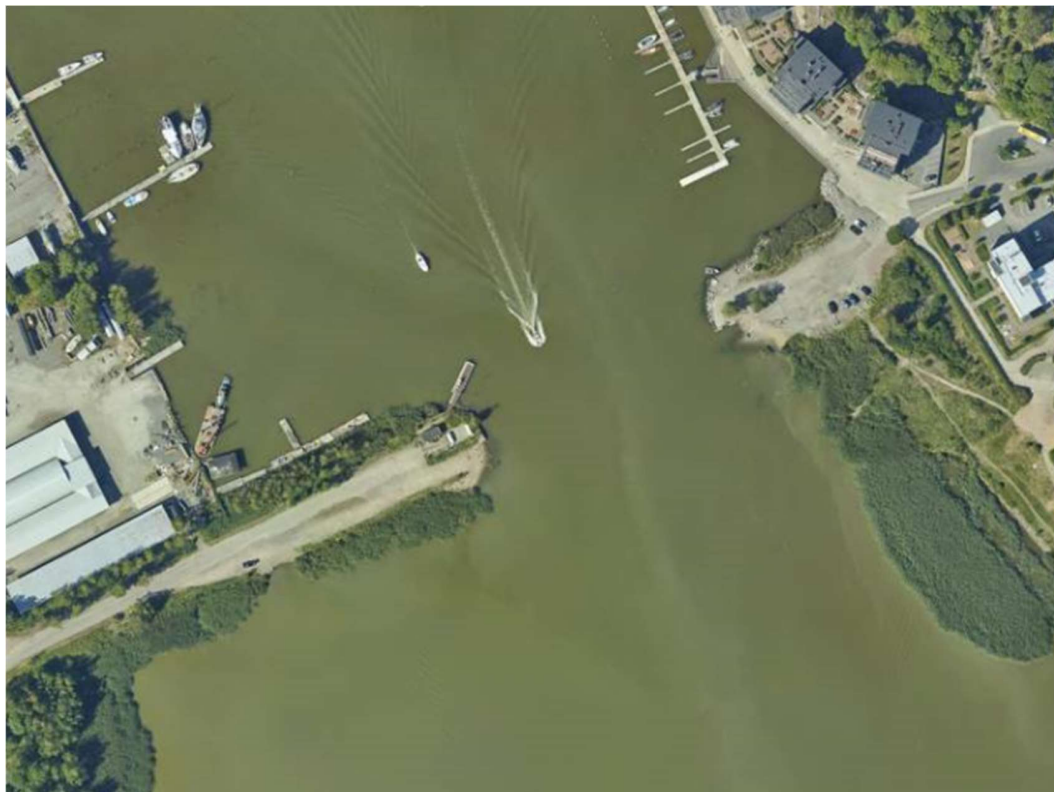


PROJEKTET FÄRJSTRANDSBRON, ÅBO



PROJEKTPLAN BROBYGGE

16.1.2020

Innehållsförteckning

| | | |
|----|--|----|
| 1. | PROJEKTPARTER | 3 |
| | Beställare/byggherre | 3 |
| | Konsultuppdrag | 3 |
| 2. | INLEDNING | 3 |
| 3. | MÅL FÖR PROJEKTPLANERINGEN..... | 3 |
| 4. | DETALJPLAN JA BYGGPLATS..... | 6 |
| 5. | ALLMÄNNA UTGÅNGSPUNKTER FÖR PLANERINGEN..... | 8 |
| | 5.1 Landskap och stadsbild | 8 |
| | 5.2 Byggplatsens särdrag | 9 |
| | 5.3 Tekniska planeringsgrunder | 14 |
| 6. | LÖSNINGSLTERNATIV | 19 |
| | 6.1 Alternativ 1, fast betongbro med vändbart brodäck | 19 |
| | 6.2 Alternativ 2, pontonbro av betong med en fast klaffbro | 21 |
| | 6.3 Alternativ 3, öppningsbar stålbro med rör | 24 |
| | 6.4 Sammandrag av alternativen..... | 25 |
| | 6.5 Gatuuppvärmning | 26 |
| 7. | Tidtabell | 28 |
| | 7.1 Faktorer som påverkar tidtabellen | 28 |
| 8. | Miljöverknningar | 29 |
| | 8.1 Verkningsarna på landskapet, naturen och människorna | 29 |
| | 8.2 Utsläpp som orsakas av byggandet och användningen av bron..... | 30 |
| | 8.3 Utnyttjande av träkonstruktioner..... | 31 |
| 9. | Alternativ som rekommenderas | 34 |

1. PROJEKTPARTER

Beställare/byggherre

Stadsmiljösektorn

Planeringsingenjör Mika Laine

Landskapsarkitekt Virva Kajamaa

Planeringsingenjör Jani Tulkki

Konsultuppdrag

2. INLEDNING

Åbo stadsfullmäktige godkände 20.6.2016 § 127 detaljplaneändringen och förslaget till detaljplaneändring "Port Aboa". I detaljplanen konstaterades ett behov av en ny gång- och cykelbro från Korpolaishallen över Långvattnet till Färjstranden i Hirvensalo. I planen förutsätts att bron ska vara öppningsbar så att båthamnstjänsterna på östra stranden i Hirvensalo också kan nås med segelbåt. Den nya Färjstrandsbron skulle främja stadens mål om att utveckla den norra stranden i Hirvensalo till ett urbant bostadsområde nära havet som lätt kan nås från centrum till fots eller med cykel. Planen genomför också målet för hållbar trafik och främjar förutsättningarna för gång- och cykeltrafiken genom att förbättra nätverken och kontinuiteten i dem.

Om den byggs, sammanför Färjstrandsbron två stadsdelar, dvs. 042 Korpolaishallen och 052 Färjstranden. På Korpolaishallens sida leder Karl Knutssons strandväg och Kölgatan till området Port Aboa. Båda gatorna har byggts så att de lämpar sig för gångtrafik. På Färjstrandens sida leder gatan Färjkajen till Färjstrandsbron. Gatan ansluter till Beckholmsvägens gångväg. Vid Färjkajen finns ingen gångväg, utan vägen är avsedd för servicetrafik.

Denna projektplan tar upp utgångsuppgifter som är väsentliga för stadsinfrastrukturen, förhandsuppgifter som utretts och alternativa lösningar för byggande av den nya bron.

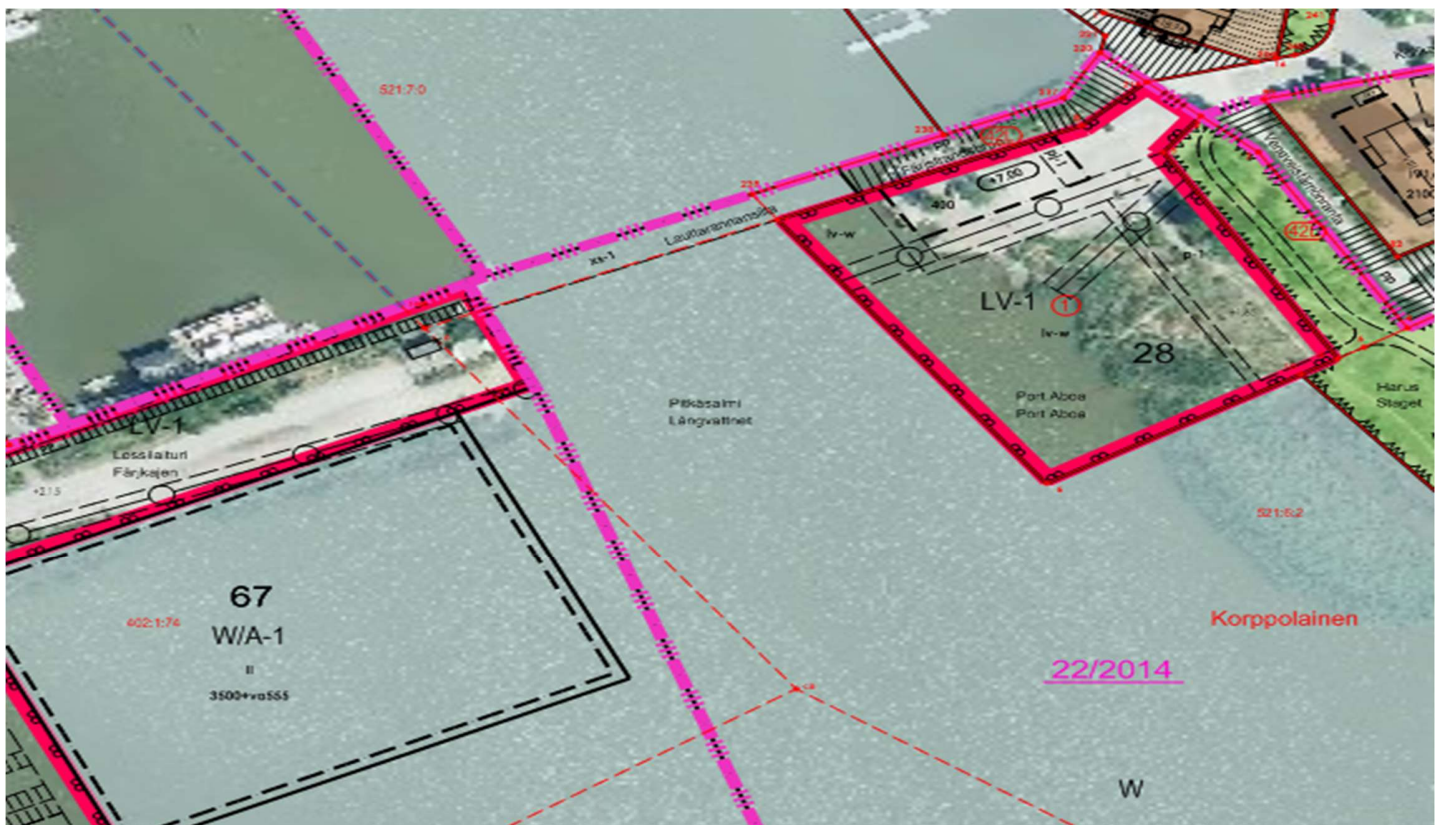
3. MÅL FÖR PROJEKTPLANERINGEN

Målet är att bygga en ny och smidig förbindelse för gång- och cykeltrafik från ön Hirvensalo till stadens gatunät samt att förlänga strandrutten till Hirvensalo. Förbindelsen syftar till att betjäna såväl rekreationsanvändningen som pendeltrafiken. En planeringsgrund är också att brokonstruktionen möjliggör användningen av underhållsfordon och utryckningsfordon.

I projektplanen bedöms också eventuella ändringar i stadens infrastruktur i den utsträckning som planläggningen tillåter. Utgångspunkten är dock en gång- och cykelväg som passar bra in i den befintliga stadsstrukturen. Brodäcket som lämpar sig för cykeltrafiken har en användbar bredd på 5–6 meter.

På grund av pendeltrafiken kommer bron att användas mycket om morgnarna och eftermiddagarna. Därför tas breda in- och utfarter i beaktande i utredningsplanen för området. En smidig cykeltrafik förutsätter tydliga rutten som styr cyklisterna till rätt körbana i den riktning de färdas i. Användningen av områdets vattenområden ska beaktas i broplaneringen. Det ska gå att öppna bron för större fartyg, emedan mindre fartyg ska kunna passera under bron utan att den behöver öppnas. Under planeringsfasen används trafikverkets anvisningar som dimensioneringsgrund, dock med beaktande av behoven som ställs av sjöförsvaret, räddningsverksamheten och kustbevakningen i området. En slutgiltig bekräftelse begärs av närings-, trafik- och miljöcentralen.

Flygbild och detaljplan över bygplatsens läge



Vid brobygget är kostnaderna för att bygga över vattendrag högre än kostnaderna för att bygga över land. På grund av åtgången av material och arbetskraft är höga konstruktioner dyrare än låga konstruktioner. Kostnaderna för ett fast brodäck är lägre än för en öppningsbar konstruktion.

Enligt planerna ska Färjstrandsbron vara öppningsbar och tillgänglig enligt bestämmelserna i den gällande detaljplanen. Den tillgängliga vägen fastställer bronns geometri, vilket även leder till att vattentrafikens krav gör planeringen mer utmanande. Planeringen strävar efter att svara mot bronns användbarhet och underhåll enligt de behov som identifierats.

4. DETALJPLAN JA BYGGPLATS

Färjstrandsbron sammankopplar två stadsdelar med varandra i detaljplanen, Korpolaibacken (042) och Färjstranden (052). De färdleder som förenas är Kölgatan och Karl Knutssons strandväg i Korpolaibacken och Färkajen och Gamla Kaks kertavägen/Beckholmsvägen i Färjstranden. I detaljplanen förutsätts att Färjstrandsbron ska vara öppningsbar. Planbestämmelsen är på båda sidorna av broplatsen LV-1. I LV-1-områden får anläggas bryggor, trappor, ramper, planteringar och en bränslestation som betjänar flytande bostäder och båtar. På fastlandet får dessutom byggas en byggnad som betjänar båthamnen eller byggnader i vilka restaurang-, kafé-, kontors- och affärslokaler får placeras. I början av bron planeras en privat restaurangpaviljong.

Intill Färkajen har planlagts en tomt för flytande bostäder. I Korpolaibacken har områdena intill bron byggts.

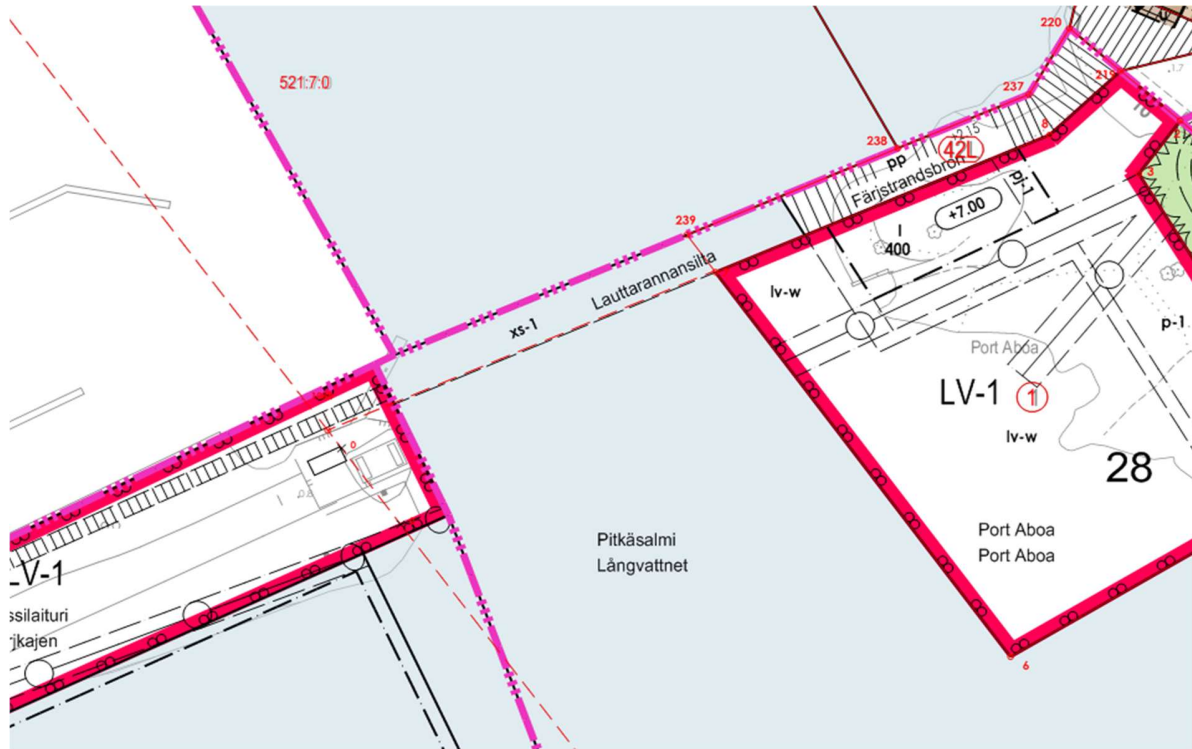
Som byggplats är Långvattnet mycket utmanande. Med tanke på pålningen ligger områdets bärande berggrund mycket djupt. Borrningar som gjorts nära broplatsen visar att det finns stora djupvariationer i den bärande undergrunden. Med ett borrhavsavstånd på 20 meter har man upptäckt djupvariationer på 0,5–8 meter. Med hjälp av djupvariationen mellan mätningställena kan man konstatera den bärande grundens lutning. Mot den branta ytan kan pålning inte göras med slaghammare, något som skulle ha varit förmånligare. Den branta ytan kräver att pålarna borrar ner, vilket är cirka 80 procent dyrare än om pålarna skulle slås ner. Djupvariationerna jämnar ofta ut sig på de djupaste sträckorna, men trots det kan den bärande grunden ligga betydligt djupare än vad man observerat. Å andra sidan ger djupa grundläggningsförhållanden ofta möjlighet att tillämpa kohesionspålningstekniker.

På strandbankarna har meddelats två PIMA-objekt (Färjstranden 71998 och Korpolaibacken 73310).

De djupa grundläggningsförhållandena medför anmärkningsvärt höga grundläggningskostnader för fasta konstruktioner. Alternativet för en fullständigt fast konstruktion är en flytande lösning. Med flytande konstruktion avses i praktiken alltid en ponton. Beroende på modellen kan lösningen vara en massivponton eller en balkponton. Massivpontonen kan till exempel vara en konstruktionsdel som bearbetats från betongpontonbryggan, eller en metallponton. Massivpontonerna kan byggas i samma riktning som brodäcket, eller i 90 graders vinkel mot brodäcket. Balkpontonerna ligger i praktiken alltid i 90 graders vinkel mot brodäcket. En

väsentlig skillnad gällande byggriktningen är att en ponton som byggs i 90 graders vinkel mot brodäcket alltid är en betydligt stabilare konstruktion.

Detaljplan över området som ska byggas



5. ALLMÄNNA UTGÅNGSPUNKTER FÖR PLANERINGEN

5.1 Landskap och stadsbild

Platsen för bron ligger i Aura ås mynning i en miljö som används för boende, industri, rekreation och båtliv. Platsen är landskapsmässigt särskild. På stränderna, vid foten av de branta bergen, öppnar sig en vy över havet mot Åbo slott. På fastlandet har man öppen vy över havet, på stränderna i Hirvensalo skymms vyn på flera ställen av växtligheten och båthamnarna. På stället fanns tidigare en bro som sedermera har rivits. Av den gamla bron finns kvar en jordvall som kan utnyttjas då den nya bron planeras.

Platsen för bron har i den gällande landskapsplanen för Åboregionen fastställts som en del av ett nationellt värdefullt landskapsområde. I generalplanen har den beteckningen kulturhistoriskt, stadsbildsmässigt, landskapsmässigt eller till sina naturförhållanden värdefullt område där ändringar ska göras så att områdets särdrag inte förstörs.

Åmynningen har en lång historia som "stadens port". Den har varit en anhalt för trafiken och en försvarsbas. Dessutom känner man till att drottning Karin Månsdotter har bott i ett torp i Korpolaisbacken en gång i tiden. På strandområdena på fastlandet fanns länge skeppsbyggnadsindustri som så småningom har gett vika för byggandet. Under 1990- och 2000-talen har många nya flervåningshus byggts i Fyrstranden, Varvsstranden och vid foten av Korpolaisbacken. Enligt planerna utvidgas byggandet av området i framtiden också till kasernområdet i Heikkilä.

På fastlandet fortsätter strandrutten för tillfället från broplatsen till centrum. För tillfället kommer man från Hirvensalo till fastlandet endast längs Hirvensalobron, där det tidvis råder trafikstockningar. Strandområdet i Färjstranden används i regel för industri och bryggplatser. Gång- och cykelförbindelsen går längs Beckholmsvägen och Gamla Kakskertavägen.

Flygbild över bygnadsområdet



5.2 Byggplatsens särdrag

Bredden på båtleden i bygnadsområdet är 2,1 meter. I området finns fjärrvärme och elkablar. Att flytta bron från det ställe som anvisas i detaljplanen är byggnadstekniskt sett inte förmånligt.

Sjökort för vattenleden



Enligt grundundersökningar i området varierar djupet på grundberget i byggnadsområdet mellan +0.00 och -54,42. Det väldigt djupt liggande grundberget orsakar en avsevärd ökning av kostnaderna för grundläggning av en fast brokonstruktion. Ur ett kostnadsperspektiv finns det tre broalternativ som uppfyller de tekniska egenskaperna:

- En fast svängbro av stål eller armerad betong. Under svängbron kan de flesta låga fartygstyper passera. Svängbrons däckkonstruktion byggs på en roterande ledpelare. Väsentligt för svängbrons konstruktioner är att de är massiva och dominerande. Ledpelarens maskineri är normalt en dyr specialprodukt vars tillverkning kräver särskild noggrannhet och kompetens.

Flygbild över svängbrons funktionsprinciper



- En pontonbro med mellanpelare, för vars öppningsmekanism det finns flera alternativ. Då en öppningsmekanism anpassas till pontonbron är det väsentligt att pontonen är en konstruktion som i sitt normalläge är jämnt belastad och som flyter jämnt. Då pontonens ända belastas med en öppningsmekanism leder det till att den sjunker under vattenytan – då är den enda lösningen att fästa pontonen vid en fast mellanpelare och belasta denna mellanpelare med öppningsmekanismen. Problemet med pontonkonstruktionen är att brodäcket höjs och sänks på grund av vattenytans normala rörelser. Skillnaderna i vattenhöjden i Östersjöns innersta del och vikar kan årligen vara nästan två meter. Då blir det betydligt svårare för användarna att ta sig från pontonen till de fasta trapp- och rampkonstruktionerna. Också rampvinkeln som krävs av tillgänglighetsplaneringen ändras i takt med det sjunkande vattnet. Det finns flera tillverkningsmaterial och kombinationer för pontonbroar. Pontonen kan tillverkas av betong, stål eller plast. Det väsentliga i pontonen är upptrycket som den ger med hjälp av vilket konstruktionsdelen flyter på vattenytan. Brodäcket kan tillverkas av stål eller trä. Ett trädeck är halt vid regnväder, ett ståldäck fryser till lätt. Det

väsentliga är däckets massa med hjälp av vilken däcket och nyttolasten trycker pontonen under vattenytan.

Pontonbro och anslutningsramp



- Under vissa förutsättningar är det möjligt att bygga en fast stålbro med låg profil. Förutsättningen är att mellanpelarna i stålbron kan byggas på slagna pålar. De djupa grundläggningsförhållandena talar för att pålarna ska slås ner, men huruvida slagna pålar kan användas avgörs på basis av markundersökningarna. Om pålarna ska slås ner djupt i grundberget måste pålarnas diameter vara stor. Detta leder till att priset för konstruktionen stiger kraftigt. Spännvidden i en stålgallerbro kan vara upp till 40 meter. Ett tekniskt problem är att sidkraften som lyftbron ger upphov till inte kan ledas till de raka slagna pålarna, och då stöds lyftbron på samma sätt som i en pontonlösning.

Robust stålgallerbro



Lyftbron över Strömma kanal



5.3 Tekniska planeringsgrunder

I Åbo finns det inte broar som helt skulle motsvara bron som presenteras ovan. Det finns endast ett par motsvarande brodelar:

- Däcket på bron i Kurala är cirka 55 meter långt och brotypen är en ponton av armerad betong + en gångbro av stål. Nyanskaffningsvärdet är 200 000 €.
- Däcket på klaffbron är cirka 36 meter lång och brotypen är en fast stål balkbro med ett betongdäck. Nyanskaffningsvärdet är 1 550 000 €. Bron är i järnvägsbruk.
- I Nådendal har en pontonbro av betong byggts mellan gamla stan och ön Kailo. Bron är 240 meter lång och den användbara bredden är cirka fyra meter.

Pontonbron i Nådendal fungerar också som brobrygga



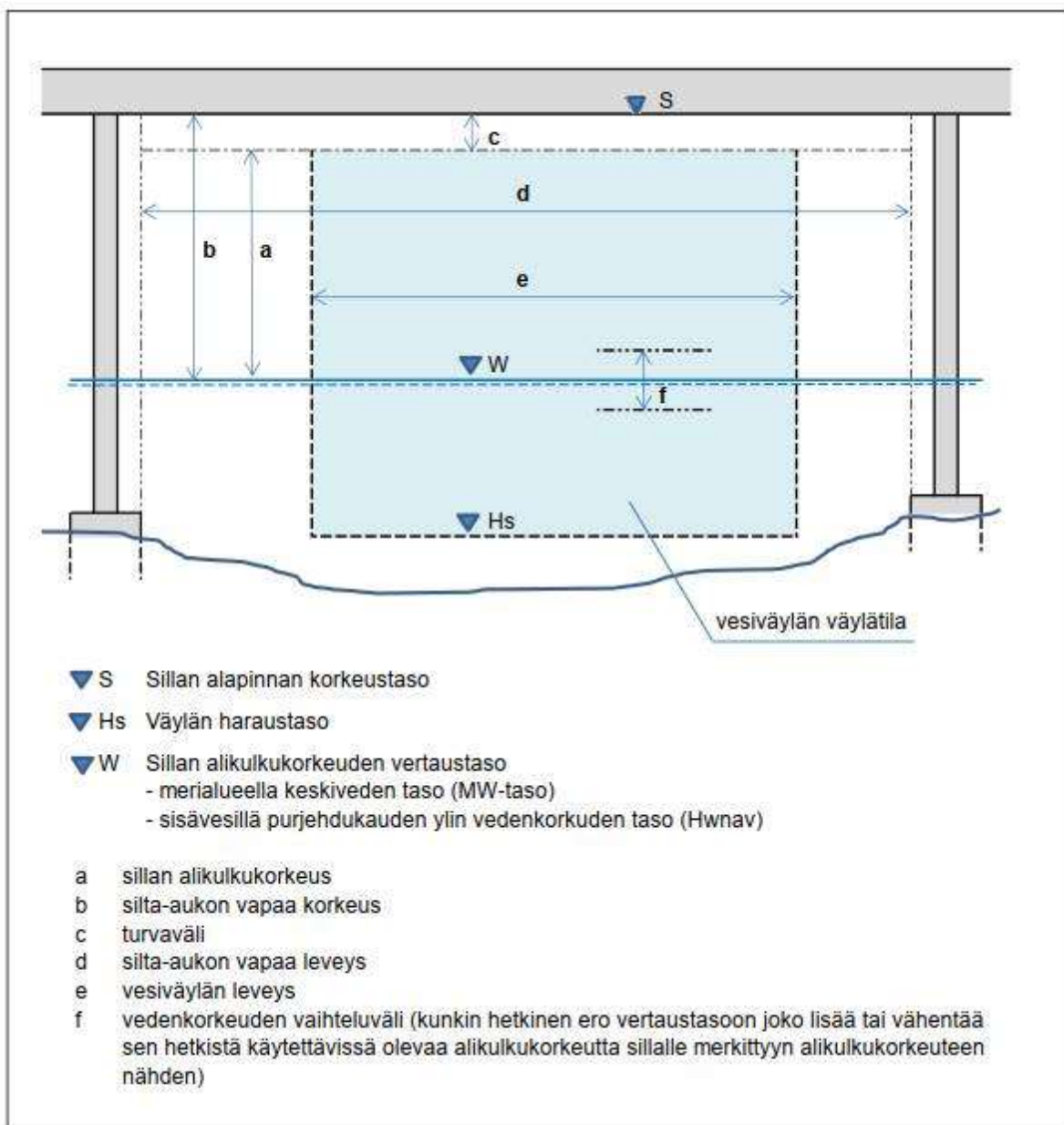
Gemensamt för broarna i Åbo är att de finns i ån eller vid åns mynning. Bron i Kurala påverkas knappt av vattenytans höjdväxlingar, eftersom den ligger bakom vattenregleringen av dammen i Hallis. Klaffbron finns i sin tur vid Reso ås mynning och dess öppningsmekanism har inte längre samma inverkan som vid tidpunkten för dess byggande.

Planeringsgrunden utgörs av Eurokoden, NCCI och Finlands Byggnadsingenjörernas förbund RIL:s anvisningar. Dimensioneringen av antalet användare ska utredas, men en uppskattning av den nuvarande och framtida användarmängden är cirka 1 000 personer per dygn. Antalet användare påverkas sannolikt av årstiden och dygnsrytmen. Brodäckets slutliga dimensionering grundar sig på antalet användare och omgivande faktorer. I denna projektplan tillämpas en tredubbel användbar bredd för tillgängligheten (1 800 mm), vilket innebär att den användbara bredden inklusive anslutande konstruktioner är 5 400 mm. Planeringsgrunden utesluter inte en bredare eller smalare färdled men ger ett tydligare jämförelseobjekt då de olika brotyperna jämförs sinsemellan.

Båttrafiken ska kunna passera under bron utan att brodäcket öppnas i enlighet med minimihöjden på 3,5 meter i anvisningen om lokala båtleder. Minimihöjden är inte en lagstadgad obligatorisk bestämmelse utan en rekommendation. Om områdets verkliga vattentrafik beaktas kan man i viss mån avvika från rekommendationen. Enligt anvisningen om lokala båtleder är den rekommenderade underfartshöjden 3,5–5,0 meter. Om kravet på underfartshöjd är fem meter, är en pontonbro av betong inte ett alternativ. Med underfartshöjd avses den största höjden på ett fartyg, i praktiken oftast masthöjden, för att fartyget tryggt ska kunna passera under bron. Underfartshöjden fastställs enligt nivån på vattenytan enligt referensytan. Broöppningen motsvarar skillnaden mellan den fria höjden och säkerhetsavståndet.

Broöppningens fria höjd fastställs enligt avståndet mellan vattenhöjden (jämförelsenivån för underfartshöjden) och undersidan av brons överbyggnad. Broöppningen är summan av underfartshöjden och säkerhetsavståndet.

Fastställande av utrymmet för vattenled



Broöppningens fria bredd definieras som bredden på en öppning som är fri från konstruktioner och som gäller i höjdlid från botten av fåran eller en farled i den upp till den fria bredden av bron som motsvarar underfartshöjden.

Säkerhetsavståndet fastställs som skillnaden mellan bronns fria höjd och underfartshöjden. Säkerhetsmarginal som behövs på grund av vågorna och

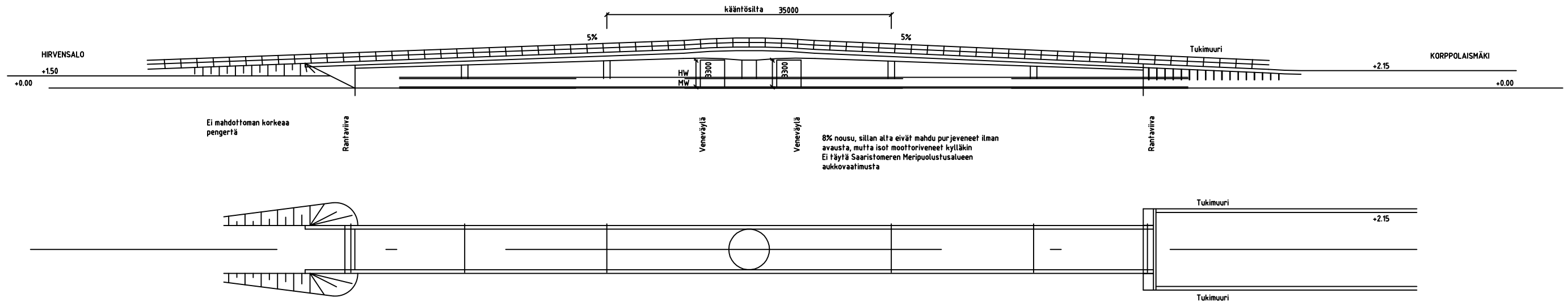
fartygets gungning. Omfattar även osäkerhetsfaktorer på grund av olika inexactheter i mätningarna. På insjöar är säkerhetsmarginalen normalt 0,5 m, på havsområden 0,5–1,0 m. Minimivärdet för säkerhetsavståndet för under 5 meter höga broar är 10 % av den fria höjden, dock högst 0,2 m. På havsområden är medelvattenståndet (MW) det avgörande vattenståndet.

I projektplanen har underfartshöjden föreslagits vara tre meter, vilket innebär att broöppningens höjd är 3,3 meter.

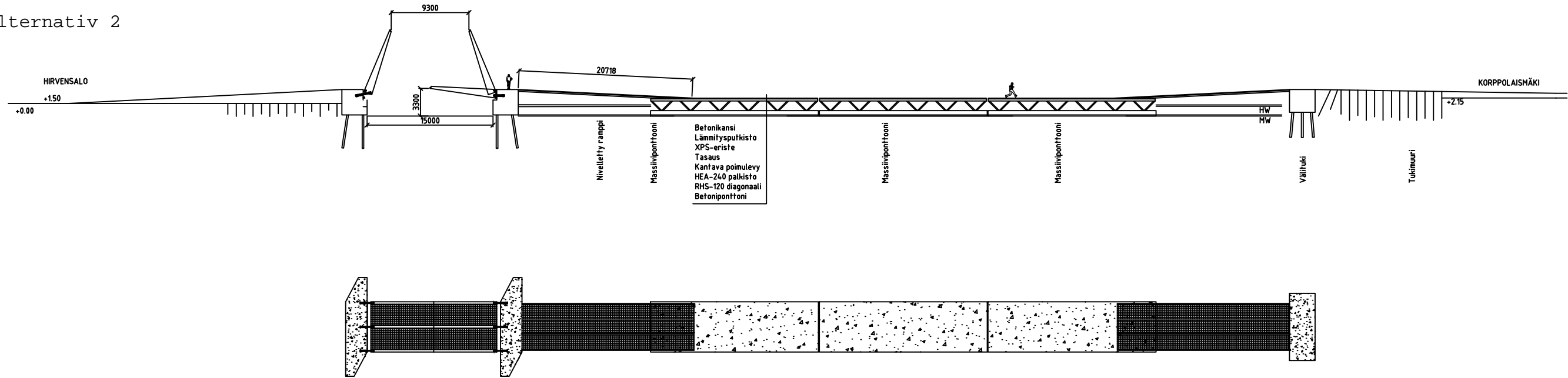
Vattenytans höjdväxling beaktas i planeringen. I grunderna för en flytande lösning beaktas hur broäckets vinkel ändrar i närheten av de fasta pålarna. Vinkeländringen har en inverkan på i vilken vinkel ramperna stiger och sjunker.

Bron kapar av Långvattnets vattentrafik, i projektplanen presenteras också grunder och rekommendationer till farledsändringar.

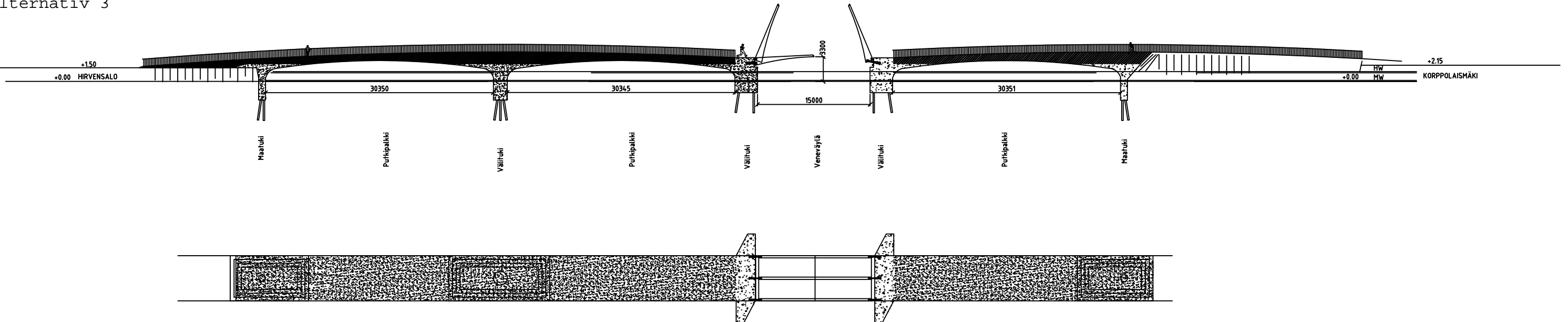
Alternativ 1



Alternativ 2



Alternativ 3



6. LÖSNINGSALTERNATIV

Det finns två huvudsakliga alternativ för bromodellen. Alternativen är en fast bro som byggs på plats eller en flytande pontonbro. Med tanke på kostnadseffektiviteten och tidtabellen är en lättare konstruktion betydligt förmånligare än en tung och fast konstruktion. En flytande konstruktion orsakar emellertid betydligt mer arbete med tanke på ramperna och de fasta konstruktionerna. En flytande pontonbro innebär dock inte att konstruktionen helt är utan fasta stödkonstruktioner. Pontonbrons öppningsmekanism kräver i enskilda fall ett fast stöd för att fungera.

Broarna kan dock inte direkt jämföras med varandra enligt däckstorlek. Detta beror på att materialeffektiviteten är olika för de olika brotyperna och materialen.

De föreslagna lösningalternativen illustrerar den grundläggande principen för varje lösning. Den slutliga lösningen och utformningen avgörs senare i samband med genomförandeplaneringen.

6.1 Alternativ 1, fast betongbro med vändbart brodäck

Vattendraget som ska korsas fram till det ställe som anges i detaljplanen är cirka 100 meter långt. Denna 100 meters sträcka kan kostnadseffektivt delas in i sex delar, vilket resulterar i en bro med sex öppningar och fem mellanpelare. Även om en fast bro är ett dyrt alternativ, har den jämfört med en flytande bro möjlighet att fungera som en reservväg för biltrafiken.

Beskrivning

Bron byggs på den plats som anvisas i kartutdraget. Brokonstruktionen är en massiv bro av armerad betong. Typiskt för armerad betong är att den höga vikten kräver massiva landfästen och mellanpelare. Den roterande mekanismen måste sannolikt byggas av stål, eftersom den tunga betongen böjer rotationsmekanismens avsatser. De böjliga avsatserna och den höga vikten har en negativ inverkan på hur snabbt mekanismen öppnas. Som avlastningskonstruktion kan användas en konstruktion med ihålig balk, å andra sidan lider kostnadseffektiviteten av att korsningen av vattendraget är relativt kort.

Strandbankarnas höjdläge ger en svag utgångspunkt för ökningen av brodäckets höjd – den föreslagna höjningsvinkeln på 5 % motsvarar en hinderfri lutning.

Brons tekniska användningstid fastställs till 100 år. I likhet med alla mekaniska anläggningar är det dock sannolikt att konstruktionen måste underhållas flera gånger under sin livscykel. I normalförhållanden uppnår betong som tål belastningen av tillfrysning och smältning samt saltvatten sin tekniska användningstid utan problem. Till följd av öppningskrafterna är det möjligt att det uppstår sådana drivande krafter i konstruktionen som förorsakar mikrosprickor i betongen. Mikrosprickorna förorsakar

vattenintrång i betongkonstruktionen, vilket i sin tur leder till att konstruktionen bryts ned betydligt snabbare än en intakt konstruktion. Den roterande delen av bron kan byggas av stål. Anslutningen av rotationsmekanismens stålkonstruktion till betongkonstruktionen är sannolikt svår att lösa. Orsaken till detta är värmeutvidgningen som på de långa sträckorna orsakar sprickor i däckkonstruktionen.

Enligt en kostnadsberäkning som grundar sig på däckets kvadratmetrar uppgår kostnaderna för däckets till 720 000 €. När områdets grundläggningsförhållanden och de sju pålarna som ska slås ner läggs till, stiger priset för bron till cirka 2 300 000 €. Utöver detta är den roterande öppningsmekanismen en unik produkt vars pris kan stiga upp till 1 000 000 €. Av planeringen av en sådan enskild massiv unik produkt följer antagligen planerings- och byggkostnader på 600 000 €. För byggandet av belysning och säkerhetsteknik på bron reserveras 50 000 € för båda, dvs. sammanlagt 100 000 €.

En projektereservering på 30 procent fastställs för projektet, varefter totalpriset beräknas stiga till cirka 5 250 000 €.

Risikanalyt

Det finns inga exakta uppgifter om marken i området, så i fråga om kostnadsstrukturen finns det brister i projektplanen. Enligt pållängden och formen på berggrunden kan kostnaderna för pållningen sjunka, men priset varierar mellan 0 och 500 000 €. Med tanke på beräkningen av totalpriset är det sannolikt att det slutliga priset landar på kostnadsberäkningen som innehåller projektereserven. Å andra sidan är det också möjligt att eventuella väsentliga ändringar i objektets arkitektur i fråga om brons form eller material höjer det slutliga priset.

I Korpolaishallen finns det en befintlig gata som leder fram till broplatsen. Gällande anslutningen av gatan är byggkostnaderna cirka 100 000 €. I Färjstranden finns det ingen färdig gata som avskilts för fotgängare. Kostnaderna för gatubyggnad uppgår till cirka 400 000 €.

En risk är ökade konstruktionshöjder och råmaterialpriser. Risken anknyter till priset och då är det sannolikt att projektereserveringen används.

Om brons rotationsmekanism går sönder, kan det vara mycket svårt och därmed också dyrt att reparera den. Enligt ett livscykelänkande är det mycket viktigt att i förväg planera servicebehovet och möjliggöra reparerbarhet.

6.2 Alternativ 2, pontonbro av betong med en fast klaffbro

Vattendraget som ska korsas fram till den plats som anges i detaljplanen är cirka 100 meter långt. Denna 100 meters sträcka kan kostnadseffektivt delas in i tre 20 meter långa delar som tillverkats av betongponton, vilket resulterar i en bro med en öppning och en fast mellanpelare.

Öppningsmekanismen är av lättmetall, till exempel konstruktionsaluminium. Tanken med en flytande bro är att minska antalet dyra mellanpelare och samtidigt föra användaren närmare vattenytan. Det är möjligt att ansluta flera pontoner till den flytande bron, vilket bidrar till att vattenområdet kan användas till exempel som gästhamn eller båtbygga. De extra pontonerna möjliggör också ett mer omfattande rekreativt bruk.

Beskrivning

Bron byggs på den plats som anvisas i kartutdraget. Jämfört med en fast bro är pontonbron ett förmånligt alternativ. Antalet dyra mellanpelare minskar från fem till en och konstruktionen är betydligt lättare än mellanpelarna i en fast bro. Betongpontonernas bredd har ofta begränsats till cirka tre meter. Genom specialbeställning är det möjligt att beställa upp till sex meter breda pontoner. Det behövs tre stycken 20 meter långa pontonelement (6 x 20 m). Betongpontonerna fungerar som stomme och grundläggningmaterial för brodäcket. Båtleden anvisas nära Färjstrandens landfäste, vilket bidrar till att konstruktionen kan använda sig av landfästets grundläggningar. En metallramp byggs i anslutning till pontondäcket.

Betongpontonens tekniska användningstid är 50 år. Betongkonstruktionerna dimensioneras för en teknisk användningstid på 100 år. Priset på betongpontonerna är dock rimligt, så när pontonkonstruktionerna dimensioneras för en användningstid på 100 år fördubblas priset. I projektplanen utgår man från en teknisk användningstid på 50 år.

Kostnaderna för betongpontonerna (6 x 20 m) är cirka 100 000 €/st. Kostnaderna för stag och vikter beräknas uppgå till cirka 10 000 € per element. Priset för däckkonstruktioner och ramper bildas av arbete, metallkilon och ytmaterial. En stålramp väger cirka 400 kilo/meter, beroende på underfartshöjden för vattenleden. I projektplanen tillämpas en underfartshöjd på 2,5 meter och en ramplängd på cirka 20 meter. Genom att höja underfartshöjden med en centimeter förlängs rampen med 20 centimeter. Kostnaderna för en varmförzinkad rampkonstruktion uppgår till cirka 45 000 €. Det behövs två ramper för en flytande brotyp. I denna plan har brodäcket höjts med 70 centimeter uppåt från betongpontonerna. Denna förhöjning förkortar rampens längd med 14 meter – förhöjningen kan dock inte vara mycket över 70 centimeter eftersom rampernas höjningsvinkel roterar över de fasta pelarnas

ovansida vid högvatten. Förhöjningskonstruktionen bildas ovanpå pontonen av en fast monterad stålkonstruktion, en isoleringskonstruktion och ett betongdäck. Priset för konstruktionen uppgår till 2 200 €/meter, vilket innebär att kostnaden för överskridningen av en 60 meters ponton uppgår till 135 000 €. Priset för förhöjning av däck och rampen är 2 200 €/meter för båda.

I förhållande till resten av konstruktionen är mellanpelarn/landfästet en massiv konstruktion i anslutning till vilken man bygger en lyftanordning och ledstrukturer som krävs av ramperna. Kostnaderna för landfästen och mellanpelare uppskattas till cirka 200 000 €/st., beroende på monteringsätt och grundläggningsdjup.

Öppningsmekanismen i en pontonbro av betong är betydligt enklare än i en svängbro på grund av skillnaderna i materialvikt och materialmängd. Öppningsmekanismen kan byggas som en lyftbro, som en inglidande konstruktion. Lyftbron fungerar med hydraulisk transmission. Den glidande konstruktionen kan genomföras som en konstruktion som antingen utnyttjar ett kugghjul eller hydrauliken. Det finns inga betydande skillnader mellan konstruktionerna. Kostnadsberäkningen ställs i relation till konstruktionens vikt och motor. Fördelen med en tvådelad lyftbro är att bron öppnas snabbare och segmenten bildar ett valv då lyftbron sänks ner. Den enkla lyftbron och den inglidande bron är byggnadstekniskt sett balkar, vilket innebär att konstruktionens höjd ökar jämfört med valvet. Pontonkonstruktionen klarar av att bära tyngden av ett tungt underhållsfordon, men rampen och lyftbrons konstruktion har i denna projektplan inte uppskattats för tunga underhållsfordon. Kostnaderna för öppningsmekanismen beräknas uppgå till 300 000 €. Omfattningen av och kvaliteten på säkerhetstekniken som behövs tas i denna beräkning inte i beaktande.

För byggandet av belysning och säkerhetsteknik på bron reserveras 50 000 € för båda, dvs. sammanlagt 100 000 €.

Planeringen och byggkostnaderna uppgår sannolikt till 400 000 €. Totalpriset beräknas uppgå till 1 955 000 €.

En projektreservering på 30 % fastställs för projektet, varefter totalpriset beräknas stiga till cirka 2 500 000 €. Priset för stomelementen, dvs. betongpontonerna, är cirka 13 % av hela konstruktionens kostnader.

Risikanalyis

Det finns inga exakta uppgifter om marken i området, så i fråga om kostnadsstrukturen finns det brister i projektplanen. Med tanke på den totala kostnadsberäkningen är det sannolikt att det slutliga priset landar på cirka 1 955 000 €. Å andra sidan är det också möjligt att eventuella väsentliga ändringar i objektets arkitektur i fråga om brons form eller material höjer det slutliga priset. Väsentligt är också byggandet av en båthamn som pontonkonstruktionen möjliggör. Dess kostnader är låga jämfört med det beräknade totalpriset. Med hjälp av båthamnen kan konstruktionen generera inkomster.

En risk är ökade konstruktionshöjder och råmaterialpriser. Risken anknyter till priset och då är det sannolikt att projektreserveringen används.

I Korpolaishallen finns det en befintlig gata som leder fram till broplatsen. Gällande anslutningen av gatan är byggkostnaderna cirka 100 000 €. I Färjstranden finns det ingen färdig gata som avskilts för fotgängare. Kostnaderna för gatubyggnad uppgår till cirka 400 000 €.

Möjligheten att flytta båtleden inklusive muddring ska utredas. I projektplanen anses det vara möjligt att en störning av sedimenten orsakar miljörisker.

6.3 Alternativ 3, öppningsbar stålbro med rör

Beskrivning

Bron byggs på den plats som anvisas i kartutdraget.

I konstruktionen utnyttjas pålning med både slaghammare och borrh. En stålbrokonstruktion kan byggas och rivs på plats som element. En fördel med brokonstruktionen är det låga förhållandet mellan vikt och spännvidd. Stålets stora drag- och tryckhållfasthet kommer till nytta då rörbalken som korsar vattendraget omformas till en båge. Antalet pålar som slås ner är större än antalet pålar som borrar ner. Antalet pålar skiljer sig åt eftersom en lång påle som borrar ner kräver en stor omkrets för att kunna fungera – antalet pålar som slås ner ersätter omkretsen som pålarna som borrar ner kräver. Genom att byta pålningsteknik kan man påverka priset för konstruktionen, eftersom priset för grundläggningen motsvarar grovt sett hälften av priset för hela brokonstruktionen.

Brons öppningsmekanism kan vara antingen ett inglidande brodäck eller ett brodäck som ska lyftas. Öppningsmekanismen fungerar antingen med ett kugghjul eller med hydraulik.

Däckets storlek är cirka 600 kvadratmeter. Om konstruktionen dimensioneras för fotgängare och lätta plogningsfordon blir byggkostnaderna rimliga. Meterpriset för bron är i medeltal cirka 6 300 €. I och med att belastningsvärdena ökar stiger priset för brokonstruktionen marginellt – öppningsmekanismen kommer dock att kosta betydligt mer om konstruktionen dimensioneras för tunga underhållsfordon. Kostnaderna för ett 100 meter långt brodäck som lämpar sig för gångtrafik och lätt fordonsbelastning beräknas uppgå till 530 000 €. Bron som dimensioneras för tunga underhållsfordon förstärks av rörbalkar som korsar vattendraget. Detta orsakar uppskattningsvis 100 000 € extra kostnader.

I förhållande till den övriga konstruktionen är mellanpelarna värdefulla konstruktioner. Kostnaderna för landfästen och mellanpelare uppskattas till cirka 1 000 000 €, beroende på monteringsätt och grundläggningsdjup.

Kostnaderna för det öppningsbara brodäcket beräknas uppgå till 300 000 €. För de hydrauliska pumparna och eltekniken byggs ett eget drifts- och serviceutrymme i mellanpelarn. För byggandet av belysning och säkerhetsteknik på bron reserveras 50 000 € för båda, dvs. sammanlagt 100 000 €.

Planeringen och byggkostnaderna uppgår sannolikt till cirka 550 000 €. Kostnaderna för de ovannämnda konstruktionerna är sammantaget cirka 2 600 000 €, projektreserveringen på 30 % inbegripet beräknas de totala kostnaderna för bron uppgå till 3 350 000 €.

Riskanalys

Det finns inga exakta uppgifter om marken i området, så i fråga om kostnadsstrukturen finns det brister i projektplanen. Med tanke på den totala kostnadsberäkningen är det sannolikt att det totala priset landar på övre gränsen av kostnadsberäkningen. Å andra sidan är det också möjligt att eventuella väsentliga ändringar i objektets arkitektur i fråga om bronns form eller material höjer det slutliga priset. I Korpolaibacken finns det en befintlig gata som leder fram till broplatsen. Gällande anslutningen av gatan är byggkostnaderna cirka 100 000 €. I Färjstranden finns det ingen färdig gata som avskilts för fotgängare. Kostnaderna för gatubyggnad uppgår till cirka 400 000 €.

En risk är ökade konstruktionshöjder och råmaterialpriser. Risken anknyter till priset och då är det sannolikt att projektreserveringen används.

Brons öppning placeras vid den nuvarande båtleden, vilket leder till att vattendraget inte behöver störas med muddring. Byggandet av en fast bro kräver i praktiken alltid en arbetsbro. En elementbro kan sannolikt byggas på plats på arbetsbron.

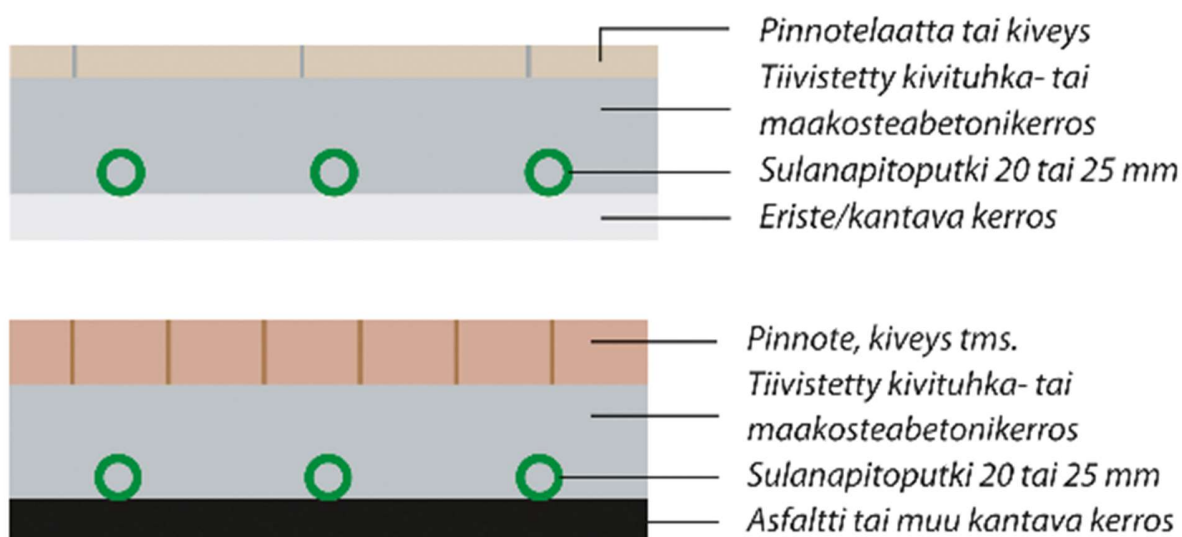
6.4 Sammandrag av alternativen

| | ALTERNATIV 1 Fast betongbro med vändbart brodäck | ALTERNATIV 2 Pontonbro av betong | ALTERNATIV 3 Balkbro med rör |
|---|---|---|---|
| Detaljplan | gatu-, bostads- och parkområden samt övriga områden | gatu-, bostads- och parkområden samt övriga områden | gatu-, bostads- och parkområden samt övriga områden |
| Vattendrag som korsas (m) | 100 | 100 | 100 |
| Längden på bronns öppning (m) | 14,5–17,5 | - | 33 |
| Berggrundets djup (m) | 0–60 | 0–60 | 0–60 |
| Gatubygge (m) | 350 | 350 | 350 |
| Beräkning av kostnaderna för gatubygge (M€) | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Det totala kostnadsförslaget (M€) | 5,7 | 3 | 3,85 |

6.5 Gatuuppvärmning

Att hålla brodäcket fritt från snö och is under vintern minskar kraven på byggnadsteknik betydligt. Fordonsbelastningarna är inte ett direkt problem för brodäckets hållfasthet men har en stor betydelse för materialvalen för och maskineritekniken i lyftbron. Det är möjligt att sänka byggnadskostnaderna om konstruktionen dimensioneras för mindre belastning. Det är motiverat att utreda brodäckets uppvärmning, eftersom det omgivande vattendraget möjliggör anskaffning av s.k. ytvattenvärme med hjälp av värmepumpsteknik.

Värmedistributionstekniken utgörs av uppvärmningsrör och vattenglykolblandning



De broar som föreslås har ett däck på 550–630 kvadratmeter, hela bron behöver en värmekapacitet på 165–190 kW räknat med en typeffekt på 300 W/m². Gatuuppvärmningens funktionsprincip liknar i praktiken golvuppvärmningen i byggnader. En väsentlig skillnad ligger i värmepumpens effekt och värmegraden som produceras. Värmepumparnas verkningsgrad ökar då temperaturen på den producerade värmen hålls låg. Gatuuppvärmningens typeffekt kan inte direkt jämföras med till exempel dimensioneringskravet för uppvärmningseffekten i ett 200 m² stort egnahemshus, som är cirka 16 kW. Väsentligt i upphandlingen av gatuuppvärmning är fördelarna som uppstår mellan underhållskostnader och byggnadskostnader. Med hjälp av gatuuppvärmningen görs inbesparingar i uppfyllandet av kraven på

underhållsfordon i bygg- och planeringsskedet samt under livscykeln. Byggandet och underhållet av gatuuppvärmningen orsakar egna kostnader.

| | Vinterunderhåll | Uppvärmning av hela brodäcket | Uppvärmning av halva brodäcket |
|---------------------------------------|-----------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| Gatuavsnittets yta (m ²) | 630 | 630 | 630 |
| Byggnadskostnader (T€) | 400 | 250 | 180 |
| Driftskostnader € (m ² /a) | 0,27 | 8 | 4 |
| Driftskostnader (a) | 170 | 5 000 | 2 500 |
| Annuitetsamortering (a) | 0 | 31 | 93 |

Kalkylen har uppgjorts som en beräkning av genomsnittet, eftersom alla variabler inte ännu identifierats.

I projektplanen anses det vara möjligt att uppvärmningen av lyftbron kräver elektrisk uppvärmning. Uppvärmningen av ett brodäck på en pontonkonstruktion är svår att bygga och underhålla, eftersom däckets rörelser orsakar rören konstant belastning.

7. Tidtabell

Avsikten är att fastställa tidtabellen för vattendragsbroarna så att de krävande grundläggningsarbetena kan utföras under en sådan årstid då det inte finns snö eller is på marken. Planeringen, byggherreverksamheten och byggandet för hela projektet kräver en projekttidtabell om minst ett år, men sannolikt 18 månader.

Om däckkonstruktionen består av förtillverkade delar är det möjligt att uppnå målet med ett platsbygge som tar 6 månader. De förtillverkade delarna kan vara av trä eller stål. På grund av den stora massan och arbetstekniken är det kostnadseffektivt att gjuta betongdelarna på byggplatsen.

Tidtabellen påverkas också av det allmänna arbetsmarknadsläget samt den slutliga bronns arkitektoniska genomförbarhet.

7.1 Faktorer som påverkar tidtabellen

| | ALTERNATIV 1 | ALTERNATIV 2 | ALTERNATIV 3 |
|--------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Förhandsutredningar (mån) | 6 | 3 | 5 |
| Planering och byggherreuppdrag (mån) | 6 | 3 | 6 |
| Förtillverkning (mån) | 4 | 2 | 6 |
| Platsbygge (mån) | 9 | 3 | 6 |
| Allmän infrastruktur (mån) | 3 | 3 | 3 |
| Total bedömning (mån) | 19–21 | 10–14 | 14–19 |

Faktorer som påverkar tidtabellen beror till stor del på tidpunkten för beslutsfattande och beställning, samt på det allmänna marknadsläget. Under förhandsutredningen klarnar situationen gällande de faktorer som påverkar tidtabellen och kostnadsberäkningen preciseras.

Målet är att få vattendragsbroarna färdiga för att byggskedet kan inledas på våren året innan bron ska stå färdig. Då kan upphandlingen av entreprenadfasen inledas på hösten och produktionen av förtillverkade delar efter årsskiftet. Tidtabellen påverkar också priset på arbetskraftsdriven material som fås från marknaden. Tidtabellen påverkar dessutom gynnsamma byggnadsförhållanden.

8. Miljöverkningar

8.1 Verkningarna på landskapet, naturen och människorna

Brobygget har i synnerhet en inverkan på landskapet och stadsstrukturen. Verkningarna är till stor del positiva. Bron öppnar nya vyer mot Åbo slott, förstärker invånarnas förhållande till det havsnära Åbo och stöder en effektivare markanvändning på strandområdet i norra Hirvensalo. Förutom trafiken mot centrum erbjuder bron den urbana miljöns invånare en förbindelse till de naturliga skogsområdena i norra Hirvensalo. I framtiden kan strandrutterna förhoppningsvis förlängas från bron mot Hirvensalo. Den öppningsbara bron skapar en intressant anhalt för dem som färdas på vatten, även om den i viss mån fördröjer trafikeringen av stora båtar i sundet.

Alla broalternativ som lagts fram ser låga ut i landskapet. De ifrågasätter inte de höga strandklippornas och båtarnas dominerande ställning i landskapet utan fungerar närmast som en förlängning av strandbryggorna. I den fortsatta planeringen kan bron utseende planeras på basis av förslag så att den passar in i landskapet. Om man väljer pontonlösningen ska man se till att båtförvaringen inte visuellt täcker sundets landskapsrum.

Broförbindelsen uppskattas inte ha en betydande inverkan på de omgivande områdena som är viktiga med tanke på naturen, eftersom de närmaste LUO-områdena i Korpolaibacken och Hirvensalo befinner sig på branta och mycket svårframkomliga sluttningar och deras krön.

Exakt information om verkningarna för havsbotten och strömningar finns inte. Bron placeras dock på en plats där det redan funnits en bro, vilket innebär att de terrasseringar som mest omformar strandlinjen redan existerar. Pontonlösningen kan områdesvis begränsa vattenväxlingen på ytan. Det uppskattas att bottensedimenten hålls på plats genom att broöppningen placeras vid den befintliga båtleden. Om platsen för öppningen ändå ändras kan det leda till muddring och störningar i bottensedimenten. På och omkring byggplatsen finns pima-objekt, dvs. eventuella ställen där marken förorenats och som ska beaktas vid byggandet.

8.2 Utsläpp som orsakas av byggandet och användningen av bron

Fotgångarbron som presenteras i projektplanen förkortar och förbättrar gång- och cykelförbindelserna mellan Hirvensalo och centrum och gör därmed utsläppsnåla färdstätt mer lockande. Denna verkning är viktig och styrande om markanvändningen i de norra delarna av Hirvensalo effektiviseras i framtiden. I Korpolaibacken, på gångavstånd från Hirvensalo, finns också ändhållplatsen för busslinjen.

Byggande orsakar alltid utsläpp. En del av de totala utsläppen orsakas av materialtillverkningen och verksamheten på byggplatsen, en annan del av byggnadsdelens livscykel och en tredje del av nyttan som användningen medför. Fordonsleden antas minska användningsutsläppen då avståndet förkortas jämfört med den tidigare leden. Fotgångarbron som presenteras i projektplanen påverkar användningsutsläppen marginalt – däremot kan den rakare rutten beräknas förkorta användarens resetid. Genom att göra lätttrafiken mer lockande uppnås positiva effekter för utsläppen.

Området som byggs ändrar form alltid då infrastrukturen byggs eller utvidgas. Ändringen kan vara positiv (utrotning av främmande arter) eller negativ (minskning av endemiska arters livsrum).

På området som ska byggas har inte påträffats främmande arter. Det uppskattas att bottensedimenten hålls på plats genom att broöppningen placeras vid den befintliga båtleden. Om platsen för öppningen ändras leder det till muddring och störningar i bottensedimenten.

Den armerade betongens och stålkonstruktionens koldioxidutsläpp

| | Betong (m ³) | Stål (t) | CO ₂ (t) |
|-------------------|--------------------------|------------|---------------------|
| Grundläggningar | 320 | 60 | 199 |
| Däckkonstruktion | 120 | 63 | 152 |
| Stödkonstruktion | 100 | 80 | 179 |
| Sammanlagt | 540 | 173 | 530 |

Som referensvärde för koldioxidutsläppen kan användas medeltalet av en finländares årliga koldioxidutsläpp per år, vilket uppgår till 8,86 ton. På basis av det föregående statistiska värdet motsvarar bromaterialens koldioxidutsläpp cirka 60 människors årliga koldioxidutsläpp. Omvandlat till bränsle motsvarar 530 ton koldioxidutsläpp de koldioxidutsläpp som bildas av förbränningen av 203 800 liter dieselbränsle.

8.3 Utnyttjande av träkonstruktioner

Konstruktionerna delas in i olika delar utifrån deras användningssätt och hållfasthet. Tekniskt sett talar man om primär- och sekundärkonstruktioner. Primärkonstruktionerna är bärande eller stödande konstruktioner för vilka det är typiskt att höga konstruktionskrafter leds till grundberget. Sekundärkonstruktionerna leder mindre konstruktionskrafter och bistår vid det slutliga byggandet. Exempel på sekundärkonstruktioner är ledstängerna och en del av diagonalstavarna. Båda konstruktionstyper är viktiga med tanke på helhetens funktion så att delarna hålls på plats såsom planerat.

Träkonstruktionernas hållfasthetsegenskaper räcker inte till för att stöda primärstrukturerna i alternativen som föreslås. Med tanke på sekundärkonstruktionerna är det möjligt att använda trä, men på grund av fogtekniken är detta mycket opraktiskt. Sekundärkonstruktionernas andel av hela bronns massa är cirka 5 %.

Ur byggteknisk synvinkel är en träbro inte i sin helhet tillverkad av trä. Träbrons bärande konstruktion stöds av stål. Limträbalkarna spänns med spännstål och konstruktionen monteras med bultar, skivor och spikar. Stålkonstruktionen är i princip träbrons primärkonstruktion och träkonstruktionen dess sekundärkonstruktion. Träbrodäckets tekniska användningstid är 50 år, fasta stål- och betongbroars motsvarande användningstid är 100 år.

Ett däck med träbeläggning är halt när det regnar och trädäcket lämpar sig inte för den dimensionerade gatuuppvärmningen. Med tanke på underhåll orsakar ett trädäck extra kostnader på grund av att slitytorna måste förnyas och underhållas.

Träkonstruktionerna kan sannolikt utnyttjas vid markstabiliseringen. Ett problem utgörs dock av den växlande vattenhöjden i kustområden, något som påverkar höjden av hängande grundvatten. Den del av träpålen som slås djupt ner håller sig länge i syrefria förhållanden, men växlingarna i det hängande grundvattnets höjd kan leda till att pålplattan förmultnar. Pålplattan är en påldel som utsätts för växlingar av det hängande grundvattnet och som finns på markytan. Trämateriell som utsätts för rötsvamp kan skyddas med koppar och krombaserade kombinationer, men dessa kombinationer skyddar enligt nuvarande information endast i 20 år. Pålhattarna kan arbetstekniskt sett monteras under det hängande grundvattnet, men då kräver grundläggningen kassunkonstruktioner, och dessa höjer det totala priset för entreprenaden. Markstabilisering med hjälp av träpålar kan visa sig olönsamt om det framgår att marken består av sulfittlera. En sådan mark kan stabiliseras med träpålar, men då måste antalet pålar överdimensioneras. Också ståldelarna i förlängningarna

överdimensioneras, vilket leder till att priset för konstruktionsdelarna höjs. Ett överdimensionerat antal betyder att man godkänner byggmaterialets kortare livscykel och kompenserar det trämaterial som den sura marken förstört genom ett större antal pålar. Enligt anvisningen RIL 121-2004 rekommenderas träpålar inte för grundläggningen av konstruktioner vars planerade användningstid överskrider 50 år.

Användningen av träkonstruktioner vid byggandet av infrastrukturen är krävande och dyrt i förhållande till betong och stål. En nytta med träkonstruktioner är att de ger upphov till kolsänkor under deras användningstid. Markstabilisering som tekniskt sett kan utföras på området med landfästen leder sannolikt till mindre användning av betong och en rätt så stor kolsänka. I alternativen i projektplanen har inte bedömts en ökning av byggkostnaderna för träpålar.

Storleken på ytan där bankarna och gatustrukturerna behöver stabiliseras är cirka 600 m², stabiliseringsbehovet är dock annorlunda för varje byggobjekt. Därför bedöms mängden koldioxidutsläpp enligt en genomsnittlig pållängd om 30 meter. Även marken uppskattas ha dålig bärförmåga. Den dåliga bärförmågan ger direkt en planeringsgrund för att konstruktionen ska grundläggas på pålar. En bättre bärförmåga stryker behovet av att stabilisera med pålar.

Markstabilisering (1 m²) med pålar

| Alternativ | Betong (m ³) | Stål (kg) | Trä (m ³) | CO ₂ (t) |
|-------------|--------------------------|-----------|-----------------------|---------------------|
| Träpålar | 0 | 45 | 4 | - 3,5 |
| Betongpålar | 1,9 | 440 | 0 | + 1,35 |

Markstabilisering (600 m²) med pålar

| Alternativ | Betong (m ³) | Stål (kg) | Trä (m ³) | CO ₂ (t) |
|-------------|--------------------------|-----------|-----------------------|---------------------|
| Träpålar | 0 | 27 000 | 2 400 | - 2 100 |
| Betongpålar | 1 140 | 264 000 | 0 | + 804 |

Trämaterialets förmåga att binda koldioxid påverkas av träslag, men i praktiken binder en kubikmeter (1 m³) barrträd från den tempererade zonen cirka 900 kilo koldioxid.

Användningen av betong (cement) frigör koldioxid beroende på betongens hållfasthetsklass. För varje kubikmeter betong frigörs cirka 230–270 kilo koldioxid under cementtillverkningen. Den ökande andelen återvinningsbränsle vid cementtillverkningen sänker dock förbrukningen av fossila bränslen, mängderna varierar periodvist. De största utsläppen vid tillverkningen av tilläggskomponenter till betongen, såsom sand och grus, uppstår vid transport och behandling. Då spelar produktionsplatsen en viktig roll för utsläppen. En transportsträcka på 50 kilometer orsakar det

krossade stenmaterialet uppskattningsvis 15 kilo mer koldioxid per varje betongkubikmeter.

Utsläppen från ståltillverkningen är betydligt svårare att uppskatta, eftersom utsläppen som återvunnen metall orsakar är betydligt mindre än utsläppen som nyproduktionen av metall orsakar. Tillverkningen av råstål orsakar i medeltal 1 900 kilo koldioxidutsläpp för varje ton råstål. I likhet med betong har även stål olika hållfasthetsklasser. Vid vidareförädlingen av stål strävar man alltid efter att använda smält stål direkt från masugnen. Uppkomsten av ytterligare utsläpp på grund av bearbetningen av stål är under 50 kilo koldioxid per 1 000 kilo stål.

9. Alternativ som rekommenderas

I projektplanen rekommenderas att en delvis uppvärmd balkbro med rör byggs. Detta alternativ tillåter en betydligt större mängd alternativ som förädlas fram till byggandet än de övriga alternativen. Den totala kostnadsberäkningen betonas i projektplaneringsfasen till 3,85 miljoner euro, gällande de specialtillverkade delarna uppdateras kostnadsberäkningen i det skede då projektet övergår till utredningsplaneringen.

Jämfört med flytande lösningar ligger en fast stålbro tack vare goda hållfasthetsegenskaper på en god nivå. I en fast lösning uppstår inte liknande problem med formförändringar på grund av den stigande vattennivån som en flytande konstruktion utsätts för. Stommen i balkbron med rör kan byggas färdigt på en verkstad. Den bärande stålstommen kan varmförzinkas mot korrosion och den relativt lätta konstruktionen kan lyftas på mellanpelarna ett segment åt gången. Den smala stålstommen är känslig för vibrationer, men en däckkonstruktion av betong ger konstruktionen tillräckligt med vikt för att motverka uppkomsten av vibrationer. Den bärande stålstommen kan omges med en tunnplåtskonstruktion vilket gör att bron smälter in i omgivningen. Även om konstruktionen inte har dimensionerats för fordonstrafik kan den korsas med lätta fordon. Konstruktionen kan utmärkt planeras med 3D-modellering, vilket avsevärt minskar antalet fel i arbetet jämfört med traditionella planeringssätt.

Placeringen av bron på den plats som fastställs i detaljplanen medför inte ett muddringstryck på miljön. På grund av att ytvattenvärme utnyttjas vid uppvärmningen av brodäcket placeras värmeinsamlingsrör i omedelbar närhet av bron. Rören placeras emellertid inte nära båtleden. Med beaktande av bottensedimentens kvalitet är det sannolikt att värmeinsamlingsrören sjunker ner i sedimentlagren inom ett par år.

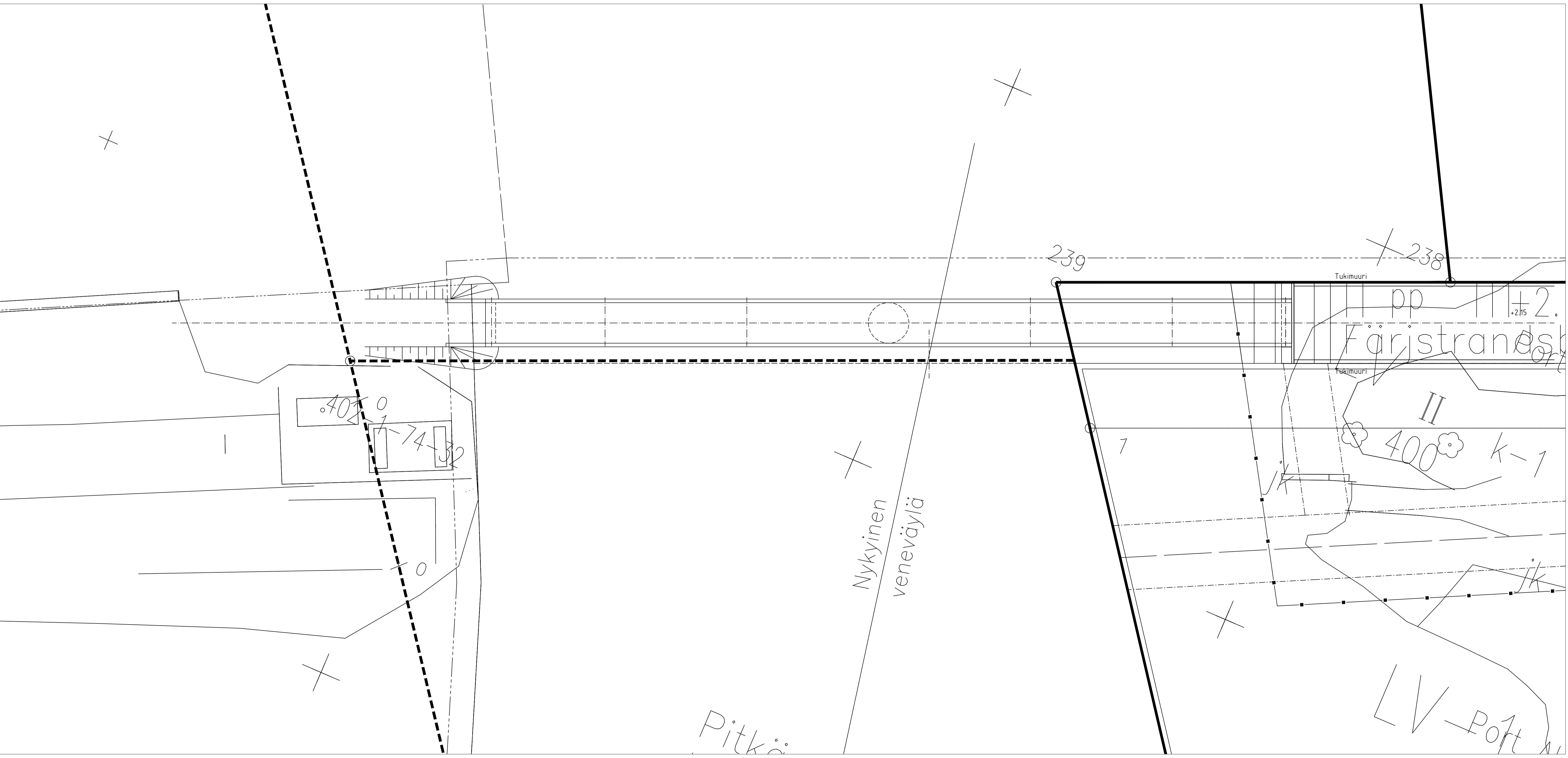
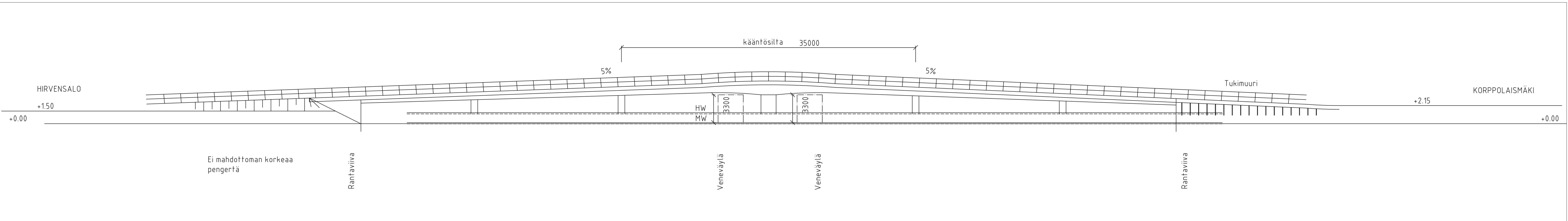
Byggnadstekniskt sett är balkbron med rör en brotyp som inte orsakar störningar. Fasta broar behöver inte underhållas och kontrolleras under vattnet på samma sätt som flytande brotyper. Rörbalken kan byggas genom att fästa den med bultar som en plåt- eller rörbalkskonstruktion, vilket bidrar till att eventuella skador kan repareras på plats.

Konstruktionen ger upphov till koldioxidutsläpp som kan kompenseras genom eventuella träpålar på stränderna. En noggrannare användningsmöjlighet klarnar vid mark- och grundundersökningen, på basis av vilken den totala kostnadsberäkningen för projektet preciseras.

Med tanke på byggandet är en helhetsentreprenad den tydligaste entreprenadformen. På grund av avtalsinnehållet och upphandlingen ska beställarens handlingar utarbetas noggrant. På grund av den sällsynta lyftbron minskar antalet entreprenören som för övriga delar skulle klara av entreprenaden. Därför ska innehållet i det hela entreprenadavtalet tillåta sidoentreprenad när det gäller denna byggnadsdel. Ett bra formulerat avtal förutsätter rimlig tid för att undersöka den konstruktion som begärs. Brobyggnadsentreprenaden kan även innehålla en option om gatubygge, vilket innebär att en entreprenör svarar för utvecklingen av hela området.

Åbo den 10 mars 2020

Mika Laine
Planeringsingenjör



KAUPUNGINOSA:
 ASEMAKAVA:
 LIKENNESUUNNITELMA:
 KATUSUUNNITELMA:
 KATULUOKKA:

KORVAAN PIIRUSTUKSEN:
 KORVAAN OSITTAIN PIIRUSTUKSEN:

KORVATTU PIIRUSTUKSELLA:
 KORVATTU OSITTAIN PIIRUSTUKSELLA:

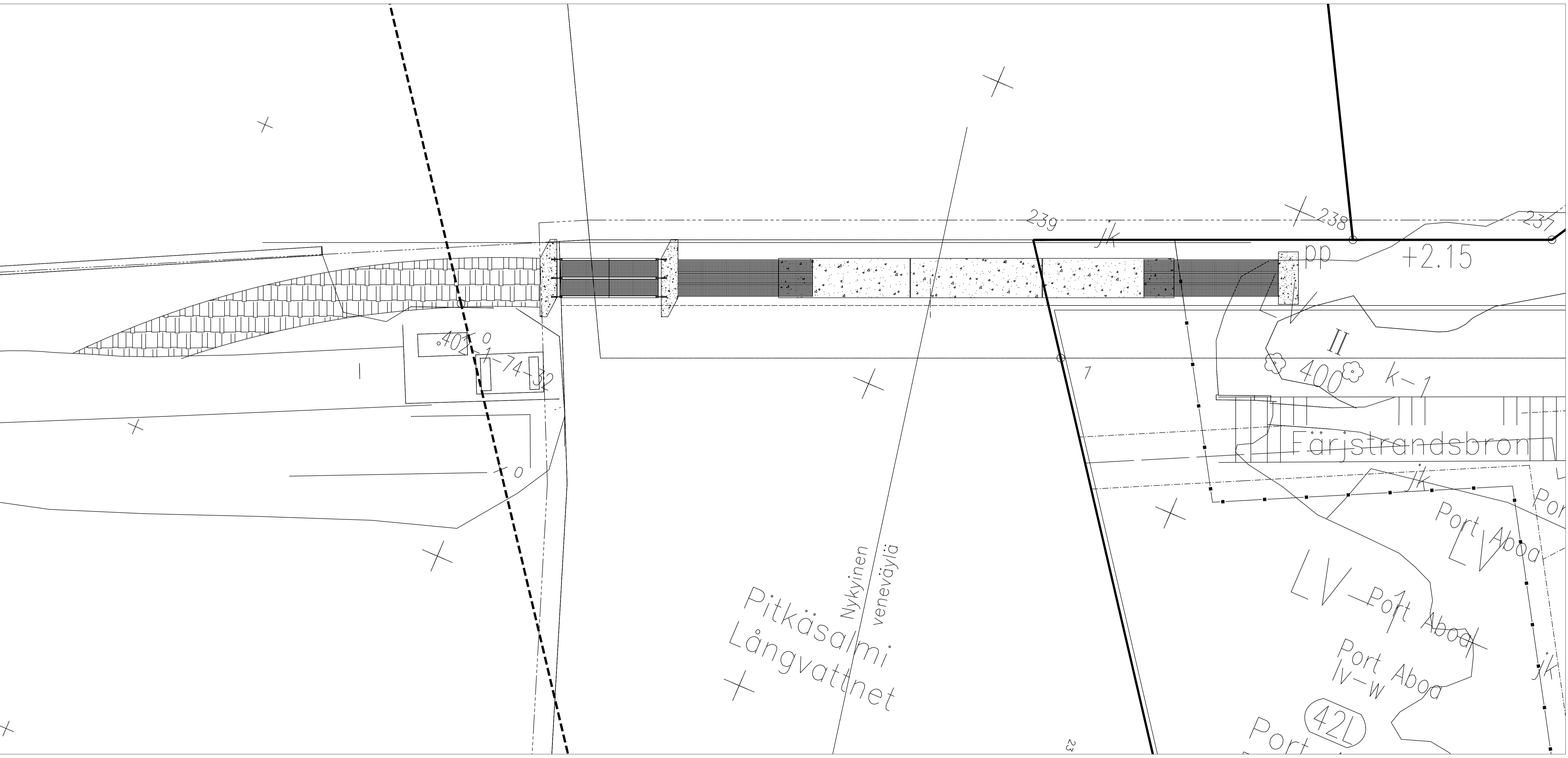
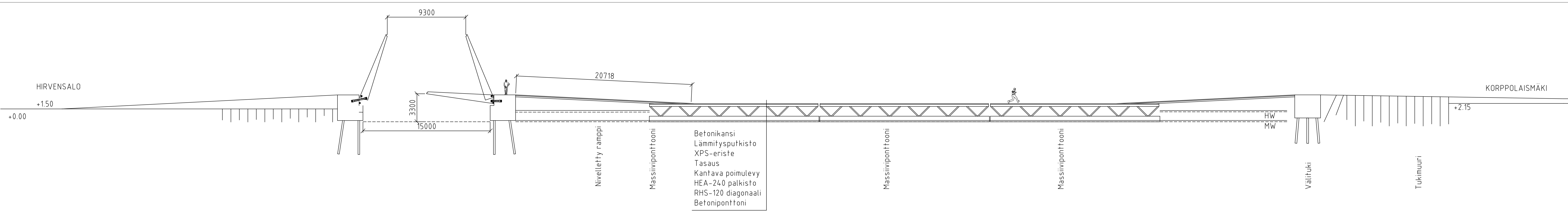
TUNNUS, MUUTOS TAI TÄYDENNYS: PÄIVÄYS: SUUNNIT./PIIRT./LIKENNESUUNN.: TARK.

TURUN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖTOIMIALA
 KAUPUNKISUUNNITTELU
 SUUNNITTELUYKSIKKÖ

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

KOHDE: Korppolaismäki Lauttarannansilta
 SISÄLTÖ: ALUSTAVA YLEISPIIRUSTUS

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



KAUPUNGINOSA:
ASEMAKAAVA:
LIKENNESUUNNITELMA:
KATUSUUNNITELMA:
KATULUOKKA:

KORVAAN PIIRUSTUKSEN:
KORVAAN OSITTAIN PIIRUSTUKSEN:

KORVATTU PIIRUSTUKSELLA:
KORVATTU OSITTAIN PIIRUSTUKSELLA:

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

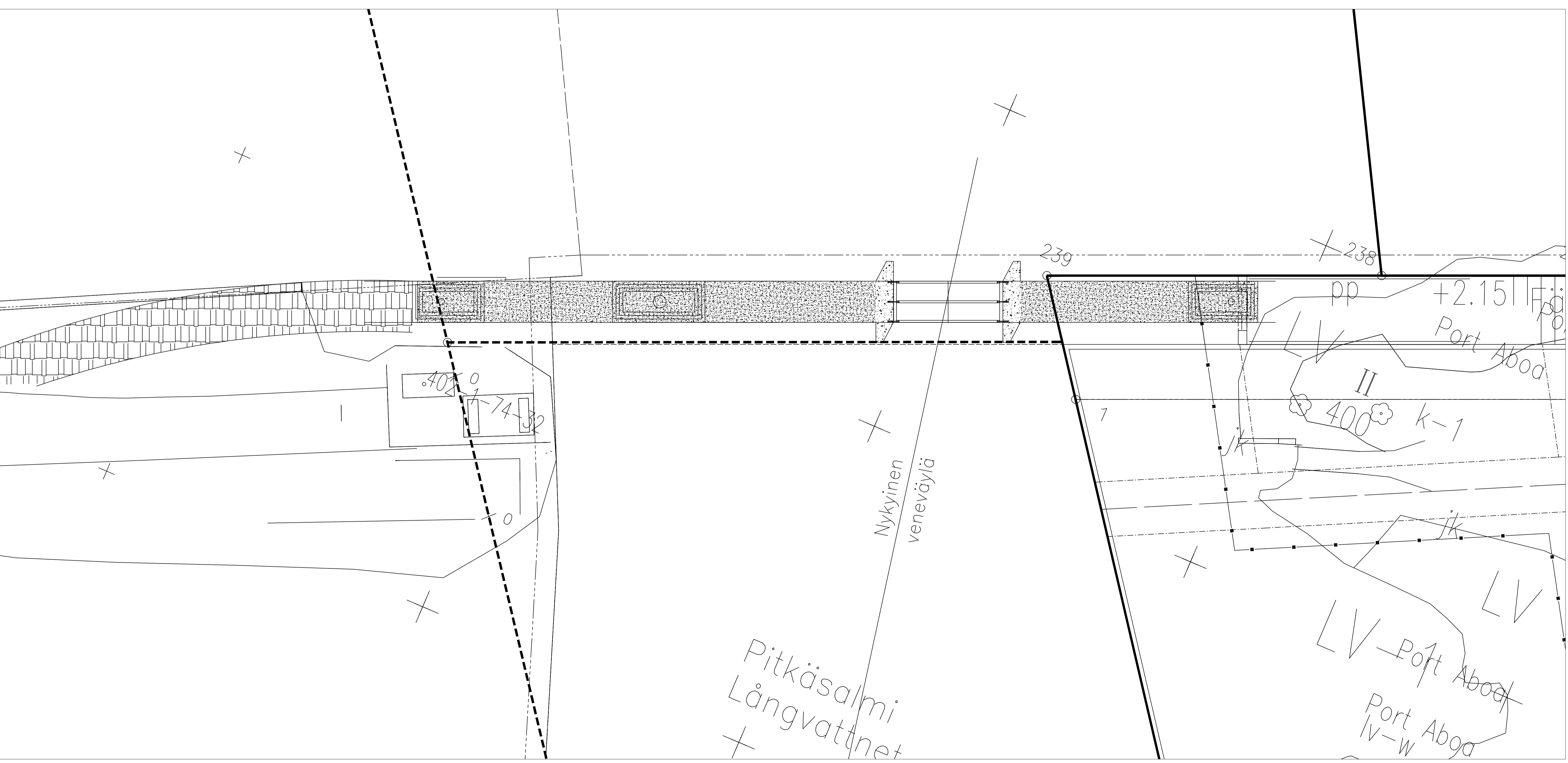
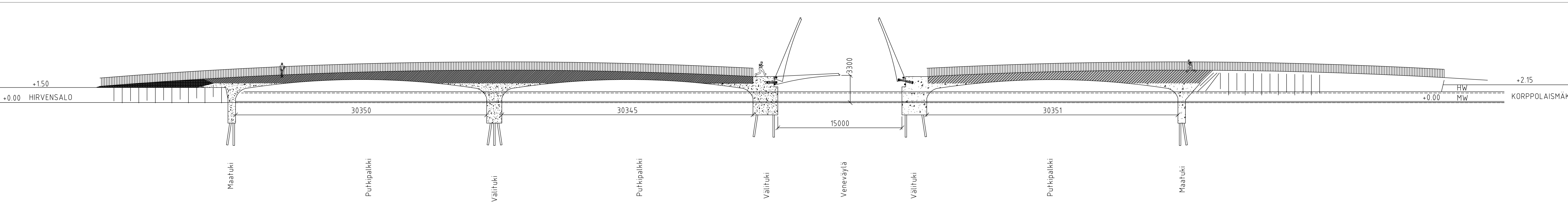
TURUN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖTOIMIALA
KAUPUNKISUUNNITTELU
SUUNNITTELUYKSIKKÖ

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:

KORVAU PIRUSTUKSEN:
 KORVAU OSITTAIN PIRUSTUKSEN:

KORVATTU PIRUSTUKSELLA:
 KORVATTU OSITTAIN PIRUSTUKSELLA:

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 Lauttarannansilta
 SISÄLTÖ: ALUSTAVA YLEISPIIRUSTUS

| | | | |
|---------------|----------------------|----------------|-----------|
| SUUNNITTELLIA | SUUNNITTELUAVUSTAJA | TARKASTANUT | MITTAKAVA |
| | | Mika Laine | |
| PÄIVÄYS | HYVÄKSYNYT | PIRUSTUSNUMERO | MUUTOS |
| | SUUNNITTELUPIÄLLIKKÖ | X | |