasuunirakenteilla.

Laivaväylän viereisten välitukien T3 ja T4 kasuunien koko oli 12x10m.

Kasuunit kasattiin ensin työsillan päällä, jonka jälkeen ne nostettiin paikalleen nosturilla. Asennusvaiheessa hyödynnettiin sukeltajia kasuunin asemoimiseen oikealle kohdalleen sekä tiivistämiseen.

Alkuperäisestä suunnitelmasta poiketen, urakoitsija toteutti valut kuivatyönä, jolla saavutettiin laadukas lopputulos. Kyseinen työmenetelmä vaati kuitenkin urakoitsijalta erityistä työnsuunnittelua, jotta esim. veden aiheuttama noste saatiin kumottua.

Kasuunin pohjan syvyys oli noin 6,2 metriä vesipinnasta.



58 424 9821
ASIANTUNTIJA PINNAN ALLA
sukellus
kotka oy
040 505 8388

Tukirakenteet

Välitukien pilarit valettiin kolmessa osassa. Osien korkeudet vaihtelivat 5-10 metrin välillä.

Pilarien muotit rakennettiin ensin varastoalueella, jonka jälkeen ne nostettiin paikoilleen valmiiksi hakastettuna. Tämän jälkeen rakennettiin varsinainen pääraudoitus.

Yhden pilariosan valu kesti noin 7-8h.

Pilarin valu oli haasteellista betonin tiivistämisen osalta, koska pilari oli hakastettu ja sen sisällä liikkuminen oli tästä syystä vaikeaa.

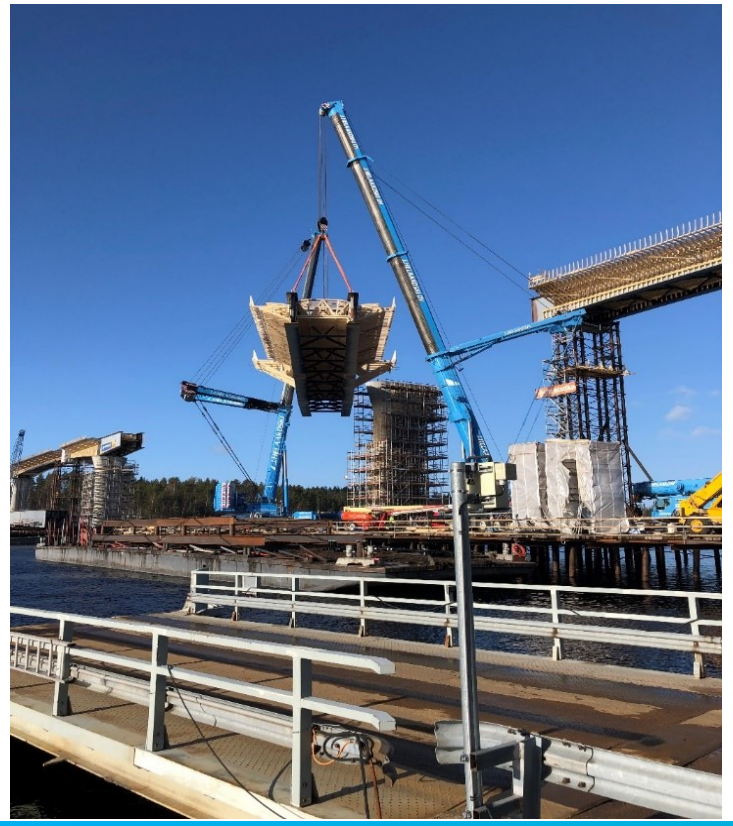
Rudus

Teräsrakenteen asennus

Teräsrakenne koostui lohkoista, joita oli yhteensä 26 kpl. Lyhin lohko oli pituudeltaan 13,5 m. Pisimmät lohkot olivat 28 metriä pitkiä. Lohkojen asennus oli massiivinen ja pitkä työvaihe.

Kannen viisteellisen muodon seurauksena tukiväli T1-T6 asennettiin nostamalla käyttäen 500 ja 750 tn mobiilinostureita ja tasakorkea palkkiosuus T6-T10 asennettiin työntöasennuksena puskutraktoria hyödyntäen.

Lohkojen kuljetus teräsrakenteen valmistajan tehtaalta Oulusta työmaalle etenkin talviaikaan oli haasteellista, sillä kuljetusmatkan loppupää oli kapeaa ja mutkaista seututietä.



VÄYLÄ

Keskilohkon asennus

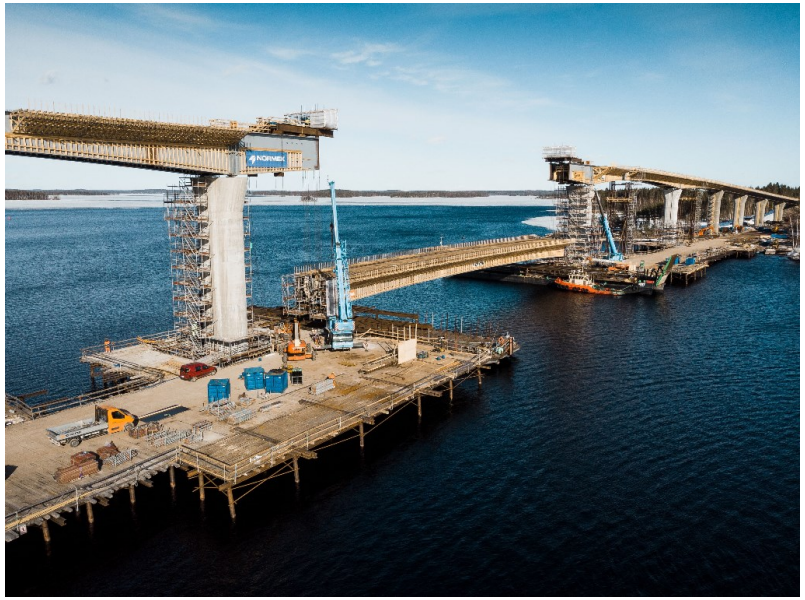
Työvaihe vaati tarkkaa suunnittelua ja mm. sääolosuhteiden tuli olla täsmälleen oikeanlaiset työn suorittamiseksi turvallisesti.

Kappale koostui yhteensä neljästä teräslohkosta. Kappale toimitettiin neljässä osassa työmaalle, jossa se hitsattiin yhdeksi kappaleeksi. Lohkon yhteispituus oli 90 metriä sekä paino 360 tonnia.

Keskilohkon siirto kokoamispaikalta tunkkauspaikalle tapahtui proomujen (2 kpl) avulla, jotka sijoitettiin laivaväylän kummallekin puolelle siltaan nähden poikittain.

Keskilohkon asennustyöt kestivät valmistelutöineen reilun viikon. Itse tunkkaus kesti 27 tuntia.

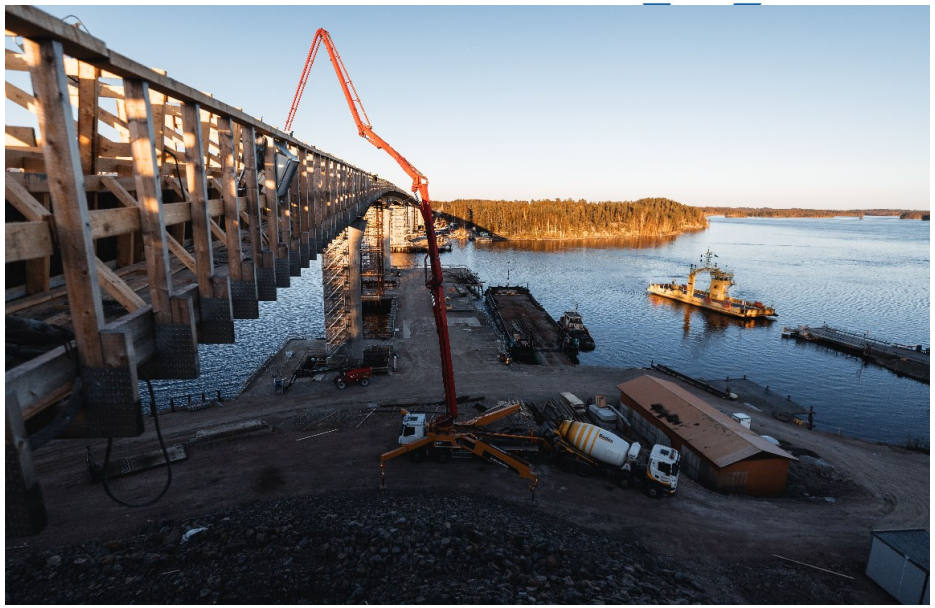
Keskilohkon nosto suoritettiin proomujen päältä tunkkaamalla kuudella hydraulitunkilla/pääty, joissa iskukorkeus oli 19 cm.



NORMEK

Kannen valu

- Kannen valu kesti useita päiviä yötä päivää ja vaati huolellista suunnittelua
- Betonin kokonaismäärä oli yli 2 000 kuutiota, työvaiheeseen tarvittiin vajaa 20 betoniautoa, kaksi betoniasemaa sekä kolme betonipumppua
- Valuun osallistui yhteensä lähes 100 henkilöä
- Betonin reseptiikkaa hiottiin yhteistyössä useasti ennen valua yhteistyössä rakennuttajan, urakoitsijan, betonitoimittajan ja suunnittelijoiden kanssa
- Lopulta päädyttiin joustamaan P-luvun osalta ohjeesta, jotta saatiin parannettua betonin työstettävyyttä sekä vähentämään riskiä reunapalkin mahdollisen halkeilun osalta
- Muutoksesta huolimatta P-lukujen toteumat täyttivät alkuperäisen siltasuunnitelman vaatimukset
- Valua suoritettiin samanaikaisesti sillan molemmista päistä lähtien



Tietomallin hyödyntäminen

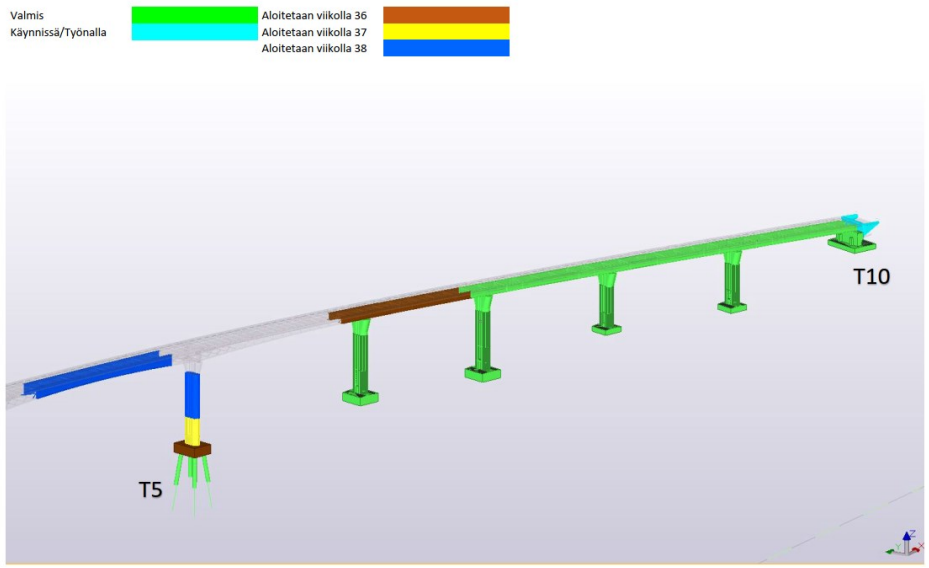
Rakennuttajan tavoitteena oli jo hankkeen suunnitteluvaiheesta lähtien tietomalliosaamisen hyödyntäminen ja kehittäminen kaikkien hankkeeseen osallistuvien osapuolten kesken.

Rakennussuunnitelmat laadittiin kevennettyinä: teräsrakenteen yleispiirustus sisälsi vain pääpalkkien levykoot, lohkojaon, hitsit, taipumat, poikkileikkaukset ja liitosdetaljit. Teräsrakenteesta ei laadittu konepajakuvia urakkalaskentavaiheessa vaan konepaja tuotti tarvitsemansa piirustukset. Rakennussuunnitelman päivitystarpeet tehtiin urakan aikana suoraan malliin.

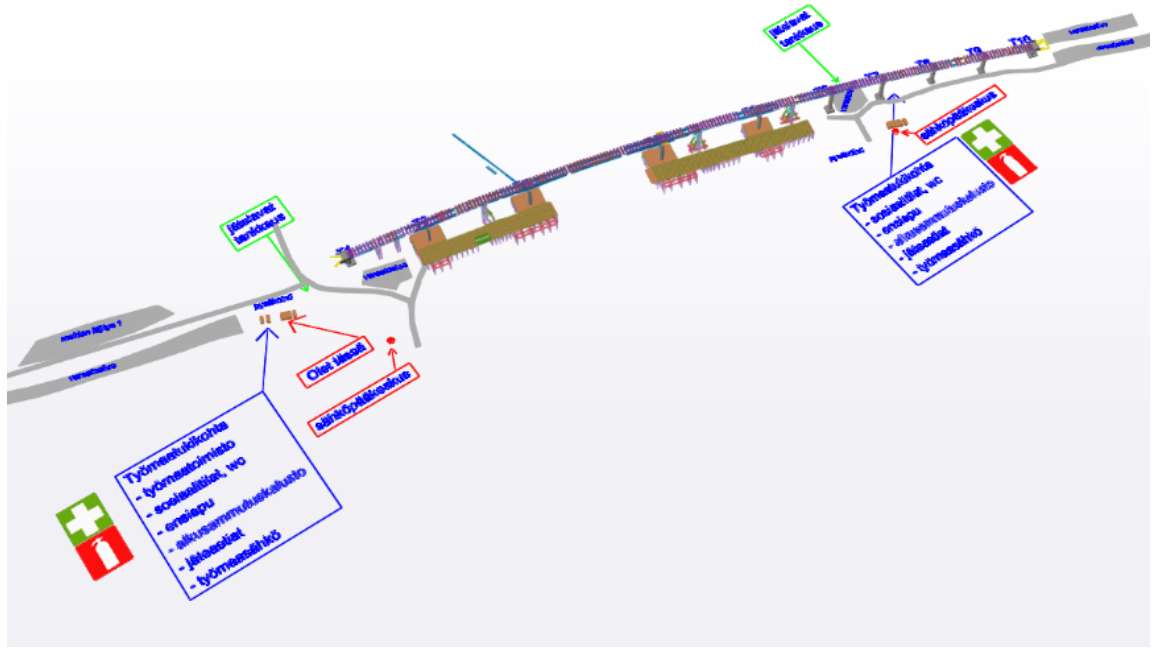
Urakoitsijalle asetettiin korkeat tietomallivaatimukset ja niihin liitettiin kannustinjärjestelmä, joka motivoi urakoitsijaa tavoitteisiin pääsyssä. Urakoitsija onnistui vaatimusten täyttämisessä erinomaisesti, joka nosti infrahankkeen urakanaikaista tietomalliosaamista uudelle tasolle.

Tietomallia hyödynnettiin aktiivisesti toteutuksen aikana laadunhallintaan, perehdytykseen sekä työnsuunnitteluun, josta hyötyivät kaikki osapuolet.

Tietomallin hyödyntäminen

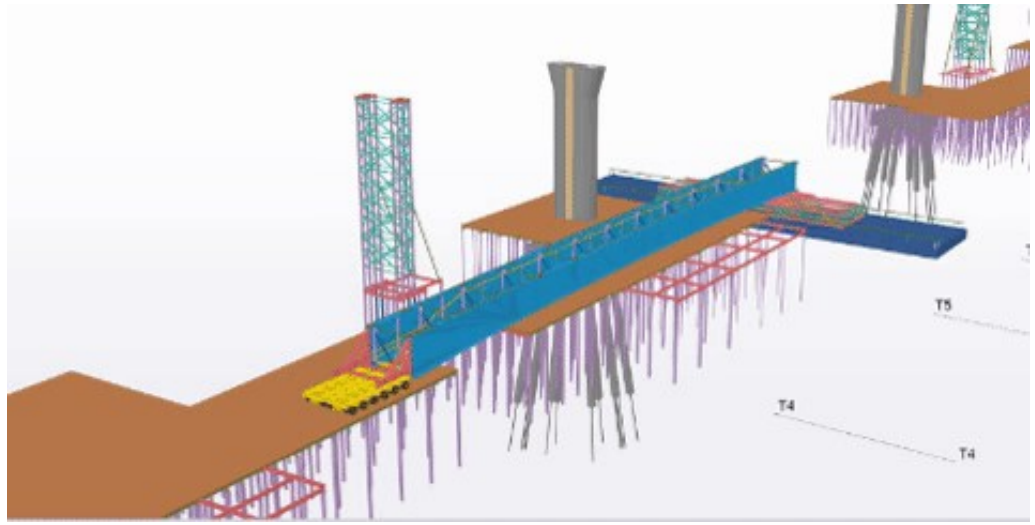


Tietomallilla esitettiin urakan aikana mm. työmaakokouksissa työmaan aikataulullinen eteneminen sekä 3-viikkoisaikataulu.



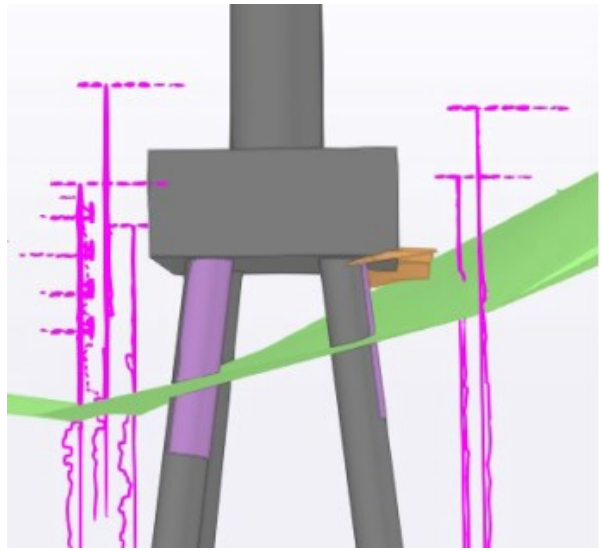
Työmaan aluesuunnitelma laadittiin tietomalliin. Hankkeen perehdytys toteutettiin tietomallia hyödyntäen, joten myös aluesuunnitelman läpikäynti sen avulla oli helppoa.

Tietomallin hyödyntäminen



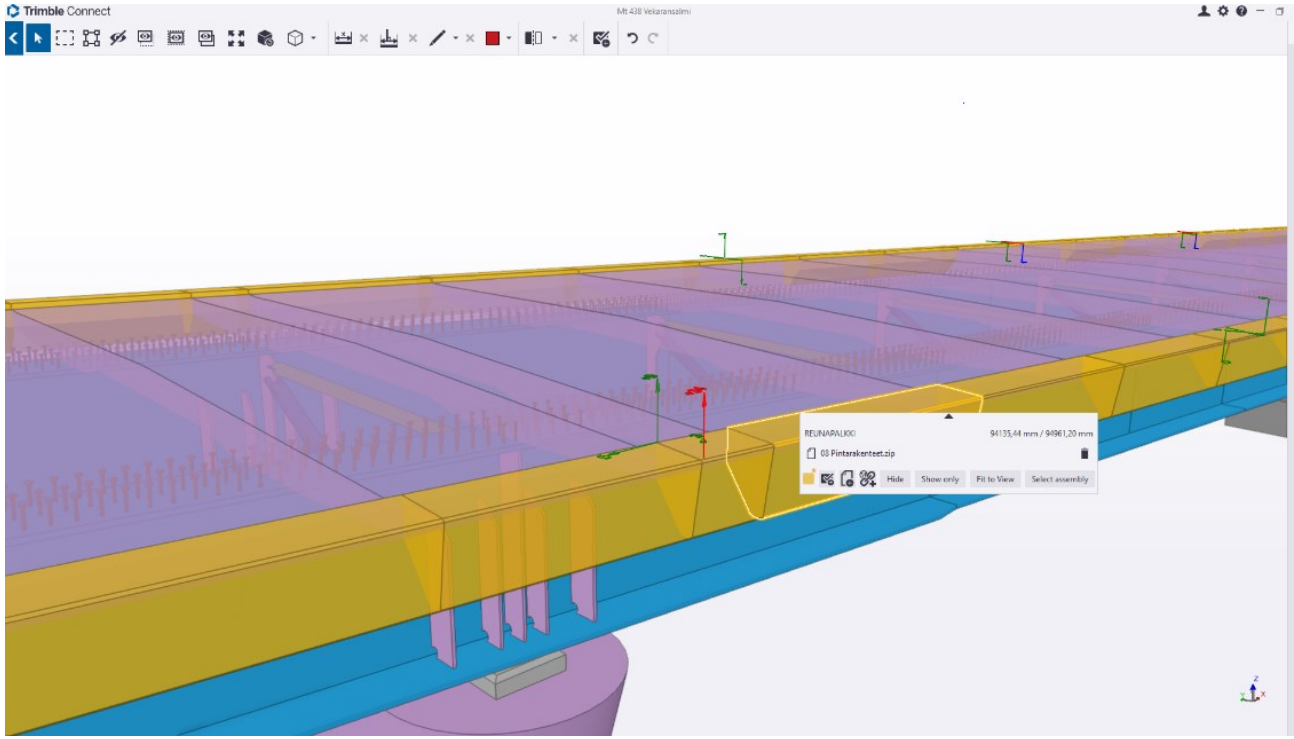
Tietomallin avulla pystyttiin mm. tarkastelemaan, suunnittelemaan ja havainnollistamaan eri työvaiheita kuten vaativa keskilohkon siirto hitsauspaikalta tunkkauspaikalle.

Tietomallin avulla pystyttiin havainnollistamaan pintoja, jotka ovat perinteisistä tasokuvista vaikea hahmottaa. Ohessa esimerkki välituki 2:n kohdalta, jossa on esitettynä suunnittelijan arvioima kallionpinta (vihreällä) sekä urakoitsijan työn aikana todentama kallionpinta (oranssi).



Tietomallin hyödyntäminen

Laatuaineiston linkitys malliin toteutettiin Trimble Connectin avulla. Laatuaineistosta tehtiin ZIP-tiedosto, joka ladattiin Trimble Connect:iin, josta se linkitettiin halutulle malliobjektille.



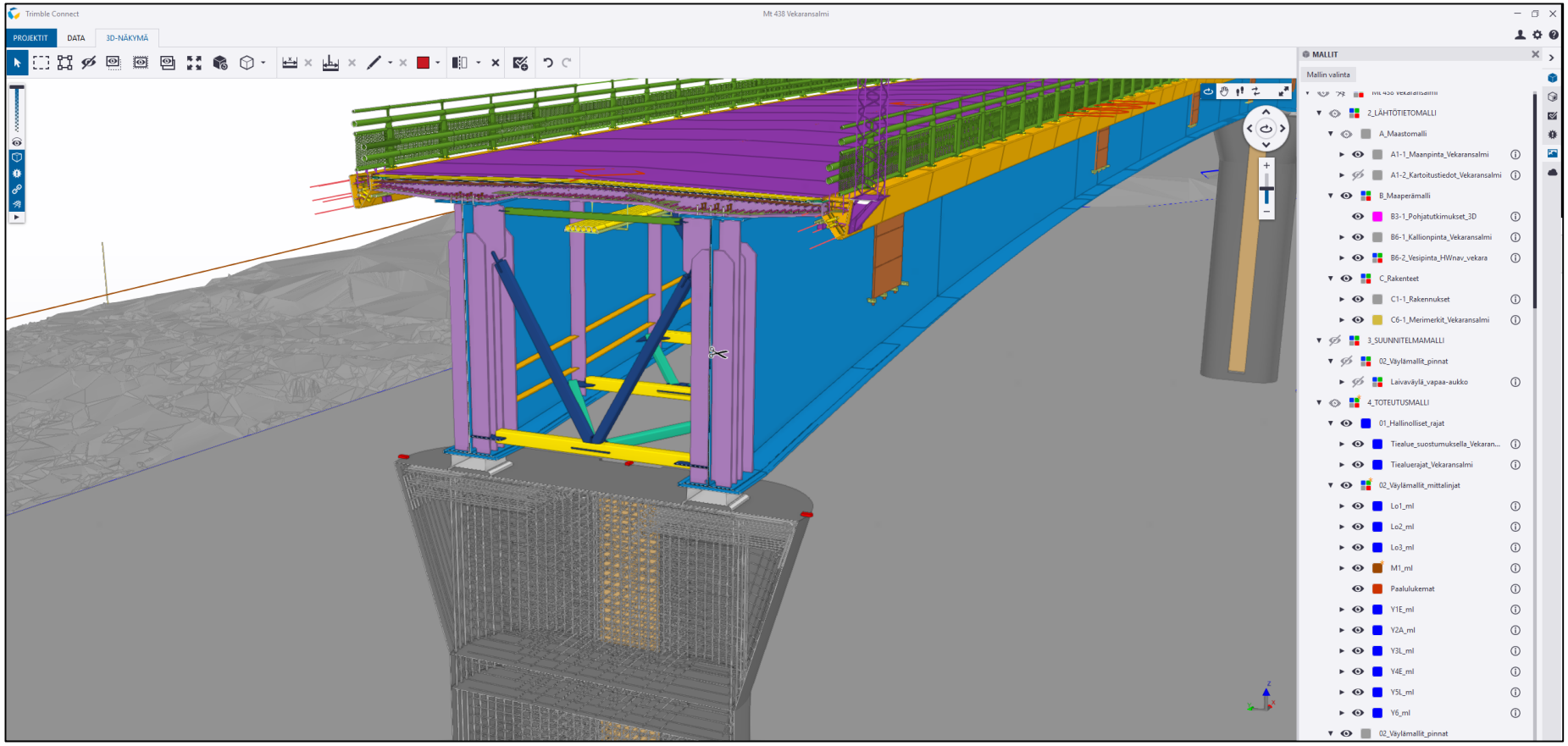
Kuva: reunapalkista löytyy päällysrakenteen laatuaineisto.

Toteumat mallinnettiin, mikäli muutokset olivat merkittäviä.
Pääosin toteumaa havainnollistettiin muutosnuolilla (kuvassa vihreitä ja punaisi nuolia osoittamaan poikkeamat suunnitelmaan).

Työn aikana mm. siltavalvoja ja suunnittelija pystyivät tarkastelemaan toteumia suoraan mallista.

Tietomallin hyödyntäminen

Trimble Connect yhdistelmämallin leikkaus:



Dronen hyödyntäminen

Dronella lennettiin viikoittain työmaan ylitse. Videoiden avulla seurattiin työn edistymistä sekä suunniteltiin tulevia töitä.

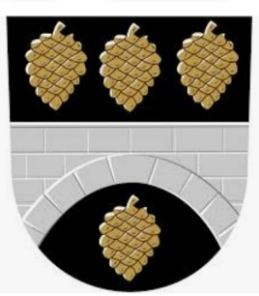
Ympäristöön sovittaminen ja toiminnallisuus

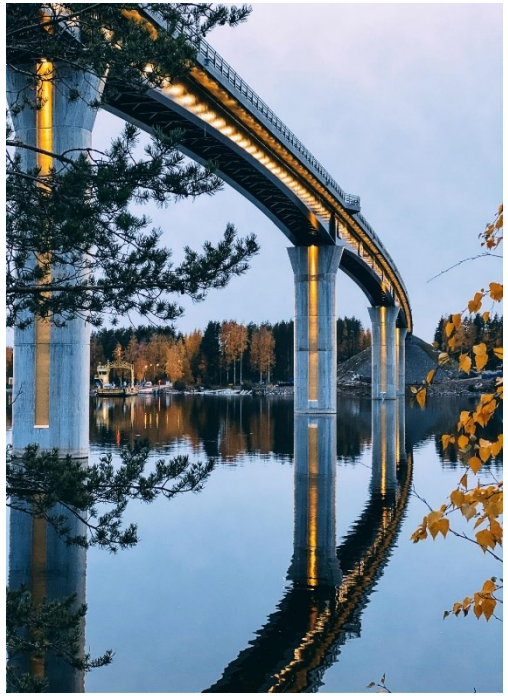
Suunnitteluvaiheessa sillan hyötyleveyttä kasvatettiin, jotta sillan kannelle saatiin mahtumaan kevyen liikenteen väylä.

Sillan korkeimmalla kohdalla on lisäksi katselutasanteet.

Värivaloinnoissa otettiin huomioon kunnan mielipide. Sillan värimaailma valikoitui Sulkavan kunnan vaakunan värien mukaan. Vaakunan värit musta ja keltainen on huomioitu sillan valaistuksessa ja maalauksessa. Siltapalkit ja kaiteet ovat muistia. Kaiteissa ja pilareissa tehostevärinä keltainen. Kaiteeksi valittiin perinteistä siltakaidetta näyttävämmät Örsta kaiteet.

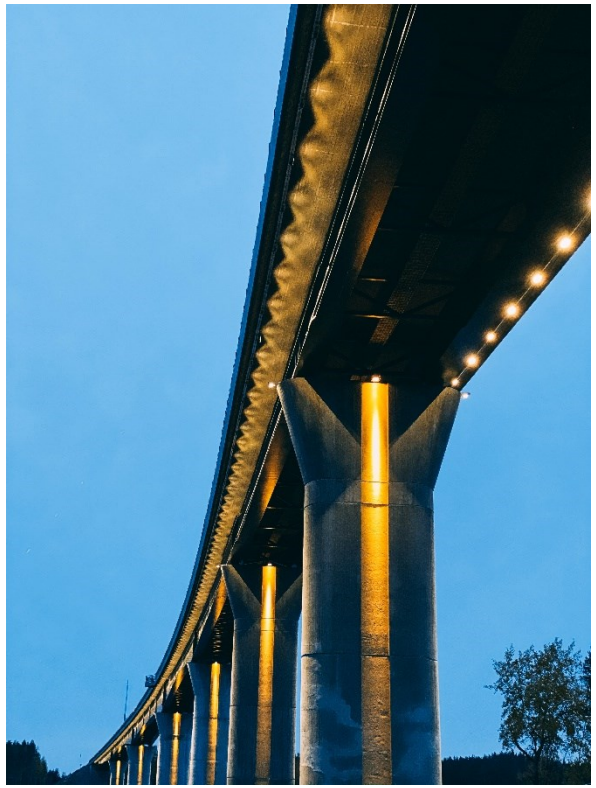
Sillan valmistuminen on parantanut liikenteen sujuvuutta henkilö- ja vesiliikenteen, raskaan liikenteen, pelastusliikenteen sekä uittoliikenteen osalta.

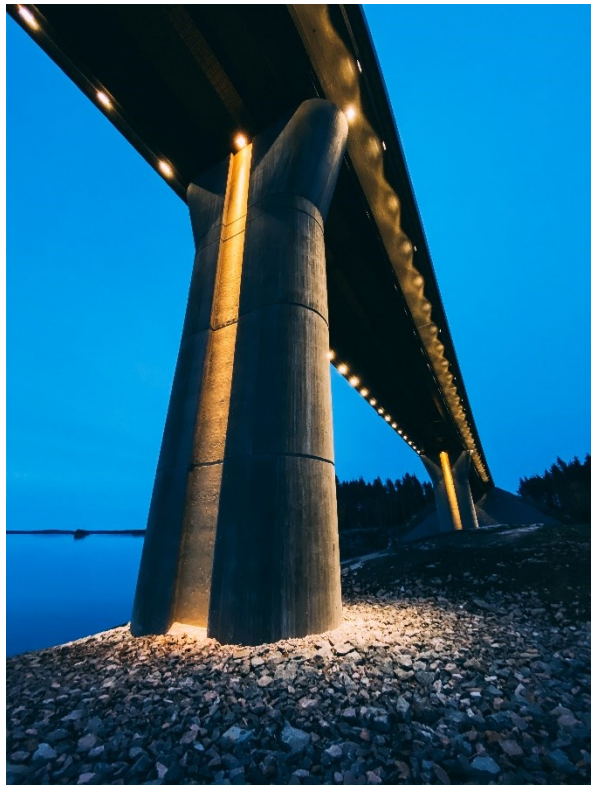




Sillan valaistus

Palkin ulkokyljet sekä pilarit on valaistu nykyaikaisilla LED valaisimilla. Valaistuksen suunnittelussa hyödynnettiin valaistusmallinnusta. Lopulliset valaisimien tehot määriteltiin koevalaistuksen avulla.





Vuoden infratyömaa 2018

VÄYLÄ

Kunniakirja

Vuoden Infratyömaa 2018

Vekaransalmen silta

Tilaaja:
Liikennevirasto, Jetro Matilainen
Rakennuttajakonsultti:
Welado Oy

Suunnittelu:
Suunnittelukide Oy, pääsuunnittelija, sillan alusrakenteet
Ponvia Oy, sillan päällysrakenne
Plaana Oy, väylänsuunnittelu
Geobotnia Oy, geosuunnittelu

Pääurakoitsija:
Graniittirakennus Kallio Oy
Antti Rämä työpäällikkö
Vesa Turakainen työmaapäällikkö
Teppo Juola sillanrakennustyönjohtaja
Kalle Willman sillanrakennustyönjohtaja, työmaainsinööri
Timo Laitinen työmaainsinööri
Mikko Tappola tietomallikoordinaattori
Kalle Keskinen työnjohtoharjoittelija

Aliurakoitsijat:
Etelä-Suomen Mittauspalvelu Oy, Juha Koikkalainen mittaustyönjohtaja

Normek Oy, teräsrakenne
Destia Engineering Oy, porapaalutus ja ankkurointi
Maanrakennus Kosonen Oy, mvr-työt
YIT Infra, asfaltointityöt
Mestek Oy, muottityöt
V & J Raudoitus Oy, raudoitustyöt
Rudus, valmisbetoni
Viitek Oy, työsillat
KeS-Siltaykköset Oy, maalaukset, epoksitiivistys
Dynniq Oy, valaistustyöt
Karjalan Rakennusmiehet Karmi Oy, muottien purku
Telinekataja Oy, telineet
Rautaseiska Oy, kasuunit
Saferoad Finland, silta- ja tiekaiteet

Helsinki 11. lokakuuta 2018

Hannu Järveläinen
raadin puheenjohtaja

Tapio Kivistö
päätoimittaja

Rakennuslehti

Vuoden Infratyömaa 2018 -palkinnosta *Item 3 of 3*

VÄYLÄ