



Raportti

Parainen-Nauvo kiinteä yhteys, Haverön ja lauttapaikan siltavaihtoehtojen toteutettavuusselvitys

29.10.2015

Tilaaaja

Varsinais-Suomen ELY-keskus
Ari Salo
Siltainsinööri
ari.salo@ely-keskus.fi

Konsultti

WSP Finland Oy
Kiviharjunlenkki 1 D
90220 OULU
Puh.: 020 7864 12
Fax: 020 7864 800
www.wspgroup.fi

Raportin laatijat:

Pekka Pulkkinen, yhteyshenkilö, 0400 465900
Antti Karjalainen
Esko Järvenpää

Kansikuva: Airston silta, havainnekuva vuodelta 2001

Sisältö

Sisältö.....	3
1. TAUSTA JA TYÖN TAVOITE.....	4
1.1. Aikaisemmat selvitykset.....	4
1.2. Työn tavoite.....	4
2. ALUSTAVIEN LINJAUSTEN KARSIMINEN, v.1992.....	5
2.1. Tarkastellut pääsuunnat.....	5
2.2. Tutkitut silta- ja tunnelivaihtoehdot.....	6
2.3. Silta- ja tunnelilinjausten valinta yleissuunnitteluun.....	7
2.4. Käytössä ollut pohjatutkimusaineisto.....	7
3. SILTAVAIHTOEHDOT H2/S1 ja L2/S1.....	7
3.1. Siltavaihtoehto H2/S1, yleissuunnitelma v. 1992.....	7
3.2. Siltavaihtoehdon tarkennukset v. 2001 YVA.....	8
3.3. Siltavaihtoehdon kustannusarvio v. 2008.....	9
3.4. Siltavaihtoehto L2/S1, pääsuuntaselvitys v. 1992.....	9
3.5. Riskit ja haasteet.....	10
4. NYKYINEN KAAVOITUS JA MAANKÄYTTÖ.....	10
4.1. Maakuntakaava.....	10
4.2. Yleiskaavat.....	11
4.3. Asemakaava ja ranta-asemakaava.....	12
5. HAVERÖN PÄÄSUUNNAN SILTAVAIHTOEHDOT.....	14
5.1. Airiston siltavaihtoehto nykytiedon valossa.....	14
5.2. Maltholmin siltavaihtoehto nykytiedon valossa.....	15
5.3. Kustannukset Haverön linjauksella.....	16
5.4. Riskit ja haasteet.....	16
5.5. Ympäristönäkökohdat.....	17
6. LAUTTAPAIKAN PÄÄSUUNNAN SILTAVAIHTOEHDOT.....	17
6.1. Lauttapaikan siltavaihtoehto nykytiedon valossa.....	17
6.2. Kustannusarviot.....	19
6.3. Riskit ja haasteet.....	19
6.4. Arvio lauttapaikan linjauksen ympäristövaikutuksista.....	20
7. JOHTOPÄÄTÖKSET.....	20
7.1. Johtopäätökset.....	20
7.2. Esitys jatkotoimista.....	22
7.3. Käytössä oleva aineisto.....	22
Lähteet.....	23
Liitteet.....	23

1. TAUSTA JA TYÖN TAVOITE

1.1. Aikaisemmat selvitykset

Parainen-Nauvo kiinteästä yhteydestä on laadittu selvityksiä ja suunnitelmia jo 1970 luvulla ja sittemmin 1990-luvun alkupuolelta lähtien. Viimeisimmistä selvityksistä on laadittu seuraavat raportit:

- 1) Parainen-Nauvo, kiinteä yhteys, Alustavien linjausten karsiminen, 23.4.1992. Turun Tiepiiri. Konsultti: LT-Konsultit Oy (tie), SuunnitteluKORTES AEK Oy (sillat)
- 2) Parainen-Nauvo, kiinteä yhteys, Yleissuunnitelma, joulukuu 1992. Tielaitos, Turun Tiepiiri. Konsultti: LT-Konsultit Oy (tie), IPT Geoturku Oy, SuunnitteluKORTES AEK Oy (sillat), Rakenus-Ekono Oy (tunneli)
- 3) Parainen-Nauvo, kiinteä yhteys, Sillat, 2001, osa Ympäristön vaikutusten arviointia (YVA). Tiehallinto, Turun Tiepiiri. Konsultti: LT-Konsultit Oy, SuunnitteluKORTES Oy
- 4) Parainen-Nauvo yhteys, Siltavaihtoehto, marraskuu 2008. Tiehallinto, Turun Tiepiiri. Konsultti: Destia Oy, COWI A/S

Alustavien linjausten karsimisessa vuonna 1992 on selvitetty kiinteän yhteyden linjauksia kolmeen eri maastokäytävään; läntiseen (Haverö) ja itäiseen maastokäytävään (Sandö) sekä nykyisen lauttapaikan maastokäytävään.

Vuonna 1992 laaditussa yleissuunnitelmassa on esitetty alustavien linjausten selvityksen pohjalta karsittujen vaihtoehtojen eli Haverön kautta kulkevan siltavaihtoehdon ja nykyisen lauttapaikan tunnelivaihtoehdon vertailu. Siltaratkaisun osalta Haverön pääsuunnan osalta on laadittu yleissuunnitelman tasoiset suunnitelmat. Lauttapaikan linjaukselle mahdolliset sillat, sijainti ja alustavat kustannukset on tutkittu pääsuuntaselvityksen tasolla.

Ympäristövaikutusten arvioinnin yhteydessä vuonna 2001 on päivitetty Haverön pääsuunnan Airiston ja Maltholmin siltojen vaihtoehdot teknisesti ja arvioitu rakennuskustannukset. Lisäksi on laadittu tuuliselvitys, jossa selvitettiin siltapaikan tuuliolosuhteet ja niiden merkitys sillan toteuttamiseen.

Vuonna 2008 laaditussa siltavaihtoehto-selvityksessä on tarkasteltu laivaliikenteen aiheuttamia riskejä, mm. törmäyksiä sillan rakenteisiin ja arvioitu uudelleen Airiston sillan rakennuskustannuksia.

1.2. Työn tavoite

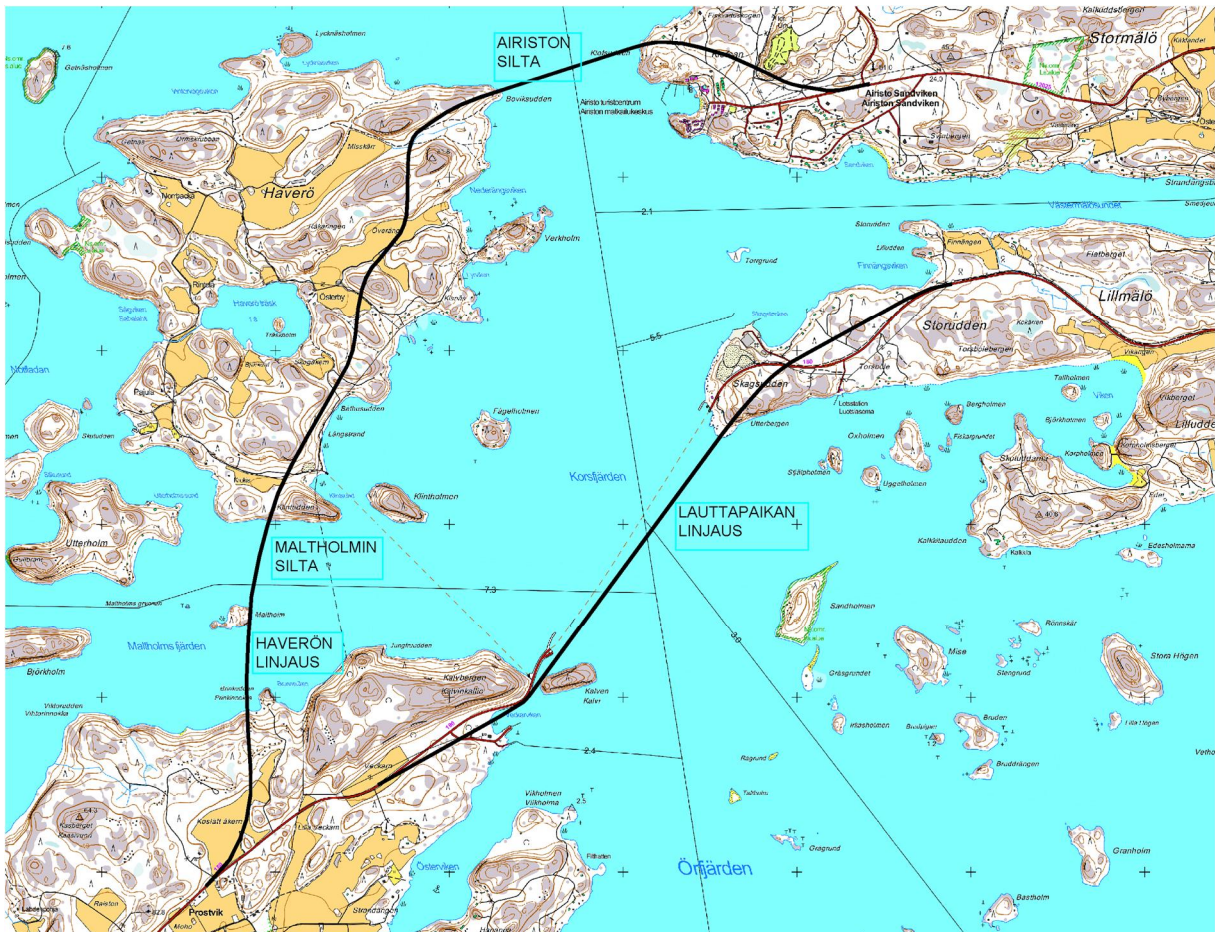
Tämän työn tavoitteena on selvittää nykypäivän tietämyksen valossa sekä Haverön että nykyisen lauttapaikan pääsuunnan siltojen toteuttamiskelpoisimmat ratkaisut ja arvioida vaihtoehtojen toteutettavuus ja rakennuskustannukset (kuva 1).

Lauttapaikan kohdan osalta tutkitaan aikaisemmin esitetyt vaihtoehdot ja arvioidaan niiden toteuttamiskelpoisuudet luonnostasolla siten, että voidaan arvioida sillan rakentamiskustannukset. Samassa yhteydessä arvioidaan myös siltatekniikan kehittymisen tuomia muita ratkaisumahdollisuuksia. Kustannusten arvioinnissa hyödynnetään mm. Norjassa toteutettujen pitkäjänteisten riippusiltojen rakentamiskustannuksia ja muualla maailmalla toteutettujen vastaavan koon vinoköysisiltojen kustannuksia.

Haverön linjauksen osalta selvitetään rakennuskustannusten nykytaso ja laaditaan kustannusten ja alikulkukorkeuden herkkyyksianalyysi Airiston sillan alikulkukorkeuden merkityksestä kustannuksiin.

Varsinaisia siltasuunnitelmia ei päivitetä, vaan kustannusten arviointi perustuu lähinnä siltapituuden muutoksiin eri alikulkukorkeusvaihtoehdoissa.

Siltavaihtoehtojen lisäksi selvitetään kaavatilanne hankkeen vaikutusalueella.



Kuva 1. Tarkasteltavat pääsuunnat

2. ALUSTAVIEN LINJAUSTEN KARSIMINEN, v.1992

Kussakin kolmessa maastokäytävässä tutkittiin ja vertailtiin useita linjausvaihtoehtoja (kuva 2). Selvityksessä tehdyssä vertailussa pääpaino oli ennen kaikkea ympäristötekijöissä ja rakennuskustannuksissa. Tuolloin selvitettiin myös mahdolliset siltatyytit ja niiden toteuttamiskelpoisuus eri linjauksilla. Rakennettavuuteen vaikutti eniten ylityspaikkojen syvät perustamisolosuhteet.

2.1. Tarkastellut pääsuunnat

Maastokäytäviin sijoitettiin 4 pääsuuntaa:

- Haverön linjaus (H)
- Nykyisen lauttapaikan vaihtoehdot (L)
- Nykyisen lauttapaikan ja Sandön väliset linjaukset (L)
- Sandön linjaus (S)



Kuva 2. Alustavat pääsuuntavaihtoehdot 21.4.1992

2.2. Tutkitut silta- ja tunnelivaihtoehdot

Siltalinjaukset

- Haverön linjaus (H1...H3)

Kahteen linjaukseen H1 ja H2 tutkittiin siltatyypit. Linjausta H3 ei tutkittu ympäristösyistä johtuen

 - Stormälön ja Haverön yhdistävä silta oli molemmissa linjauksissa vinoköysisilta.
 - Prostvikin ja Haverön yhdistävä silta oli tarkasteluissa liittopalkkisilta.
- Nykyisen lauttapaikan linjaukset (L1...L4)
 - nykyiselle lauttapaikkalinjaukselle L2 tutkittiin riippusiltavaihtoehtoja
 - o ratkaisuna olivat kaksi- ja kolmipyloiset riippusillat
 - linjaukselle L3 Sandholmenin saaren ja Prostvikin lauttapaikan välille tutkittiin kaksipylo-ninen riippusilta ja saaren ja Lillmälön välille liittopalkkisilta
 - linjaukselle L4 tutkittiin vinoköysisillan ja liittopalkkisillan yhdistelmä
 - Linjaukselle L1 ei tutkittu siltaratkaisua ympäristösyistä
- Nykyisen lauttapaikan ja Sandön väliset linjaukset (L5...L6)
 - linjauksille L5 ja L6 tutkittiin vinoköysisillan ja liittopalkkisillan yhdistelmä

- Sandön linjaus (S1...S3)
 - linjauksille S1 ja S3 tutkittiin vinoköysisillan ja liittopalkkisillan yhdistelmä
 - linjaukselle S2 tutkittiin liittopalkkisillat

Tunnelilinjaukset

- Nykyisen lauttapaikan linjaus L2
 - nykyiselle lauttapaikkalinjaukselle L2 tutkittiin 4,5 km pitkä tunnelivaihtoehto T1
 - myös upotettavan betonitunnelin ratkaisu tutkittiin alustavasti
- Sandön linjaus S1
 - linjaukselle S1 tutkittiin 4,0 km pitkä tunnelivaihtoehto T1

Vaihtoehtojen vertailutaulukko on esitetty liitteessä 1.

2.3. Silta- ja tunnelilinjausten valinta yleissuunnitteluun

Tarkastelun ja vaihtoehtojen arvioinnin perusteella yleissuunnittelun jatkotarkasteluun valittiin kaksi pääsuuntavaihtoehtoa:

- Haverön kautta kulkeva siltalinjaus H2 /S1
- Nykyisen lauttapaikan läheisyyteen sijoittuva tunnelivaihtoehto L2/T1, jonka alku ja loppu ovat lähellä nykyisiä lauttasatamia.

Turun tiepiiri päätti v. 1992, että pääsuuntaselvityksen jatkoksi laaditaan yleissuunnitelmat toteuttamiskelpoisimmaksi osoittautuneesta siltavaihtoehdosta Haverön kautta ja tunnelivaihtoehdosta nykyisen lauttapaikan kohdalta.

2.4. Käytössä ollut pohjatutkimusaineisto

Vuoden 1992 yleissuunnittelun aikaisen aineiston mukaan siltapaikoilla on tehty porakone- ja kallionäyttekairauksia. Lisäksi tunnelipaikoilla on tehty reflektioseismisiä luotauksia ja suoritettu geofyysikaalisia mittauksia. Aineiston perusteella on laadittu kallion ruhjekartta ja rakotulkinnat.

Aineiston perusteella on arvioitu kallionpinta, joka on esitetty yleissuunnitelman tien pituusleikkauksissa ja siltojen kohdilla siltojen yleispiirustuksissa.

3. SILTAVAIHTOEHDOT H2/S1 ja L2/S1

3.1. Siltavaihtoehto H2/S1, yleissuunnitelma v. 1992

Pääsuuntaselvityksen lopputuloksena valikoitui siltavaihtoehdoksi läntisen maastokäytävän linjaus H2/S1, joka kulkee Stormälöstä Haverön ja Maltholmin kautta Prostvikiin. Tieverkon rungon muodostaa Ylikylän- Näsbyn maantie 180 ja Stormälön paikallistie 12025. Uutta tietä vaihtoehdossa rakennetaan yhteensä 5,8 kilometriä.

Yleissuunnitelmassa esitetty Airiston silta sijoittuu Haverön ja Stormälön välille ja on pituudeltaan 1036 metriä. Silta on kaksipyloinen vinoköysisilta, jonka pääjänne oli 450 metriä. Suunnittelussa tutkittiin myös 320 metrin pääjänniteellä oleva vaihtoehto. Pitempi jänneinen silta valittiin jatkoon paremman laivaturvallisuuden ja perustamisolosuhteiden takia.

Yleissuunnitelman mukainen Maltholmin silta sijaitsee Haverön ja Prostvikin välissä ja sen kokonaispituus on 1230 metriä. Silta ylittää Maltholmin saaren sen itäpuolelta. Päävaihtoehtona on esitetty rakennekorkeudeltaan viisteellinen liittopalkkisilta, jonka pisin jännemitta oli 170 metriä. Toisena vaihtoehto tutkittiin liittorakenteinen ristikkopalkkisilta, jossa pääjänne oli 130 metriä. Tässä ratkaisussa kevytliikenne oli sijoitettu kannen alle.

Yleissuunnitelman siltavaihtoehdon kokonaiskustannuksiksi arvioitiin vuonna 1992 yhteensä 247 Mmk.

3.2. Siltavaihtoehdon tarkennukset v. 2001 YVA

Ympäristövaikutusten arvioinnin yhteydessä vuonna 2001 tarkistettiin siltojen pituudet ja kustannusarviot.

Airiston sillan alikulkukorkeus nostettiin 42 metristä 45 metriin. Sillan kokonaispituudeksi esitettiin 1075 metriä ja pääjänniteen mitaksi 440 metriä. Tässä yhteydessä tutkittiin myös avattava siltavaihtoehto ja laadittiin tuuliselvitys siltapaikalle. Vinoköysisillan kustannusarvioksi arvioitiin 154 Mmk. Kustannusarvio sisältää vain siltaurakoitsijan urakkasumman arvion.



Kuva 3. Havainnekuva v. 2001, Airiston silta

Maltholmin sillan viisteellisen liittokotelopalkkisillan kokonaispituudeksi tarkistettiin 1212 metriä ja pääjänniteiden mitaksi 160 metriä. Sillan vaakageometriaa päivitettiin. Sillan kustannusarvioksi arvioitiin 137 Mmk. Kustannusarvio sisältää vain siltaurakoitsijan urakkasumman arvion. Haverön ja Maltholmin saarten välisen laivaväylän kohdalla sillan alikulkukorkeutena käytettiin 20 m.



Kuva 4. Havainnekuva v. 2001, Maltholmin silta

3.3. Siltavaihtoehdon kustannusarvio v. 2008

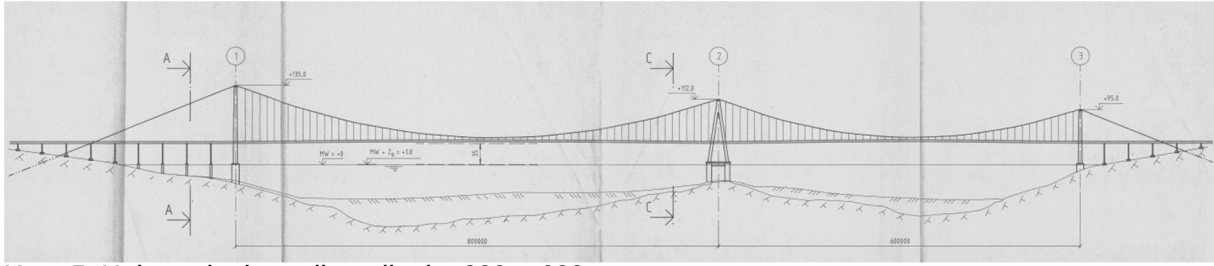
Marraskuussa 2008 julkaistussa raportissa on esitetty Destia Oy:n yhdessä COWI A/S:n kanssa laatima selvitys Airiston sillan rakennuskustannuksista ja laivaliikenteen aiheuttamista riskeistä. Selvityksessä Airiston sillan rakennuskustannuksiksi on arvioitu 70 M€ sisältäen laivaliikenteeltä suojaamisen kustannuksia noin 7 M€, Maltholmin sillan kustannuksiksi 50 M€ ja hankkeen kokonaiskustannuksiksi 143 M€ sisältäen rakentamisurakan urakkasumman lisäksi pohjatutkimukset, suunnittelukustannukset ja rakennuttamiskustannukset. Kustannuksista tieyhteyden kustannukset ovat noin 8 M€.

3.4. Siltavaihtoehto L2/S1, pääsuuntaselvitys v. 1992

Vuoden 1992 pääsuuntaselvityksessä oli käytettävissä pohjantutkimustietoa myös lauttapaikalta. Niiden mukaan linjauksen tuntumassa on vedenalainen vesisyvyydeltään matala kallioalue, jota voidaan osittain käyttää kolmipylonisen sillan perustamisessa. Muuten linjauksen vesisyvyys vaihtelee pääosin 40...55 metrin välillä ja kalliopinnan syvyys 40..90 metrin välillä.

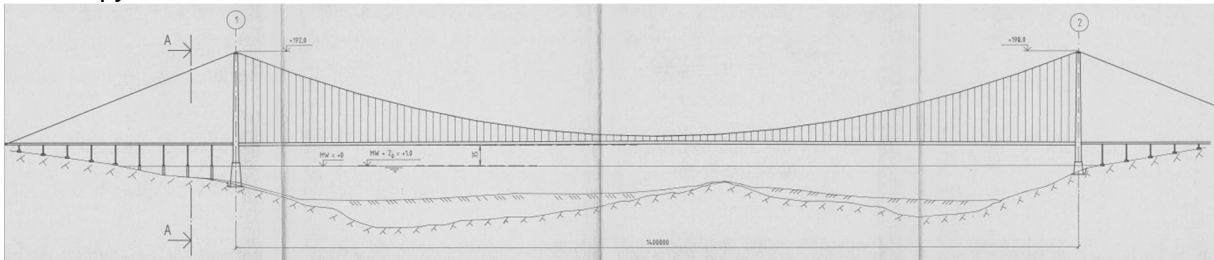
Näiden tietojen pohjalta siltapaikalle laadittiin kaksi riippusiltavaihtoehtoa, joissa oli mukana norjalainen suunnittelutoimisto Johs Holt A.S. Myös upotettavasta betonitunnelista tehtiin alustavat arviot.

Ensimmäinen vaihtoehto oli epäsymmetrinen kolmipylonien riippusilta, jonka jännemitat olivat 800 + 600 metriä. Keskipyloni oli epäsymmetriasta aiheutuvien suurten vaakakuormien takia A-mallinen. Pyloni sijoitettiin matalalle kallioalueelle välttämällä samalla liiallista jänneväliden epätasapainoa. Silta on haastava, koska siinä on kaksi riippujännettä peräkkäin ja jännevälit eivät ole symmetriset. Poikkileikkaus sillassa on perinteinen, aerodynaamisesti muotoiltu teräskotelo. Lyhyemmän janteen päällysrakennetta oli tarkoitus painottaa, jotta keskipylonin vaakavoima saadaan pienemmäksi.. Pylonien korkeudet vaihtelivat 135 metristä 95 metriin. Tämän vaihtoehdon kustannusarvio oli 450 Mmk.



Kuva 5. Kolmepyloninen riippusilta jm 800 + 600 m

Toinen vaihtoehto oli kaksipyloninen riippusilta, jonka jännemitta oli 1400 metriä. Sillan pitkä jänneväli oli siihen aikaan eräs maailman pisimpiä riippusiltejenteitä näin kapealla poikkileikkaukselle. Tässä sillassa pylonien korkeus oli 192 metriä, joten se oli maastoon sijoitettuna huomattavan korkea. Asiantuntijan arvio tämän sillan kustannuksista oli noin 600 Mmk, eli merkittävästi kalliimpi kuin kolmen pylonin ratkaisu.



Kuva 6. Kaksipyloninen riippusilta jm 1400 m

3.5. Riskit ja haasteet

Laaditut selvitykset vuonna 1992 osoittivat lauttapaikalle rakennettavan sillan selvästi kalliiksi ollakseen toteuttamiskelpoinen vaihtoehto kiinteälle yhteydelle eikä sen suunnittelua ollut tarpeellista viedä pidemmälle. Sillan jännevälit olivat tuolloin lähes maailmanennätysluokkaa. Lyhemmät jännevälit johtivat erittäin syviin perustamissyvyysiin.

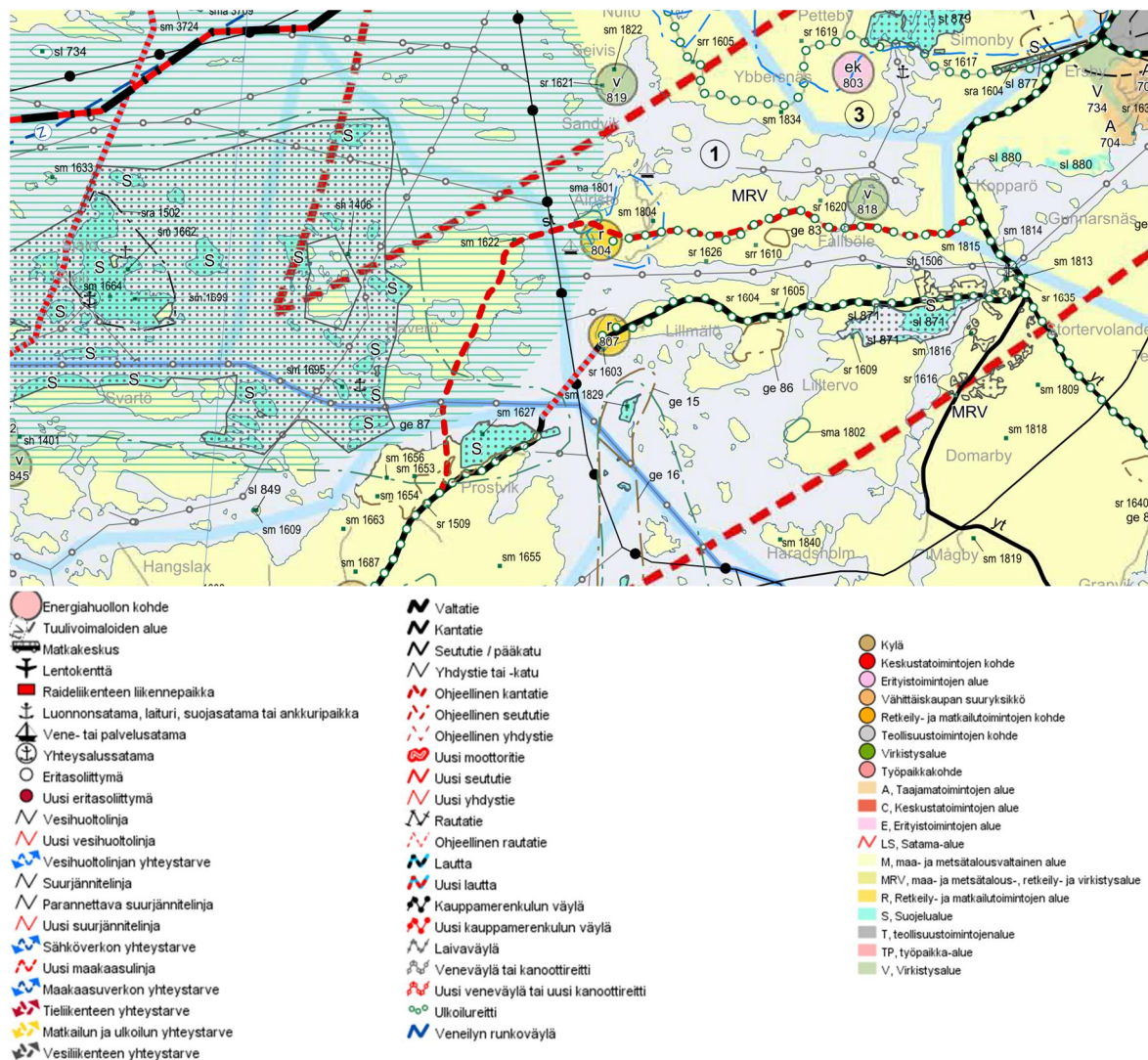
4. NYKYINEN KAAVOITUS JA MAANKÄYTTÖ

4.1. Maakuntakaava

Varsinais-Suomen maakuntakaava on laadittu seutukunnittain valmisteltuina ja vahvistettuina kokonaismaakuntakaavoina, jota on täydennetty teemakohtaisilla vaihemaakuntakaavoilla. Nauvon Haverön sekä Paraisten Stormälö-Lillmälön alueet sisältyvät Turunmaan maakuntakaavaan (MV 10.12.2010 / YM 20.3.2013 / KHO 31.10.2014).

Parainen-Nauvo yhteyttä kehitetään maakuntakaavan tarkasteluajavälillä tavoitevuoteen 2030 asti ensisijaisesti lauttaliikenteeseen perustuen. Kiinteän yhteyden vaihtoehtoja ei ole maakuntakaavassa priorisoitu. Parainen-Nauvo yhteys (seututie 180) on osoitettu maakuntakaavassa tieverkon kehittämiskohteenä merkinnällä ohjeellinen uusi seututie, jota koskee suunnittelumääräys "Maankäytön suunnittelu- ja rakennustoimenpiteillä ei saa estää Parainen-Nauvo kiinteän yhteyden toteutusmahdollisuuksia". Maakuntakaavakartalla ei ole osoitettu erillistä merkintää liikennetunnelille, koska kiinteän yhteyden mahdollisen toteuttamisen tunnelina ei katsottu edellyttävän uusia maankäyttövarauksia tai rakentamisrajoituksia.

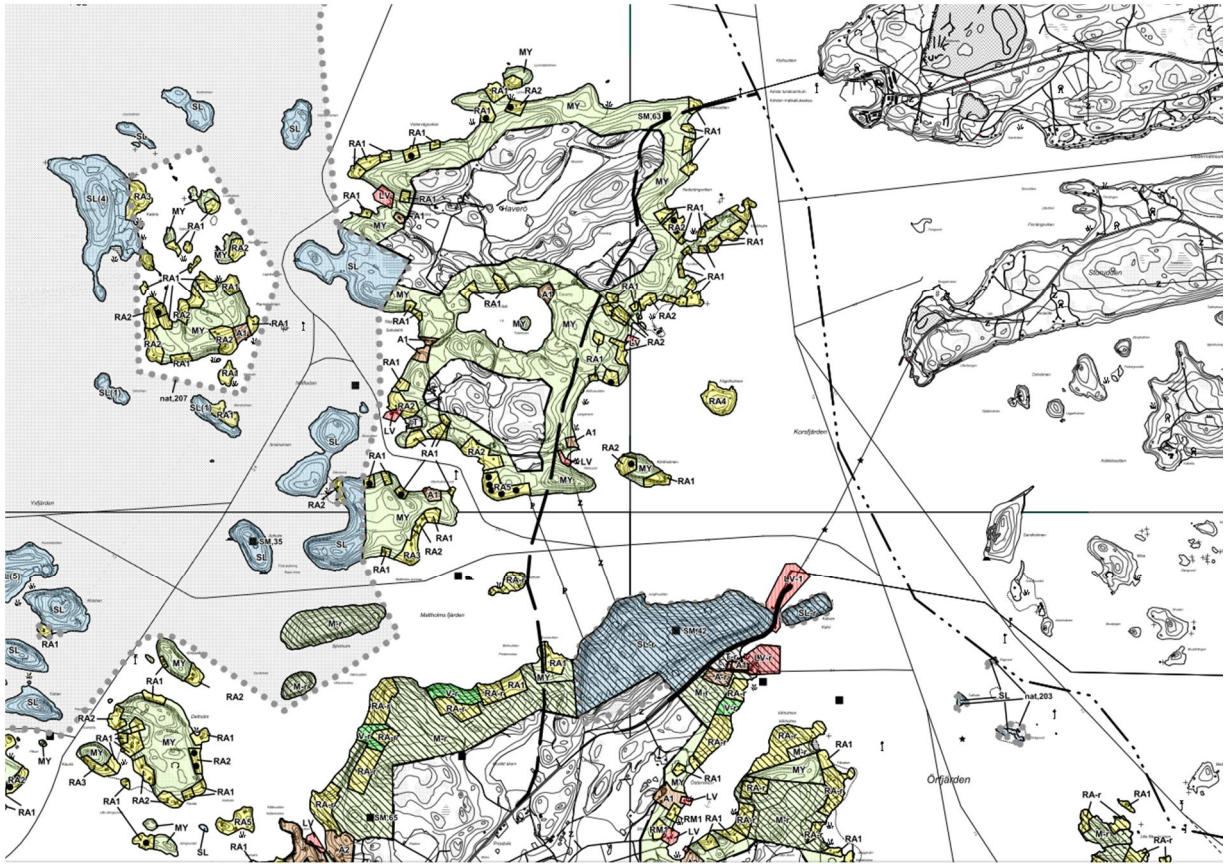
Parainen-Nauvo kiinteään yhteyteen varautuminen siltaratkaisulla Haverön saaren kautta (Stormälö-Haverö-Prostvik) ohjeellinen seututie -merkinnällä on luonteeltaan pitkän tähtäimen maankäyttöva-
raus, jonka toteutus kaavan tavoitevuoteen mennessä ei kaavaa laadittaessa ole ollut näköpiirissä.



Kuva 7. Ote Varsinais-Suomen maakuntakaavasta. Tiedot: Taustakarttasarja – Maanmittauslaitos, Varsinais-Suomen maakuntakaavayhdistelmä - Varsinais-Suomen liitto

4.2. Yleiskaavat

Nauvon ajantasakaavaan on päivitetty kaavamuutokset, jotka on tehty alkuperäisten kaavojen hyväksymisen jälkeen. Ajantasakaava sisältää 12.5.2003 hyväksytyn Nauvon rantayleiskaavan, 19.3.2007 hyväksytyn Nauvon rantayleiskaavan muutoksen, 9.1.2007 hyväksytyn Sandön ja Källdingen osan rantayleiskaavan sekä useita pienempiä kaavamuutoksia. Viimeisin päivitys on tehty 27.2.2015.



Kuva 8. Ote pohjoisen Nauvon rantayleiskaavasta. Tiedot: Paraisten kunta - Nauvo

Stormälön ja Lillmälön alueilta on olemassa seuraavat osayleiskaavat:

- 2/89P: Stormälö-Lillmälön osayleiskaava 19.7.1989
- 3/95P: Muutos Stormälö-Lillmälön osayleiskaavaan 29.12.1995
- Muutos 5/14 on hyväksytty 2014 ja saanut lainvoiman vasta äsken (saatavilla vain pyydetessä)

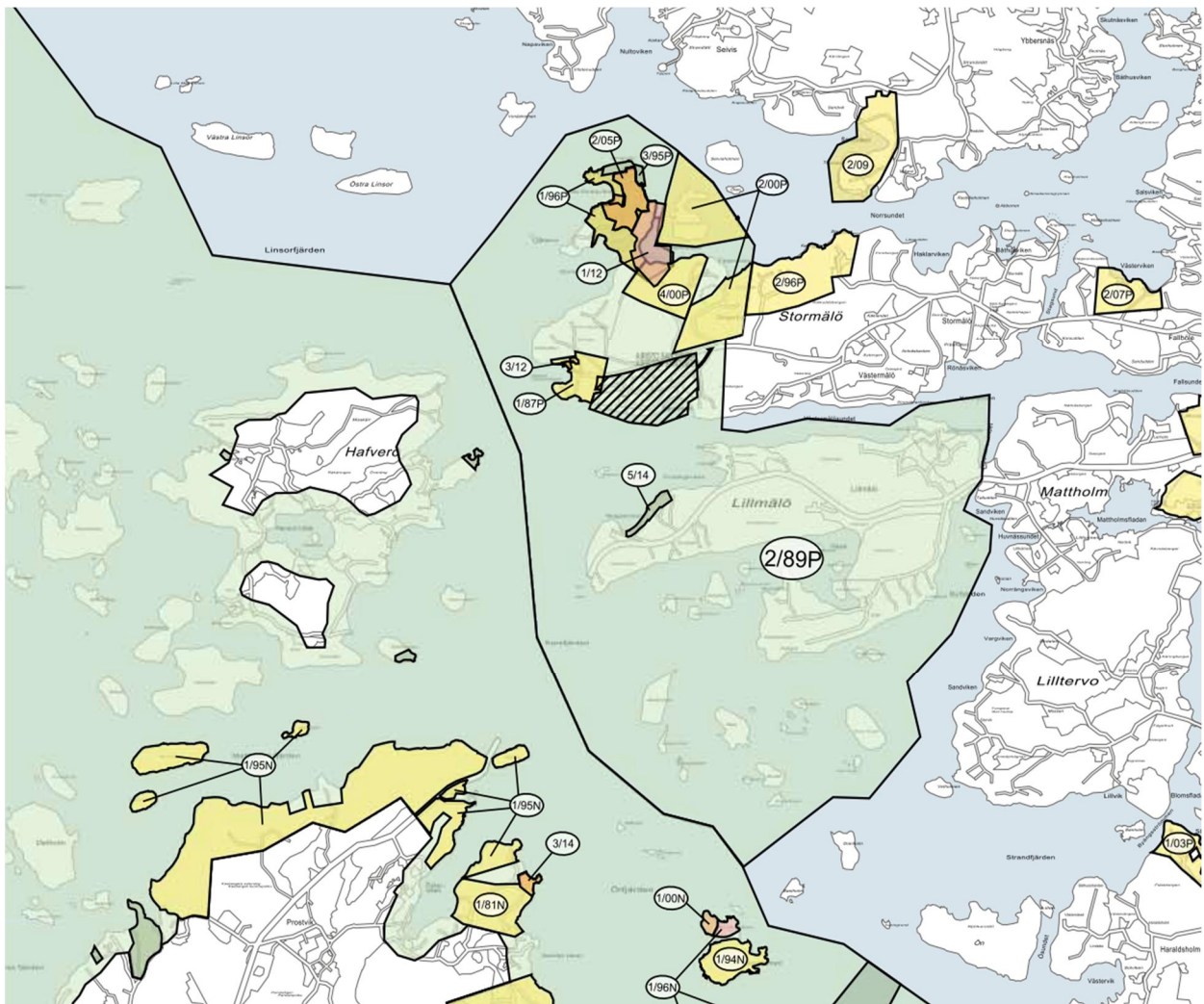
4.3. Asemakaava ja ranta-asemakaava

Stormälön Airiston Sandvikenin loma-asuntomessualueella on asemakaava ja ranta-asemakaavan muutos, joka on hyväksytty 14.10.2003 (ks. alla oleva kuvan raidoitettu alue).

Nauvon ja Paraisten keskustasta on julkaistu myös asemakaava (Paraisten kaupunki 2015b).

Paraisten alueella on seuraavat ranta-asemakaavat:

- 1/87P: Meri-Airiston ranta-asemakaava, 30.1.1987
- 1/96P: Rompudden ranta-asemakaava 27.2.1996
- 2/96P: Stormälö Pohjonen ranta, ranta-asemakaava 23.4.1996
- 2/00P: Svartholmarna-Fagervik ranta-asemakaava 7.3.2000
- 4/00P: Stormälö hamnen, ranta-asemakaava 16.5.2000
- 1/12: Rompudden ranta-asemakaava ja –muutos 7.2.2012
- 3/12: Meri-Airiston ranta-asemakaava ja –muutos 21.8.2012
- Seuraavat ranta-asemakaavat löytyvät Nauvon puolelta (ks.kuva alla):
- 1/81N: Ranta-asemakaava useammalle tilalle Protsvikin kylässä 30.7.1981
- 1/95N: Norrbyn ranta-asemakaava, Protsvikin kylässä 10.2.1995
- 3/14: Muutos Protsvikin ranta-asemakaavaan 11.11.2014



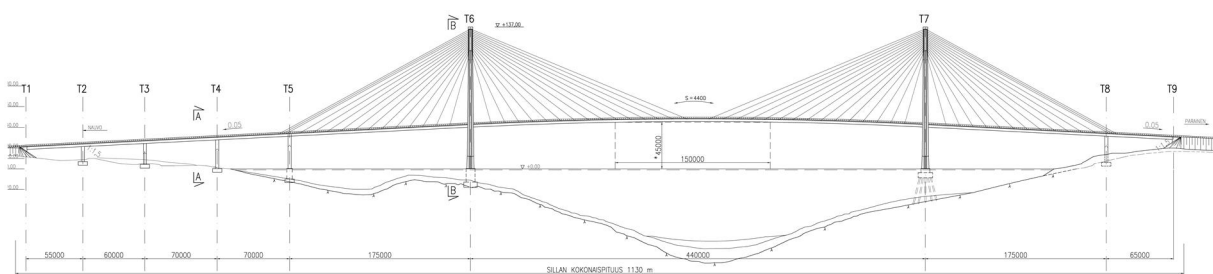
Kuva 9. Ote Paraisten-Nauvon saatavilla olevista ranta-asemakaavoista. Tiedot: Paraisten kaupunki / Charlotte Koivisto, Planläggningssekreterare / Kaavoitussihteeri 19.9.2015

5. HAVERÖN PÄÄSUUNNAN SILTAVAIHTOEHDOT

5.1. Airiston siltavaihtoehto nykytiedon valossa

Aikaisemmin laadittu siltavaihtoehto edustaa nykytiedon valossa edelleen toteuttamiskelpoista siltaratkaisua. Tämän selvityksen yhteydessä Airiston sillan osalta on tarkasteltu sillan alikulkukorkeuden ja tien pystytaitteen pyöristyssäteen vaikutuksia sillan pituuteen. Alikulkukorkeutena on tutkittu aiemman tarkastelun 45 m lisäksi korkeuksia 35 m, 40 m sekä 50 m. Siltavaihtoehdoista on laadittu sivukuvat ja määrälaskentaan perustuvat kustannusarviot.

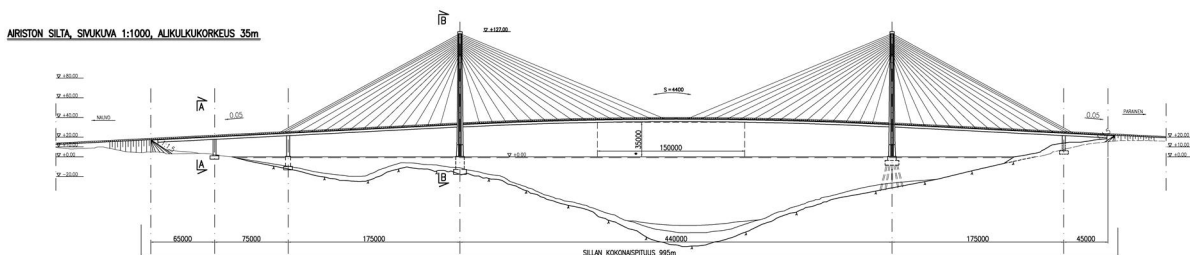
Pyöristyssäteeksi on valittu $S=4400$, jolloin pyöristyskaari on saatu lyhyemmäksi ja pengerkorkeudet sillan päissä pienemmiksi. Siltaa ei perusvaihtoehdossa 45 m alikulkukorkeudella ole lyhennetty vaan on haluttu madaltaa pengerkorkeutta sillan päissä. Sillan kokonaispituus perusvaihtoehdossa on 1130 metriä ja pääjälanteen pituus 440 metriä. Silta on 8-aukkoinen.



Kuva 10. Airiston silta, alikulkukorkeus 45 metriä

Alikulkukorkeuden eri vaihtoehtojen tarkasteluissa on sillan vinoköysiosuus 175 m + 440 m + 175 m pidetty pituudeltaan muuttumattomana. Alikulkukorkeus vaikuttaa välitukien määrään ja maatukien sijaintiin sillan molemmissa päissä.

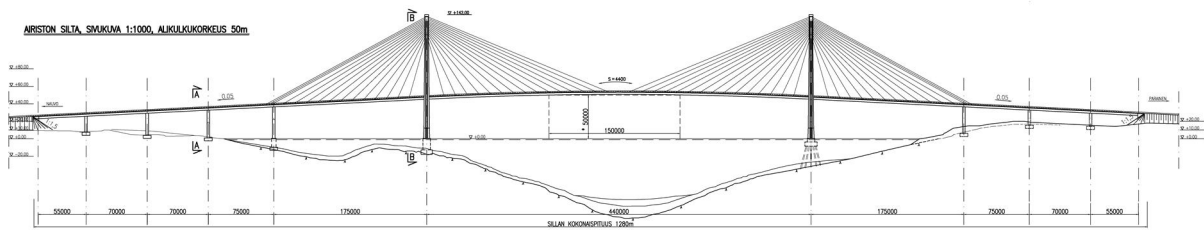
Alikulkukorkeuden ollessa 35 metriä siltaa voidaan tarkastelun mukaan lyhentää noin 135 metriä kokonaispituuteen 995 metriä. Silta on 6-aukkoinen.



Kuva 11. Airiston silta, alikulkukorkeus 35 metriä

Alikulkukorkeuden muutoksella 40 metriin sillan kokonaispituudeksi muodostuu 1065 metriä ja silta on 7-aukkoinen.

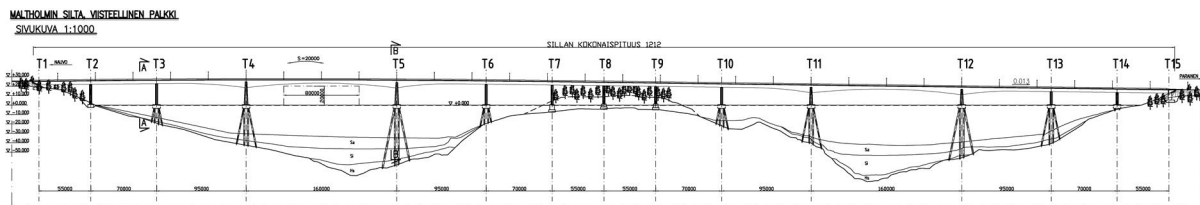
Mikäli alikulkukorkeudeksi valitaan 50 metriä, silta pitenee huomattavasti. Stormalön puolella maanpinta laskee reilun sadan metrin matkalla suunnilleen samassa kaltevuudessa kuin tien 5 % pituuskaltevuus lisäten tarvittavaa siltapituutta. Pengerkorkeutta ei ole järkevää kasvattaa enää näin suureksi vaan on järkevämpää korvata penger sillalla. Silasta tulee 10-aukkoinen kokonaispituuden ollessa 1280 metriä.



Kuva 12. Airiston silta, alikulkukorkeus 50 metriä

5.2. Maltholmin siltavaihtoehto nykytiedon valossa

Maltholmin sillan suunnitelma perustuu liittorakenteiseen palkkisilltaan. Silta on 14-aukkoinen. Sillan kokonaispituus on 1212 metriä ja hyödyllinen leveys 12,5 metriä. Sillassa on syvimmillä paikolla kaksi 160 metrin pituista jänneväliä. Sillasta on laadittu määrälaskentaan perustuva kustannusarvio.



Kuva 13. Maltholmin silta

Siltaratkaisua voidaan pitää edelleen perusratkaisuna, mutta silta antaa myös kilpailukykyiset mahdollisuudet ulokemenetelmällä rakennettavalle betoniselle palkkisillalle. Syvät perustamisolosuhteet ja pitkät jännevälit saattavat puoltaa myös uusimpien siltaratkaisujen hyödyntämistä, kuten esimerkiksi matalapylonista moniaukkoista vinoköysillä ripustettua palkkisiltaa eli ns. extradosed-siltaa.



Kuva 14. Esimerkki Extradosed-typpisestä vesistösilta

5.3. Kustannukset Haverön linjauksella

Silloista laadittiin rakennuskustannusarviot perustuen Liikenneviraston ohjeeseen ja siinä esitettyihin keskimääräisiin yksikköhintoihin. Rakennuskustannusindeksinä käytettiin laskentapäivän aikaista Tilastokeskuksen julkaisemaa indeksiä 167,6 (v.2000=100) ja yhteiskustannuksina 25 %. Esitetyt kustannusarviot eivät sisällä rakennuttamiskustannuksia.

Vaikeusasteesta johtuen Airiston sillan osalta rakennuskustannusten arvioitiin olevan 15 % tavanomaista kohdetta korkeammat. Vaihtoehtojen kokonaisrakennuskustannusten vertailemiseksi kustannuksiin sisällytettiin tien rakennuskustannukset, jotka arvioitiin Infra.net –hankeosalaskennan yksikköhintoihin pohjautuen korjattuna indeksikorotuksella ja vaikeusastekertoimella. Sillan rakennuskustannusten arvioitiin olevan alikulkukorkeudesta ja siten siltapituudesta riippuen välillä 55,9 M ... 65,4 M€. Kustannusarvioon ei ole sisällytetty mahdollisesti tarvittavaa laivan törmäyssuojausta, mikä voidaan toteuttaa louherakenteena vedessä oleville tuille.

Taulukko 1. Airiston sillan ja tien rakennuskustannukset eri alikulkukorkeuksilla

Tasausvaihtoehto	Tien kustannukset	Sillan kustannukset	Yhteensä
Vapaa korkeus h=35 m	9 111 000 €	55 919 000 €	65 030 000 €
Vapaa korkeus h=40 m	9 004 000 €	58 543 000 €	67 547 000 €
Perusvaihtoehto, h=45 m	8 841 000 €	60 688 000 €	69 529 000 €
Vapaa korkeus h=50 m	8 466 000 €	65 395 000 €	73 861 000 €

Maltholmin sillan osalta kustannusarviota korjattiin lähinnä syvistä perustamisista johtuen 10 % tavanomaista korkeammiksi. Rakennuskustannuksiksi arvioitiin 48,1 M€.

Taulukko 2. Haverön linjauksen rakennuskustannukset

Haverön linjauksen rakennuskustannukset	Kun Airiston sillan h=35 m	Kun Airiston sillan h=40 m	Perusvaihtoehto (Airisto h=45 m)	Kun Airiston sillan h=50 m
Tien rakentaminen	9 111 000 €	9 004 000 €	8 841 000 €	8 466 000 €
Airiston silta	55 919 000 €	58 543 000 €	60 688 000 €	65 395 000 €
Maltholmin silta	48 106 000 €	48 106 000 €	48 106 000 €	48 106 000 €
YHTEENSÄ	113 136 000 €	115 653 000 €	117 635 000 €	121 967 000 €

Haverön linjauksen siltavaihtoehtojen piirustukset ja kustannusarviot on esitetty liitteessä 2.

5.4. Riskit ja haasteet

Airiston silta edustaa varsin tyypillistä vinoköysisiltataratkaisua. Sillan tuuliolosuhteet ovat kohtuulliset ja perustamissyvytykset ovat myös teknisesti toteuttamiskelpoiset.

Maltholmin sillan perustamisolosuhteet ovat vaativat ja palkkisiltojen pitkät jännevälit tuovat omat haasteensa. Kulkuyhteydet Haverön puolelle vaikuttavat hankkeen kustannuksiin nostavasti.

5.5. Ympäristönäkökohdat

Haverön linjaus sijoittuu Airistossa pohjavesialueelle, jossa on arvioitu tarvittavan pohjaveden suojaustoimenpiteitä. Airiston alueella on loma-asutusta ja Airiston matkailukeskus. Riittävän alhaisen melutason saavuttamiseksi alueella on arvioitu tarvittavan melusuojaustoimenpiteitä.

Silta sijoittuu huomattavan korkealle ja muodostaa ympäristöstään selkeästi näkyvän maamerkin. Mikäli Airiston sillan alikulkukorkeus voidaan toteuttaa noin 35 metrin alikulkukorkeudella, on siitä etua kustannussäästöjen lisäksi sillan sopeutumisessa maisemaan.

Muutoin linjauksella ei ole erityisen merkittäviä tai harvinaisia ympäristöolosuhteita vaikka alueella onkin useita maisemallisesti arvokkaiksi arvioituja kohteita.

Rakentamisesta voi aiheutua melu- ja ympäristöhaittaa Airiston alueella. Linjaus sijaitsee lähes kokonaan asumattomalla alueella, joten rakentamisen aikaiset turvallisuusriskit liittyvät lähinnä työmaan sisäisiin järjestelyihin.

6. LAUTTAPAIKAN PÄÄSUUNNAN SILTAVAIHTOEHDOT

6.1. Lauttapaikan siltavaihtoehto nykytiedon valossa

Aikaisemmissa selvityksissä tutkitut lauttapaikan siltavaihtoehdot eivät ole sisällyneet suunnittelu-kohteen loppuraportteihin, koska ne karsiutuivat jo aikaisemmassa vaiheessa pois vertailtavista päävaihtoehtoista. Tässä työssä on haluttu tuoda nuo vaihtoehdot esille ja saattaa ne ajan tasalle.

Tien linjaus lauttapaikalla valittiin siten, että silta on toteutettavissa maiseman ja Naturan asettamien vaatimusten mukaisesti. Tien linjaus haluttiin pitää suorana koko köysillä tuetun sillan osuudella.

Riippusiltaratkaisujen lisäksi tutkittiin vinoköysisiltaratkaisujen soveltuvuutta siltapaikan olosuhteisiin. Kelluvaa siltaratkaisua lauttapaikalle ei ole selvitetty.

Tarkastelussa selvitettiin käytettävissä olevan aineiston perusteella mahdollisimman tarkasti laivaväylän viereisen vesisyvyydeltään matalamman pohjan sijainti. Kaupallisista navigointisovelluksista alueelta löytyy syvyyskäyrät, joiden mukaan alueen vesisyvyys on matalimmillaan noin 17 metriä ja enintään noin 20 m syvyinen alue on halkaisijaltaan reilut 50 metriä mahdollistaen välituen ja sen esim. louhetäyttönä rakennettavan törmäyssuojauksen rakentamisen. Matalamman alueen sijainti ja vesisyvyys oli tiedossa jo aiemmin ja tarkastelu ei tuonut oleellista uutta perustamista helpottavaa tietoa.

Syvyyskarttojen lisäksi käytettävissä oli Meritaito Oy:n tuottamat monikeilausmittausten tulokset lauttalaitureiden läheisyydestä.

Matalasyvyinen kallioalue hyödynnettiin siltalinjauksissa kolmipylonisen sillan perustamiseksi optimaalisella tavalla.

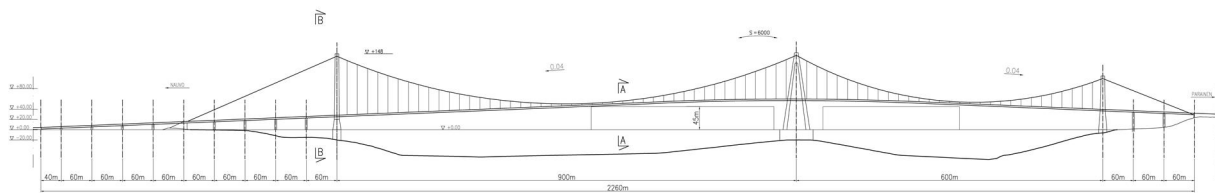
Linjaustarkastelua varten haettiin kartta-aineisto, maastomalli ja maanpinnan korkeustiedot Maanmittauslaitoksen tietokannasta. Aineistosta luotiin pituusleikkaus valitusta sillan linjauksesta.

Riippusillat

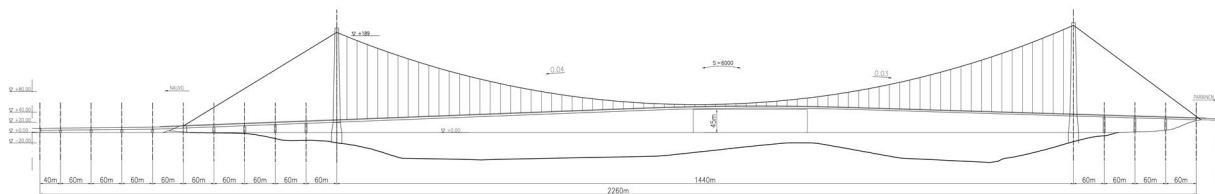
Riippusillasta laadittiin luonnossuunnitelmat kaksi- ja kolmipylonisesta vaihtoehdosta. Kolmipylonisessa ratkaisussa on hyödynnetty matalasyvyinen kallioalue välituen sijoittamiseen. Sillan pääjännäväljen pituuksiksi saatiin 900 + 600 metriä ja sillan kokonaispituus on 2260 m. Sillan hyötyleveytenä käytettiin 12,5 metriä.

Kaksipylonisen riippusillan pääjännteen pituudeksi valittiin 1440 metriä. Molempien pylonien perustusten vesisyvyys on noin 20 metriä.

Riippusilloissa alikulkukorkeutena on 45 metriä. Alikulkukorkeuden muutoksilla sillan kustannuksiin ei ole tarkastelun mukaan merkittävää vaikutusta, koska sillä ei tässä kohteessa ole vaikutusta itse sillan kokonaispituuteen.



Kuva 15. Kolmipyloninen riippusilta



Kuva 16. Kaksipyloninen riippusilta

Jänneväljen pituuden vaikutukset riippuköysien ja riipputankojen määriin laskettiin teoreettisen kaavojen perusteella (Niels J Gimsing: Cable suspended bridges, Concept and Design, 1983). Vaihtoehdoista laadittiin alustavat suoritemääriin perustuvat rakennuskustannusarviot.

Riippusiltojen suoritemäärät selvitettiin alustavasti pohjautuen mm. Hardangerinvuonon riippusillan teknisiin ratkaisuihin. Hardangerin silta valmistui vuonna 2013. Silta on kaksipyloninen, pääjänne on 1310 metriä ja hyötyleveys on noin 12,5 metriä. Sillan kannen pituus on 1380 metriä ja rakennuskustannukset olivat noin 1350 miljoonaa kruunua eli noin 145 M€.

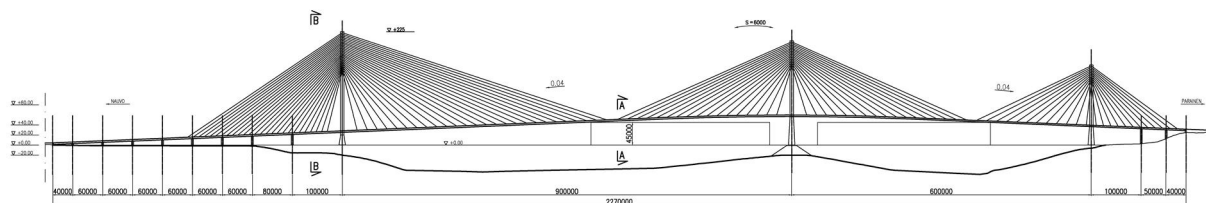
Vinoköysisilta

Moniaukkoiset vinoköysisillat ovat yleistyneet maailmalla. Epäsymmetrisen jännejakauman tuomia ongelmia voidaan eliminoida pylonien korkeuksilla ja köysijärjestelyillä sekä takaköysijänteiden päällysrakenteen materiaalivalinnoilla.

Vinoköysisillasta on laadittu luonnossuunnitelma, jossa on hyödynnetty matalasyvyinen kallioalue välituen sijoittamiseen. Sillan pääjännäväljen pituuksiksi saatiin 900 + 600 metriä ja sillan kokonaispituus on 2270 m.

Kolmipylonisen sillan pääjätteiden päällysrakenteen poikkileikkaus on teräsrakenteinen aerodynaaminen kotelorakenne. Sillan takajänteissä käytetään betonista kotelorakennetta.

Pylonien korkeudet ovat 225 m, 207 m ja 159 metriä. Pylonit saavat moniaukkoisessa vinoköysisillä suuria taivutusrasituksia ja joudutaan siksi suunnittelemaan huomattavan jäykkinä rakenteina.



Kuva 17. 3-pyloninen vinoköysisilta

Kaksipyloniselle vinoköysisiltaratkaisulle tarvittavan jännemitan arvioitiin olevan teknisesti ja taloudellisesti liian pitkä.

6.2. Kustannusarviot

Siltavaihtoehtoista laadittiin rakennuskustannusarviot perustuen keskimääräisiin yksikköhintoihin. Rakennuskustannusindeksinä käytettiin laskentapäivän aikaista Tilastokeskuksen julkaisemaa indeksia 167,6 (v.2000=100) ja yhteyskustannuksina 25 %. Esitetyt kustannusarviot eivät sisällä rakennuttamiskustannuksia. Suoritemääriin on sisällytetty laivaväylän viereisen välituen törmäyssuojausmaa/louherakenteena.

Vaikeusasteesta johtuen sillan rakennuskustannusten arvioitiin olevan 15 % tavanomaista kohdetta korkeammat. Vaihtoehtojen kokonaisrakennuskustannusten arvioimiseksi kustannuksiin sisällytettiin tien rakennuskustannukset, jotka arvioitiin yksikköhintoihin pohjautuen korjattuna indeksikorotuksella ja vaikeusastekertoimella. Luonnospiirustuksessa esitettyyn tielinjaukseen pohjautuen uutta rakennettavaa tietä arvioitiin tarvittavan 2380 metriä.

Riippusillan rakennuskustannusten arvioitiin olevan siltatyyppistä riippuen välillä 211 ... 265 M€. Vinoköysisillan rakennuskustannuksiksi arvioitiin 213 M€.

Taulukko 3. Lauttapaikan linjauksen eri vaihtoehtojen kokonaisrakennuskustannukset

Siltavaihtoehto	Tien kustannukset	Sillan kustannukset	Yhteensä
Riippusilta, 3 pyloninen	2 142 000 €	210 696 000 €	212 838 000 €
Riippusilta, 2 pyloninen	2 142 000 €	265 352 000 €	267 494 000 €
Vinoköysisilta	2 142 000 €	212 975 000 €	215 117 000 €

Lauttapaikan siltavaihtoehtojen luonnospiirustukset ja kustannusarviot on esitetty liitteessä 3.

6.3. Riskit ja haasteet

Lauttapaikan linjauksen siltaratkaisut johtavat vesialueen vaikeiden ja syvien perustamisolosuhteiden vuoksi pitkiin jänneväleihin. Noin 20 metrin vesisyvyyden ja siten tavanomaisesti perustamiskelpoiseksi arvioidun matalan kallioalueen sijainti epäsymmetrisesti ei tuota parasta mahdollista hyötyä siltaratkaisuille, vaikka siitä on merkittävää apua kustannusten kannalta. Siltayhteys lauttalinjalle ra-

kennettuna tuottaa korkeat kokonaiskustannukset. Tuuliolosuhteet vaikeuttavat ajoittain liikenteen sujumista sillalla.

Yleissuunnitelmassa vuodelta 1992 on lauttalinjan siltaratkaisua arvioitu korkeiden kustannusten lisäksi myös maiseman kannalta soveltumattomaksi. Toisaalta lauttalinjan siltavaihtoehto on liikenteen ja rakentamisen tuomien ympäristöhaittojen osalta vähiten haitallinen ratkaisu.

Linjaus sijoittuu varsin lähelle nykyistä lauttalaituria ja lauttalinjaa, mikä aiheuttaisi rakennustyön aikaisen työturvallisuusriskin. Turvallisen rakentamisen vaatiman tilan saamiseksi lauttalaituria saat- taisi olla tarpeen tilapäisesti siirtää.

Mikäli välituki sijoitetaan laivaväylän viereiselle matalasyvyiselle alueelle, on tarpeen selvittää laiva- väylän siirron tarve. Välituki sijoittuisi 150 m levyisen laivaväylän sisään. Lisäksi välituella tulisi toteut- taä törmäyssuojaus.

6.4. Arvio lauttapaikan linjauksen ympäristövaikutuksista

Lauttapaikan luonnoksen tielinjauksessa on vältetty rakentamisen vaikutuksia Kalvinkallion ja Kalvin saaren osalta. Tällöin tielinjaus sijoittuu Prostivikin päässä nykyisen tien viereen kaakkoispuolelle ja edellyttää tiepenkereen rakentamista mereen sillan päässä ja tulosillan tukien rakentamista veteen.

Matalan alueen kautta kulkeva suora tielinjaus johtaa Lillmälön päässä nykyisen lauttalaiturin kaak- koispuolelle Skagsuddenin korkean kallion kohdalle. Alikulkukorkeudella 45 metriä tien taseaus liittyy luontevasti kallion korkeimpaan kohtaan ja korkeaa pengertä ei tarvita.

Linjauksen kohdalle ei ole vuoden 1992 selvityksessä esitetty merkittäviä suojeltavia kohteita lu- kuunottamatta Kalvinkallion suojelualuevarausta.

Lauttapaikan linjauksen läheisyydessä Lillmälön puolella on jonkin verran loma-asutusta. Yhden lo- ma-asunnon arvioitiin jäävän tielinjan alle. Muiden rakennusten sijaitessa kauempana tielinjasta ar- vioitiin, että melusuojaustoimenpiteitä ei tarvita. Prostivikin puolella yhden varastotyyppisen raken- nuksen arvioitiin jäävän suunnitelmassa esitetyn linjauksen alle ja yhden asuin- tai vapaa- ajanrakennuksen sijoittuvan tien läheisyyteen. Linjauksella ei arvioitu olevan erityisen merkittäviä tai harvinaisia ympäristöolosuhteita.

Rakentamisesta voi aiheutua melu- ja ympäristöhaittaa mutta vaikutusalueella ei ole merkittävässä määrin rakennuksia. Rakentamisen aikaiset turvallisuusriskit liittyvät työmaan sisäisten järjestelyjen lisäksi Prostivikin lauttalaurin hyvin läheiseen sijainnin aiheuttamaan turvallisuusriskiin.

Silta sijoittuu huomattavan korkealle ja muodostaa ympäristöstään selkeästi näkyvän maamerkin.

Lauttapaikan siltavaihtoehdon jatkoselvitys edellyttäisi ympäristövaikutusten arviointia (YVA- menettely).

7. JOHTOPÄÄTÖKSET

7.1. Johtopäätökset

Tämän selvityksen perusteella Haverön kautta kulkeva kiinteä siltayhteys on toteutettavissa merkit- tävästi edullisemmilla kustannuksilla kuin lauttapaikalle rakennettava silta.

Airiston sillan maisemaan sopivuuteen ja rakennuskustannuksiin voidaan vaikuttaa optimoimalla alikulkukorkeus ja sillan pystygeometria. Samalla voidaan alentaa yleissuunnitelmassa esitettyjä korkeita penkereitä sillan päissä.

Yleissuunnitelmassa esitetty viisteellinen palkkisiltaratkaisu Maltholmin siltaan on edelleen toteuttamiskelpoinen.

Lauttapaikan siltaratkaisu on toteutettavissa, mutta selvästi korkeammilla rakennuskustannuksilla. Siltalinjauksen perustamisolosuhteet johtavat jännemitaltaan ennätyksellisen pitkiin jänneväleihin ja sillan rakentamisessa tarvitaan menetelmiä, joita Suomessa ei ole aikaisemmin käytetty. Rakenteitaan ja jännemitoiltaan vastaavantyyppisiä siltoja on kuitenkin rakennettu ja niiden rakennusteknologia on tuotavissa myös Suomen olosuhteisiin. Rakentamisen aikaisiin tuuliolosuhteisiin varautuminen on erittäin tärkeää.

Lauttapaikan sillan toteuttaminen johtaa ajallisesti pidempään hankkeen kestoon ja on rakennustyön riskien kannalta Haverön vaihtoehtoa epäedullisempi. Mikäli sillan syväperustamiseen löytyy uudentyyppisiä kustannustehokkaita ja riskittömiä ratkaisuja, jotka tekevät mahdolliseksi lyhemmät jännevälit, saattaisi lauttapaikan silta olla paremmin toteuttamiskelpoinen ratkaisu.

Lauttapaikan kiinteän yhteyden rakennuskustannukset arvioitiin siltatyyppistä riippuen noin 82 % ... 126 % korkeammiksi kuin Haverön yhteyden kustannukset. Lähes samansuuruiseen kustannuseroon päädyttiin jo yleissuunnitelmaa edeltävässä vaihtoehtojen arvioinnissa vuonna 1992.

7.2. Esitys jatkotoimista

Laadittu toteutettavuusselvitys puoltaa v. 1992 laaditun pääsuuntaselvityksen ratkaisua, valita Have-
rön kautta kulkeva kiinteä siltayhteys Parainen–Nauvo siltavaihtoehdon pääsuunnaksi. Molemmat
nyt uudelleen nykytietämyksen valossa vertailut siltajen pääsuuntavaihtoehdot ovat jo pohjatutki-
mustietoineen olleet v. 1992 vertailun kohteena.

Parainen-Nauvo kiinteä yhteys –hankkeen jatkosuunnitteluprosessi jatkuu v. 2001 laaditun ympäris-
tövaikutusten arvioinnin (YVA) jälkeen maantielain mukaisen yleissuunnitelman laatimisella, sen jäl-
keen kun hankkeen toteuttaminen on todennäköistä. Yleissuunnitelman alussa päivitetään kiinteän
siltayhteyden ja tunneliyhteyden vaihtoehtojen vertailutiedot. Vaikutusten vertailun ja yleissuunnit-
telussa käytävän vuoropuhelun pohjalta tienpitoviranomien (ELY) ja tienpitäjä (Liikennevirasto) valit-
sevat jatkosuunnitteluun päätoteutusvaihtoehdon; silta tai tunneli. Tämän jälkeen yleissuunnittelu
jatkuu valitun päätoteutusvaihtoehdon pohjalta vuoropuhelua jatkaen lopulliseen ehdotukseen, joka
asetetaan nähtäville ja lausunnoille. Saadun palautteen täydentämänä ELY-keskus laatii Liikennevi-
rastolle hyväksymisesityksen ja Liikennevirasto tekee ratkaisusta hyväksymispäätöksen. Yleissuunni-
telman ratkaisun tulee olla yhtenevä voimassa olevan kaavoituksen kanssa. Yleissuunnitelman hyväk-
symispäätöksen tultua voimaan, suunnitteluprosessi jatkuu maantielain mukaisella tiesuunnitelmalla
ja hankintatapaan soveltuvalla rakennussuunnittelutarkkuudella yleissuunnitelmassa valittua vaihto-
ehtoa tarkentaen. Yleissuunnitelman ja tiesuunnitelman laatimiseen ja hyväksymiskäsittelyyn kuluu
yhteensä aikaa nopeimmillaan noin viisi vuotta pl. mahdolliset valitusprosessit.

Tällä hetkellä Parainen-Nauvo kiinteä yhteys –hankkeen yleissuunnitelman laatiminen ei ole Liiken-
neviraston kehittämishankkeiden suunnitteluohjelmassa. Suunnitteluprosessin aikataulu saattaa lin-
kittyä mahdollisen uuden rahoitusmallin tarkasteluun.

Toteutettavuusselvityksestä laaditaan seuraavaksi tiedote ja esittelyaineisto suomeksi ja ruotsiksi.
Raportti ja muu aineisto asetetaan ELY-keskuksen Parainen-Nauvo hankkeen [www-
sivuille http://www.ely-keskus.fi/web/ely/varsinais-suomi-parainen-nauvo-kiinteayhteys#.Vi8sKWl8LIU](http://www.ely-keskus.fi/web/ely/varsinais-suomi-parainen-nauvo-kiinteayhteys#.Vi8sKWl8LIU)

7.3. Käytössä oleva aineisto

Yhteenvedo konsultin käytössä olevasta Parainen-Nauvo aineistosta ja sen arkistointitapa

- 1) Parainen-Nauvo, kiinteä yhteys, Alustavien linjausten karsiminen, 23.4.1992. Turun Tiepiiri. Konsultti: LT-Konsultit Oy (tie), SuunnitteluKORTES AEK Oy (sillat)
- 2) Parainen-Nauvo, kiinteä yhteys, Yleissuunnitelma, joulukuu 1992. Tielaitos, Turun Tiepiiri. Konsultti: LT-Konsultit Oy (tie), IPT Geoturku Oy, SuunnitteluKORTES AEK Oy (sillat), Rakennus-Ekono Oy (tunneli)
- 3) Parainen-Nauvo, kiinteä yhteys, Sillat, 2001. Tiehallinto, Turun Tiepiiri. Konsultti: LT-Konsultit Oy, SuunnitteluKORTES Oy
- 4) Parainen-Nauvo yhteys, Siltavaihtoehto, marraskuu 2008. Tiehallinto, Turun Tiepiiri. Konsultti: Destia Oy, COWI A/S

Lähteet

- 1) Airiston sillan tuuliolosuhteet, 2001. Tieliikelaitos, Konsultointi.
- 2) Cable suspended bridges, Concept and Design, 1983. Niels J. Gimsing.
- 3) Parainen-Nauvo, kiinteä yhteys, Sillat, 2001. Tiehallinto, Turun Tiepiiri.
- 4) Parainen-Nauvo, kiinteä yhteys, Yleissuunnitelma, joulukuu 1992. Tielaitos, Turun Tiepiiri.
- 5) Parainen-Nauvo yhteys, Siltavaihtoehto. Selvitys siltojen ja teiden rakennuskustannuksista. Marraskuu 2008. Destia , COWI.
- 6) Paraisten kaupunki. 2015a. Nauvo. Voimassa olevat kaavat Nauvon alueella.
http://www.parainen.fi/web/tjanster/planer/voimassaolevat/fi_FI/Nagu/_files/90139979196469856/default/Nagu%20norra%201D.pdf (11.9.2015)
- 7) Paraisten kaupunki. 2015b. Asemakaavat. Voimassa olevat kaavat Paraisten alueella.
http://www.parainen.fi/web/tjanster/planer/voimassaolevat/fi_FI/pargas_1/_files/90371848100516177/default/Airisto%20Sandviken%2014.10.2003.pdf (11.9.2015)
- 8) Varsinais-Suomen maakuntakaava. 2010. Varsinais-Suomen liitto <http://www.varsinais-suomi.fi/images/tiedostot/Maankaytto/2013/maakuntakaava/VSMK%20selostus%2020130320.pdf> (11.9.2015)

Liitteet

Liite 1 Pääsuuntaselitys, vertailutaulukko

Liite 2 Haverön linjaus, siltapiirustukset ja kustannusarviot

Liite 3 Lauttapaikan linjaus, siltapiirustukset ja kustannusarviot