

## Hailuodon lautta Meluselvitys

1.7.2009

Laatinut: Mikko Alanko

Tarkastanut: Ilkka Niskanen



# Hailuodon lautan meluselvitys Meluselvitys

1.7.2009

## Tilaaja

Metsähallitus Laatumaa  
Erkki Kunnari  
Veteraanikatu 5  
90100 OULU

Keskusosuuskunta Oulun Seudun Sähkö  
Jukka Kaakinen  
Voimatie 2  
90440 Kempele

## Työn tekijä

WSP Finland Oy  
Heikkiläntie 7  
00210 Helsinki  
Puh. +358 207 86411  
Fax. +358 207 864 800  
[www.wspgroup.fi](http://www.wspgroup.fi)

## Yhteyshenkilöt

Mikko Alanko  
Heikkiläntie 7  
00210 Helsinki  
Puh. +358 207 864 401  
Fax. +358 207 864 800  
[www.wspgroup.fi](http://www.wspgroup.fi)



## Sisällysluettelo

Sisällysluettelo	3
Toimeksianto	4
Lähtötiedot ja menetelmät	5
Lauttareitti	5
Laskentamalli	5
Laskennassa käytetyt lauttamäärät	6
Ympäristömelumittaukset	6
Melupäästömittaukset	7
Ympäristömelun ohjearvot	9
Tulokset	10
Äänitehotasot	10
Melun laskennallinen leviäminen	10
Ympäristömelumittaukset	10
Johtopäätökset	13
Viittaukset	14



## Toimeksianto

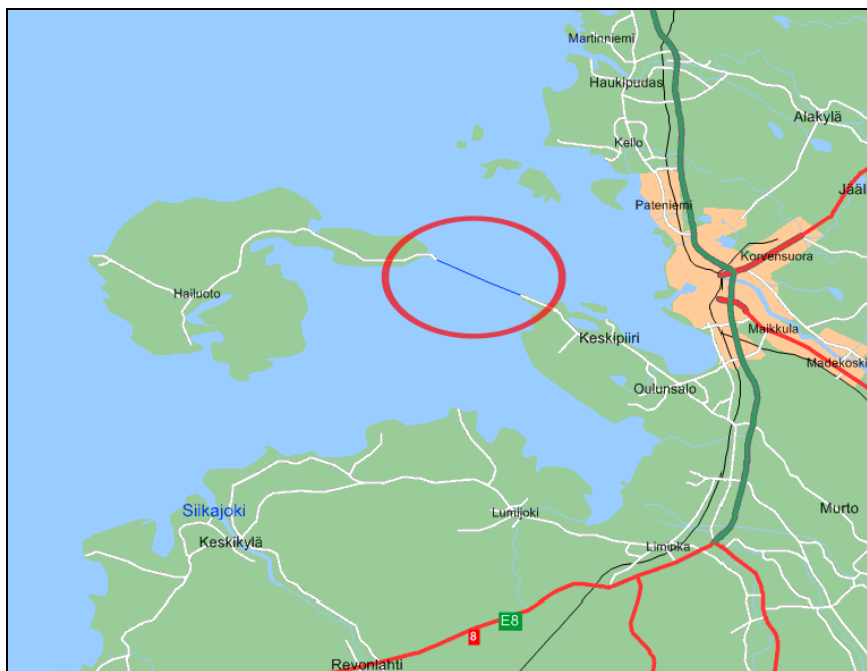
Tässä työssä on arvioitu Oulunsalo – Hailuoto välillä liikennöivän lauttaliikenteen aiheuttamia ympäristömelutasoja. Selvitys perustuu lautalle mitattuihin melupäästö-tietoihin ja lauttarannoissa mitattuihin ympäristömelutasoihin. Selvityksen tulokset on esitetty karttapohjalle tulostettuina meluvyöhykkeinä, sekä ohjearvoihin verrattavina lukuarvoina.

Tämän selvityksen on tehnyt DI Mikko Alanko WSP Finland Oy:stä ja tarkastanut FM Ilkka Niskanen WSP Finland Oy:stä.

## Lähtötiedot ja menetelmät

### Lauttareitti

Lauttareitti kulkee välillä Oulunsalo – Hailuoto. Reitin sijainti on esitetty kuvassa 1.



**Kuva 1 – Lauttareitin sijainti. Lauttareitti merkitty sinisellä viivalla punaisen ympyrän sisällä.**

Lauttareitin varrella, eikä kummankaan laiturin läheisyydessä sijaitse asuin- tai loma-asumiseen tarkoitettuja rakennuksia. Lähimmät rakennukset sijaitsevat Oulunsalon puolelle noin 1.5 kilometrin ja Hailuodon puolella noin 1 kilometrin päässä lautalaiturista.

### Laskentamalli

Ympäristömelun laskennallinen arviointi tehtiin Cadna A 3.7 ympäristömelumalliin kuuluvalla pohjoismaisella tieliikennemelumallilla (Nordic Council of Ministers 1996). Laskentamalli ottaa huomioon maaston ja rakenteiden muodostamien esteiden vaikutukset äänen etenemiseen sekä maanpinnan aiheuttamat vaimennukset. Laskentamallissa pohjana on käytetty alueen pohjakarttaa, josta laskentamalli on rakennettu tarvittavalla tarkkuudella. Maastomalliaineisto sisälsi maanpinnan tyyppien, melulähteiden ja nykyiset rakennukset.

Melutasoja on laskettu 10 metrin välein sijoitettuihin laskentapisteisiin kahden metrin korkeudelle maan pinnan tasosta ja tulokset on esitetty keskiäänivyöhykkeinä 5 dB luokissa. Laskennoissa otettiin huomioon ensimmäisen kertaluokan heijastukset.

Laskentamallin tulokset ja mittaustulokset ovat hyvin vertailukelpoisia silloin, kun maasto on tasainen ja sääolosuhteet vastaavat mallissa asetettuja sääolosuhdevaatiuksia. Tällöin tulokset eroavat  $\pm 1$  dB toisistaan. Mitä monimutkaisempi maasto



on, sitä enemmän lasketut ja mitatut tulokset eroavat toisistaan. Laskentamallivertailussa mitatut ja lasketut melutasot mäkisessä maastossa erosivat suurimmillaan 5 - 6 dB (Eurasto 2005). Tässä selvityksessä tarkastellun suunnittelualueutta rakennusmassoineen voidaan pitää suhteellisen yksinkertaisena laskentaympäristönä, minkä vuoksi arvioimme, että laskentamallin tarkkuus tässä tapauksessa on luokkaa  $\pm 2$  dB.

### Laskennassa käytetyt lauttamäärät

Melulaskennat tehtiin mitattujen melupäästöjen, sekä ympäristömelumittausten perusteella. Melulaskennat tehtiin nykytilanteen lauttamäärille vuodelta 2009. Lauttalähtöjen lukumäärät on esitetty taulukossa 1.

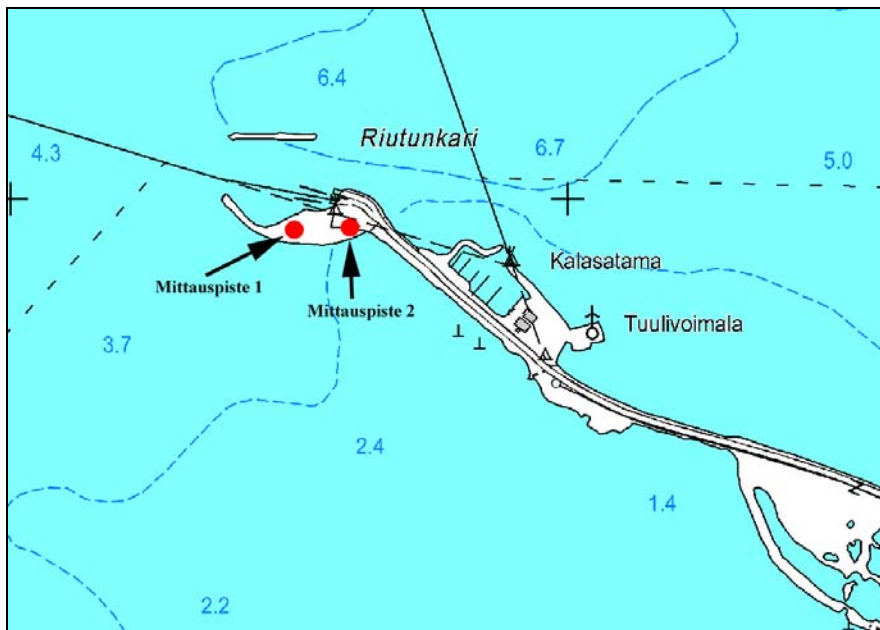
**Taulukko 1 – Laskennoissa käytettyjen lauttalähtöjen lukumäärät päiväaikaan klo 7-22 sekä yöaikaan klo 22-7.**

Lähdöt Oulunsalosta (vuosi 2009)		
Lautta	Päivä klo 7-22	Yö klo 22-7
Merisilta	13	4
Meriluoto	7	0

Lautan keskimääräinen laiturissaoloaika arvioitiin mittausten perusteella n. 10 minuutiksi. Aikatauluista johtuen muutaman lähdön kohdalla lautta oli laiturissa pidempään, n. 30 minuutin ajan. Pidempiä laiturissaoloaikoja laskettiin yhteensä 3 kappaletta, joista kaikki päiväaikaan.

### Ympäristömelumittaukset

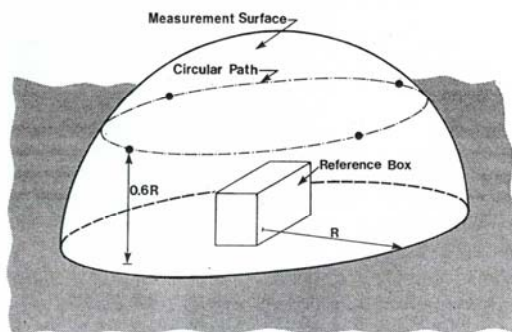
Lauttojen aiheuttamaa ympäristömelua mitattiin lisäksi kahdessa pidempiaikaisessa mittauspisteessä. Kummassakin mittauspisteessä mittaukset kestivät n. 7 tuntia. Mittausten tarkoituksena oli tarkentaa melulaskentoja, sekä selvittää melun leviäminen myös mittaamalla. Mittauspisteiden sijainnit on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2 – Ympäristömelumittauksen mittauspisteiden sijainnit.

### Melupäästömittaukset

Lauttojen melulähteiden melupäästöt mitattiin äänitehotasomittauksilla, tarkoituksena määrittää melupäästön äänitehotaso, taajuusjakauma ja suuntaavuus. Mittaukset tehtiin standardia SFS-EN ISO 3744 soveltaen. Tässä menetelmässä melua aiheuttava kohde ympäröidään mittauspinnalla, joka on muodoltaan puolipallo (kuva 3).



Kuva 3 – Äänitehotasojen mittaaminen Nordtest –mukaisella pallomenetelmällä. Sisemmät laatikot kuvaavat melukohteen ulkomittoja, jota ympäröi mikrofonipisteiden muodostama mittauspinta (kuvat lähteestä Nordtest 1991).

Kohteiden äänitehotaso (LW) laskettiin lisäämällä mittauspisteiden keskimääräiseen äänenpainetasoon (Lp) mittauspinta-alaa vastaava korjaus. Tämä korjaus on luonnollisesti sitä suurempi, mitä suurempi on mittauspinta-ala. Kullekin oktaavikaistalle äänitehotaso laskettiin seuraavalla kaavalla:

$$LW = Lp + 10 \log (S/S_0), \text{ jossa}$$

S = mittauspinta-ala ja S<sub>0</sub> = vertailupinta-ala (1 m<sup>2</sup>).



Mittaukset suoritettiin standardien SFS 2877 / IEC651 ja IEC 804 vaatimukset täyttävällä laatuluokan 1 mittarilla, jolla pystyttiin analysoimaan äänen taajuudet terssikaistoittain.

Mittauskohteiksi valittiin kummankin lautan pakoputket, suuremman Merisilta – lautan moottorin imukanavat, sekä lauttojen lastaus- ja purkutapahtumat. Empiiristen havaintojen perusteella Merisillan imukanavat päätettiin jättää pois laskennoista, koska ne sijaitsivat autokannen sisäpuolella, josta melu ei pääse leviämään vapaasti ympäristöön.



## Ympäristömelun ohjearvot

Valtioneuvoston päätöksessä (993/1992) on annettu maankäytön ja rakentamisen, liikenteen suunnittelussa ja rakentamisen lupamenettelyssä sovellettavat melutason ohjearvot. Näitä ohjearvoja sovelletaan myös ympäristölupaharkinnassa (taulukko 2).

Melutason ohjearvot on annettu erikseen päiväaikaiselle keskiäänitasolle (klo 7 – 22) ja yöaikaiselle keskiäänitasolle (klo 22 – 7).

**Taulukko 2 – Melutason yleiset ohjearvot (Vnp 993/1992).**

Alueen kuvaus	Päiväajan (klo 7 – 22) keskiäänitason ohjearvot	Yöajan (klo 22 – 7) keskiäänitason ohjearvot
Ulkona		
Asumiseen käytettävät alueet, virkistysalueet taajamissa ja niiden välittömässä läheisyydessä sekä hoito- ja oppilaitoksia palvelevat alueet	<b>55 dB</b>	<b>45 – 50 dB 1) 2)</b>
Loma-asumiseen käytettävät alueet, leirintäalueet, virkistysalueet taajamien ulkopuolella ja luonnonsuojelualueet	<b>45 dB</b>	<b>40 dB 3)</b>
Sisällä		
Asuin-, potilas- ja majoitus-huoneet	<b>35 dB</b>	<b>30 dB</b>
Opetus- ja kokoustilat	<b>35 dB</b>	-
Liike- ja toimistohuoneet	<b>45 dB</b>	-

1) Uusilla alueilla melutason yöohjearvo on 45 dB.

2) Oppilaitoksia palvelevilla alueilla ei sovelleta yöohjearvoa.

3) Yöohjearvoa ei sovelleta sellaisilla luonnonsuojelualueilla, joita ei yleensä käytetä oleskeluun tai luonnon havainnointiin yöllä.

Ulkoalueiden ohjearvoja sovelletaan myös asuntojen parvekkeisiin.

## Tulokset

Mittaustulosten perusteella lauttojen melulähteille laskettiin äänitehotasot. Näiden tasojen perusteella lauttojen liikkeestä, sekä lastaus- ja purkutoiminnasta laskettiin melun keskiäänitasot päivä- ( $L_{Aeq, 7-22}$ ) ja yöaikaan ( $L_{Aeq, 22-7}$ ) 2 metrin korkeudelle. Ympäristömelumittauksista analysoitiin mittauspisteisiin 1 ja 2 kohdistuvat päivä- ja yöaikaiset melutasot.

## Äänitehotasot

Äänitehotasomittausten tulokset on esitetty taulukossa 3.

**Taulukko 3 – Melulähteiden äänitehotasot**

Lähde	Äänitehotaso LWA [dB]
Merisilta - Pakoputki	101
Merisilta - Imukanavat	105
Meriluoto - Pakoputket x 2	97
Meriluoto - Pakoputket x 4	98
Merisilta - Lastaus ja purku	112
Meriluoto - Lastaus ja purku	103

Taulukosta nähdään, että suurimmat äänitehotasot aiheuttaa lauttojen lastaus ja purku, sekä Merisillan melulähteet.

## Melun laskennallinen leviäminen

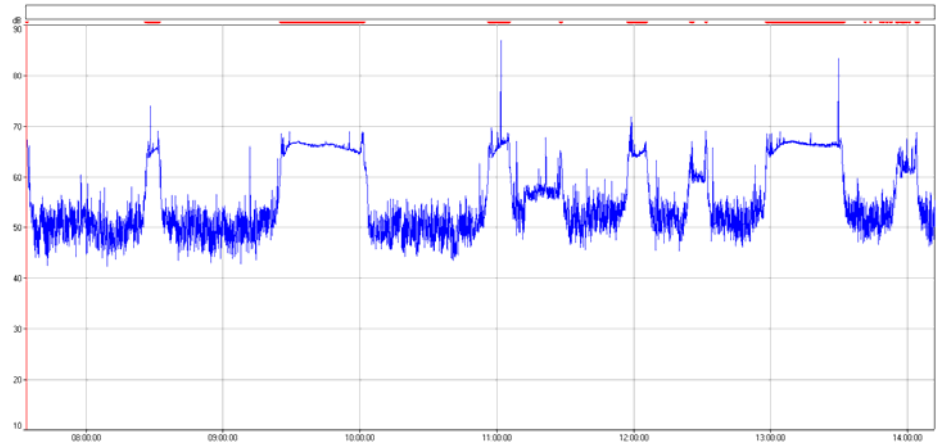
Laskentojen tulosten perusteella suurin melun aiheuttaja on lauttojen purku- ja lastaus. Ohjearvoihin (taulukko 2) verrattava melun päiväaikainen keskiäänitaso asuinrakennuksien piha-alueille  $L_{Aeq, 7-22} = 55$  dB leviää n. 80 metrin etäisyydelle laiturista. Loma-asutukselle sovellettu tiukempi, 45 dB ohjearvon mukainen melu leviää n. 300 m päähän laiturista. Yöaikaan 40 dB vapaa-ajan asutukselle sovelletun ohjearvon ylittävä melu leviää laskentojen mukaan n. 500 metrin päähän laiturista, mutta koska laskentamallia ei voida pitää tarkkana yli 300 metrin etäisyyksille, ei tulosta voida pitää luotettavana.

Lauttojen pakoputkien aiheuttama keskiäänitaso ei ylitä 55 dB ohjearvoa edes lauttojen välittömässä läheisyydessä. 45 dB ohjearvon mukainen melutaso ylittyy n. 50 metrin etäisyydelle lauttojen kulkuväylästä. Yöaikaan 40 dB loma-asutukselle tarkoitetun ohjearvon mukainen melutaso ylittyy n. 50 metrin etäisyydelle lauttojen kulkuväylästä.

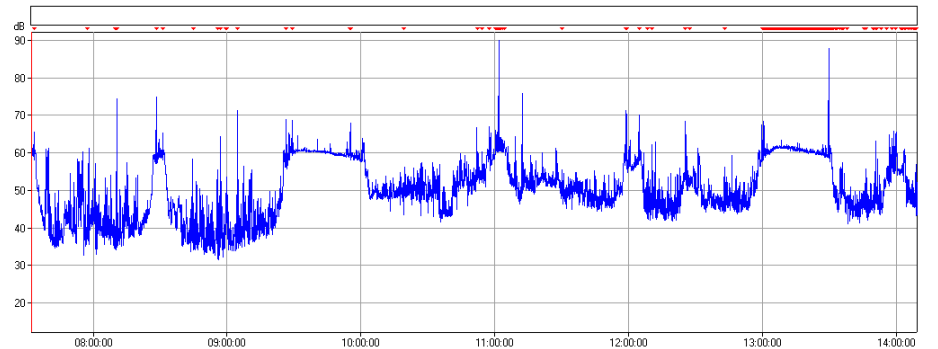
Laskentojen tulokset on esitetty liitteissä 1 ja 2. Liitteessä 1 on melun leviäminen päiväaikaan, liitteessä 2 yöaikaan.

## Ympäristömelumittaukset

Melua mitattiin kahdesta mittauspisteestä Oulunsalon puoleisen laiturin läheisyydessä. Melumittaukset kestivät n. 7 tuntia kummassakin mittauspisteessä. Mittausten aikaiset keskiäänitasot on esitetty kuvissa 4 ja 5.



**Kuva 4 – Mittauspisteen 1 mittauksen aikaiset keskiäänitasot. Lauttojen lastaus ja purku voidaan erottaa selvästi kuvasta korkeampina tasoina.**



**Kuva 5 – Mittauspisteen 2 mittauksen aikaiset keskiäänitasot.**

Kuvista voidaan erottaa lauttojen laiturissaoloaika selvästi kohonneina keskiäänitasoina. Mittauspiste 2 sijaitsi hieman kauempana laiturista, joten siinä on myös mitattu matalampia keskiäänitasoja.

Mittaustuloksista analysoitiin kunkin lastaus- ja purkutapahtuman äänialtistustaso  $L_{AE}$ . Näiden perusteella kumpaankin mittauspisteeseen laskettiin sekä pitkän laiturissaoloajan, että normaalin, lyhyen laiturissaoloajan aiheuttama, keskimääräinen äänialtistustaso. Äänialtistustasojen sekä päivä- ja yöaikaisten lähtöjen lukumäärien avulla voitiin kumpaankin mittauspisteeseen laskea päivä- ja yöaikaiset keskiäänitasot. Laskentojen tulokset on esitetty taulukossa 4.

**Taulukko 4 – Mittausten tulokset suhteutettuna päivä- ja yöaikaisiin ohjearvoihin.**

	Päivä, $L_{Aeq, 7-22}$	Yö, $L_{Aeq, 22-7}$
MP1	60	53
MP2	55	48

Kun mittauksen tuloksia verrataan laskentoihin, huomataan että mittausten ja laskentojen välinen ero on mittauspisteestä riippuen 1 – 5 dB. Mittausten ja laskentojen tulokset on yhdistetty taulukkoon 5.



**Taulukko 5 – Mittausten ja laskentojen tulosten vertailu**

	Päivä, LAeq, 7-22		Yö, LAeq, 22-7	
	Laskenta	Mittaus	Laskenta	Mittaus
MP1	55	60	50	53
MP2	56	55	52	48

Erot mittaustulosten ja laskettujen arvojen välillä johtuvat maastomallin epätarkkuudesta. Tässä projektissa käytetty maastoaineisto ei sisältänyt korkeustietoja, joten laskentojen tulokset eivät ole täysin tarkkoja. Mittausten perusteella laskentojen tarkkuus on n.  $\pm 5$  dB.



## Johtopäätökset

Laskentojen ja mittausten perusteella voidaan sanoa, että lauttojen liikennöinnin aiheuttamat keskiäänitasot jäävät alhaisiksi. Mikäli lautta kulkee yli 50 metrin etäisyydellä lähimmästä vapaa-ajan asunnosta, pysyvät keskiäänitasot ohjearvojen alapuolella.

Lauttojen lastaus- ja purkutoiminnan aiheuttama melu on voimakkain melulähde. Sen päiväaikainen vapaa-ajan asumiseen tarkoitettujen alueiden ohjearvon 45 dB melualue ylittyy n. 300 m päässä laiturista.

Lauttojen lastaus- ja purkutoiminnan aiheuttama melu on luonteeltaan impulssimaisista, mikä koetaan usein ärsyttävämpänä kuin saman voimakkuuksinen, tasainen melu. Tämän vuoksi verrattaessa tuloksia ohjearvoihin, suositellaan käytettäväksi 5 dB korjauskerrointa impulssimaiselle melulle.

Laskentojen tuloksia tarkastellessa täytyy ottaa huomioon, että laskennoissa ei ole käytetty oikeaa maastomallia. Mittausten perusteella laskentojen epätarkkuus on n.  $\pm 5$  dB.

Koska selvitys on tehty lauttaliikenteen maksimimäärälle, eivät melutasot nouse yhtä korkeiksi sesonkiajan ulkopuolella, kun lauttoja kulkee vain yksi. Kun käytössä on vain Merisilta –lautta, voidaan arvioida että keskiäänien tason lasku on luokkaa 1 - 2 dB.

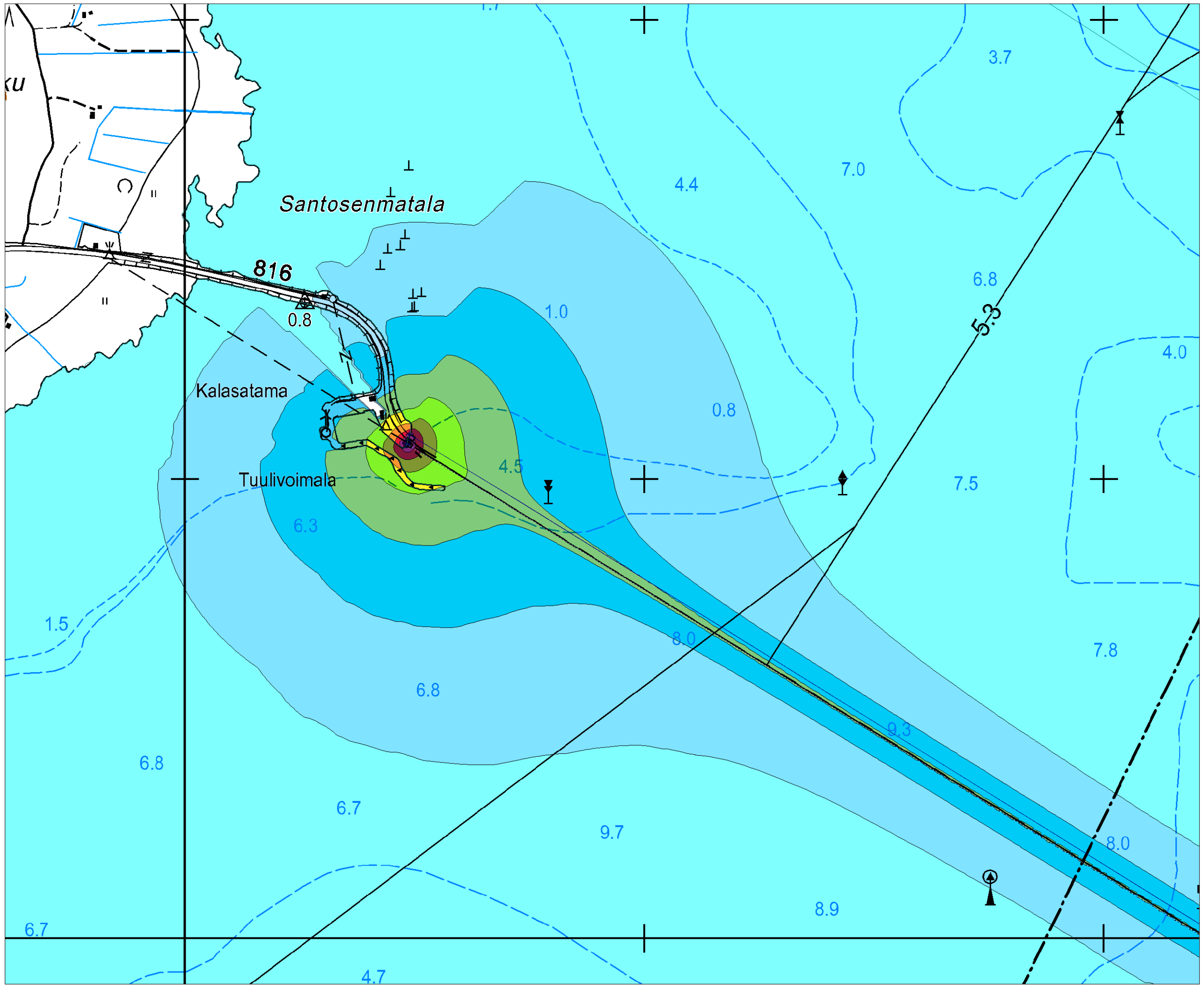
Koska lähimmät asuin- tai vapaa-ajan asumiseen tarkoitettut rakennukset sijaitsevat yli kilometrin päässä melulähteistä, ei lauttaliikenteen voida katsoa aiheuttavan häiriötä ihmisille.



## **Viittaukset**

Eurasto, R. 2005: Ympäristömeludirektiivin täytäntöönpanoon liittyvät laskentamallivertailut – Ympäristöministeriö. Suomen ympäristö 753

Nordic Council of Ministers 1996: Road Traffic Noise – Nordic Prediction Method. – TemaNord 1996: 525.

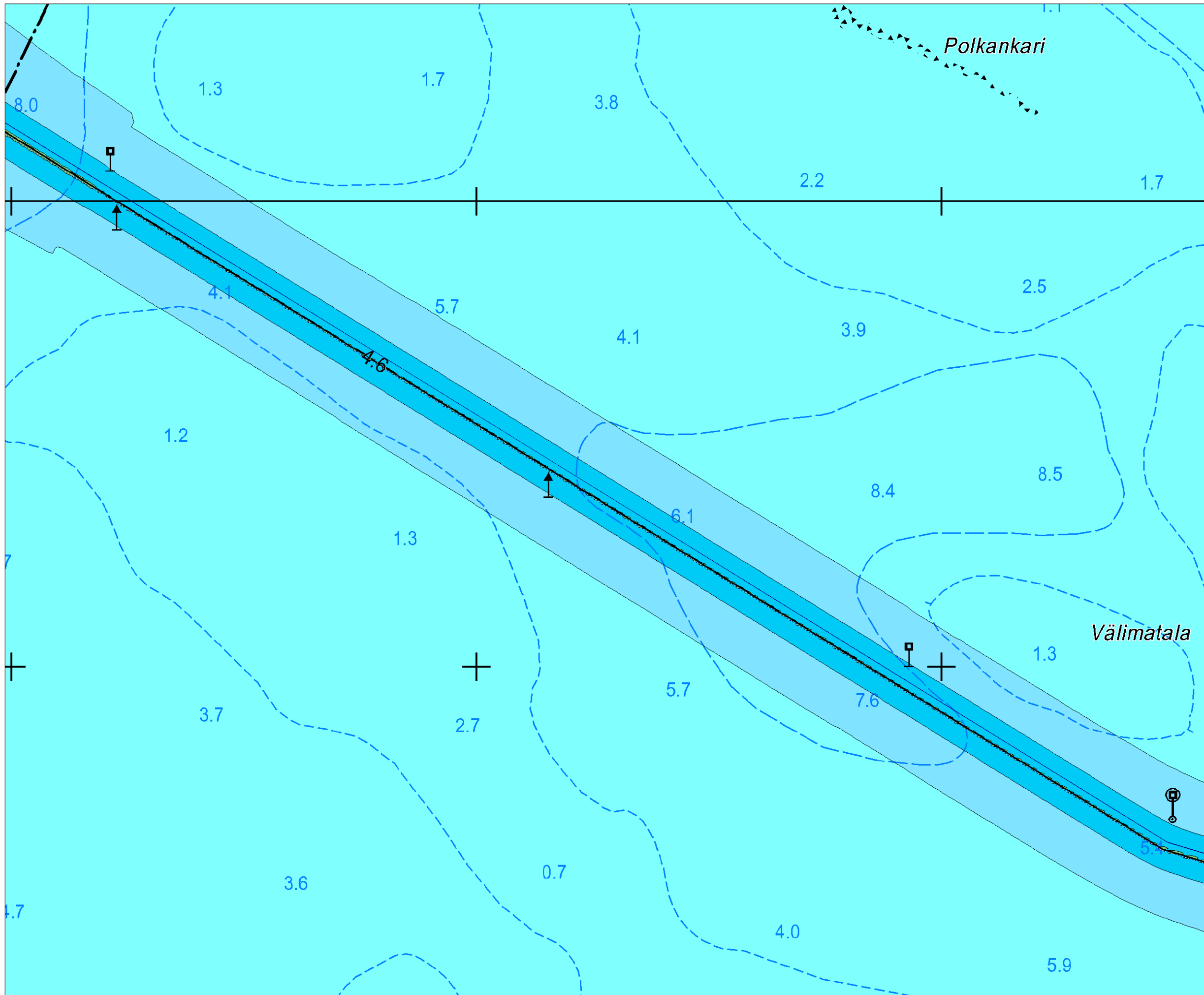


**LIITE 1**  
**Häiluodon lautta**  
 Lauttaliikenteen meluselvitys  
 Nykytilanne 2009  
 Keskiäänitaso päivällä, klo 7-22

**SELITYKSET**  
 POHJOISMAANEN TIEKESKUSTEN LAIKENTAMALLI  
 KESKIÄÄNTASO 2.0 m maanpinnasta

- > 40.0 dB
- > 45.0 dB
- > 50.0 dB
- > 55.0 dB
- > 60.0 dB
- > 65.0 dB
- > 70.0 dB
- > 75.0 dB
- > 80.0 dB
- > 85.0 dB

**WSP Finland**  
 02.07.09  
 Skaala: 1 : 8000(A3)  
 Tiedosto: maastomalli.cna



**LIITE 2**  
**Hailuodon lautta**  
 Lauttaliikenteen meluselvitys  
 Nykytilanne 2009  
 Keskiäänitaso päivällä, klo 7-22

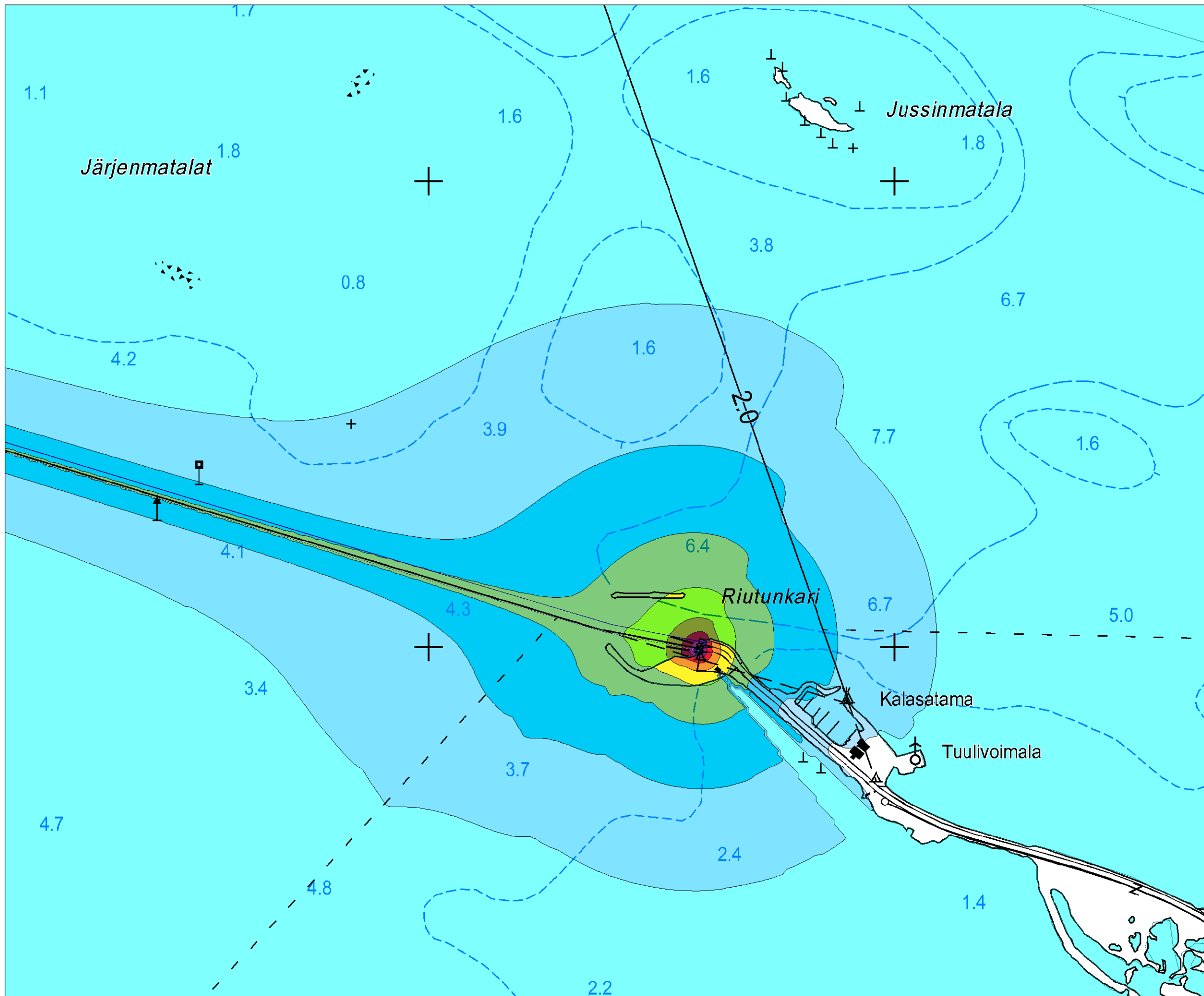
**SELITYKSET**  
 POHJOISMAAN TIETOKENTÄN LASKENTAMALLI  
 KOKOALUEALTA 2.0 m maapinnan

- > 40.0 dB
- > 45.0 dB
- > 50.0 dB
- > 55.0 dB
- > 60.0 dB
- > 65.0 dB
- > 70.0 dB
- > 75.0 dB
- > 80.0 dB
- > 85.0 dB

**WSP Finland**

02.07.09  
 Skaala: 1 : 8000(A3)  
 Tiedosto: maastomalli.cna





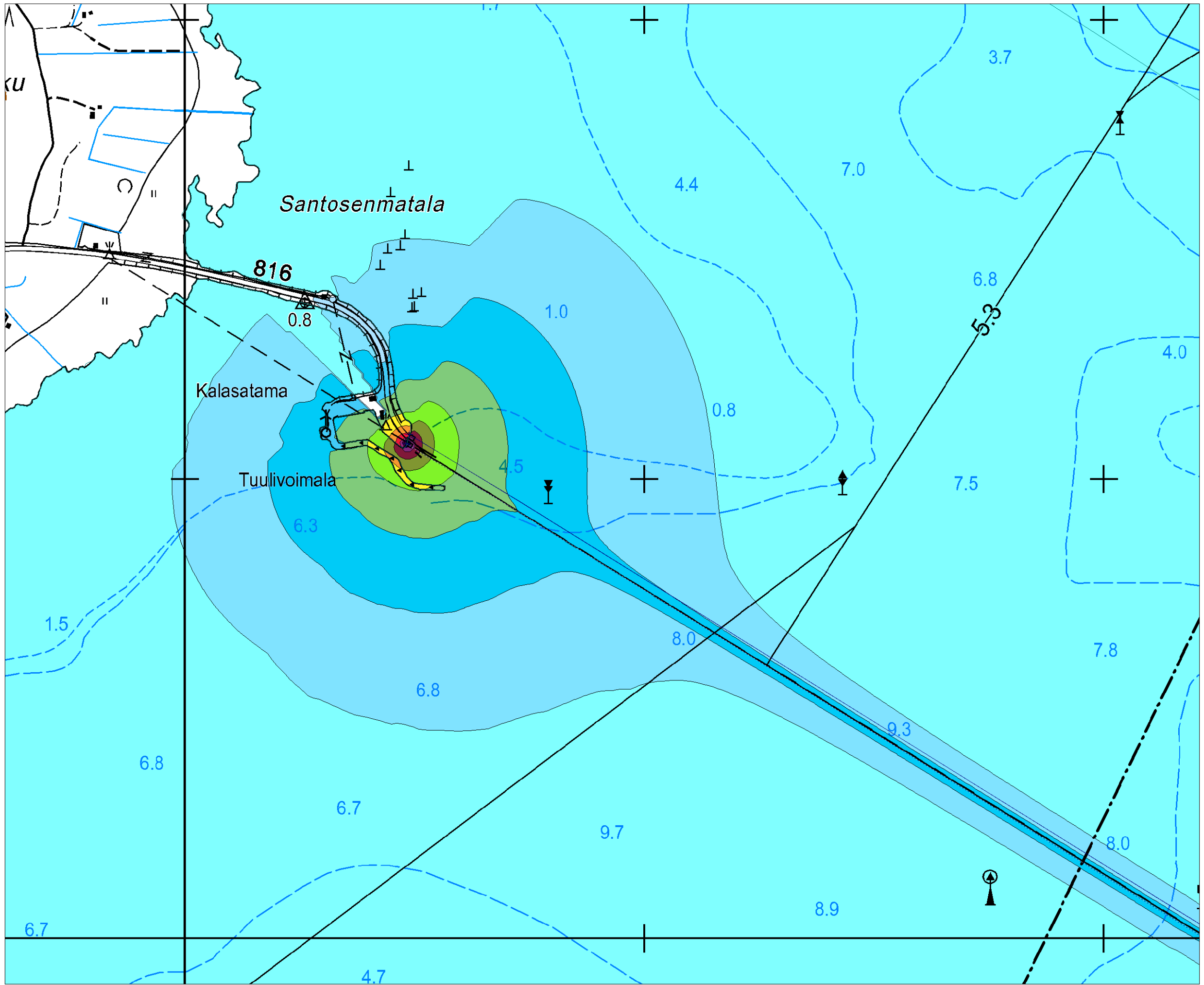
**LIITE 3**  
**Häiluodon lautta**  
 Lauttaliikenteen meluselvitys  
 Nykytilanne 2009  
 Keskiäänitaso päivällä, klo 7-22

**SELITYKSET**  
 POHJOISMAISEN TIETOTEKNISEN LAISKENTAMALLIN  
 KESKIÄÄNTASO 2,0 m maapinnalla

- > 40.0 dB
- > 45.0 dB
- > 50.0 dB
- > 55.0 dB
- > 60.0 dB
- > 65.0 dB
- > 70.0 dB
- > 75.0 dB
- > 80.0 dB
- > 85.0 dB

**WSP Finland**

02.07.09  
 Skaala: 1 : 8000(A3)  
 Tiedosto: maastomalli.cna



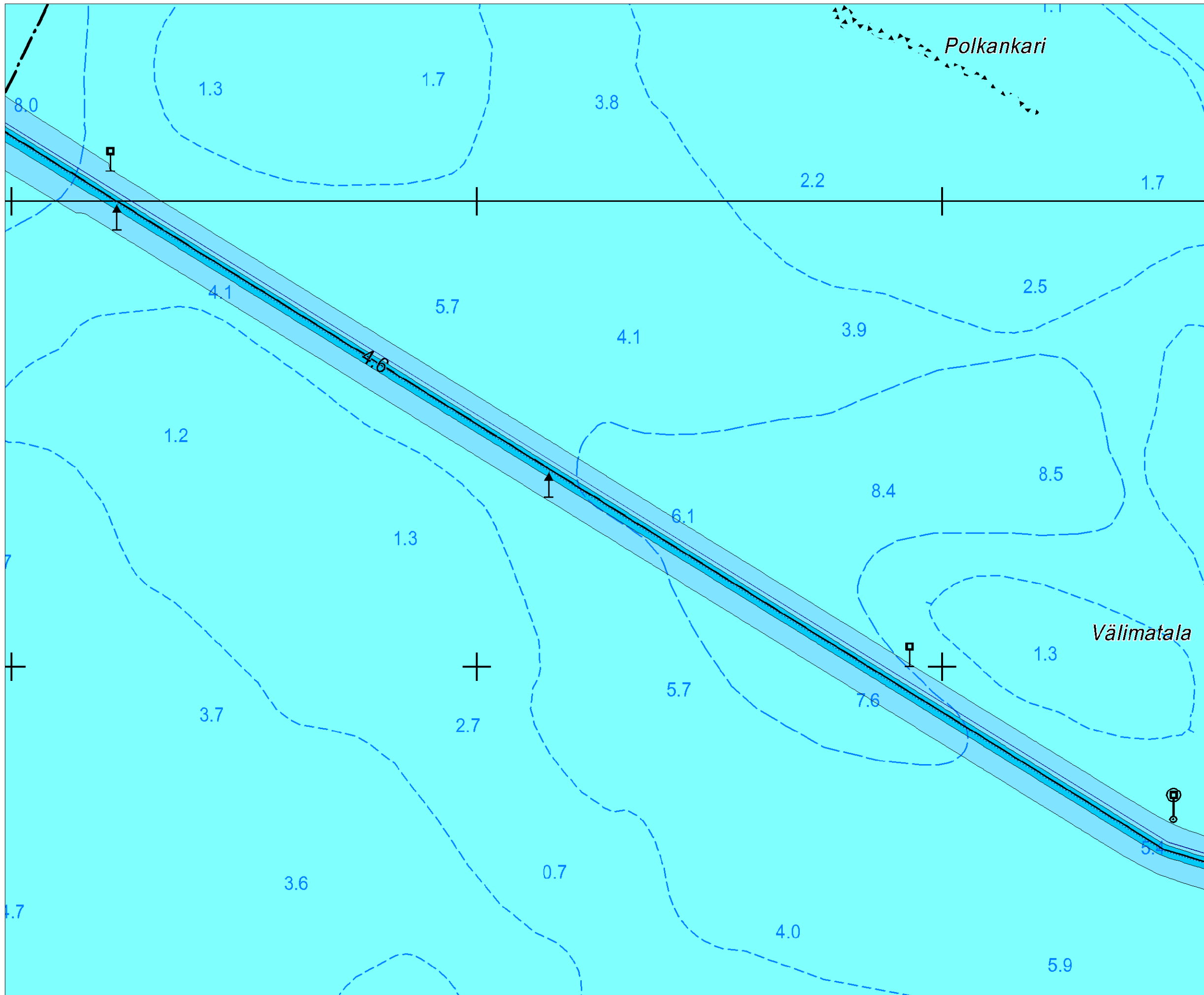
**LIITE 4**  
**Häiluodon lautta**  
 Lauttaliikenteen meluselvitys  
 Nykytilanne 2009  
 Keskiäänitaso yöllä, klo 22-7

**SELITYKSET**  
 POHJOISMAINEN TIIEKENTREIN LASKENTAMALLI  
 KESKIÄÄNTASO 2,0 m maanpinnasta

- > 40.0 dB
- > 45.0 dB
- > 50.0 dB
- > 55.0 dB
- > 60.0 dB
- > 65.0 dB
- > 70.0 dB
- > 75.0 dB
- > 80.0 dB
- > 85.0 dB

**WSP Finland**

02.07.09  
 Skaala: 1 : 8000(A3)  
 Tiedosto: maastomalli.cna



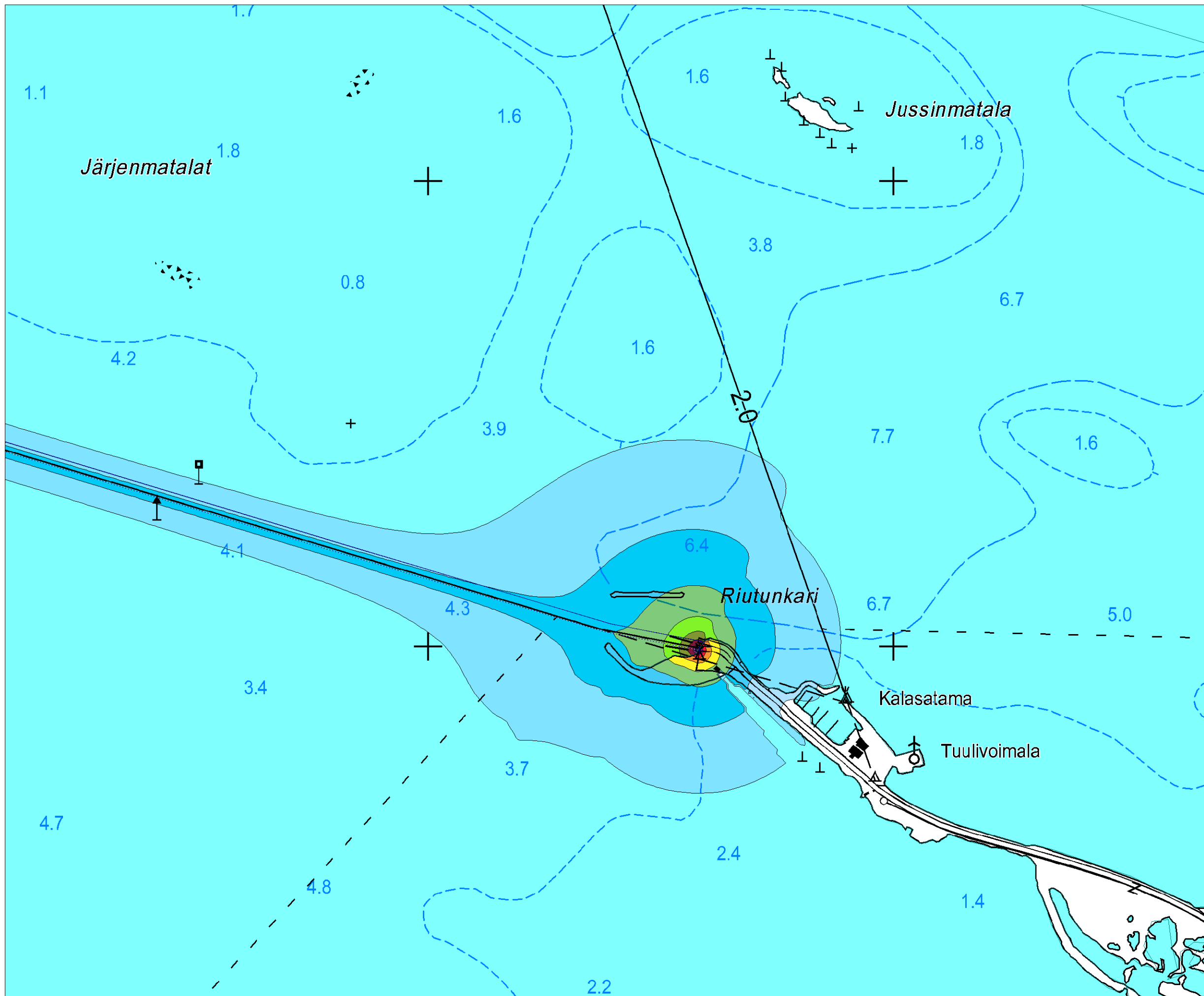
**LIITE 5**  
**Hälluodon lautta**  
 Lauttaliikenteen meluselvitys  
 Nykytilanne 2009  
 Keskiääänitasa yöllä, klo 22-7

**SELITYKSET**  
 POHJOISMAANEN TIETOKENTREIN LASKENTAMALLI  
 KESKIÄÄNITASA 2.0 m maanpinnasta

- > 40.0 dB
- > 45.0 dB
- > 50.0 dB
- > 55.0 dB
- > 60.0 dB
- > 65.0 dB
- > 70.0 dB
- > 75.0 dB
- > 80.0 dB
- > 85.0 dB

**WSP Finland**

02.07.09  
 Skaala: 1 : 8000(A3)  
 Tiedosto: maastomalli.cna



**LIITE 6**  
**Häiluodon lautta**  
 Lauttaliikenteen meluselvitys  
 Nykytilanne 2009  
 Keskiääänitasa yöllä, klo 22-7

**SELITYKSET**  
 POHJOISMAANEN TIETOKENTREIN LASKENTAMALLI  
 KESKIÄÄNITASA 2.0 m maapinnasta

- > 40.0 dB
- > 45.0 dB
- > 50.0 dB
- > 55.0 dB
- > 60.0 dB
- > 65.0 dB
- > 70.0 dB
- > 75.0 dB
- > 80.0 dB
- > 85.0 dB

**WSP Finland**

02.07.09  
 Skaala: 1 : 8000(A3)  
 Tiedosto: maastomalli.cna