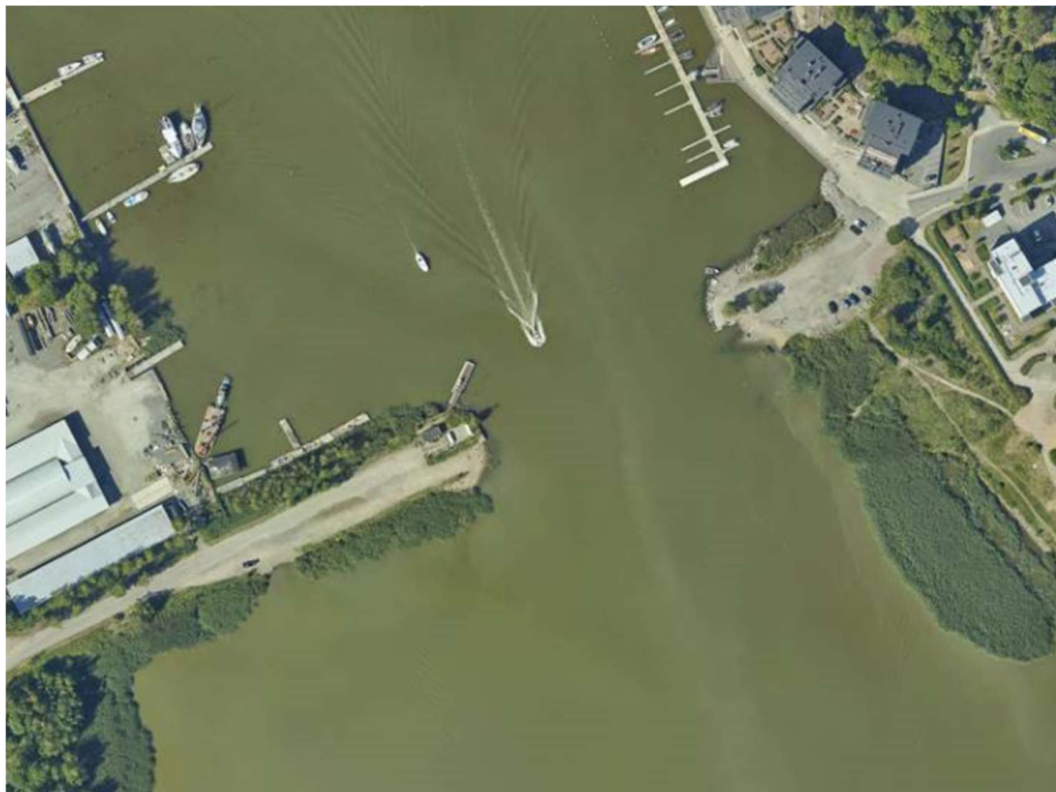


LAUTTARANNANSILTA-HANKE, TURKU



HANKESUUNNITELMA SILLANRAKENNUS

16.1.2020

Sisällysluettelo

1.	HANKKEEN OSAPUOLET.....	3
	Tilaaaja / rakennuttaja	3
	Konsulttitehtävät.....	3
2.	JOHDANTO	3
3.	HANKKEEN SUUNNITTELULLE ASETETTAVAT TAVOITTEET	3
4.	ASEMAKAAVA JA RAKENNUSPAIKKA.....	6
5.	YLEISET SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT	8
	5.1 Maisema ja kaupunkikuva	8
	5.2 Rakennuspaikan erityispiirteet	9
	5.3 Tekniset suunnitteluperusteet	14
6.	RATKAISUVAIHTOEHDOT	19
	6.1 Vaihtoehto 1, kiinteä betonisilta käännettävällä siltakannella	19
	6.2 Vaihtoehto 2, betoniponttonisilta kiinteällä läppäsillalla	21
	6.3 Vaihtoehto 3, teräsrakenteinen avattava putkipalkkisilta	24
	6.4 Yhteenveto vaihtoehdoista	25
	6.5 Katulämmitys	26
7.	Aikataulu.....	28
	7.1 Aikatauluun vaikuttavat tekijät.....	28
8.	Ympäristövaikutukset.....	29
	8.1 Vaikutukset maisemaan, luontoon ja ihmisiin.....	29
	8.2 Sillan rakentamisen ja käytön päästöt	30
	8.3 Puurakenteiden hyödyntäminen	31
9.	Suosittelava vaihtoehto.....	34

1. HANKKEEN OSAPUOLET

Tilaja / rakennuttaja

Kaupunkiympäristötoimiala

Suunnitteluinsinööri Mika Laine

Maisema-arkkitehti Virva Kajamaa

Suunnitteluinsinööri Jani Tulkki

Konsulttitehtävät

2. JOHDANTO

Turun kaupunginvaltuusto hyväksyi 20.6.2016 § 127 asemakaava- ja asemakaavanmuutosehdotuksen ”Port Aboa”. Asemakaavassa on tunnistettu tarve uudelle kävely- ja pyöräily sillalle Korppolaismäestä Pitkäsalmelta yli Hirvensalon Lauttarantaan. Kaavassa on edellytetty, että sillan tulee olla avattava, jotta turvataan Hirvensalon itärannalla olevien venesatamapalveluiden saavutettavuus myös purjeveneillä. Uusi Lauttarannansilta edistää toteutuessaan kaupungin tavoitetta kehittää Hirvensalon pohjoisranta keskustamaiseksi merelliseksi asuinalueeksi, joka on helposti saavutettavissa keskustasta jalan ja pyörällä. Kaava toteuttaa myös kestävästä liikkumistavoitetta ja edistää kävely- ja pyöräilyn edellytyksiä parantamalla verkostoja ja niiden jatkuvuutta

Toteutuessaan Lauttarannansilta yhdistää kaksi kaupunginosaa eli, 042 Korppolaismäki ja 052 Lauttaranta. Korppolaismäen puolella Port Aboan alueelle johtaa Kaarle Knuutinpojan Rantatie sekä Kölikatu. Kumminkin kadut on rakennettu jalankulkuun soveltuviksi. Lauttarannan puolella Lauttarannansillalle johtaa Lossilaituri -niminen tie, joka on yhteydessä Pikisaarentien jalankulkuväylään. Lossilaiturilla ei ole osoitettua jalankulkuväylää, alueen tie on huoltokäytössä.

Tämä hankesuunnitelma esittelee kaupunki-infrastruktuurin kannalta oleellisia lähtötietoja, selvitettyjä esitietoja sekä vaihtoehtoisia ratkaisuja uuden sillan rakentamiselle.

3. HANKKEEN SUUNNITTELULLE ASETETTAVAT TAVOITTEET

Tavoitteena on luoda uusi ja sujuva jalankulku- ja pyöräily-yhteys Hirvensalon saarelta kantakaupungin katuverkkoon ja jatkaa rantareittiä Hirvensaloon. Yhteyden tarkoitus on palvella niin virkistyskäyttöä kuin

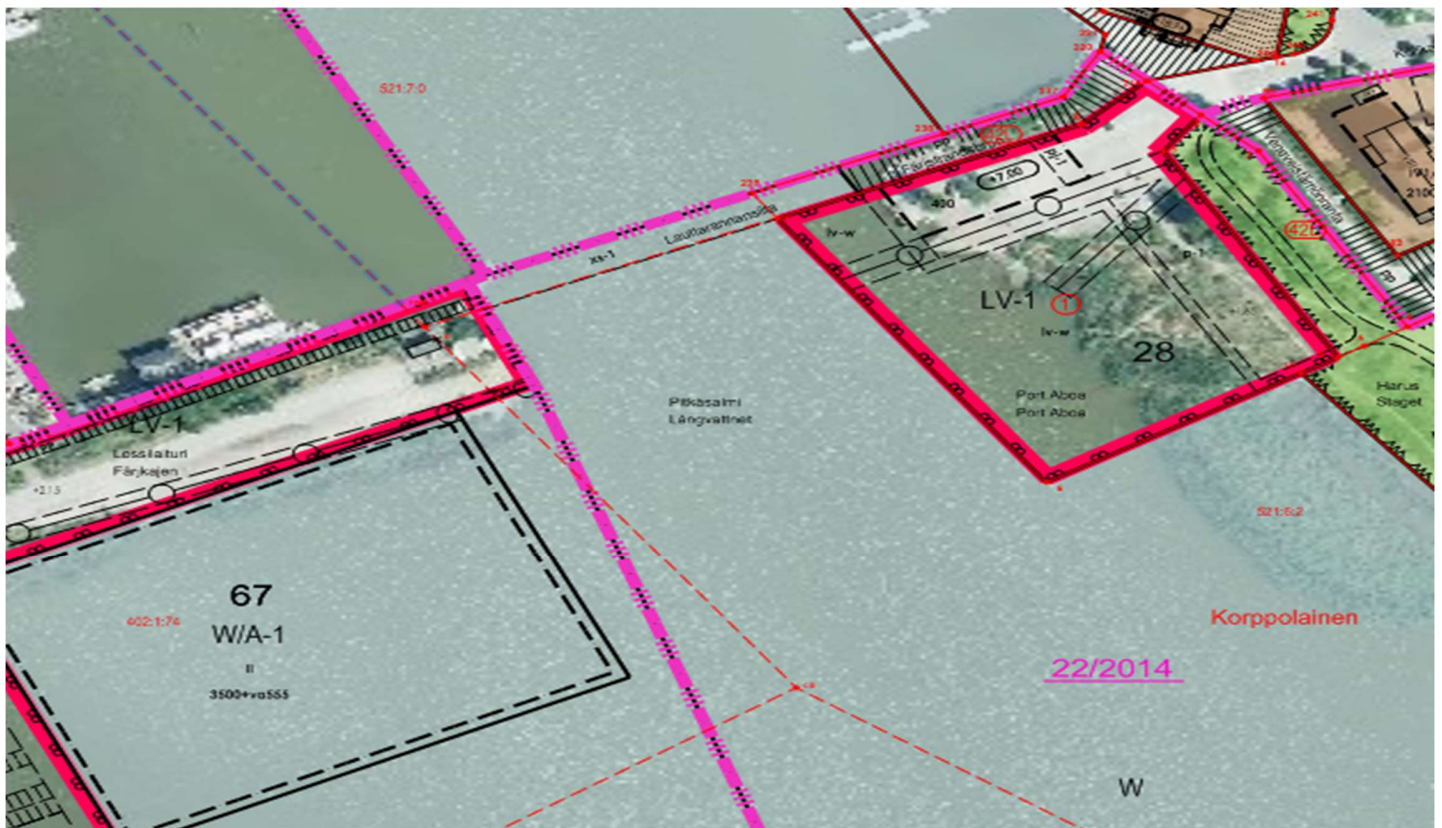
työmatkaliikennettä. Suunnitteluperusteena on myös, että siltarakenne mahdollistaa kunnossapitokaluston ja ensihoitokaluston käytön.

Hankesuunnitelmassa arvioidaan myös kaavoituksen sallimat mahdolliset muutokset kaupungin infrarakenteeseen. Lähtökohtana kuitenkin pidetään olemassa olevaan kaupunkirakenteeseen hyvin istuvaa kevyen liikenteen väylää. Pyöräilyyn soveltuvan sillankannen hyötyleveys pidetään viiden ja kuuden metrin välissä.

Työmatkaliikenne huomioon ottaen sillan käytössä tulee olemaan käyttöpiikkejä aamuisin ja iltapäivisin. Tästä syystä leveät sisäänajo- ja poistumisreitit huomioidaan alueen yleissuunnitelmassa. Jouheva pyöräliikenne edellyttää selkeitä reitityksiä, jotka ohjaavat pyöräilijän kulkusuunnassa oikealle ajoradalle.

Alueen vesialueiden käyttö tulee huomioida siltasuunnittelussa. Silta pitää voida avata suurille aluksille, kun taas pienemmät alukset voivat kulkea sillan ali ilman sillan avaamista. Suunnitteluvaiheen mitoitusperusteena käytetään liikenneviraston ohjeistusta, kuitenkin huomioon tulee ottaa paikallinen meripuolustus-, pelastus-, ja rannikkovartioston asettamat tarpeet. Lopullinen vahvistus asiaan haetaan ELY-keskukselta.

Ilmakuva ja asemakaava rakennuspaikan sijainnista



Sillanrakennuksessa vesistöosuuden ylityksen kustannukset ovat suuremmat kuin maasuuden ylityksen. Korkeat rakenteet ovat materiaali- ja työvoimamenerkin kautta kalliimpia kuin matalat rakenteet. Kiinteän siltakannen kustannukset ovat matalammat kuin avattavan rakenteen.

Lauttarannansilta suunnitellaan avattavaksi ja esteettömäksi voimassa olevan asemakaavan määräysten mukaisesti. Esteetön kulku määrittelee sillan geometriaa, jolloin myös vesiliikenteen vaatimukset lisäävät suunnittelun vaikeusastetta. Sillan käytettävyyteen ja huoltoon pyritään suunnittelulla vastaamaan tunnistettujen tarpeiden mukaisesti.

4. ASEMAKAAVA JA RAKENNUSPAIKKA

Lauttarannansilta kytkee asemakaavassa kaksi kaupunginosaa toisiinsa, Korppolaismäen (042) ja Lauttarannan (052). Yhdistyvät väylät ovat Korppolaismäen puolella Kölikatu ja Kaarle Knuutinpojan rantatie, Lauttarannan puolella Lossilaituri ja Vanha Kaksikerrantie / Pikisaarentie. Asemakaavassa on edellytetty, että Lauttarannansillan tulee olla avattava. Lauttarannansillan paikan kummallakin puolella kaavamääräys on LV-1. LV-1 alueille saa rakentaa laitureita, portaita, rampeja, istutuksia ja polttoaineen jakelupisteen palvelemaan kelluvia asuntoja ja veneilyä. Mantereen puolelle saa rakentaa myös venesatamaa palvelevan rakennuksen tai rakennuksia, joihin saa sijoittaa ravintola-, kahvila-, toimisto- ja myymälätiloja. Sillan tyveen on suunnitteilla yksityinen ravintolapaviljonkihanke.

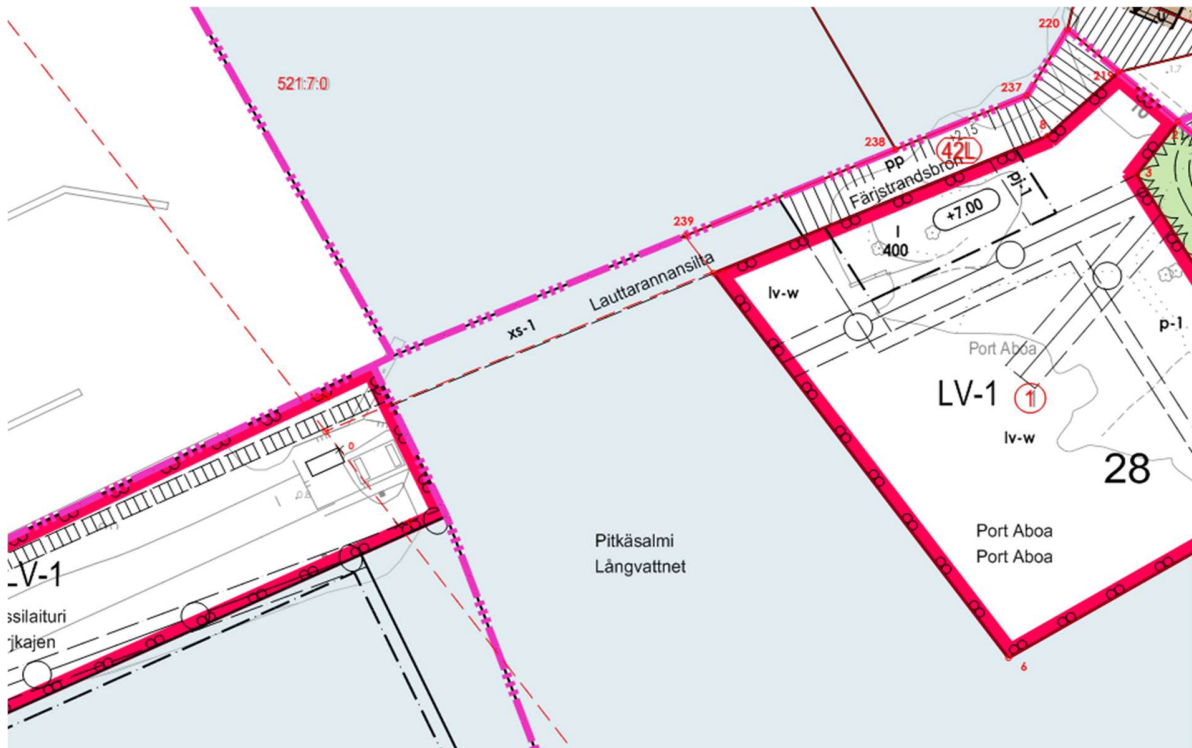
Lossilaiturin viereen on kaavoitettu tontti kelluville asunnoille. Korppolaismäen puolella sillan läheiset alueet on rakennettu.

Rakennuspaikkana Pitkäsalmi on erittäin haasteellinen. Alueen kantava kallioperä on paalutusta ajatellen erittäin syvä. Siltapaikan läheisyydessä tehdyt kairaukset osoittavat, että kantavan pohjamaan syvyys vaihtelee suuresti. 20 metrin kairavälillä syvyyseroa on havaittu 0,5 – 8 metrin välillä. Mittapisteiden välisestä syvyysierosta voidaan päätellä kantavan pohjan kulmaa. Jyrkkään pintaan ei voida käyttää edullisempaa lyöntipaalutekniikkaa. Jyrkkä kulma vaatii porapaalutekniikan, joka on noin 80 % kalliimpi kuin lyöntipaalu. Syvyysero usein tasoittuu syvemmillä osuuksilla, mutta kantava pohja saattaa kuitenkin sijaita huomattavasti syvemmillä kuin havaittu. Toisaalta syvät perustusolosuhteet usein antavat mahdollisuuden käyttää koheesiopaalutekniikoita.

Rantapenkereille on ilmoitettu kaksi PIMA-kohdetta (Lauttaranta 71998 ja Korppolaismäki 73310).

Syvät perustamisolosuhteet tuovat kiinteille rakenteille huomattavan korkeat perustuskulut. Täysin kiinteän rakenteen vaihtoehto on kelluntaan perustuva ratkaisu. Kelluttava rakenne on käytännössä aina ponttoni. Ponttonin mallista riippuen ratkaisu voi olla massiiviponttoni tai palkkiponttoni. Massiiviponttonien malleja ovat esimerkiksi betoniponttonilaiturista muokattu rakenneosa, tai metallirakenteinen ponttoni. Massiiviponttoneita voidaan asettaa siltakannen suuntaisesti, tai 90° asteen kulmassa siltakantta vasten. Palkkiponttoni on käytännössä aina 90° asteen kulmassa siltakantta vasten. Olennainen ero ponttonien asetussuunnassa on se, että 90° asteen kulmassa siltakantta vasten asetettu ponttoni on huomattavasti vakaampi rakenne.

Rakennettavan alueen asemakaava



5. YLEISET SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT

5.1 Maisema ja kaupunkikuva

Sillan paikka sijaitsee Aurajoen suulla, asuin-, teollisuus-, virkistys- ja veneilykäytössä toimivassa ympäristössä. Paikka on maisemallisesti erityinen. Rannoilta, jyrkkien kallioiden tyvestä, avautuvat näkymät meren yli Turun linnan suuntaan. Mantereen puolella näkymät merelle ovat avoimet, Hirvensalon puoleisilla rannoilla näkymiä peittävät monin paikoin kasvillisuus ja venesatamat. Paikalla on sijainnut aiemmin silta, joka on aikanaan purettu. Vanhasta sillasta on jäänyt jäljelle maapenger, jota voidaan hyödyntää uuden sillan suunnittelussa.

Sillan paikka on määritelty voimassa olevassa Turun seudun maakuntakaavassa osaksi valtakunnallisesti arvokasta maisema-alueutta. Yleiskaavassa se on kulttuurihistoriallisesti, kaupunkikuvallisesti, maisemallisesti tai luonnonoloiltaan arvokasta aluetta, jossa tapahtuvat muutokset tulee tehdä niin, ettei alueen ominaispiirteitä turmella.

Jokisuulla on pitkä historia 'kaupungin porttina'. Se on ollut liikenteen pysähdyspaikkana ja puolustustukikohtana ja kuningatar Kaarina Maununtytärenkin tiedetään asuneen aikanaan torpassa Korppolaismäellä. Mantereen puoleisilla ranta-alueilla oli pitkään laivanrakennusteollisuutta, joka on vähitellen väistynyt rakentamisen tieltä. 1990- ja 2000-luvuilla rannikolle on rakennettu paljon uusia asuinkerrostaloja Majakkarantaan, Telakkarantaan ja Korppolaismäen juurelle. Aluerakentamisen suunnitellaan laajenevan tulevaisuudessa myös Heikkilän kasarmien alueelle.

Rantareitti jatkuu nykyisin mantereen puolella sillan paikalta ydinkeskustaan asti. Tällä hetkellä Hirvensalosta pääsee mantereelle ainoastaan ajoneuvoliikenteen ajoittain ruuhkauttamaa Hirvensalonsiltaa pitkin. Lauttarannan puoleinen ranta-alue on pääsääntöisesti teollisuuden ja laituripaikkojen käytössä. Pyörä- ja jalankulkuyhteys sijaitsee Pikisaarentien ja Vanhan Kaksikerrantien varrella.

Rakennusalueen ilmakuva



5.2 Rakennuspaikan erityispiirteet

Rakennusalueen veneväylän syvyys on 2.1 metriä ja alueella sijaitsee kaukolämpöä sekä sähkökaapeleita. Sillan siirtäminen asemakaavan osoittamalta paikalta ei ole rakennusteknisesti edullista.

Vesiväylän merikortti



Alueella tehtyjen pohjatutkimusten mukaan rakennusalueen peruskallion syvyys vaihtelee +0.00 ja -54.42 välillä. Erittäin syvällä sijaitseva peruskallio aiheuttaa huomattavan kustannuslisän kiinteän siltarakenteen perustamiskustannuksiin. Kustannusten kautta arvioiden on olemassa kolme tekniset ominaisuudet täyttävää siltavaihtoehtoa:

- Kiinteä teräs- tai teräsbetoninen kääntösilta. Kääntösillan ali on mahdollista kulkea matalilla useimmilla aluksilla. Kääntösillan kansirakenne rakennetaan kiertyvän nivelpilarin varaan. Oleellista kääntösillan rakenteissa on se, että rakenteet ovat massiivisia ja hallitsevia. Nivelpilarin koneisto on tyyppillisesti kallis erikoistuote, jonka valmistaminen vaatii erityistä tarkkuutta ja osaamista.

Ilmakuva kääntösillan toimintaperiaatteesta



- Välituilla varustettu ponttonisilta, jonka avausmekanismiksi on useita vaihtoehtoja. Oleellista avausmekanismin sovittamisessa ponttonisiltaan on se, että ponttoni on normaalitilassa tasaisesti kuormitettu ja tasaisesti kelluva rakenne. Kun ponttonin päätyä kuormitetaan avausmekanismilla, se pyrkii kuormituksen seurauksena painumaan veden alle – tällöin ainoa ratkaisu on kytkeä ponttoni kiinteään välitukeen ja kuormittaa avausmekanismilla välitukea. Ponttonirakenteen ongelma on vedenpinnan luonnollisen nousun ja laskun mukana nouseva ja laskeva siltakansi. Itämeren pohjukoiden ja lahtien vedenkorkeusvaihtelut voivat vuotuisesti olla lähes kaksi metriä. Tällöin käyttäjien siirtyminen ponttonilta kiinteille porras- ja luiskarakenteille vaikeutuu huomattavasti. Myös esteettömyys suunnittelun vaatima luiskakulma muuttuu laskuveden myötä. Ponttonisillan valmistusmateriaaleja ja yhdistelmiä on useita. Ponttoni voidaan valmistaa betonista, teräksestä tai muovista. Oleellista ponttonissa on sen aiheuttama noste, jolla rakenneosa kelluu vedenpinnalla. Siltakansi voidaan valmistaa teräksestä tai puusta. Puukansi on märällä kelillä liukas, teräskansi jäätyy helposti. Oleellista

on kannen massa, jolla kansi ja hyötykuorma painavat ponttonia vedenpinnan alle.

Ponttonisilta ja liityntäramppi



- Tietyin edellytyksin on mahdollista rakentaa profiililtaan matala kiinteä teräsrakenteinen silta. Edellytyksenä on, että teräsrakenteisen sillan välitukia pystytään rakentamaan lyöntipaalujen varaan. Syvät perustamisolosuhteet puoltavat lyöntipaalujen käyttöä, mutta niiden käytettävyys ratkeaa maaperätutkimusten perusteella. Syväälle peruskallioon vietäessä paalujen halkaisija kasvaa suureksi. Tällöin rakenteen hinta pyrkii nousemaan erittäin suureksi. Teräsrakenteisen ristikkopalkkisillan jänneväliä pystytään venyttämään jopa 40 metriin asti. Teknisenä ongelmana on, että nostosillan aiheuttamia sivuttaisvoimia ei voida johtaa suorille lyöntipaaluille, jolloin nostosillan tuenta tapahtuu samalla tavalla kuin ponttoniratkaisussa.

Järeä teräsristikkosilta



Strömman nostosilta

5.3 Tekniset suunnitteluperusteet

Turussa ei ole täysin vastaavaa siltaa kuin aiemmin esitetty. Vastaavia siltojen osia löytyy vain muutamia:

- Kuralan sillan kannen pituus on noin 55 metriä, ja siltatyyppi on teräsbetoniponttoni + teräksinen käyntisilta. Uushankinta-arvo on 200 000 €.
- Läppäsillan kannen pituus on noin 36 metriä, ja siltatyyppi on kiinteä betonikantinen teräspalkkisilta. Uushankinta-arvo on 1 550 000 €. Silta on rautatiekäytössä.
- Naantalissa on rakennettu ponttoniratkaisua edustava betoniponttonisilta Vanhan kaupungin ja Kailon saaren väliin. Sillan pituus on noin 240 metriä ja hyötyleveys on noin neljä metriä.

Naantalin ponttonisilta toimii myös venelaiturina

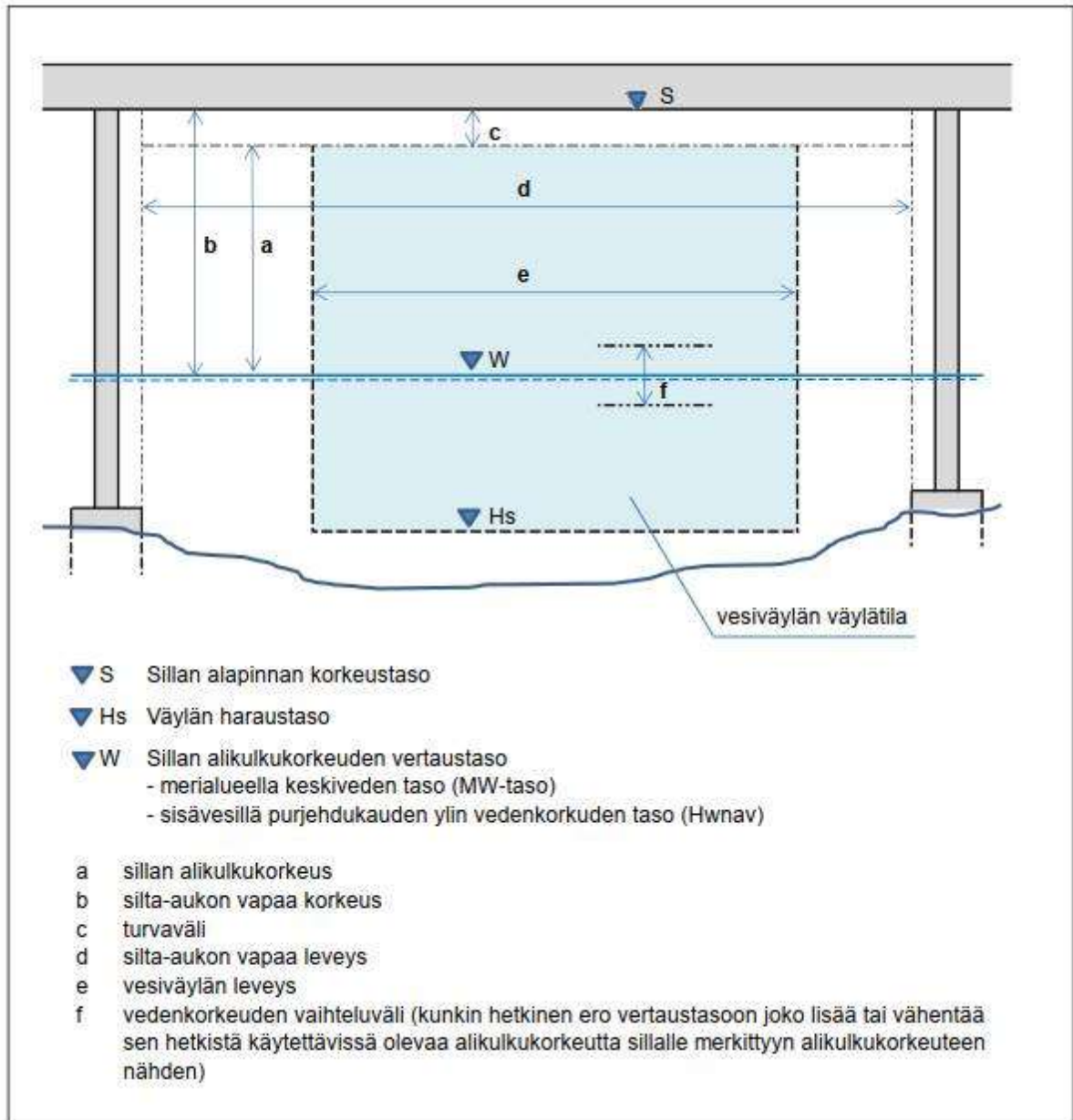


Turun silloille yhteinen tekijä on se, että ne sijaitsevat joessa tai jokisuulla. Kuralan silta ei juurikaan ole alttiina vedenpinnan korkeudenvaihteluille, koska se sijaitsee Halisten padon vedensäätelyn takana. Lämpäsilta puolestaan sijaitsee Raisionjoen suulla, eikä sen avausmekanismilla enää ole rakentamisajankohtansa merkitystä.

Suunnitteluperusteena käytetään Eurokoodin, NCCI ja RIL – ohjeistusta. Käyttäjämäärän mukainen mitoitus tulee selvittää, mutta arvio nykyisestä ja tulevasta vuorokautisesta käyttäjämäärästä liikkuvat noin 1 000 henkilössä. Käyttäjämäärät ovat todennäköisesti vuodenaika- ja vuorokausirytmien mukaisia. Sillankannen lopullinen mitoitus perustuu käyttäjämääriin ja ympäröiviin tekijöihin. Tässä hankesuunnitelmassa käytetään kolminkertaista esteettömän liikkumisen hyötyleveyyttä (1800 mm), jolloin liittyvät rakenteet mukaan lukien hyötyleveydeksi (HL) tulee 5 400 mm. Suunnitteluperuste ei sulje pois leveämpää tai kapeampaa väylää, mutta antaa selkeämmän vertailukohdan siltatyypin vertailussa keskenään.

Veneliikenteen tulee pystyä alittamaan silta ilman siltakannen avaamista paikallisveneväylien ohjeistuksen minimikorkeuden 3,5 m mukaan. Minimikorkeus ei ole lakiin kirjattu pakottava kirjaus, vaan suositus – mikäli otetaan huomioon alueen todellinen vesiliikenne, suosituksesta voidaan hieman poiketa. Paikallisveneväylien ohjeistuksen mukaan suositeltu alituskorkeus on 3,5 – 5,0 metriä. Viiden metrin alituskorkeuden vaatiminen poistaa betoniponttonisillan vaihtoehtoista. Alikulkukorkeus tarkoittaa suurinta aluksen korkeutta, käytännössä yleensä maston korkeutta, jolla silta voidaan turvallisesti alittaa. Alikulkukorkeus määritetään vertaustason mukaisesta vedenpinnan tasosta. Silta-aukko on vapaan korkeuden ja turvavälin erotus.

Silta-aukon vapaa korkeus määritellään määrävän vedenkorkeustason (alikulukorkeuden vertaustason) ja sillan päällysrakenteen alapinnan välisestä etäisyydestä. Silta-aukko on alikulukorkeuden ja turvavälin summa.



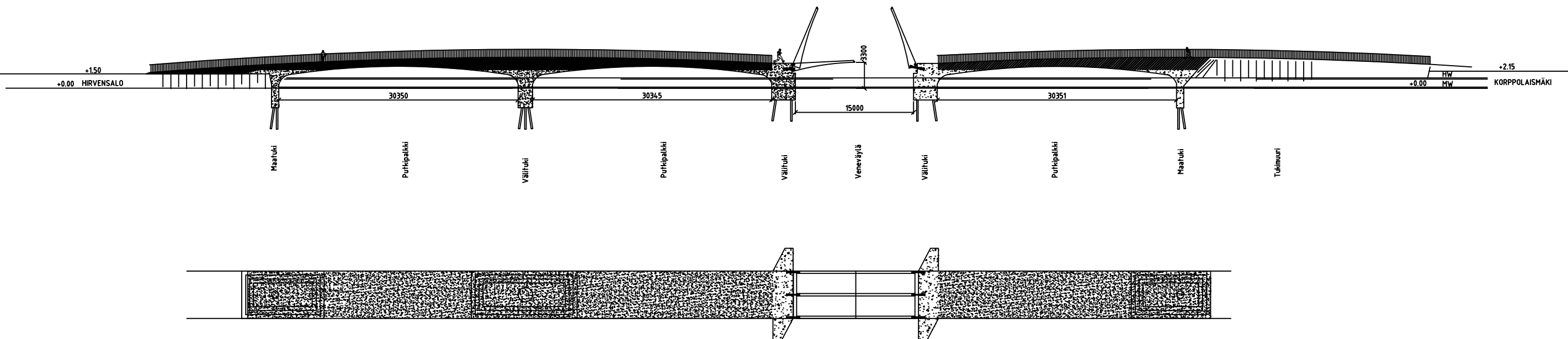
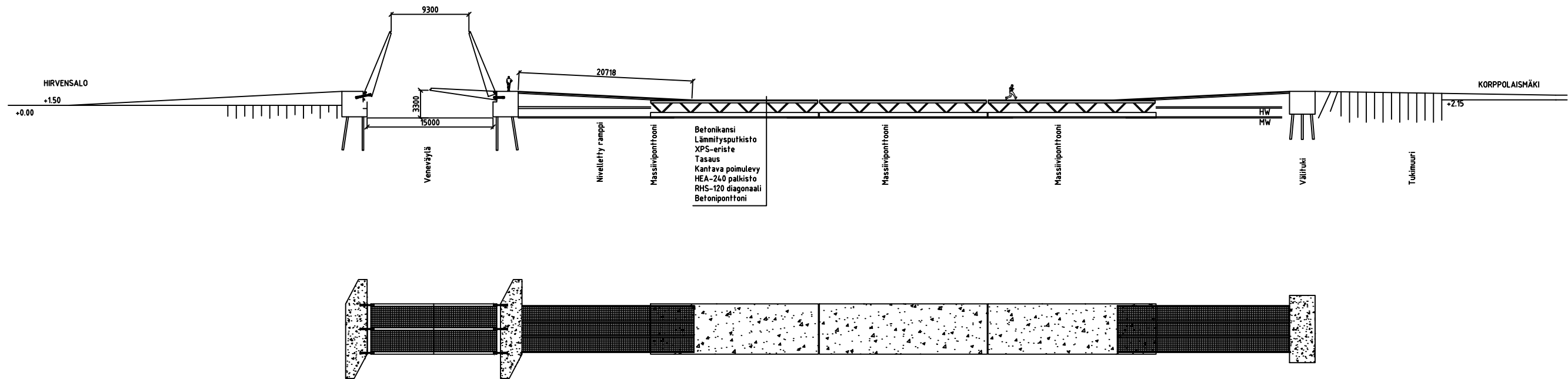
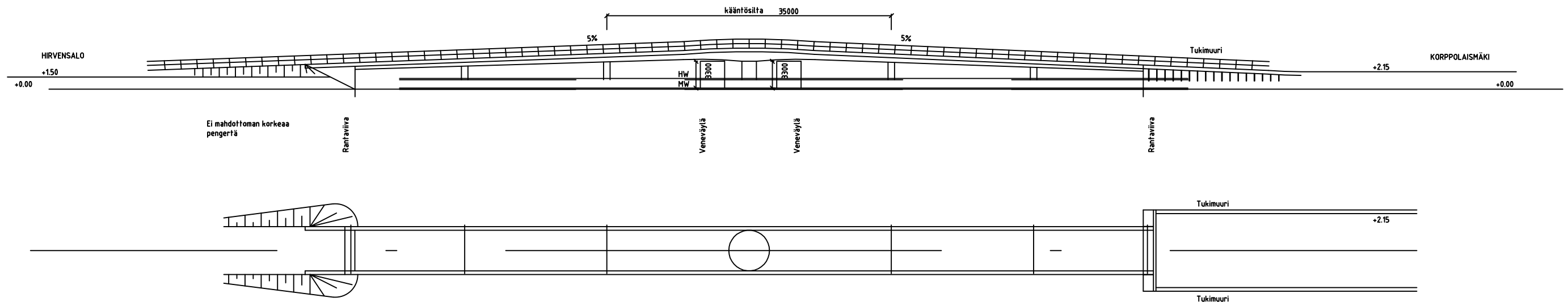
Silta-aukon vapaa leveys määritellään rakenteista vapaa aukon leveytenä, joka on voimassa korkeussuunnassa uoman tai siinä olevan kulkuväylän pohjasta alikulkukorkeutta vastaavaan sillan vapaaseen korkeuteen saakka. Turvaväli määritellään sillan vapaan korkeuden ja alikulkukorkeuden erotuksena. Aaltoilun ja aluksen keinumisen johdosta tarvittava turvallisuus- ja varmuusvara. Sisältää myös erilaisista mittausten epätarkkuuksista aiheutuvat epävarmuustekijät. Sisävesillä turvavara on normaalisti 0,5 m, merialueilla 0,5–1,0 m. Alle 5 m korkuisilla silloilla

turvavälin minimiarvo on 10% vapaasta korkeudesta, kuitenkin vähintään 0,2 m.

Määrävänä vedenkorkeustasona merialueilla on keskivedentaso (MW) Hankesuunnitelmassa alikulkukorkeudeksi on esitetty kolme metriä, tällöin silta-aukon korkeudeksi muodostuu 3,3 metriä.

Vedenpinnan vaihtelu otetaan suunnittelussa huomioon. Kelluvan ratkaisun perusteissa otetaan huomioon sillan kannen kulmanmuutosten vaihtelu kiinteiden tukien läheisyydessä. Kulmanmuutoksen vaihtelu vaikuttaa ramppien nousu- tai laskukulmaan.

Silta katkaisee Pitkänsalmen vesiliikenteen, hankesuunnitelmassa esitetään myös väylämuutoksen perusteita ja suosituksia.



6. RATKAISUVAIHTOEHDOT

Rakennettavan sillan malliksi on olemassa kaksi päävaihtoehtoa. Vaihtoehtoja ovat kiinteä paikalleen rakennettava silta, tai kelluva ponttonisilta. Rakennekustannustehokkuuden ja aikataulun kannalta kevyempi rakenne on huomattavasti edullisempi ratkaisu, kuin raskaasti rakennettu kiinteä vaihtoehto. Kuitenkin kelluva rakenne aiheuttaa merkittävää lisätyötä ramppien ja liittyvien rakenteiden kannalta. Kelluva ponttonisilta ei kuitenkaan tarkoita, että rakenne olisi täysin ilman kiinteää tukea. Ponttonisillan avausmekanismi vaatii tapauskohtaisesti kiinteän tuen toimiakseen.

Siltoja ei voida suoraan verrata keskenään kansineliöiden mukaan. Tämä johtuu siitä, että eri siltatyypeillä ja materiaaleilla on erilaiset materiaalihokkuudet.

Esitetyt tyyppiratkaisuvaihtoehdot havainnollistavat kunkin ratkaisun peruseriaatetta. Lopullinen ratkaisu ja ulkoasu ratkaistaan myöhemmin toteutussuunnittelun yhteydessä

6.1 Vaihtoehto 1, kiinteä betonisilta käännettävällä siltakannella

Ylitettävä vesistöosuus asemakaavassa osoitettuun paikkaan on noin 100 metriä. 100 metrin ylitys voidaan kustannustehokkaasti jakaa kuuteen osaan, jolloin sillasta muodostuu viidellä välituella varustettu kuusiaukkoinen silta. Vaikka kiinteä silta on kallis vaihtoehto, sillä on kelluvan sillan vaihtoehtoon verrattuna mahdollisuus toimia myös autoliikenteen varatienä.

Kuvaus

Silta rakennetaan karttaotteessa osoitettuun paikkaan. Siltarakenne on tyypiltään massiivinen teräsbetonisilta. Teräsbetonille on tyypillistä, että suuri paino vaatii massiiviset maa- ja välituet. Kiertyvä mekanismi on todennäköisesti rakennettava teräksestä, koska betonin suuri paino taivuttaa kiertomekanismin ulokkeita. Taipuvat ulokkeet ja korkea paino vaikuttavat mekanismin avautumisnopeuteen negatiivisesti. Kevennysrakenteena on mahdollista käyttää nk. ontelopalkkirakennetta, mutta kustannustehokkuus kärsii sillan kohtalaisen lyhyen vesistöylityksen seurauksena.

Rantapenkereiden korkeusasema antaa heikon lähtökohdan sillan kansikorkeuden nousemiseen – esitetty 5 % nousukulma vastaa esteetöntä kaltevuutta.

Sillan tekniseksi käyttöikäksi asetetaan 100 vuotta. On kuitenkin todennäköistä, kuten kaikissa mekaanisissa laitteissa, että elinkaaren aikana rakenteelle tulee useita huoltoja. Käytännössä jäätymis-sulamisrasituksen ja suolaveden kestävä betoni saavuttaa normaalioloissa teknisen käyttöiän ongelmitta. Avautumisvoimien seurauksena

rakenteelle on mahdollista syntyä sellaisia pakkovoimia, jota aiheuttavat betonin mikrosäröilyä. Mikrosäröilyä seuraa, että vesi pääsee betonirakenteen sisään, jolloin rakenteen rapautuminen on huomattavasti nopeampaa kuin ehjän rakenteen. Kääntöosuus sillasta voidaan rakentaa teräsrakenteisena. Kiertolaitteiston teräsrakenteen liittyminen betonirakenteeseen liittymärakenteena on todennäköisesti hankala ratkaista. Syynä tähän on lämpölaajeneminen, joka pitkillä osuuksilla aiheuttaa rakoja kansirakenteeseen.

Kansineliöihin perustuvan hinta-arvion mukaan kannen kustannuksiksi saadaan 720 000 €. Alueella vallitsevien perustusolosuhteiden ja seitsemän paalutettavan tuen mukaan sillan hinta nousee noin 2 300 000 €. Lisäksi kiertyvä avausmekanismi on uniikki tuote, jonka hinta saattaa nousta 1 000 000 €. Yksittäisen massiivisen uniikkituotteen suunnittelusta seuraa todennäköisesti 600 000 € suunnittelu ja rakennuttamiskulut. Sillalle varataan valaistuksen rakentamiseen ja turvatekniikkaan 50 000 € kummallekin, eli yhteensä 100 000 €.

Hankkeelle määritetään 30 % hankevaraus, jolloin kokonaishinta-arvio nousee noin 5 250 000 €.

Riskianalyysi

Alueen maaperästä ei ole tarkkaa tietoa, joten hankesuunnitelmaan jää kulujen rakenteen osalta aukko. Paalupituuden ja kalliopohjan muodon mukaan paalutuksen hinta voi laskea, mutta hintahaarukka on 0 - 500 000 € välillä. Kokonaishinta-arvion kannalta on todennäköistä, että lopullinen hinta asettuu hankevarauksen sisältävään hinta-arvioon. Toisaalta on myös mahdollista, että mikäli kohteen arkkitehtuurissa tapahtuu olennaisia muutoksia sillan muodon tai materiaalin suhteen, niin ne nostavat lopullista hintaa.

Esitetyn sillan paikalle johtaa Korppolaismäen puolella valmis katu. Kadun rakennuskulut yhdistämisen osalta ovat noin 100 000 €. Lauttarannan puolella valmista jalankulkuun erotettua katua ei ole. Kadunrakentamisesta aiheutuu noin 400 000 € kulut.

Riskinä on rakennekorkeuksien ja raaka-aineiden hinnan nousu. Riski kohdistuu hintaan, jolloin hankevarauksen käyttö on todennäköistä.

Mikäli sillan kiertomekanismi rikkoontuu, sen korjaaminen saattaa olla erittäin vaikeaa ja näin ollen myös kallista. Huoltotarpeiden suunnittelu ja korjattavuuden mahdollistaminen etukäteen ovat elinkaariajattelun mukaan erittäin tärkeää.

6.2 Vaihtoehto 2, betoniponttonisilta kiinteällä läppäsillalla

Ylitettävä vesistöosuus asemakaavassa osoitettuun paikkaan on noin 100 metriä. 100 metrin ylitys voidaan kustannustehokkaasti jakaa kolmeen 20 metrin pituiseen betoniponttoneista valmistettuun osaan, jolloin sillasta muodostuu yhdellä kiinteällä välituella varustettu yksiaukkoinen silta. Aukon avausta on kevytmetallia, esimerkiksi rakennealumiinia. Kelluvan sillan ideana on pudottaa kalliita välitukia pois ja samalla tuoda käyttäjä lähemmäksi vedenpintaa. Kelluvaan siltaan on mahdollista liittää lisää ponttoneita, jolloin vesialuetta on mahdollista käyttää esimerkiksi vierasvenesatamana tai venelaiturina. Lisäponttonit mahdollistavat myös virkistyskäytön lisäämistä.

Kuvaus

Silta rakennetaan karttaotteessa osoitettuun paikkaan. Ponttonisilta on kiinteään siltaan verrattuna edullinen vaihtoehto. Kalliiden välitukien määrä putoaa viidestä yhteen ja välituki on rakenteeltaan huomattavasti kevyempi kuin kiinteän sillan välituet. Betoniponttoneiden leveys on usein rajoitettu noin kolmeen metriin. Erikoistilauksesta on mahdollista saada jopa kuusi metriä leveitä ponttoneita. 20 metriä pitkiä ponttonielementtejä tarvitaan kohteeseen kolme kappaletta (6 x 20 m). Betoniponttonit toimivat runko ja perustusmateriaalina siltakannelle. Veneväylä osoitetaan kulkevaksi läheltä Lauttarannan maatuokea, jolloin rakenne käyttää hyväkseen maatuen perustuksia. Ponttonitasoon rakennetaan metallirakenteinen ramppi.

Betoniponttonin tekninen käyttöikä on 50 vuotta. Betonirakenteet mitoitetaan 100 vuoden tekniselle käyttöiälle. Betoniponttonien hinta on kuitenkin kohtuullinen, jolloin 100 vuoden käyttöiälle mitoittaessa ponttonirakenteiden hinta kaksinkertaistuu. Hankesuunnitelmassa käytetään 50 vuoden teknistä käyttöikää perustana.

Betoniponttonin (6 x 20 m) kustannukset ovat noin 100 000 € / kpl. Harusten ja painopakkojen arvioitu kulu on noin 10 000 € per elementti. Kansirakenteiden ja ramppien hinta muodostuu työstä, metallikiloista ja pintamateriaalista. Teräsrakenteinen ramppi painaa noin 400 kiloa / metri, riippuen vesiväylän alikulkukorkeudesta. Hankesuunnitelmassa käytetään 2.5m alituskorkeutta ja rampin pituus on noin 20 metriä. Alikulkukorkeuden lisääminen yhdellä sentillä pidentää ramppia 20 senttiä. Kuumasinkittynä ramppirakenteesta muodostuu noin 45 000 € kulu. Ramppeja kuuluu kelluvan siltatyypin kokoonpanoon kaksi kappaletta.

Siltakantta on tässä suunnitelmassa korotettu 70 senttiä betoniponttonin tasosta ylöspäin. Korotus lyhentää ramppien pituutta 14 metriä – korotusta ei kuitenkaan voi tehdä juurikaan 70 sentin yli, koska korkean veden aikana ramppien nousukulma kiertyy yli kiinteiden tukien yläpinnasta. Korotusrakenne muodostuu ponttonin päälle kiinteästi

asettavasta teräsrakenteesta, eristerakenteesta ja betonikannesta. Rakenteen hinnaksi muodostuu 2200 € / metri, jolloin 60 metrin ponttonitason ylityksen kustannus nousee 135 000 €. Kansikorotuksen ja rampin metrihinnat ovat kummassakin 2200 € / metri.

Väli/maatuki on muuhun rakenteeseen suhteutettuna massiivinen rakenne, johon rakennetaan nostokoneisto ja ramppien vaatimat nivelrakenteet. Maatukien ja välituen rakenteen kustannusarvio on noin 200 000 € / kpl, riippuen perustustavasta ja perustussyvyydestä.

Betoniponttonisillan avausmekanismi on huomattavasti kevyempi kuin kääntösillan avausmekanismi, johtuen tarvittavien materiaalien painoeroista ja määristä.

Avausmekanismi voidaan toteuttaa nostosiltana, sisään liukuvana rakenteena. Nostosillan voiman välityslaitteena on hydrauliiikka. Liukuva rakenne voidaan toteuttaa hammasratas tai hydrauliiikkaa hyödyntävänä rakenteena. Rakenteiden välille ei muodostu huomattavia eroja. Kustannusarvio suhteutetaan rakenteen painoon ja tarvittavaan voimalaitteistoon. 2-osaisen nostosillan etuna on, että nostosilta avautuu nopeammin ja segmentit muodostavat holvin, kun nostosilta laskeutuu takaisin alas. 1-osainen nostosilta ja sisään liukuva silta ovat rakenneteknisesti palkkeja, jolloin rakennekorkeus kasvaa holviin verrattuna. Ponttonirakenne kestää itsessään raskaan huoltoajoneuvon, mutta ramppi ja nostosillan rakennetta ei ole tässä hankesuunnitelmassa arvioitu raskaalle huoltoajoneuvolle. Kustannusarvio avausmekanismille on noin 300 000 €. Tarvittavan turvatekniikan määrää ja laatua ei oteta tässä kustannuksessa huomioon.

Sillalle varataan valaistuksen rakentamiseen ja turvatekniikkaan 50 000 € kummallekin, eli yhteensä 100 000 €.

Suunnittelu ja rakennuttamiskulut nousevat todennäköisesti 400 000 €. Kokonaishinta-arvioksi kertyy 1 955 000 €.

Hankkeelle määritetään 30 % hankevaraus, jolloin kokonaishinta-arvio nousee noin 2 500 000 €. Runkoelementtien, eli betoniponttonien, hinta koko rakenteesta on noin 13 %.

Riskianalyysi

Alueen maaperästä ei ole tarkkaa tietoa, joten hankesuunnitelmaan jää kulujen rakenteen osalta aukko. Kokonaishinta-arvion kannalta on todennäköistä, että lopullinen hinta asettuu 1 955 000 € tasolle. Toisaalta on myös mahdollista, että mikäli kohteen arkkitehtuurissa tapahtuu olennaisia muutoksia sillan muodon tai materiaalin suhteen, niin ne nostavat lopullista hintaa. Olennaista on myös ponttonirakenteen mahdollistama venesataman rakentaminen, jonka kulut ovat matalat kokonaishinta-arvioon verrattuna. Venesatama mahdollistaa sen, että rakenteesta voi saada tuloja.

Riskinä on rakennekorkeuksien ja raaka-aineiden hinnan nousu. Riski kohdistuu hintaan, jolloin hankevarauksen käyttö on todennäköistä.

Esitetyn sillan paikalle johtaa Korppolaismäen puolella valmis katu, kadun rakennuskulut yhdistämisen osalta ovat noin 100 000 €. Lauttarannan

puolella valmista jalankulkuun erotettua katua ei ole, kadunrakentamisesta aiheutuu noin 400 000 € kulut. Veneväylän siirtäminen ruoppauksineen tulee selvittää, hankesuunnitelmassa pidetään mahdollisena, että sedimenttien häiriintyminen aiheuttaa ympäristölle riskin.

6.3 Vaihtoehto 3, teräsrakenteinen avattava putkipalkkisilta

Kuvaus

Silta rakennetaan karttaotteessa osoitettuun paikkaan.

Rakenteessa hyödynnetään sekä lyöntipaalu- että porapaalutekniikkaa. Teräsrakenteinen putkipalkkirakenne on mahdollista rakentaa ja purkaa elementtinä paikalta. Putkipalkkisillan etuna on matala paino-jänneväli suhde. Teräksen suuri veto- ja puristuslujuus tulee käyttöön, kun vesistön ylittävä putkipalkki muotoillaan kaaren muotoiseksi. Lyöntipaaluja lyödään määrällisesti enemmän kuin porapaaluja porataan rakennuspaikalle. Paalumäärissä on eroja, koska pitkä porapaalu vaatii toimiakseen suuren paalun ympäröimän – lyöntipaalujen määrä korvaa porapaalujen vaatiman ympäröimän. Paalutyyppejä vaihtamalla voidaan myös vaikuttaa rakenteen hintaan, koska perustusten hinta on karkeasti noin puolet koko siltarakenteen hinnasta.

Sillan avausmekanismi voi olla sisään liukuva tai nostettava siltakansi. Toimintaperiaate avausmekanismilla on joko hammasratas tai hydrauliiikka.

Kansineliöitä sillassa on noin 600. Mikäli rakenne mitoitetaan jalankulkijoille ja kevyelle avaruskalustolle, päästään kohtuullisiin rakennuskuluihin. Sillan metrihinnaksi muutettuna saadaan keskiarvoksi noin 6 300 €. Kuormitusarvojen kasvaessa siltarakenteen hinta nousee marginaalisesti – kuitenkin avausmekanismin hinta nousee selkeästi korkeammaksi, jos rakenne mitoitetaan raskaalle huoltoajoneuvolle. Jalankulkuun ja kevyelle ajoneuvokuormitukselle soveltuvan 100 metriä pitkän siltakannen kustannusarvio on 530 000 €. Raskaalle huoltoajoneuvokuormalle mitoitettu silta vahvistetaan vesistön ylittävistä putkipalkeista, josta aiheutuu arviolta 100 000 € lisäkustannukset.

Välituet ovat muuhun rakenteeseen suhteutettuna arvokas rakenne. Maatukien ja välitukien kustannusarvio on noin 1 000 000 €, riippuen perustustavasta ja perustussyvyydestä.

Avattavan siltakannen hinta-arvio on 300 000 €, hydrauliiikan pumpuille ja sähkötekniikalle rakennetaan välitukeen oma käyttö ja huoltotila. Sillalle varataan valaistuksen rakentamiseen ja turvatekniikkaan 50 000 € kummallekin, eli yhteensä 100 000 €.

Suunnittelu ja rakennuttamiskulut nousevat todennäköisesti 550 000 € tasoon.

Kokonaiskustannukset ovat edellä mainittujen rakenteiden yhteenvetona noin 2 600 000 €, 30 % hankevaraus lisättynä sillan kokonaishinta-arvioksi muodostuu 3 350 000 €.

Riskianalyysi

Alueen maaperästä ei ole tarkkaa tietoa, joten hankesuunnitelmaan jää kulujen rakenteen osalta aukko. Kokonaishinta-arvion kannalta on todennäköistä, että lopullinen hinta asettuu hinta-arvion yläpäähän. Toisaalta on myös mahdollista, että mikäli kohteen arkkitehtuurissa tapahtuu olennaisia muutoksia sillan muodon tai materiaalin suhteen, niin ne nostavat lopullista hintaa. Esitetyn sillan paikalle johtaa Korppolaismäen puolella valmis katu. Kadun rakennuskulut yhdistämisen osalta ovat noin 100 000 €. Lauttarannan puolella valmista jalankulkuun erotettua katua ei ole. Kadunrakentamisesta aiheutuu noin 400 000 € kulut.

Riskinä on rakennekorkeuksien ja raaka-aineiden hinnan nousu. Riski kohdistuu hintaan, jolloin hankevarauksen käyttö on todennäköistä.

Sillan kulkuaukko asetetaan nykyisen veneväylän kohdalle, jolloin vesistöä ei tarvitse häiritä ruoppauksella. Kiinteän sillan rakentaminen vaatii käytännössä aina työsillan. Elementtirakenteinen silta pystytään todennäköisesti rakentamaan työlaudalta.

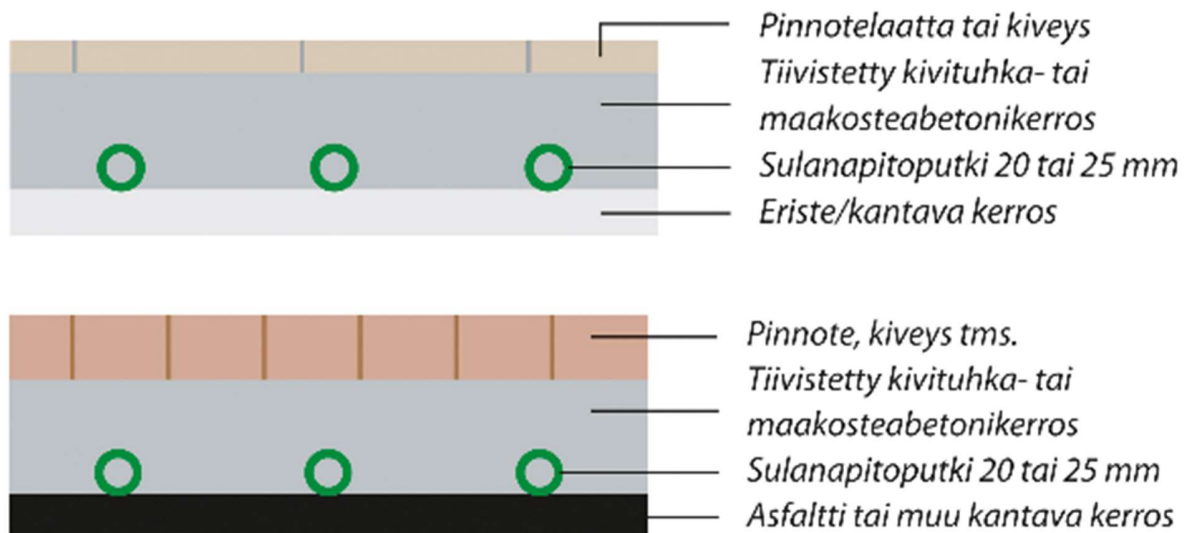
6.4 Yhteenvedo vaihtoehtoista

	VAIHTOEHTO 1 Kiinteä betonisilta käännettävällä siltakannella	VAIHTOEHTO 2 Betoniponttonisilta	VAIHTOEHTO 3 Putkipalkkisilta
Asemakaava	katu-, asuin-, puisto- ym. alueita	katu-, asuin-, puisto- ym. alueita	katu-, asuin-, puisto- ym. alueita
Ylitettävä vesistöosuus (m)	100	100	100
Sillan aukkopituus (m)	14.5 – 17.5	-	33
Kalliopohjan syvyys (m)	0 - 60	0 - 60	0 - 60
Kadunrakennus (m)	350	350	350
Kadunrakennus hinta- arvio (M€)	0.5	0.5	0.5
Kokonaishinta-arvio (M€)	5.7	3	3.85

6.5 Katulämmitys

Siltakannen talvikauden sulana pito vähentää merkittävästi rakennustekniikalle osoitettavia vaatimuksia. Ajoneuvokuormitukset eivät suoraan ole ongelma siltakannen kestävyydelle, mutta nostosillan materiaalivalintoihin ja koneistotekniikkaan ajoneuvokuormituksilla on suuri merkitys. Rakennuskustannuksia on mahdollista alentaa, mikäli rakenne mitoitetaan kevyemmälle kuormitukselle. On perusteltua selvittää siltakannen lämmitys, koska ympäröivä vesistö mahdollistaa nk. vesistölämmön hankinnan lämpöpumpputekniikalla.

Lämmönjakotekniikkana käytetään lämmitysputkistoa ja vesi-glykoliseosta



Esitetyissä silloissa on 550 – 630 kansineliometriä, koko sillan lämpötehon tarve on 300 W/m² mitoitusteholla laskettaessa 165 – 190 kW. Katulämmityksen toimintaperiaate on käytännössä yhteneväinen rakennusten lattialämmityksen kanssa. Olennainen ero on lämpöpumpun tehontuotossa ja tuotettavan lämmön asteluvussa. Lämpöpumppujen hyötysuhde kasvaa, kun tuotettu lämpötila pysyy matalana. Katulämmityksen mitoitustehoa ei voida suoraan verrata esimerkiksi 200 m² omakotitalon lämmitystehon mitoitustarpeeseen, joka on noin 16 kW. Oleellista katulämmityksen hankinnassa on saatava hyöty kunnossapitokustannusten ja rakentamiskustannusten välillä. Katulämmityksellä säästetään kunnossapidon kalustovaatimusten täyttäminen rakennus ja suunnitteluvaiheessa sekä elinkaaren aikana. Katulämmityksen rakentamisen ja ylläpidosta muodostuu omat kulut.

	Talvikunnossapito	Koko siltakannen lämmitys	Puolen siltakannen lämmitys
Katuosuuden pinta-ala (m ²)	630	630	630
Rakennuskustannukset (T€)	400	250	180
Käyttökustannukset € (m ² /a)	0.27	8	4
Käyttökustannukset (a)	170	5 000	2 500
Annuiteettikuoletus (a)	0	31	93

Laskelma on tehty keskiarvolaskelmana, koska kaikkia muuttujia ei tässä vaiheessa tunneta.

Hankesuunnitelmassa pidetään mahdollisena, että nostosillan lämmitys vaatii sähköllä toimivan lämmityksen. Ponttonirakenteisen sillankannen lämmitys on vaikea toteuttaa ja ylläpitää, koska kannen liike aiheuttaa putkistoille jatkuvaa räsitusta.

7. Aikataulu

Vesistösiltojen aikataulutus pyritään muodostamaan siten, että vaativat perustustyöt saadaan suoritettua sulan maan vuodenaikaan. Koko hankkeen suunnittelu-, rakennuttamis- ja rakennustyöt vaativat vähintään vuoden, mutta todennäköisesti 18 kuukauden aikataulun hankkeen läpiviemiseksi.

Mikäli kansirakenteena käytetään esivalmistettuja osia, on mahdollista päästä 6 kk paikallarakentamisen tavoitteeseen. Esivalmistetut osat voivat olla puu- tai teräsrakenteisia, betonirakenteiset osat ovat suuren massan ja työtekniikan vuoksi kustannustehokasta valaa työmaalla.

Hankkeen aikatauluun vaikuttaa myös yleinen työmarkkinatilanne, sekä lopullisen sillan arkkitehtuurin toteutettavuus.

7.1 Aikatauluun vaikuttavat tekijät

	VAIHTOEHTO 1	VAIHTOEHTO 2	VAIHTOEHTO 3
Esiselvitykset (kk)	6	3	5
Suunnittelu ja rakennuttamistehtävät (kk)	6	3	6
Esivalmistus (kk)	4	2	6
Paikallarakenus (kk)	9	3	6
Infran yleisrakenteet (kk)	3	3	3
Kokonaisarvio (kk)	19 - 21	10 - 14	14 - 19

Aikatauluun vaikuttavat tekijät ovat pitkälti riippuvaisia päätöksenteko- ja tilausajankohdasta, sekä yleisestä markkinatilanteesta. Esiselvitysvaiheessa aikatauluun vaikuttavien tekijöiden tilanne tarkentuu ja kustannusarvio tarkentuu.

Vesistön ylityssillat pyritään saattamaan rakennuttamisvaiheen aloitukseen sillan valmistumista edeltävän vuoden keväällä. Tällöin urakkavaiheen kilpailutus saadaan käyntiin syksyllä ja esivalmisteisten osien tuotanto voidaan aloittaa vuodenvaihteen jälkeen. Aikataulutus vaikuttaa myös markkinoilta saatavan työvoimavoittoisen materiaalin hintaan. Aikataulutus vaikuttaa suuresti suotuisten rakennusolosuhteiden

8. Ympäristövaikutukset

8.1 Vaikutukset maisemaan, luontoon ja ihmisiin

Sillan rakentaminen vaikuttaa erityisesti maisemaan ja kaupunkirakenteeseen. Vaikutukset ovat suurelta osin positiivisia. Silta avaa uusia näkymiä Turun linnan suuntaan, voimistaa kaupunkilaisten suhdetta merelliseen Turkuun ja tukee pohjoisen Hirvensalon ranta-alueen maankäytön tehostamista. Keskustaan päin suuntautuvat liikkumisen lisäksi silta luo urbaanissa ympäristössä asuville kaupunkilaisille yhteyden pohjoisen Hirvensalon luonnonmukaisille metsäalueille. Tulevaisuudessa rantareittejä voidaan toivottavasti jatkaa sillalta Hirvensalon puolelle. Avattava silta voi muodostaa vesillä liikkujille mielenkiintoisen pysähdyspaikan, vaikka hidastaakin hieman suurten veneiden liikkumista salmessa.

Kaikki esitetyt siltavaihtoehdot näyttävät maisemassa matalilta. Ne eivät kyseenalaista korkeiden rantakallioiden ja laivojen hallitsevaa asemaa maisemassa vaan asettuvat ennemmin rantalaitureiden jatkoksi. Jatkosuunnittelussa sillan ulkoasu voidaan suunnitella ehdotusten perusteella maisemaan sopivaksi. Ponttoniratkaisuun päädyttäessä tulee huolehtia, että veneiden säilytys ei saa tukkia visuaalisesti salmen maisematilaa.

Siltayhteyden ei arvioida vaikuttavan merkittävästi ympäröiviin luonnoltaan merkittäviin alueisiin, sillä lähimmät LUO-alueet Korppolaismäellä ja Hirvensalossa sijaitsevat jyrkillä, erittäin vaikeakulkuisilla rinteillä ja niiden lakialueilla.

Vaikutuksista merenpohjaan ja virtauksiin ei ole tarkkaa tietoa. Silta sijoittuu kuitenkin vanhan sillan paikalle, joten merkittävimmin rantaviivaa muokkaavat pengerrykset ovat jo olemassa. Ponttoniratkaisu voi rajoittaa paikallisesti pintaveden vaihtumista. Silta-aukon sijoittaminen olemassa olevalle veneväylälle voidaan arvioida pitävän pohjasedimentit paikoillaan. Mikäli avattavan aukon paikkaa kuitenkin muutetaan, siitä voi seurata ruoppauksia ja pohjasedimenttien häiriintymistä. Sillan rakennuspaikalla ja sen ympäristössä on Pima-kohteita, eli mahdollisia pilaantuneen maaperän kohteita, jotka tulee huomioida rakentamisessa.

8.2 Sillan rakentamisen ja käytön päästöt

Hankesuunnitelmassa esitetty jalankulkukäyttöön tuleva silta lyhentää ja parantaa laadultaan pyöräily- ja kävely-yhteyksiä Hirvensalon ja keskustan välillä ja tekee siten vähäpäästöisistä kulkumuodoista aiempaa houkuttelevampia. Vaikutus on tärkeä ja ohjaava, jos Hirvensalon pohjoisosien maankäyttöä tehostetaan tulevaisuudessa. Korppolaismäen puolella siltaa, kävelyetäisyydellä Hirvensalosta, sijaitsee myös bussilinjan päätepysäkki.

Rakentamisesta syntyy aina päästöjä. Materiaalien valmistuksesta ja työmaan toiminnoista syntyy yksi osa kokonaispäästöistä, toinen osa syntyy rakennusosan elinkaaresta ja kolmas osa muodostuu käytön tuomasta edusta. Ajoneuvokäytössä olevan väylän oletetaan pienentävän käytöstä johtuvia päästöjä, kun kuljettava matka lyhenee entiseen väylään verrattuna. Hankesuunnitelmassa esitetty jalankulkukäyttöön tuleva silta vaikuttaa käytön aiheuttamiin päästöihin marginaalisesti – kuitenkin, suuremman reitin linjauksen voidaan laskea säästävän käyttäjän matka-aikaa. Kevyenliikenteen houkuttelevuuden parantamisella on positiivisia vaikutuksia päästöjen suhteen.

Rakennettavan alueen muoto muuttuu aina, kun infrastruktuuria rakennetaan ja laajennetaan. Muutos voi olla myönteinen (vieraslajien hävitys) tai negatiivinen (kotoperäisten lajien elintilan väheneminen).

Vieraslajeja ei ole rakennettavalla alueella esiintynyt. Silta-aukon sijoittaminen olemassa olevalle veneväylälle voidaan arvioida pitävän pohjasedimentit paikoillaan. Mikäli avattavan aukon paikkaa muutetaan, siitä seuraa ruoppauksia ja pohjasedimenttien häiriintymistä.

Teräsbetonin ja teräsrakenteen materiaalien CO₂ päästöt

	Betoni (m ³)	Teräs (t)	CO ₂ (t)
Perustukset	320	60	199
Kansirakenne	120	63	152
Tukirakenne	100	80	179
Yhteensä	540	173	530

Vertailuarvona CO₂ päästöille voidaan käyttää yhden suomalaisen vuotuista keskiarvoista hiilidioksidipäästöä 8.86 tonnia. Sillan materiaaleista koituu edellisen tilastoarvon perusteella noin 60 ihmisen vuotuisten päästöjen määrä hiilidioksidia. Suoraan polttoaineeksi kääntämällä 530 tonnin CO₂ päästöt vastaavat 203 800 litran dieselpolttoaineen puhtaan palamisen hiilidioksidipäästöjä.

8.3 Puurakenteiden hyödyntäminen

Rakenteet jaotellaan käyttötapansa ja lujuutensa puolesta erilaisiin osiin. Teknisessä mielessä puhutaan primääri- ja sekundäärirakenteista. Primäärirakenteet ovat kantavia tai kannattelevia rakenteita, näille osille tyypillistä on korkeiden rakennevoimien välittäminen peruskallioon. Sekundäärirakenteet ovat johdattelevat pienempiä rakennevoimia ja avustavat lopullista rakennustyötä. Sekundäärirakenteita ovat esimerkiksi kaiteet ja osa diagonaalisauvoista. Kummatkin rakennetyypit ovat kokonaisuuden toiminnan kannalta tärkeitä, jotta osat pysyvät suunnitelluilla paikoillaan.

Puurakenteiden lujuusominaisuudet eivät riitä kannattelemaan esitettyjen vaihtoehtojen primäärirakenteita. Sekundäärirakenteiden osalta puun käyttö on mahdollista, mutta puun liitostekniikan vuoksi puun käyttö on hyvin epäkäytännöllistä. Koko sillan massasta sekundäärirakenteiden osuus on noin 5 %.

Puurakenteinen silta ei ole rakennusteknisessä mielessä täysin puusta tehty. Puusillan kantava rakenne on teräksellä tuettu. Liimapuupalkit jännitetään jänneteräksillä ja rakenne kasataan pulteilla, levyillä ja nauloilla. Teräsrakenne on periaatteessa puusillan primäärirakenne ja puurakenne on sekundäärinen rakenne. Puusiltakannen tekninen käyttöikä on 50 vuotta, kiinteiden teräs- ja betonisiltojen vastaava käyttöikä on 100 vuotta.

Puuverhoiltu kansi on sateella liukas, eikä puukansi sovellu mitoitettulle katulämmitykselle. Kunnossapidon kannalta puukansi aiheuttaa ylimääräisiä kuluja kulutuspintojen uusimisen ja huoltamisen johdosta.

Puurakenteita voidaan todennäköisesti hyödyntää maaperän stabiloimisessa. Ongelmaksi kuitenkin tulee rannikkoalueiden vaihteleva vedenkorkeus, joka vaikuttaa orsiveden korkeuteen. Syvälle lyödyn puupaalun osa säilyy hapettomissa olosuhteissa pitkään, mutta orsiveden korkeuden vaihtelut altistavat nk. paaluhatun laholle. Paaluhattu on orsiveden vaihtelulle altistuva paalun osa, joka sijaitsee maan pintaosassa. Lahottajasienille altistuvaa puumateriaalia voidaan suojata kupari ja kromipohjaisilla yhdisteillä, mutta nämä yhdisteet antavat nykytiedon mukaan suojan vain 20 vuodeksi. Paaluhatut voidaan työteknisesti asettaa orsiveden alapuolelle, mutta tällöin perustustyö saattaa vaatia kasuunirakenteita jotka nostavat urakan kokonaishintaa. Maaperän stabiloiminen puupaaluilla saattaa osoittautua kannattamattomaksi, mikäli maaperä osoittautuu sulfittisaveksi. Sulfittisavimaaperän voi stabiloida puupaaluilla, mutta tällöin paalujen määrä täytyy ylittää. Myös jatkosten teräsosat ylimitoitetaan, jolloin rakenneosien hinta nousee.

Ylimoitettu määrä tarkoittaa sitä, että hyväksytään rakennusmateriaalin lyhyempi elinkaari ja kompensoidaan happaman maaperän hävittämä puumateriaali suuremmalla paalumäärällä. RIL 121-2004 ohjeistuksen mukaan puupaaluja ei suositella rakenteiden perustamiseen, jos niiden suunniteltu käyttöikä on yli 50 vuotta.

Puurakenteiden käyttö infrastruktuurin rakentamisessa on vaativaa ja suhteessa betoniin ja teräkseen kallista. Hyötypuolena puurakenteissa on käyttöiän aikaisten hiilinielujen aikaansaaminen. Teknisesti toteutettavissa oleva maaperän stabiloiminen maatumien alueella johtaa todennäköisesti vähäisempään betonin käyttöön ja kohtalaisen kokoiseen hiilinieluun. Puupaalujen rakentamiskustannusten lisäystä ei ole hankesuunnitelman vaihtoehtojen kustannuksiin arvioitu.

Arvioitu stabiloimistarve kohteen pengerryksille ja katurakenteille on noin 600 m² ala, stabiloimistarve on kuitenkin jokaisessa rakennuskohteessa erilainen. Tästä syystä hiilidioksidipäästöjen määrän arviointi tehdään keskimääräisellä 30 metrin paalupituudella. Myös maaperä oletetaan huonosti kantavaksi. Huono kantavuus ajaa suoraan suunnitteluperusteen paaluille perustettavaksi rakenteeksi. Parempi kantavuus poistaa paaluperusteisen stabiloimisen tarpeen.

Maaperän (1 m²) stabiloiminen paaluilla

Vaihtoehto	Betoni (m ³)	Teräs (kg)	Puu (m ³)	CO ₂ (t)
Puupaalu	0	45	4	- 3.5
Betonipaalu	1.9	440	0	+ 1.35

Maaperän (600 m²) stabiloiminen paaluilla

Vaihtoehto	Betoni (m ³)	Teräs (kg)	Puu (m ³)	CO ₂ (t)
Puupaalu	0	27 000	2 400	- 2 100
Betonipaalu	1 140	264 000	0	+ 804

Puumateriaalin hiilidioksidin sitomiskykyyn vaikuttaa puulaji, mutta käytännössä yksi kuutiometri (1 m³), lauhkean vyöhykkeen havupuuta, sitoo noin 900 kiloa hiilidioksidia.

Betonin (sementin) käyttö vapauttaa hiilidioksidia betonin lujuusluokasta riippuen. Jokaista käytettyä betonikuutiometriä kohden sementin tuotannosta vapautuu noin 230 – 270 kiloa hiilidioksidia. Kierrätyspolttoaineiden lisääntyvä osuus sementintuotannossa kuitenkin laskee fossiilisten polttoaineiden kulutusta, määrien vaihtelu on kausiluontoista. Betonin lisäkomponenttien, kuten hiekan ja kivimurskeen tuotannon suurimmat päästöt muodostuvat kuljetuksesta ja käsittelystä. Tällöin tuotantosijainnilla on merkittävä rooli päästöjen suhteen. 50

kilometrin kuljetusmatka tuottaa murskatulle kiviainekselle arviolta 15 hiilidioksidikilon lisäyksen jokaista betonikuutiometriä kohden.

Teräksen tuotannon aiheuttamat päästöt ovat huomattavasti vaikeampia arvioida, kierrätysmetallin aiheuttamat päästöt ovat huomattavasti pienemmät kuin neitseellisen metallintuotannon. Raakateräksen tuotannosta aiheutuu keskimäärin 1 900 kilon hiilidioksidipäästöt jokaista raakaterästonnia kohden. Kuten betonilla, myös teräksellä on erilaisia lujusluokituksia. Teräksen jatkojalostuksessa pyritään aina käyttämään suoraan masuunista peräisin olevaa sulaa terästä. Lisäpäästöjen synty teräksen uudelleen muokkaamisesta jäävät alle 50 hiilidioksidikiloon per terästonni.

9. Suositeltava vaihtoehto

Hankesuunnitelmassa suositellaan toteutettavaksi puolittain lämmitettyä putkipalkkisiltaa. Putkipalkki sallii huomattavasti suuremman määrän toteutukseen asti jalostettavia vaihtoehtoja kuin muut esitellyt siltavaihtoehdot. Kokonaishinta-arvio painottuu hankesuunnitelmavaiheessa noin 3.85 miljoonaan euroon, erikoisvalmisteisien osien hinta-arvio päivittyy, kun hanke viedään yleissuunnitelman tasolle.

Kelluviin ratkaisuihin verrattuna kiinteä teräsrakenteinen silta on materiaalien lujuusominaisuuksien käytön suhteen hyvällä tasolla. Kiinteässä ratkaisussa ei esiinny veden nousun johdosta tapahtuvia kelluvien rakenteiden muodonmuutos-ongelmia. Putkipalkkisilta on mahdollista rakentaa rungoltaan valmiiksi konepajalla. Kantava teräsrunko voidaan kuumasinkittää korroosiota vastaan ja suhteellisen kevyt rakenne voidaan nostaa segmentti kerrallaan rakennettujen välitukien varaan. Hoikka teräsrunko on herkkä värähtelylle, mutta betonirakenteinen kansirakenne tuo rakenteelle riittävän määrän painoa vastustamaan värähtelyn syntymistä. Kantava teräsrunko voidaan peittää ohutlevyrakenteella, jolloin silta sulautuu ympäristöönsä. Vaikka rakennetta ei ole mitoitettu ajoneuvoliikenteelle, se on kuitenkin mahdollista ylittää kevyillä ajoneuvoilla. Rakenne soveltuu erinomaisesti 3D mallinnuksella suunniteltavaksi, jolloin työvirheiden määrä laskee huomattavasti perinteisiin suunnittelutapoihin verrattuna.

Sillan sijoittaminen asemakaavassa vahvistettuun paikkaan ei aiheuta ympäristölle ruoppauspainetta. Vesistölämmön hyödyntäminen siltakannen lämmityksessä aiheuttaa lämmönkeruuputkistojen sijoittamisen sillan välittömään läheisyyteen. Putkistoja ei kuitenkaan sijoiteta veneväylän läheisyyteen. Pohjasedimenttien laatu huomioon ottaminen, on todennäköistä, että lämmönkeruuputkistot painuvat sedimenttikerroksiin muutamassa vuodessa.

Rakennusteknisesti putkipalkkisilta on häiriövapaa siltatyyppi. Kiinteisiin siltoihin ei kohdistu kelluvien siltatyyppien vedenalaista huolto ja tarkastuspainetta. Putkipalkki voidaan rakentaa pultattuna levy tai putkipalkkirakenteena, jolloin mahdollisten vaurioiden korjaaminen on mahdollista suorittaa paikalla.

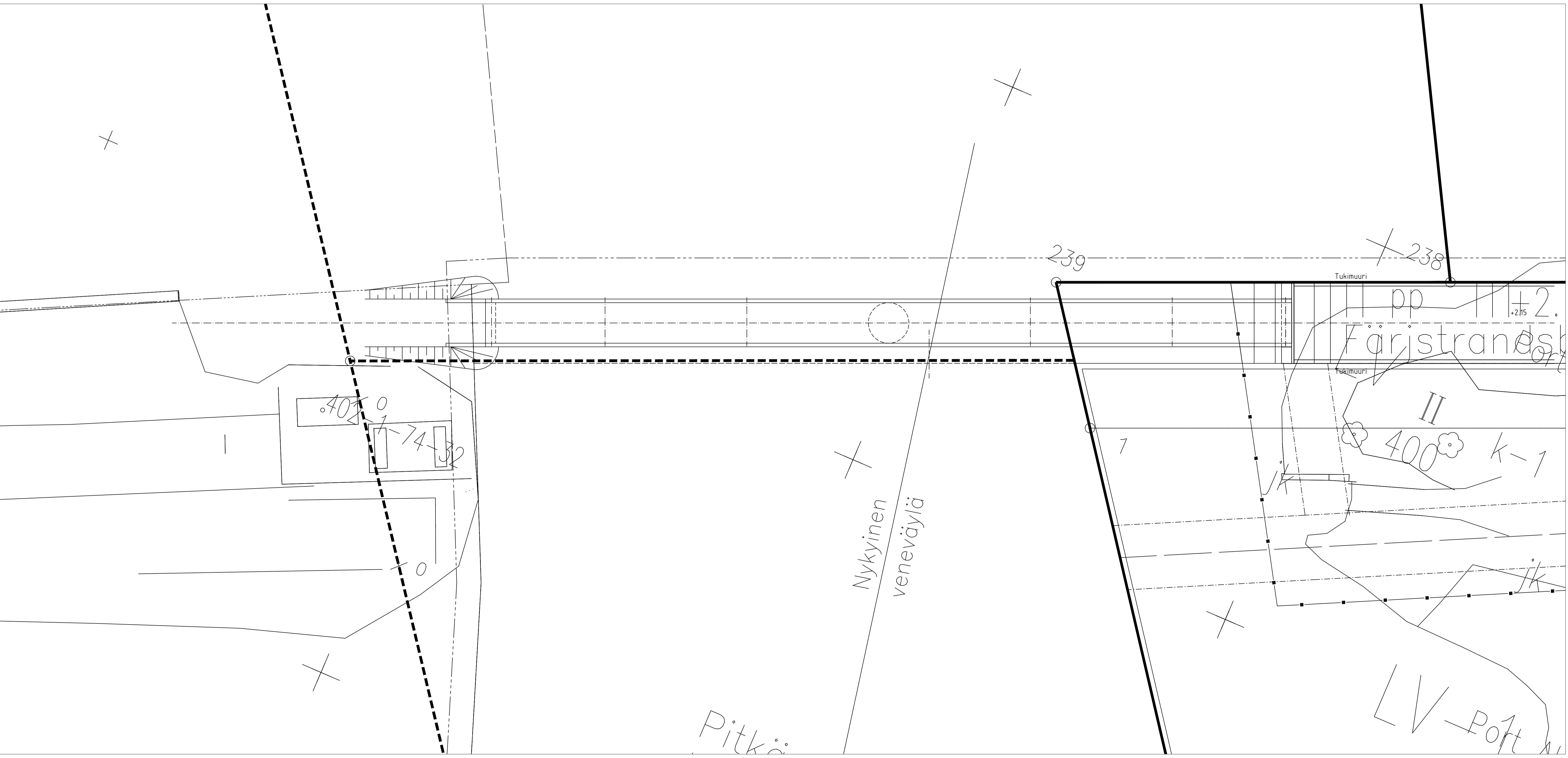
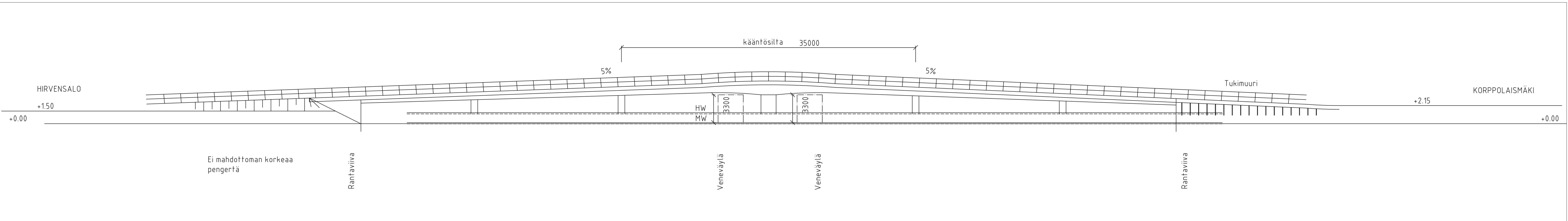
Rakenteesta syntyy hiilidioksidipäästöjä, joita voidaan kompensoida mahdollisesti rannoilla käytettävillä puupaaluilla. Tarkempi

käyttömahdollisuus selviää maaperä- ja pohjatutkimuksessa, jonka perusteella koko hankkeen hinta-arvio tarkentuu.

Toteutuksen kannalta kokonaisurakka on hankkeen tyyppisessä urakassa selkein urakkamuoto. Sopimussisällön ja kilpailutuksen vuoksi tilaajan asiakirjat tulee valmistella huolellisesti. Nostosillan harvinaisuus karsii todennäköisiä muuten urakkaan kykeneviä urakoitsijoita. Tästä syystä kokonaisurakan sopimussisällön tulee sallia kyseisen rakennusosan sivu-urakointi. Hyvän sopimuksen saaminen edellyttää kohtuullista selvitysaikaa pyydettävältä rakenteelta. Sillanrakennusurakkaan voidaan lisätä myös optio kadunrakennuksesta, jolloin yksi urakoitsija vastaa koko alueen kehittämisestä.

Turussa 10. maaliskuuta 2020

Mika Laine
Suunnitteluinsinööri



KAUPUNGINOSA:
 ASEMAKAVA:
 LIKENNESUUNNITELMA:
 KATUSUUNNITELMA:
 KATULUOKKA:

KORVAAN PIIRUSTUKSEN:
 KORVAAN OSITTAIN PIIRUSTUKSEN:

KORVATTU PIIRUSTUKSELLA:
 KORVATTU OSITTAIN PIIRUSTUKSELLA:

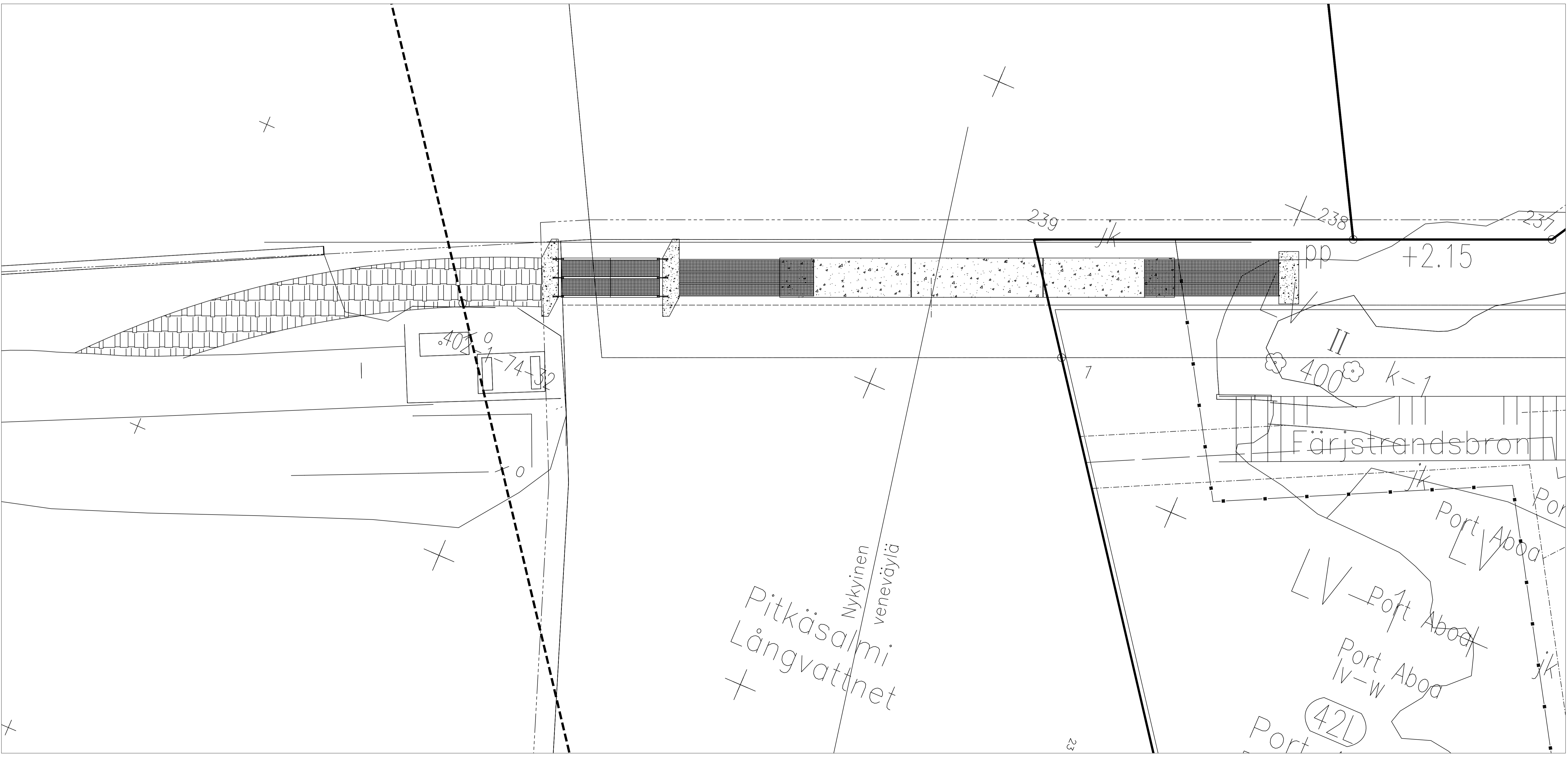
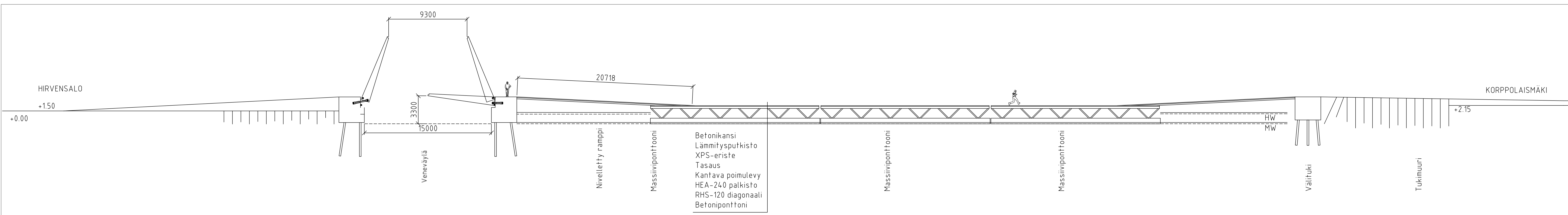
TUNNUSMUUTOS TAI TÄYDENNYS | PÄIVÄYS | SUUNNIT./PIIRT./LIKENNESUUNN. | TARK.

TURUN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖTOIMIALA
 KAUPUNKISUUNNITTELU
 SUUNNITTELUYKSIKKÖ

Puolisoinkatu 5
 20100 Turku
 etunimi.suunnit@turku.fi
 puh. 02-330 000
 faksi 02-2624 912

KOHDE: Korppolaismäki Lauttarannansilta
 SISÄLTÖ: ALUSTAVA YLEISPIIRUSTUS

SUUNNITTELLIA	SUUNNITTELUAVUSTAJA Mika Laine	TARKASTANUT	MITTAKAIVA
PÄIVÄYS	HYVÄKSYNYT	PIIRUSTUSNUMERO X	MUUTOS
SUUNNITTELUPIÄLLIKKÖ			



KAUPUNGINOSA:
ASEMAKAAVA:
LIKENNESUUNNITELMA:
KATUSUUNNITELMA:
KATULLUOKKA:

KORVAA PIIRUSTUKSEN:
KORVAA OSITTAIN PIIRUSTUKSEN:

KORVATTU PIIRUSTUKSELLA:
KORVATTU OSITTAIN PIIRUSTUKSELLA:

TUNN. MUUTOS TAI TÄYDENNYS | PÄIVÄYS | SUUNNIT./PIIRT. LIKENNESUUNN. | TARK.

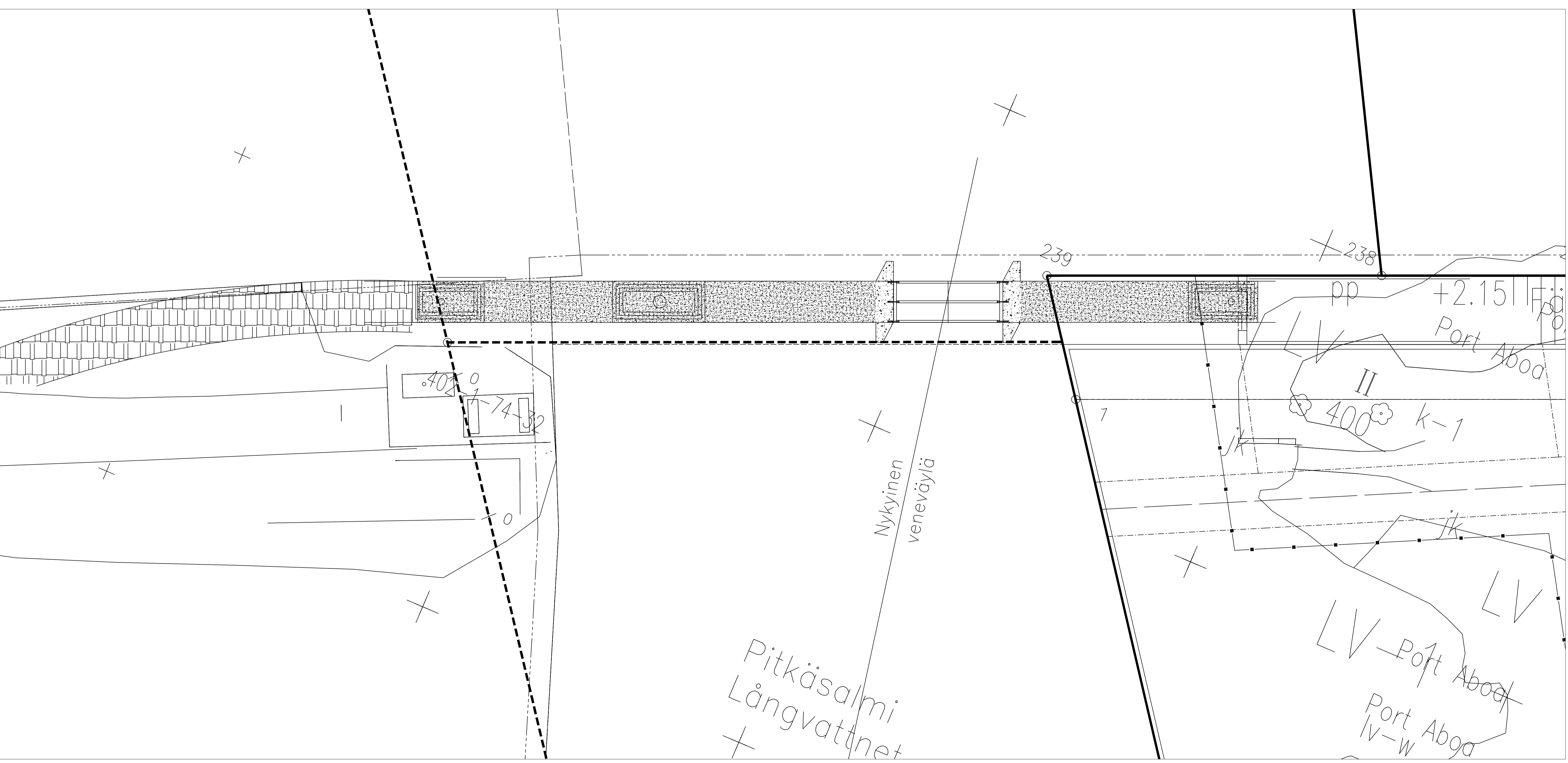
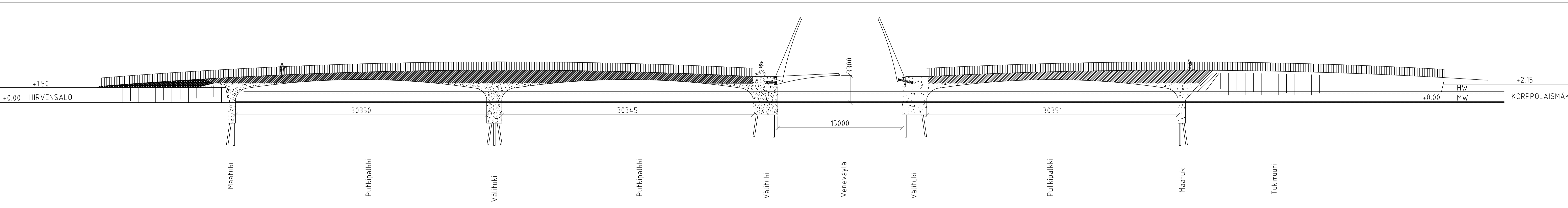
TURUN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖTOIMIALA
KAUPUNKISUUNNITTELU
SUUNNITTELUYKSIKKÖ

Puolisoikeus 5
20100 Turku
turku.suunnit@turku.fi
puh. 02-330 000
faksi 02-2624 912

KOHDE: Korppolaismäki Lauttarannansilta

SISÄLTÖ: ALUSTAVA YLEISPIIRUSTUS

SUUNNITTELLIA	SUUNNITTELUAVUSTAJA	TARKASTANUT	MITTAKAAVA
		<i>Mika Laine</i>	
PÄIVÄYS	HYVÄKSYNYT	PIIRUSTUSNUMERO	MUUTOS
	SUUNNITTELUPÄÄLLIKKÖ	X	



KAUPUNGINOSA:
 ASEMAKAVA:
 LIKENNESUUNNITELMA:
 KATUSUUNNITELMA:
 KATULOUKKA:

KORVAIPIIRUSTUKSEN:
 KORVAI OSITTAINPIIRUSTUKSEN:

KORVATTUPIIRUSTUKSELLA:
 KORVATTU OSITTAINPIIRUSTUKSELLA:

TUNN. MUUTOS TAI TÄYDENNYS | PÄIVÄYS | SUUNNIT./PIIRT. LIKENNESUUNN. | TARK.

TURUN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖTOIMIALA
 KAUPUNKISUUNNITTELU
 SUUNNITTELUYKSIKKÖ

Pöytäkatu 5
 20100 Turku
 etunimi.suunnit@turku.fi
 puh. 02-330 000
 faksi 02-2624 912

KOHDE: Korppolaismäki
 Lautarannansilta

SISÄLTÖ: ALUSTAVA YLEISPIIRUSTUS

SUUNNITTELLIA	SUUNNITTELUAVUSTAJA	TARKASTANUT	MITTAKAVA
		<i>Mika Laine</i>	
PÄIVÄYS	HYVÄKSYNYT	PIIRUSTUSNUMERO	MUUTOS
	SUUNNITTELUPIÄLLIKKÖ	X	