

Vantaan raitioradan meluselvitys

31.1.2023

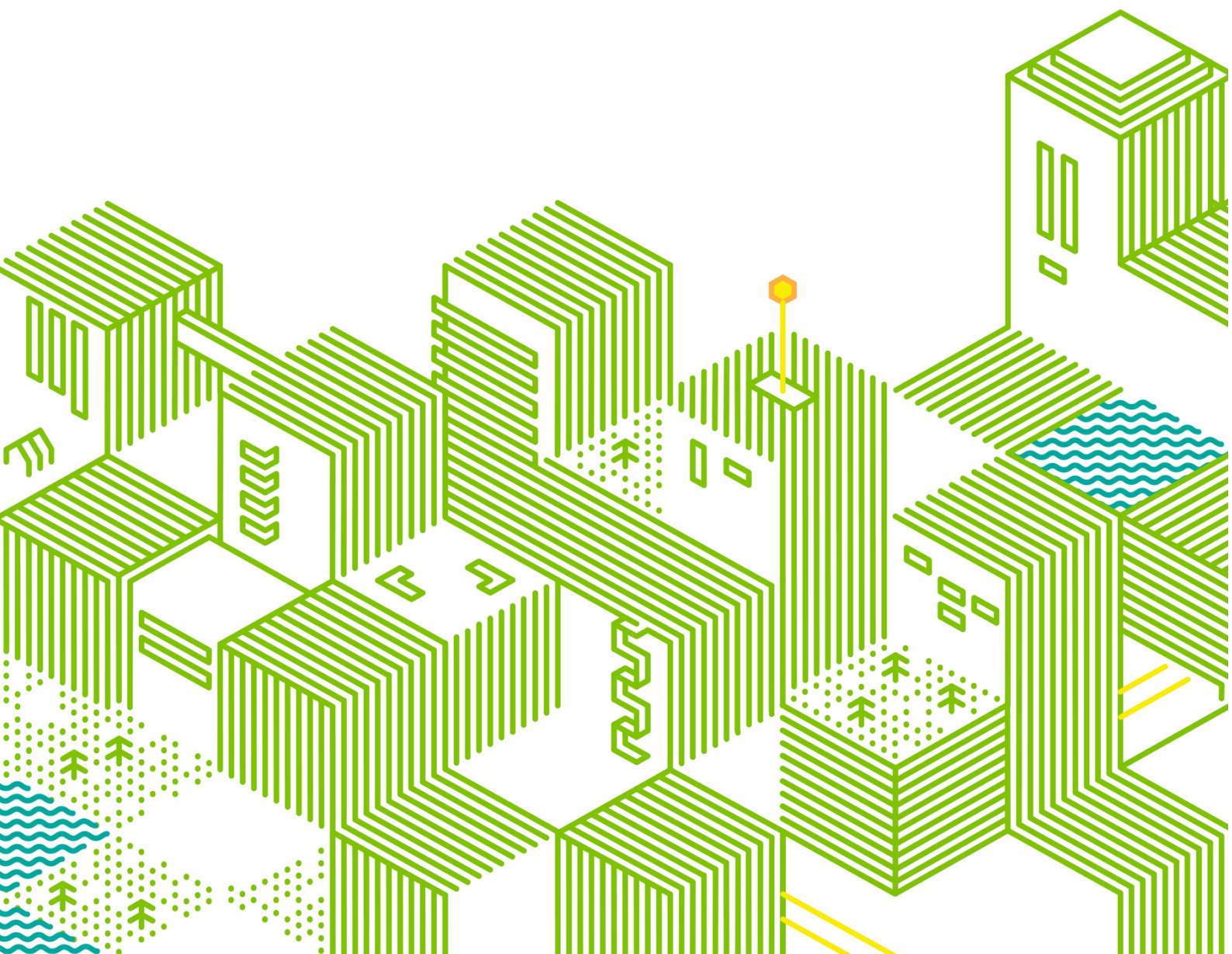
versio 2.7

Laatinut: Johannes Oksanen, Jarno Kokkonen, Olli Kontkanen, Kirsi-Maarit Hiekka, Mikko Kastinen, Ville Mäntyniemi, Siru Parviainen

Projekti: YKK65493

Tilaaaja: Vantaan kaupunki, Maankäytön, rakentamisen ja ympäristön toimiala

Kohde: Vantaan raitiorata, Mellunmäki-Hakunila-Tikkurila-Aviapolis-Lentoasema



31.1.2023

Sisällys

1	Taustatiedot.....	4
1.1	Kohde	4
1.2	Selvityksen tarkoitus	4
1.3	Tilaaja ja tilaajan yhteyshenkilö.....	5
1.4	Suunnittelu	5
2	Arviointimenetelmät ja lähtötiedot	6
2.1	Melun ohjearvot	6
2.2	Sisämelutasojen arviointimenetelmä.....	6
2.3	Melulaskennat	7
2.4	Viitesuunnitelmat	8
2.5	Tie- ja katuliikennetiedot.....	8
2.6	Raitioliikennetiedot.....	8
3	Meluntorjuntaratkaisu	10
3.1	Tarkasteltu meluntorjuntatarve	10
3.2	Jatkosuunnitteluun esitettävä meluntorjunta oleskelualueiden suojaukseen.....	10
3.3	Jatkosuunnitteluun esitettävä meluntorjunta rakennusten julkisivujen suojaukseen.....	10
3.4	Purettavan meluntorjunnan korvaava meluntorjunta.....	11
4	Tulokset ja johtopäätökset.....	12
4.1	Lentoasema-Kehä III, paaluvälillä 0–2900, Aviapolis	12
4.2	Osuustie, paaluvälillä 2900–3400, länsipuoli, Veromiehenkylä	13
4.3	Väinö Tannerin tie, paaluvälillä 3400–3800	13
4.4	Tasetie, paaluvälillä 3800–4000, eteläpuoli, Veromäki	13
4.5	Tasetie, paaluvälillä 4000–4200, eteläpuoli, Veromäki	14
4.6	Rälssitie, paaluvälillä 4200–4700	14
4.7	Rälssitie, paaluvälillä 4700–4900, länsipuoli, Rälssipuisto	14
4.8	Rälssitie-Tikkurilantie, paaluvälillä 4900–6000.....	15
4.9	Tikkurilantie ja kt 45, paaluvälillä 6000–6300, pohjoispuoli, Ohtolankatu	15
4.10	Tikkurilantie, paaluvälillä 6300–6600, Köyhämäentie–Niittytie	15
4.11	Tikkurilantie, paaluvälillä 6600–7200, eteläpuoli, Niittytie–Puutarhatie–Kuriirikuja	16
4.12	Tikkurilantie, paaluvälillä 7200–7700, Kuriirikuja–Lauhapolku	16
4.13	Tikkurilantie, paaluvälillä 7700–8000, Viertolan koulu	18
4.14	Tikkurilantie, paaluvälillä 8000–8400, Liljatie–Talvikkitie	19
4.15	Tikkurilantie, paaluvälillä 8400–8700, Talvikkitie–Kielotie.....	22
4.16	Kielotie, paaluvälillä 8700–9000, Tikkurilantie–Unikkotie	23
4.17	Kielotie, paaluvälillä 9000–9800, Unikkotie–Dixi.....	24
4.18	Värehtaankatu–Kyytitie, Paaluvälillä 9800–10900, Dixi–Heidehofintie	24
4.19	Kyytitie, paaluvälillä 10900–11400, Heidehofintie–Kanervantie.....	24
4.20	Kyytitie, paaluvälillä 11400–12100, Kanervantie–Vanha Porvoontie	26
4.21	Kyytitie, paaluvälillä 12100–12900, Vanha Porvoontie–Porttisuontie	27
4.22	Kyytitie, paaluvälillä 12900–13300, Lahdenväylä–Lahdentie.....	28
4.23	Kyytitie, paaluvälillä 13300–13700, Lahdentie–Hakunilantie	30
4.24	Hakunilantie paaluvälillä 13700–14900, Hakunilantie – Kehä III.....	31

31.1.2023

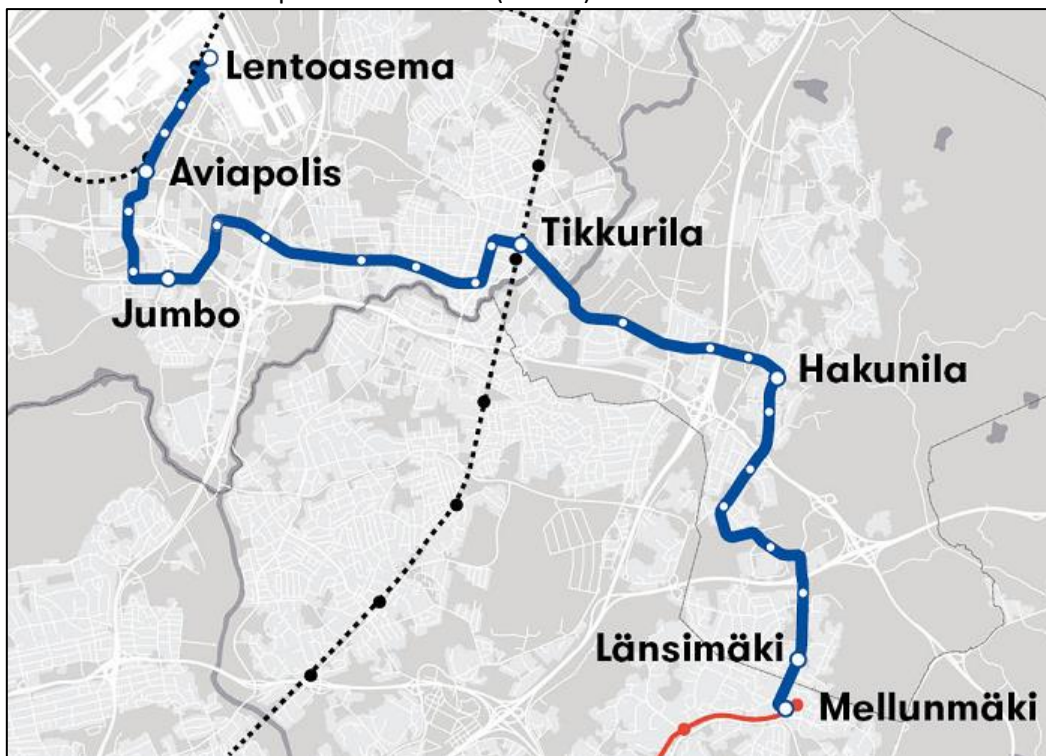
4.25	Hakunilantie paaluvälillä 14900–15200, Kehä III–Vaaralanpolku.....	31
4.26	Hakunilantie paaluvälillä 15200–15800, Lähdepuistontie–Kuussillantie.....	33
	35	
4.27	Tilustie paaluvälillä 15800–16500, Kuussillantie– Fazerintie	36
4.28	Fazerintie paaluvälillä 16500–17100, Metsätie–Länsimäentie	37
4.29	Länsimäentie paaluvälillä 17100–17500, Fazerintie–Porvoonväylä	37
4.30	Länsimäentie paaluvälillä 17500–18300, Porvoonväylä–Rajakentäntie.....	38
4.31	Länsimäentie paaluvälillä 18300–19200, Rajakentäntie–Aarteenetsijäntie	39
5	Yhteenveto	39
6	Jatkotoimenpidesuosituksset	40
7	Epävarmuustarkastelu	41
8	Liitteet	41
9	Viitteet.....	42

31.1.2023

1 Taustatiedot

1.1 Kohde

Vantaan raitioradan meluselvitys Vantaan ja Helsingin kaupunkien alueilla. Reitti: Mellunmäki-Hakunila-Tikkurila-Aviapolis-Lentoasema (Kuva 1).



Kuva 1 Suunnittelualue. Kuva: Vantaan kaupunki.

1.2 Selvityksen tarkoitus

Tehtävänä oli laatia Vantaan raitioradan liikennemeluselvitys. Alueelle on tehty yleissuunnitelma-vaiheessa meluselvitys [1], jota tässä meluselvityksessä tarkennetaan. Suunnittelualue kattaa koko raiteen Vantaan ja Helsingin kaupunkien alueilla. Laskennoissa on huomioitu raitiotien tuleva liikenne ja tie- ja katuliikenne nyky- ja ennustetilanteessa. Melun leviämislaskennoissa on huomioitu nykyiset rakennusmassat sekä uusia raitiotien läheisyyteen kaavoitettuja rakennusmassoja. Raidegeometriat on mallinnettu paikoitellen luonnosversioina sen hetkisen tiedon perusteella.

Selvityksessä laskettiin melumallinnuksen keinoin nyky- ja ennustetilanteen päivä- ja yöajan keskiäänitasot $L_{Aeq, 7-22}$ ja $L_{Aeq, 22-7}$. Mallinnettavat melutilanteet olivat:

- Nykytilanne tie- ja katuliikenteen melu $L_{Aeq, 7-22}$ ja $L_{Aeq, 22-7}$
- Ennustetilanne tie-, katu- ja raitioliikenteen yhteismelu $L_{Aeq, 7-22}$ ja $L_{Aeq, 22-7}$
- Ennustetilanne raitioliikenteen melu $L_{Aeq, 7-22}$ ja $L_{Aeq, 22-7}$
- Ennustetilanne raitioliikenteen melu L_{Amax}

Raitiotien kaarrekirskunta ja vaihdekolinat tarkasteltiin Vantaan kaupungin meluselvitysohjeen *Vantaan kaupungin meluselvitysohje maankäytön suunnitteluun* [2] mukaisesti.

31.1.2023

Meluntorjuntatarve määritettiin melutason muutoksen ja raitioliikenteen aiheuttaman melun perusteella. Rakenteellista meluntorjuntaa ulkoalueiden suojaksi esitetään kohteissa, joissa raitioliikenteen aiheuttama melu ylittää Valtioneuvoston päätöksen melun ohjearvot ja raitio-, tie- ja katu liikenteen yhteismelu hankkeen myötä merkittävästi kasvaa (yli 2 dB). Kohteisiin, joissa pelkkä tie- ja katumelu ylittää melun ohjearvot, ei ole lähtökohtaisesti esitetty meluntorjuntaa. Kohteisiin, joista meluesteet puretaan uuden katujärjestelyn myötä, suunniteltiin uusi vähintään yhtä tehokas meluntorjunta.

Rakenteellista meluntorjuntaa sisätilojen suojaksi esitetään kohteissa, joissa melun ohjearvot saattavat ylittyä.

Meluntorjunnalle optimoitiin estetyyppi, sijainti ja korkeusasema halutun suojausvaikutuksen saavuttamiseksi. Meluntorjunnan kustannuksista tehtiin suuntaa antava arvio viimeisimpien vastaavien kohteiden yksikkökustannuksien perusteella (ilman tarkempaa tietoa maaperästä tai esteen ulkonäöstä/laatutasosta).

1.3 Tilaaja ja tilaajan yhteyshenkilö

Vantaan kaupunki Maankäytön, rakentamisen ja ympäristön toimiala

Yhteyshenkilö:

Tiina Hulkko

puh. +358 (50) 3033146

tiina.hulkko@vantaa.fi

1.4 Suunnittelu

Sitowise Oy

+358 20 747 6000 | vaihde

Siru Parviainen, projektipäällikkö ja laadunvarmistus

email siru.parviainen@sitowise.com

Muut meluasiantuntijat ja melumallintajat: Jarno Kokkonen (projektipäällikkö 31.1.2022 asti), Johannes Oksanen, Olli Kontkanen, Kirsi-Maarit Hiekka, Ville Mäntyniemi, Mikko Kastinen.

31.1.2023

2 Arviointimenetelmät ja lähtötiedot

2.1 Melun ohjearvot

Melulaskennan tuloksia on verrattu valtioneuvoston päätöksessä (993/1992) annettuihin melutaso-ohjearvoihin [2]. Melun ohjearvot on tarkoitettu käytettäväksi maankäytön, liikenteen ja rakentamisen suunnittelussa sekä rakentamisen lupamenettelyissä. Ohjearvot on annettu erikseen päivä- (klo 7–22) ja yöajan (klo 22–7) melutasoille. Tässä työssä ulko-oleskelualueille sovellettiin päiväajan 55 dB ja yöajan 50 dB ohjearvoja.

Taulukko 1 Valtioneuvoston päätöksessä (993/1992) annetut melutaso-ohjearvot [2]

Ohjearvot ulkona	Päivällä L_{Aeq} , klo 7–22	Yöllä L_{Aeq} , klo 22–7
Asumiseen käytettävät alueet, virkistysalueet taajamissa ja taajamien välittömässä läheisyydessä sekä hoito- ja oppilaitoksia palvelevat alueet	55 dB	50 dB
Uudet asumiseen käytettävät alueet, virkistysalueet taajamissa ja hoitolaitoksia palvelevat alueet	55 dB	45 dB
Loma-asumiseen käytettävät alueet, virkistysalueet taajamien ulkopuolella ja luonnonsuojelualueet	45 dB	40 dB
Ohjearvot sisällä	L_{Aeq} , klo 7–22	L_{Aeq} , klo 22–7
Asuin-, potilas- ja majoitushuoneet	35 dB	30 dB
Opetus- ja kokoontumistilat	35 dB	-
Liike- ja toimistohuoneistot	45 dB	-

Raitioliikenteen enimmäistasoille ei ole virallisia ohjearvoja, mutta tavoitteena on, että suositusarvona sovellettava L_{Amax} 45 dB ei ylitä yöaikaan lepoon ja nukkumiseen käytettävissä tiloissa. Ympäristöministeriön julkisivujen äänieristyksen mitoitusoppaassa (Ympäristöopas 108, 2003) on annettu enimmäisäänitason (L_{Amax}) osalta suositusarvo asuinrakennuksien sisällä 45 dB ja vastaava tavoitetaso on esitetty myös rakennuksen ääniympäristö asetuksessa (796/2017).

2.2 Sisämelutasojen arviointimenetelmä

Valtioneuvoston päätöksen 993/1993 melun ohjearvojen 35 dB (päivä) ja 30 dB (yö) sekä enimmäisäänitason suositusarvon 45 dB toteutuminen sisätiloissa on arvioitu laskemalla julkisivuihin kohdistuvat päivä- ja yö ajan keskiäänitasot ja raitiotien aiheuttamat enimmäisäänitasot, joista on vähennetty:

- 30 dB mikäli tämän selvityksen julkaisuhetkellä lainvoimaisessa kaavassa ei ole annettu määräystä suuremmasta äänitasoerosta. 30 dB toteutuu tavanomaisilla julkisivurakenteilla.

31.1.2023

- b) Raportin tekohetkellä lainvoimaisessa asemakaavassa määrätty äänitasoero, joka on suurempi kuin 30 dB
- c) Hankkeessa mitatut arvot seuraavissa kohteissa: Horsmakuja 4, Horsmakuja 6 ja Tikurilantie 55. Mitatut äänitasoerot ovat välillä 37–44 dB. Mitattuja tiloja yksilöivää mittausraporttia ei julkaista yksityisyyden suojaan vedoten, sillä sen tietoja voidaan pitää henkilötietoina.

2.3 Melulaskennat

Melulaskenta perustuu melun leviämiseen 3D-maastomallissa, johon on mallinnettu melulähteet, rakennukset, meluaidat ja maastonmuodot sekä näiden akustiset ominaisuudet. Liikennemelulähteiden melupäästö määritetään liikennetietojen perusteella. Melumalli sisältää kaikki merkittävät liikenteen melulähteet.

Melumalli on muodostettu yhdistämällä Vantaan ratikan yleissuunnitelman meluselvityksen [1] melumallista raitoliikenteen melulähteet ja Vantaan kaupungin EU-meluselvityksen [4] melumallista tie- ja katumelulähteet. Rakennusmassoja lisättiin Vantaan kaupungin kantakartasta [5]. Lisäksi melumalliin päivitettiin uusia katu- ja raitiotiesuunnitelmia niiltä osin, kun suunnitelmia oli saatavilla [6].

Melulaskennat on suoritettu DataKustik CadnaA 2021 -melulaskentaohjelmalla. Laskenta perustuu yleisesti Suomessa käytettäviin yhteispohjoismaisiin tie- ja raideliikennemelun laskentamalleihin (Nordic Prediction Method) [7][8]. Pohjoismaisten tie- ja raideliikennemelumallien tarkkuus lähietäisyydellä (< 30 m) on tyypillisesti ± 2 dB, kun merkittävät melulähteet ovat laskenta pisteen näkyvillä.

Selvityksessä on laskettu päivä- ja yöajan keskiäänitasot (L_{Aeq}), jolloin niitä voi verrata valtioneuvoston antamiin melutasojen ohjearvoihin. Raitiotieliikenteen osalta laskettiin myös ohiajojen aiheuttamat enimmäisäänitasot L_{Amax} .

Työssä on selvitetty melun ohjearvojen toteutumista oleskeluun tarkoitetuilla oleskelualueilla ja parvekeilla.

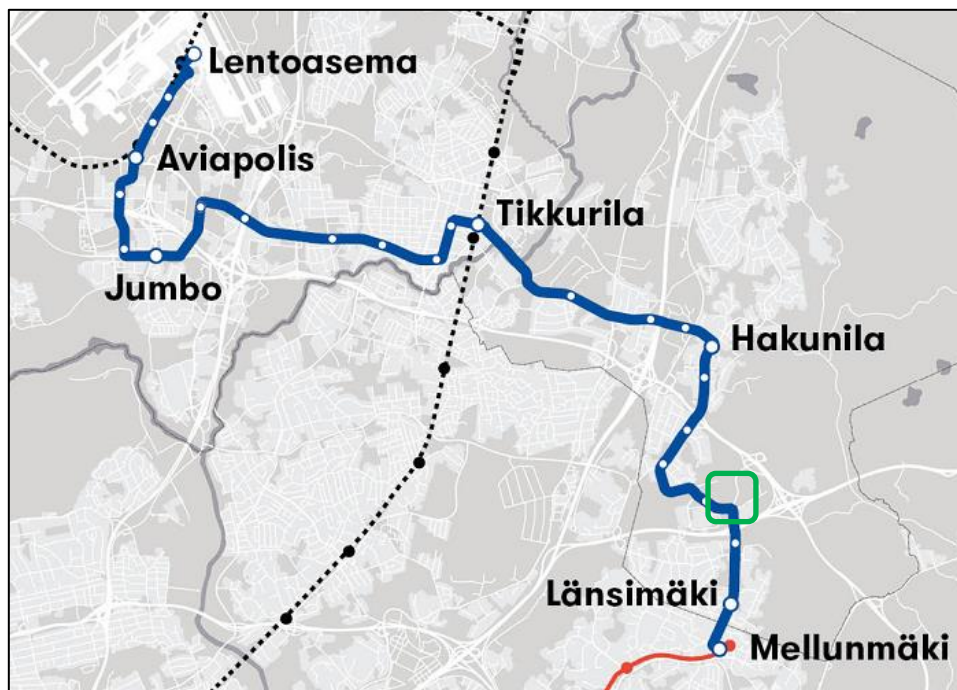
Tärkeimmät laskenta-asetukset melulaskennassa:

- Laskentaruudukon koko 5 x 5 metriä oleskelualueilla. Jokainen ruutu on laskettu ilman ruutujen interpolointia
- Meluvyöhykkeiden laskentakorkeus 2 metriä
- Laskentasäde 2500 metriä
- Laskennassa mukana 1. kertaluvun heijastukset
- Rakennukset ja meluaidat heijastavia 1 dB heijastusvaimennuksella.
- Jokainen melulähde yksittäisenä emissiolähteenä (pohjoismaisen tiemelumallin mukaisesti)
- Heijastustason määrittelyssä suurin sallittu poikkeama on 1 metri
- Julkisivuon kohdistuva melutaso on laskettu korkeussuunnassa 3 metrin välein alkaen 2 metriä maanpinnasta. Melutaso on laskettu 5 cm etäisyydelle julkisivusta. Julkisivusta heijastuvaa melua ei huomioida.
- Julkisivulaskennassa pisteväli on vaakasuunnassa 1–5 metriä.

31.1.2023

2.4 Viitesuunnitelmat

Tulevan raitiotien alustava linjaus on esitetty alla olevassa kuvassa 2 tummansinisellä katkovii-valla. Varikon sijainti on merkitty vihreällä neliöllä Fazerilaan Kehä III:n viereen. Varikkoa ei käsi-tellä tässä selvityksessä, alueelta on laadittu oma selvitys.



Kuva 2 Raitiotien linjaus tummansinisellä. Tulevan varikon sijainti on merkitty vihreällä (ei sisälly tähän raporttiin). Kuva: Vantaan kaupunki.

2.5 Tie- ja katuliikennetiedot

Melulaskennassa käytetyt tie- ja katuliikennetiedot on saatu Vantaan kaupungilta liikennejärjes-telmäsuunnittelusta. Ennusteliikennetietona käytetään vuoden 2030 minimitoimenpiteiden en-nustetta, jossa raitiotien vaikutukset liikennemääriin on huomioitu. Mikäli ennustetilanteen liiken-netiedot ovat nykytilannetta pienemmät, niin mallinnuksessa on käytetty nykyisiä liikennemääriä. Liikenteen päiväajan osuus on arvioitu katuluokan (KL) perusteella (1 moottoriväylät, 2 pääkadut, 3 alueelliset kokoojakadut, 4 paikalliset kokoojakadut, 5 asuntokadut). Raskaan liikenteen osuudet ovat samat kuin Vantaan kaupungin EU-meluselvityksessä 2017 [4]. Tässä meluselvityksessä tie-melulla tarkoitetaan valtion väyliltä kantautuvaa melua ja katumelulla kaupungin hallinnoimien katujen melua.

2.6 Raitioliikennetiedot

Laskennassa käytetyt raitiotien liikennetiedot on saatu WSP Finland Oy:ltä. Liikennemääränä on käytetty 296 vaunua vuorokaudessa, joista päiväaikaan kulkee 244 kpl ja yöaikaan 52 kpl. Määrä on laskennassa jaettu tasaisesti molemmille raiteille. Yleissuunnitelman mukaan vuoroväli arkena on päiväsaikaan noin 5–10 min ja yöllä noin 20–30 min (raitiovaunu ei liikennöi yöllä klo 01.30–04.30). Käytetyt liikennemäärät vastaavat suurinta mahdollista suunnitellun raitiotien kapasiteet-tia. Laskennassa on käytetty raitiovaunun päästötietona Artic-raitiovaunun melupäästötietoja [2][9]. Vaunun pituutena on käytetty 34 m ja nopeutena 40–50 km/h teiden nopeusrajoitusten

31.1.2023

mukaisesti. Pysäkkien kohdalla nopeutena on käytetty 30 km/h pohjautuen pohjoismaisen raide-liikennemelun laskentamallin suositukseen. Kaarrekirskunta ja vaihteet on huomioitu laskennoissa Vantaan kaupungin meluselvitysohjeen mukaisesti [2].

Taulukko 2 Melulaskennassa käytetyt raitioliikennetiedot (molemmat suunnat yhteensä).

Raitiovaunu	päivä [kpl]	yö [kpl]	Nopeus [km/h]	pituus [m]
Artic	244	52	40–50	34

Taulukko 3 Artic-raitiovaunun (kovalla alustalla) melulähteen a- ja b-kertoimet [2][9].

Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000
a-kerroin	-1,0	3,8	13,9	24,1	26,2	24,4	30,8
b-kerroin	20,8	21,4	38,0	40,9	37,7	35,7	29,9

31.1.2023

3 Meluntorjuntaratkaisu

3.1 Tarkasteltu meluntorjuntatarve

Meluntorjuntaratkaisuksi tarkasteltiin meluseiniä yhteensä pituudeltaan noin 1400 metriä, joiden korkeus on mp/tsv +2...3 m (maanpinnasta tai tien tai kadun tasausviivasta). Torjunnan sijoittelun haasteena on tasoliittymät, kevyenliikenteenväylät, suojatiet, puusto, risteysalueiden näkemävaatimukset ja bussipysäkit sekä Tuusulanväylän ja Kehä III:n melu.

3.2 Jatkosuunnitteluun esitettävä meluntorjunta oleskelualueiden suojaukseen

Jatkosuunnitteluun valikoitui tarkastellusta luonnosmeluntorjunnasta 14 meluestettä, jotka on esitetty taulukossa alla (Taulukko 4). Karkealla kustannusarviolla meluseinä 1000 €/m² ja melukaide 800 €/jm uusi meluntorjunta maksaa noin 2 550 000 €.

Taulukko 4 Jatkosuunnitteluun esitettävä meluntorjunta

Katu	alkupaalu	Este	Pituus [m]	Kustannus-arvio [€]
Tikkurilantie	7450	01 Meluseinä mp + 3 m	75	225 000
Tikkurilantie	7500	02 Meluseinä mp + 3 m	100	300 000
Tikkurilantie	7600	03 Meluseinä tsv + 3 m	110	330 000
Tikkurilantie	7750	04 Meluseinä tsv + 3 m	130	390 000
Tikkurilantie	7850	05 Meluseinä tsv + 3 m	30	90 000
Tikkurilantie	8100	06 Meluseinä tsv + 3 m	55	165 000
Tikkurilantie	8400	07 Meluseinä tsv + 3 m	80	240 000
Kyytitie	13200	08 Melukaide mp + 2 m	75	150 000
Hakunilantie	14900	09 Meluseinä tsv + 2,5 m	110	275 000
Hakunilantie	15000	10 Meluseinä tsv + 2 m	45	202 000
Hakunilantie	15050	11 Melukaide tp + 1,4 m	70	56 000
Tilustie	15800	12 Melukaide kv + 1,5 m	35	28 000
Tilustie	15850	13 Melukaide kv + 1,5 m	30	24 000
Tilustie	15900	14 Melukaide kv + 1,5 m	95	76 000
	Yhteensä		1 040 m	2 551 000 €

3.3 Jatkosuunnitteluun esitettävä meluntorjunta rakennusten julkisivujen suojaukseen

Tonttiaityyppisiä meluesteitä A-G on esitetty kohteisiin, joissa sisämelun ohjeavot saattavat ylittyä olettaen, että julkisivun ääneneristys on tämän selvityksen julkaisuhetkellä voimassa olevan asemakaavan vaatimuksen mukainen tai vähintään tavanomaisilla rakenteilla saavutettava 30 dB. Julkisivujen suojaksi suunnitellut meluesteet (7 kpl) on esitetty taulukossa 5 ja niiden kustannus yhteensä on 695 000 €.

31.1.2023

Taulukko 5 Julkisivujen suojaksi suunnitellut melusteet, joiden ansiosta sisämelun ohjearvot eivät ylity asuinrakennuksissa.

Katu	Alkupaalu	Este	Pituus [m]	Kustannus- arvio [€]
Kyytitie	11010	A Meluseinä mp + 2 m	75	150 000
Kyytitie	11110	B Meluseinä mp + 3 m	100	300 000
Kyytitie	11810	C Melukaide mp + 1,2 m	110	88 000
Hakunilantie	15300	D Meluseinä tsv + 1,7 m	18	30 600
Hakunilantie	15400	E Meluseinä tsv + 4 m	14	56 000
Hakunilantie	15580	F Meluseinä tsv + 1,6 m	24	38 400
Länsimäentie	17150	G Melukaide mp + 1,4 m	40	32 000
	Yhteensä		306 m	695 000 €

3.4 Purettavan meluntorjunnan korvaava meluntorjunta

Paalulla 11250–11350 sijaitseva nykyinen meluvalli puretaan katutilantarpeen vuoksi. Meluvalli korvataan osittain melukaiteella, jonka korkeus on 1,5 m tien pinnasta ja pituus noin 87 m. Karkealla kustannusarviolla (melukaide 800 €/jm) uusi melunkaide maksaa noin 69 600 €.

Nykyinen melukaide paaluvälillä 12140-12370 korvataan uudella (ksk+ 1 m) kaiteella, koska se joudutaan purkamaan katuremontin yhteydessä ja kadun tasaus muuttuu. Korvaavan kaiteen pituus on noin 220 m ja karkealla kustannusarviolla (melukaide 800 €/jm) uusi melunkaide maksaa noin 176 000 €.

31.1.2023

4 Tulokset ja johtopäätökset

Liitteessä 1.1 on esitetty nykytilanteen tie- ja katuliikenteen aiheuttamat päiväaikaiset keskiäänitasot.

Liitteessä 1.2 on esitetty nykytilanteen tie- ja katuliikenteen aiheuttamat yöaikaiset keskiäänitasot.

Liitteessä 2.1 on esitetty ennustetilanteen tie-, katu- ja raitiotieliikenteen aiheuttamat päiväaikaiset keskiäänitasot.

Liitteessä 2.2 on esitetty ennustetilanteen tie-, katu- ja raitiotieliikenteen aiheuttamat yöaikaiset keskiäänitasot.

Liitteessä 3.1 on esitetty ennustetilanteen raitiotieliikenteen aiheuttamat päiväaikaiset keskiäänitasot.

Liitteessä 3.2 on esitetty ennustetilanteen raitiotieliikenteen aiheuttamat yöaikaiset keskiäänitasot.

Liitteessä 3.3 on esitetty ennustetilanteen raitiotieliikenteen aiheuttamat julkisivuihin kohdistuvat enimmäisäänitasot.

Liitteessä 4.1 on esitetty ennustetilanteen raitiotie ja tie- ja katuliikenteen aiheuttamat päiväaikaiset keskiäänitasot jatkosuunnitteluun esitettävällä meluntorjunnalla.

Liitteessä 4.2 on esitetty ennustetilanteen raitiotie ja tie- ja katuliikenteen aiheuttamat yöaikaiset keskiäänitasot jatkosuunnitteluun esitettävällä meluntorjunnalla.

Liite 5 Mittausraportti Skomarsin torppa, Vantaa, YKK65493-1, Sitowise Oy 2022.

Luvuissa 4.1–4.31 on kuvattu alueellista melutilannetta ja suunniteltua meluntorjuntaa. Suurimmilla dB-arvoilla tarkoitetaan melulle herkkiin kohteisiin kohdistuvaa melua, ellei toisin mainita. Liitteenä olevilla melukartoilla on esitetty myös teollisuusrakennuksien julkisivumeluja, jotka voivat olla raportissa käsiteltyjä lukuja suurempia.

4.1 Lentoasema-Kehä III, paaluvälillä 0–2900, Aviapolis

Suunnittelualueen länsiosan alkupäässä paaluvälillä 0–2900 on hotelli sekä liike-, toimisto- ja teollisuusrakennuksia. Paaluvälillä 1700–1800 on asuinrakennusten kortteli radan länsipuolella.

- Nykytilanteessa alueella ei ole katumelulähteitä. Tie- ja lentomelu on alueella hallitseva.
- Ennustetilanteessa tie-, katu- ja raitiotieliikenteen yhteismelun suurin julkisivun keskiäänitaso ($L_{Aeq, päivä}$) on 65 dB.
- Raitiotieliikenteen aiheuttama suurin julkisivun keskiäänitaso ($L_{Aeq, päivä}$) on 64 dB. Julkisivuihin kohdistuvat suurin enimmäisäänitaso (L_{Amax}) on 82 dB (liikerakennus).
- **Hanke ei aiheuta kohteessa meluntorjuntatarvetta. Sisämelun keskiäänitason ohjearvot 45 dB toimistorakennuksissa ja 35 dB ja 30 dB sekä enimmäisäänitason tavoitearvo 45**

31.1.2023

dB hotellirakennuksessa eivät ylitä, kun oletetaan rakenteiden täyttävän tavanomaisen äänitasoero vaatimuksen 30 dB.

4.2 Osuustie, paaluvälillä 2900–3400, länsipuoli, Veromiehenkylä

Osuustien länsipuolella paaluvälillä 2900–3400 on asuinkerrostaloja ja rivitaloja. Kohteessa on lasitettuja parvekkeita kadulle päin ja oleskelualueet ovat rakennusmassojen suojaisalla puolella. Kadun puolella asuinrakennusten ja kadun välissä on tonttialtoja ja autokatoksia, jotka torjuvat jonkin verran melua. Kohteen melutilanne ilman meluntorjuntaa:

- Nykytilanteessa päiväajan melun yli 55 dB alueet ulottuvat osittain oleskelupihoille, mutta keskiäänitasot eivät pääosin ylitä oleskelualueiden ohjearvoa 55 dB päivällä tai 50 dB yöllä
- Ennustetilanteessa tie-, katu- ja raitioliikenteen aiheuttaman yhteismelun suurin julkisivun keskiäänitaso ($L_{Aeq, päivä}$) on 67 dB. Oleskelualueilla keskiäänitasot eivät pääosin ylitä oleskelualueiden ohjearvoa 55 dB päivällä tai 50 dB yöllä. Ennustetilanteessa ohjearvot ylittyvät osalla oleskelualueita, mutta oleskelualueiden yhteismelun melutasot eivät nouse nykytilanteesta yli 2 desibeliä.
- Raitioliikenteen aiheuttama suurin julkisivun keskiäänitaso ($L_{Aeq, päivä}$) on 56 dB. Oleskelualueilla raitioliikenteen melutasot eivät ylitä ohjearvoja. Julkisivuihin kohdistuva suurin enimmäisäänitaso (L_{Amax}) on 69 dB.
- **Hanke ei aiheuta kohteessa meluntorjuntatarvetta. Sisämelun keskiäänitason ohjearvot 35 dB ja 30 dB sekä enimmäisäänitason tavoitearvo 45 dB eivät ylitä, kun oletetaan rakenteiden olevan tämän selvityksen julkaisuhetkellä voimassa olevan kaavan mukaisia ja täyttää äänitasoero vaatimuksen 35 dB. Melu voi ylittää ohjearvot kadun puoleisilla parvekkeilla, jos lasitus vuotaa melua tai jos lasitusta ei ole.**

4.3 Väinö Tannerin tie, paaluvälillä 3400–3800

Paaluvälillä 3400–3800 ei ole melulle herkkiä kohteita. Alueella on liike- ja toimistorakennuksia sekä teollisuusrakennuksia. **Hanke ei aiheuta kohteessa meluntorjuntatarvetta.**

4.4 Tasetie, paaluvälillä 3800–4000, eteläpuoli, Veromäki

Tasetien eteläpuolella paaluvälillä 3800–4000 on asuinkerrostaloja lähimmillään noin 90 metrin etäisyydellä Tasetiestä. Oleskelualueet ovat rakennusmassojen suojaisalla puolella. Kohteen melutilanne ilman meluntorjuntaa:

- Nykytilanteessa päiväajan melun yli 55 dB alueet eivät ulotu oleskelupihoille
- Ennustetilanteessa tie-, katu- ja raitioliikenteen yhteismelun suurin julkisivun keskiäänitaso ($L_{Aeq, päivä}$) on 65 dB. Oleskelualueilla keskiäänitasot eivät ylitä oleskelualueiden ohjearvoa 55 dB päivällä tai 50 dB yöllä.
- Raitioliikenteen aiheuttama suurin julkisivun keskiäänitaso ($L_{Aeq, päivä}$) on 53 dB. Oleskelualueilla raitioliikenteen melutasot eivät ylitä ohjearvoja. Julkisivuun kohdistuva suurin enimmäisäänitasot (L_{Amax}) on 64 dB.

31.1.2023

- **Hanke ei aiheuta kohteessa meluntorjuntatarvetta. Sisämelun keskiäänitason ohjearvot 35 dB ja 30 dB sekä enimmäisäänitason tavoitearvo 45 dB eivät ylity, kun oletetaan rakenteiden täyttävän tavanomaisen äänitasoero vaatimuksen 30 dB.**

4.5 Tasetie, paaluvälillä 4000–4200, eteläpuoli, Veromäki

Tasetien eteläpuolella paaluvälillä 4000–4200 on omakotitaloja ja paritaloja lähimmillään noin 90 metrin etäisyydellä Tasetiestä. Oleskelualueita on myös kadun puolella. Kohteen melutilanne ilman meluntorjuntaa:

- Nykytilanteessa melun ohjearvot ylittävät alueet ulottuvat noin 150 metrin etäisyydelle Tasetiestä. Lisäksi melua kantautuu koillisesta ja idästä päin Kehä III:n ja Tuusulanväylän (kt 45) suunnalta. Tuusulanväylän ja Kehä III:n melulla on suuri vaikutus alueen melutilanteeseen. Kehä III on lähimmillään 400 metrin etäisyydellä ja Tuusulanväylä noin 700 metrin etäisyydellä ja niiden eritasoliittymäalue noin 600 metrin etäisyydellä.
- Ennustetilanteessa tie-, katu- ja raitioliikenteen yhteismelun suurin julkisivun keskiäänitaso ($L_{Aeq, päivä}$) on 62 dB. Ennustetilanteessa ohjearvot ylittyvät osalla oleskelualueita, mutta oleskelualueilla yhteismelun melutasot eivät nouse nykytilanteesta yli 2 desibeliä.
- Raitioliikenteen melutasot eivät ylitä ohjearvoja oleskelualueilla. Raitioliikenteen aiheuttama suurin julkisivun keskiäänitaso ($L_{Aeq, päivä}$) on 52 dB. Julkisivuihin kohdistuva suurin enimmäisäänitasot (L_{Amax}) on 63 dB.
- **Hanke ei aiheuta kohteessa meluntorjuntatarvetta. Sisämelun keskiäänitason ohjearvot 35 dB ja 30 dB sekä enimmäisäänitason tavoitearvo 45 dB eivät ylity, kun oletetaan rakenteiden täyttävän tavanomaisen äänitasoero vaatimuksen 30 dB.**

4.6 Rälssitie, paaluvälillä 4200–4700

Paaluvälillä 4200–4700 ei ole melulle herkkiä kohteita. Alueella on liike- ja toimistorakennuksia (muun muassa Jumbo, Flamingo Spa ja Gate8 Business Park). **Hanke ei aiheuta kohteessa meluntorjuntatarvetta.**

4.7 Rälssitie, paaluvälillä 4700–4900, länsipuoli, Rälssipuisto

Rälssitien länsipuolella paaluvälillä 4700–4900 on asuinkerrostaloja lähimmillään noin 120 metrin etäisyydellä Rälssitiestä sekä hotelli noin 30 metrin etäisyydellä Rälssitiestä. Asuinrakennusten osalta Kehä III:n meluvaikutukset on huomioitu rakennusmassojen sijoittelulla siten, että oleskelualueet ovat rakennusten suojaisalla puolella. Raitiotiehankkeen meluvaikutukset eivät ulotu tieliikennemelualueella oleviin asuinrakennuksiin asti.

Hotellin julkisivujen melutilanne ilman meluntorjuntaa:

- Ennustetilanteessa tie-, katu- ja raitioliikenteen yhteismelun suurin julkisivun keskiäänitaso ($L_{Aeq, päivä}$) on 65 dB.
- Raitioliikenteen aiheuttama suurin julkisivun keskiäänitaso ($L_{Aeq, päivä}$) on 54 dB. Julkisivuihin kohdistuvat suurin enimmäisäänitaso (L_{Amax}) on 65 dB.

31.1.2023

- **Hanke ei aiheuta kohteessa meluntorjuntatarvetta. Sisämelun keskiäänitason ohjearvot 35 dB ja 30 dB sekä enimmäisäänitason tavoitearvo 45 dB eivät ylitä, kun oletetaan rakenteiden täyttävän tavanomaisen äänitasoero vaatimuksen 30 dB.**

4.8 Rälssitie-Tikkurilantie, paaluvälillä 4900–6000

Paaluvälillä 4900–6000 ei ole melulle herkkiä kohteita. Alueella on liikerakennuksia.

Hanke ei aiheuta kohteessa meluntorjuntatarvetta.

4.9 Tikkurilantie ja kt 45, paaluvälillä 6000–6300, pohjoispuoli, Ohtolankatu

Tikkurilantien pohjoispuolella Ohtolankadun kohdalla paaluvälillä 6000–6300 on omakotitaloja ja paritaloja lähimmillään noin 80 metrin etäisyydellä Tikkurilantiestä ja lähimmillään noin 300 metrin etäisyydellä Tuusulanväylästä. Tuusulanväylän ja asuinrakennusten välissä on liikerakennuksia, mutta melu pääsee leviämään niiden välistä vapaasti. Kohteen melutilanne ilman meluntorjuntaa:

- Nykytilanteessa päiväajan melun yli 55 dB alueet ulottuvat osittain oleskelupihoille. Päiväajan melun yli 55 dB ja yömelun yli 50 dB alueet ulottuvat noin 400 metrin etäisyydelle Tuusulanväylästä.
- Tuusulanväylä on alueen pääasiallinen melulähde nyky- ja ennustetilanteessa. Ennustetilanteessa Tuusulanväylän tiemelun vaikutus on suuri ja sen yli 55 dB meluvyöhyke ulottuu yli 400 metrin etäisyydelle väylästä.
- Ennustetilanteessa tie-, katu- ja raitioliikenteen yhteismelun suurin julkisivun keskiäänitaso ($L_{Aeq, päivä}$) on 68 dB (asuinrakennuksessa 60 dB). Tie- ja katumelu on huomattavasti voimakkaampi kuin raitioliikenteen melu. Ohjearvot pihoilla ylittyvät osittain, mutta ennustetilanteessa oleskelualueiden yhteismelun melutasot eivät nouse nykytilanteesta yli 2 desibeliä.
- Raitioliikenteen aiheuttama suurin julkisivun keskiäänitaso ($L_{Aeq, päivä}$) on liikerakennuksessa 59 dB ja asuinrakennuksessa 52 dB, enimmäisäänitaso asuinrakennuksen julkisivulla 64 dB. Raitioliikenteen melu ei ylitä ohjearvoja oleskelualueilla.
- **Hanke ei aiheuta kohteessa meluntorjuntatarvetta. Sisämelun keskiäänitason ohjearvot 35 dB ja 30 dB sekä enimmäisäänitason tavoitearvo 45 dB eivät ylitä, kun oletetaan rakenteiden täyttävän tavanomaisen äänitasoero vaatimuksen 30 dB.**

4.10 Tikkurilantie, paaluvälillä 6300–6600, Köyhämäentie–Niittytie

Paaluvälillä 6300–6600 ei ole melulle herkkiä kohteita. Alueella on liikerakennuksia.

Hanke ei aiheuta kohteessa meluntorjuntatarvetta.

31.1.2023

4.11 Tikkurilantie, paaluvälillä 6600–7200, eteläpuoli, Niittytie–Puutarhatie–Kuriirikuja

Tikkurilantien eteläpuolella Niittytien ja Kuriirikujan välillä paaluvälillä 6600–7000 on omakotitaloja, paritaloja ja rivitaloja lähimmillään noin 40–90 metrin etäisyydellä Tikkurilantiestä. Tikkurilantien ja asuinrakennusten välissä on viheralue, joten melu pääsee leviämään niiden välimaastossa vapaasti.

Tikkurilantien pohjoispuolella Puutarhatien kohdalla paaluvälillä 7000–7150 on asuinkerrostaloja lähimmillään noin 15 metrin etäisyydellä Tikkurilantiestä. Ennustetilanteessa katu siirtyy lähemmäksi rakennusten julkisivua.

Kohteen melutilanne ilman meluntorjuntaa:

- Nykytilanteessa päiväajan melun yli 55 dB alueet ulottuvat osittain oleskelupihoille. Päiväajan melun yli 55 dB ja yömelun yli 50 dB alueet ulottuvat noin 100–120 metrin etäisyydelle Tikkurilantiestä ja yli 60 dB alueet ulottuvat noin 50–60 metrin etäisyydelle Tikkurilantiestä. Lisäksi Kehä III:n melua kantautuu etelästä päin.
- Ennustetilanteessa tie-, katu- ja raitioliikenteen yhteismelun suurin julkisivun keskiäänitaso ($L_{Aeq, päivä}$) on 69 dB. Ohjearvot ylittyvät osalla oleskelualueita, mutta ennustetilanteessa oleskelualueilla yhteismelun melutasot eivät nouse nykytilanteesta yli 2 desibeliä. Tiemelu on noin 7 dB voimakkaampi kuin raitioliikenteen melu. Ennustetilanteessa pelkän tie- ja katuliikenteen melun aiheuttama yli 55 dB meluvyöhyke ulottuu noin 130 metrin etäisyydelle ja 60 dB meluvyöhyke noin 70 metrin etäisyydelle.
- Raitioliikenteen melutasot eivät ylitä ohjearvoja oleskelualueilla. Julkisivuihin kohdistuva raitioliikenteen aiheuttama suurin päiväajan keskiäänitaso on 58 dB ja enimmäisäänitaso (L_{Amax}) on 73 dB.
- **Hanke ei aiheuta kohteessa meluntorjuntatarvetta. Sisämelun keskiäänitason ohjearvot 35 dB ja 30 dB sekä enimmäisäänitason tavoitearvo 45 dB eivät ylitä, kun oletetaan rakenteiden täyttävän tavanomaisen äänitasoero vaatimuksen 30 dB ja tämän selvityksen julkaisun aikaan voimassa olevan kaavan (001825 Koivuhaka) suuremman äänitasoero vaatimuksen toteutuvan Tikkurilantien puoleisilla julkisivuilla.**

4.12 Tikkurilantie, paaluvälillä 7200–7700, Kuriirikuja–Lauhapolku

Tikkurilantien etelä- ja pohjoispuolella Kuriirikujan ja Lauhapolun välillä paaluvälillä 7200–7700 on puisto- ja virkistysalue (Kylmäoja) sekä omakotitaloja, rivitaloja ja asuinkerrostaloja lähimmillään noin 20 metrin etäisyydellä Tikkurilantiestä. Kohteen melutilanne ilman meluntorjuntaa:

- Nykytilanteessa päiväajan melun yli 55 dB alueet ulottuvat useille oleskelupihoille. Päiväajan melun yli 55 dB ja yömelun yli 50 dB alueet ulottuvat noin 80–100 metrin etäisyydelle Tikkurilantiestä.
- Ennustetilanteessa ilman torjuntaa tie- ja raitioliikenteen yhteismelun suurin julkisivun keskiäänitaso ($L_{Aeq, päivä}$) on 68 dB. Ohjearvot ylittyvät osalla oleskelualueita ja yhteismelun melutasot nousevat nykytilanteesta yli 2 desibeliä kadun pohjoispuolella. Katumelu on noin 7–10 dB voimakkaampi kuin raitioliikenteen melu. Ennustetilanteessa pelkän katuliikenteen

31.1.2023

melun aiheuttama yli 55 dB meluvyöhyke ulottuu noin 70–100 metrin etäisyydelle ja 60 dB meluvyöhyke noin 40 metrin etäisyydelle.

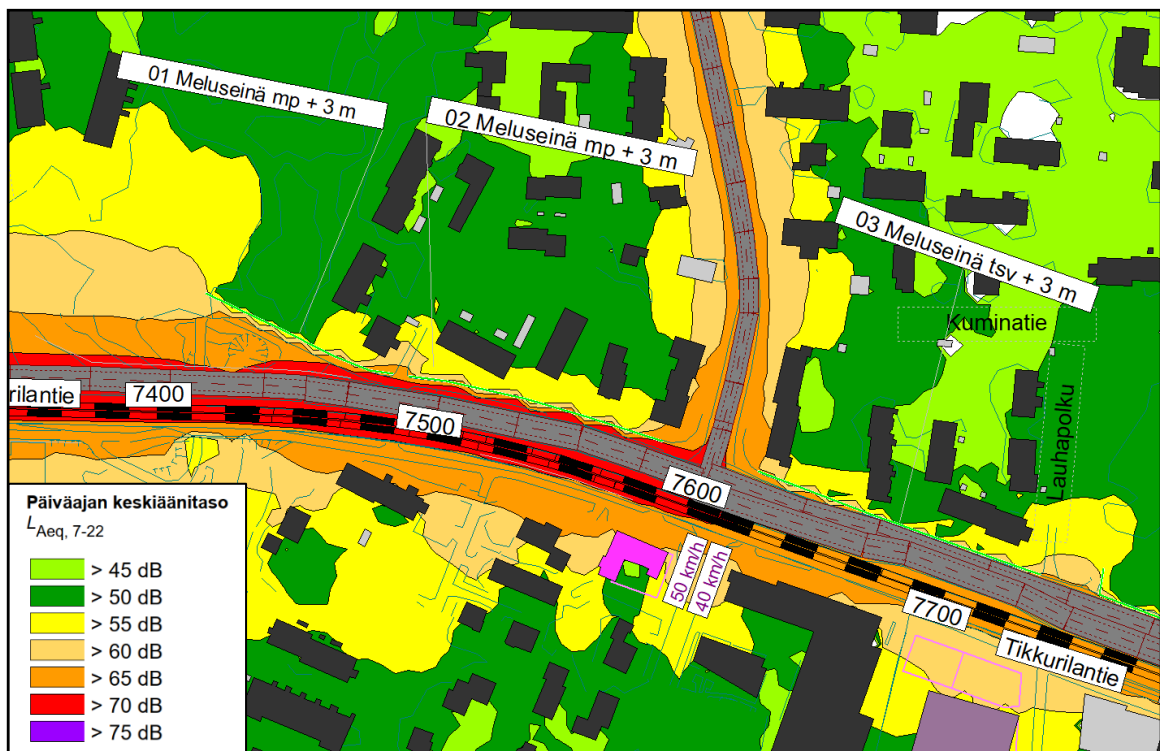
- Raitioliikenteen aiheuttama suurin julkisivun keskiäänitaso (L_{Aeq} , päivä) on 61 dB. Tikkurilantietä lähimpänä olevien oleskelupihojen melutasot ylittävät melun ohjearvot. Julkisivuihin kohdistuva suurin enimmäisäänitaso (L_{Amax}) on 78 dB.
- Kohteessa on meluntorjuntatarve kadun pohjoispuolen ulkoalueilla. Sisämelun ohjearvot toteutuvat ja enimmäisäänitason tavoitearvot eivät ylity, kun oletetaan voimassa olevien kaavojen 630100 Tikkurila – Viertola ja 002166 Koivuhaka määräysten äänitasoerosta (34 dB ja 35 dB) toteutuvan Tikkurilantien puolella ja niiden julkisivujen, joille ei ole annettu kaavamääräystä, äänitasoeron olevan vähintään tavanomainen 30 dB.

Jatkosuunnitteluun esitettävä meluntorjuntaratkaisu:

Meluntorjuntaratkaisuksi on esitetty 3 kpl meluseiniä yhteensä pituudeltaan noin 285 metriä, joiden korkeus on tsv +3 m (tientasausviivasta). Torjunnan sijoittelun haasteena on tasoliittymät, kevyenliikenteenväylät, suojatiet, puusto, risteysalueiden näkemävaatimukset ja bussipysäkit.

Seuraavassa kuvassa (Kuva 3) on esitetty päivämelutilanne paaluvälillä 7200–7700 suunnitellulla alustavalla meluntorjunnalla. Melusteet suojaavat myös rakennusten julkisivuja, joten niiden ansiosta sisämelutason ohjearvot eivät ylity.

Karkealla meluseinän 1000 €/m² kustannusarviolla uusi meluntorjunta maksaa noin 855 000 € [285m*3m*1000€/m²].



Kuva 3 Tikkurilantien päivämelutilanne jatkosuunnitteluun esitettävällä meluntorjunnalla paaluvälillä 7200–7700 välillä Kuriirikuja-Lauhapolku.

31.1.2023

4.13 Tikkurilantie, paaluvälillä 7700–8000, Viertolan koulu

Tikkurilantien pohjoispuolella on Viertolan koulu Lauhapolun ja Liljatien välillä paaluvälillä 7700–8000 ja sen ulko-oleskelualueet ovat kadun ja koulun välissä 50–65 dB päivämelualueella. Samalla kohdalla kadun eteläpuolella on asuinkerrostaloja, missä oleskelualueet ovat rakennusmassojen suojassa ja parvekkeet lasitettuja. Kohteen melutilanne ilman meluntorjuntaa:

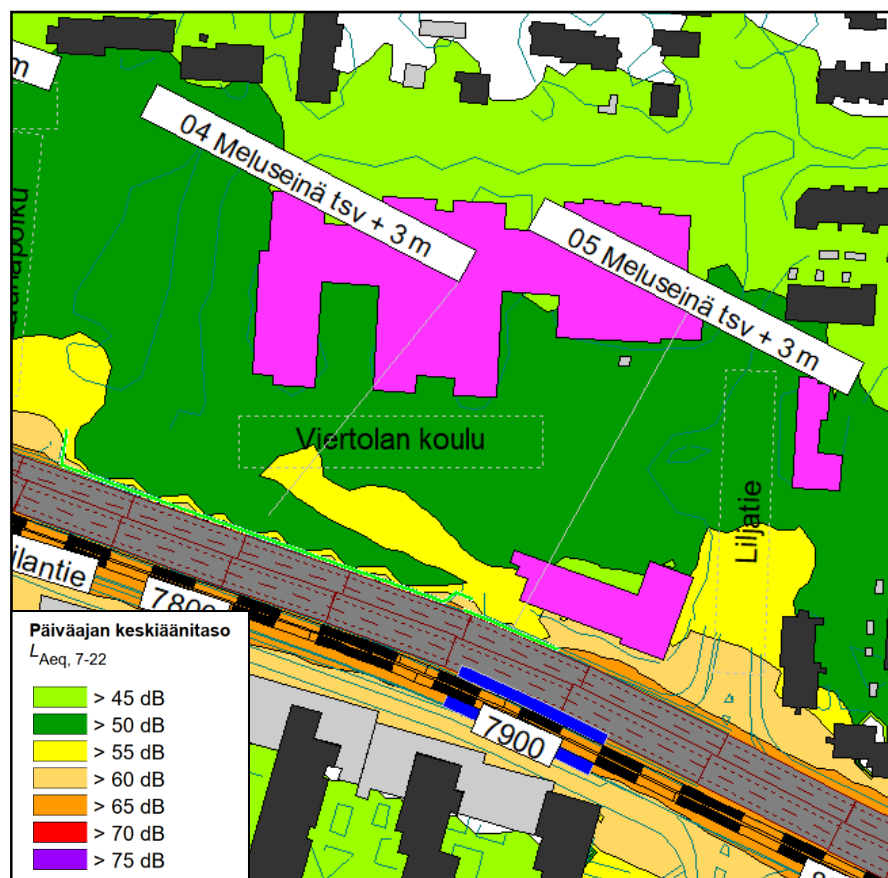
- Nykytilanteessa päiväajan melutasot ylittyvät osalla koulun oleskelualueilla.
- Ennustetilanteessa ilman torjuntaa tie- ja raitioliikenteen yhteismelun suurin julkisivun keskiäänitaso ($L_{Aeq, päivä}$) on 63 dB. Ennustetilanteessa tie- ja raitioliikenteen yhteismelun päiväajan melutasot ylittyvät koulun oleskelualueilla.
- Raitioliikenteen aiheuttama suurin julkisivun keskiäänitaso ($L_{Aeq, päivä}$) on 60 dB ja raitiotien aiheuttama suurin enimmäisäänitaso (L_{Amax}) on 78 dB. Raitioliikenteen aiheuttamat päiväajan melutasot ylittyvät koulun oleskelualueilla. Tiemelu on kuitenkin noin 3 dB voimakkaampi kuin raitioliikenteen melu.
- **Kohteessa on meluntorjuntatarve koulun oleskelualueella. Sisämelun keskiäänitason ohjearvot 35 dB ja 30 dB sekä enimmäisäänitason tavoitearvo 45 dB eivät ylity, kun oletetaan rakenteiden täyttävän tavanomaisen äänitasoerovaatimuksen 30 dB tai kaavan 001788 osalta vaatimuksen 35 dB.**

Jatkosuunnitteluun esitettävä meluntorjuntaratkaisu:

Meluntorjuntaratkaisuksi on esitetty kahta meluseinää yhteispituudeltaan noin 160 metriä ja molempien korkeus on tsv +3 m (kadun tasausviivasta) (Kuva 4). Torjunnan sijoittelun haasteena on tasoliittymät, kevyenliikenteenväylät, suojatiet, puusto, risteysalueiden näkemävaatimukset, bus-sipysäkit sekä kaavan mukaiset kävely-yhteydet. Kulkuyhteysaukot heikentävät suojaustehoa siten, että ohjearvo hieman ylittyy myös meluntorjunnan kanssa. Torjuntaa voidaan tarvittaessa tehostaa joko korottamalla meluseinää tai mikäli mahdollista, lomittaa melueste kulkuaukon kohdalta.

31.1.2023

Karkealla meluseinän 1000 €/m² kustannusarviollla uusi meluntorjunta maksaa noin 480 000 € [160 m*3 m*1000 €/m²].



Kuva 4 Tikkurilantien päivämelutilanne jatkosuunnitteluun esitettävällä meluntorjunnalla paaluvälillä 7700–8000 Viertolan koulun kohdalla.

4.14 Tikkurilantie, paaluvälillä 8000–8400, Liljatie–Talvikkitie

Tikkurilantien etelä- ja pohjoispuolella Liljatie ja Talvikkitien välillä paaluvälillä 8000–8400 on omakotitaloja, rivitaloja ja asuinkerrostaloja lähimmillään noin 15–20 metrin etäisyydellä Tikkurilantiestä. Kohteen melutilanne ilman meluntorjuntaa:

- Nykytilanteessa päiväjän melun yli 55 dB alueet ulottuvat useille oleskelupihoille. Päiväjän melun yli 55 dB ja yöajan melun yli 50 dB alueet ulottuvat noin 60 metrin etäisyydelle Tikkurilantiestä.
- Ennustetilanteessa ilman torjuntaa tie- ja raitioliikenteen yhteismelun suurin julkisivun keskiäänitaso ($L_{Aeq, päivä}$) on 65 dB. Ohjearvot ylittyvät osalla oleskelualueita ja ennustetilanteessa oleskelualueiden yhteismelun melutasot nousevat nykytilanteesta yli 2 desibeliä kadun pohjoispuolella.
- Raitioliikenteen aiheuttama suurin julkisivun keskiäänitaso ($L_{Aeq, päivä}$) on 59 dB. Julkisivuihin kohdistuva suurin enimmäisäänitaso (L_{Amax}) on 76 dB. Tikkurilantietä lähimpänä olevien oleskelupihojen melutasot ylittävät paikoin melun ohjearvot.

31.1.2023

- Kohteessa on meluntorjuntatarve kadun pohjoispuolen oleskelualueilla. Sisämelun keskiäänitason ohjearvot 35 dB ja 30 dB sekä enimmäisäänitason tavoitearvo 45 dB eivät ylity, kun oletetaan rakenteiden ääneneristykseen olevan tavanomainen 30 dB ja kaavamääräysten (Vantaan kauppala, Tikkurila, Viertola ja Viertola 1) mukainen 32 dB ja 34 dB niissä rakennuksissa, joita kaavamääräys koskee.

Jatkosuunnitteluun esitettävä meluntorjuntaratkaisu:

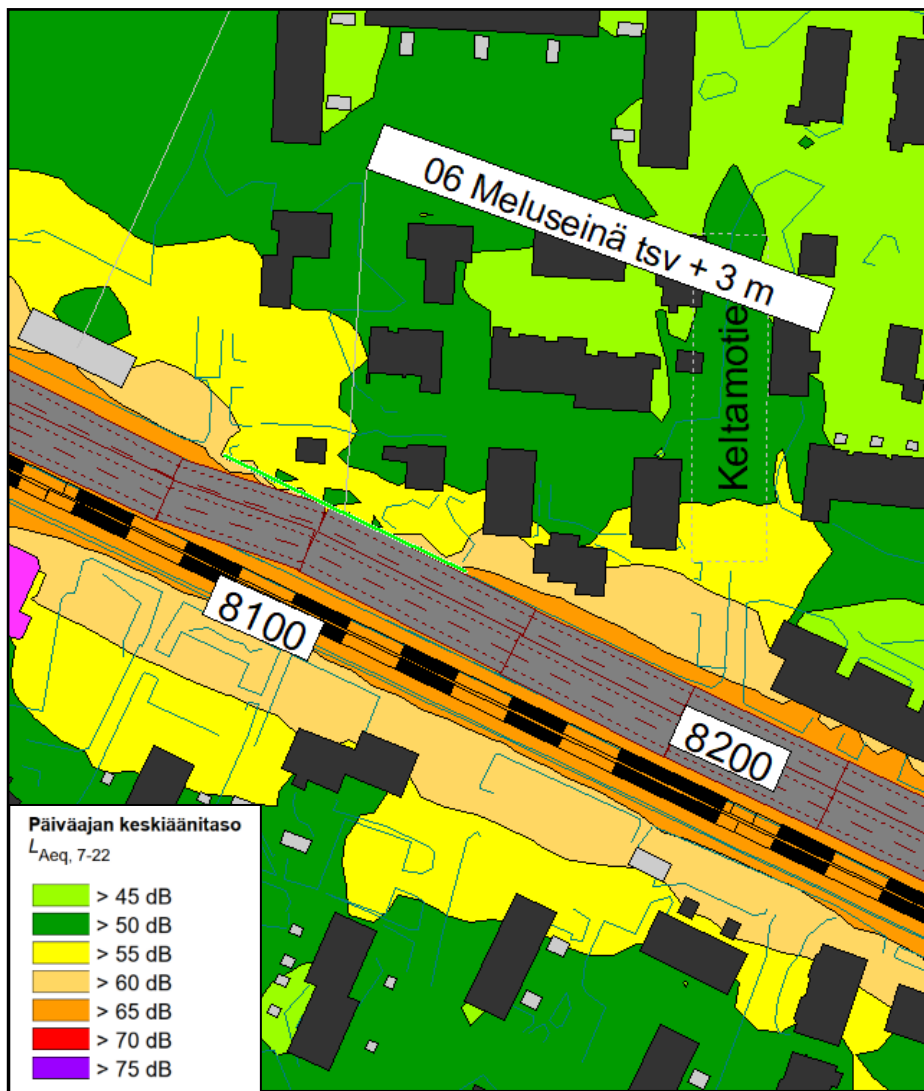
Meluntorjuntaratkaisuksi kadun pohjoispuolelle on esitetty meluseinää, jonka pituus on noin 55 metriä ja korkeus tsv +3 m (kadun tasausviivasta). Torjunnan sijoittelun haasteena on tasoliittymät, kevyenliikenteenväylät, suojatiet, puusto, risteysalueiden näkemävaatimukset ja bussi-pysäkit.

Seuraavassa kuvassa (Kuva 5) on esitetty päivämelutilanne kadun pohjoispuolella paaluvälillä 8000–8400 suunnitellulla meluntorjunnalla.

Tikkurilantien eteläpuolella paalujen 8200–8400 välillä oleskelupihojen suojaksi esitetään meluseinää, jonka korkeus on tsv +3 m (kadun tasausviivasta). Meluseinä on esitetty kuvassa alla (Kuva 5

Karkealla meluseinän 1000 €/m^2 kustannusarviolla uusi meluntorjunta maksaa noin $165\,000 \text{ €}$ [$55 \text{ m} \cdot 3 \text{ m} \cdot 1000 \text{ €/m}^2$].

31.1.2023



Kuva 5 Tikkurilantien päivämelutilanne jatkosuunnitteluun esitettävällä meluntorjunnalla paaluvälillä 8000–8400 välillä Liljatie-Talvikkitie.

31.1.2023

4.15 Tikkurilantie, paaluvälillä 8400–8700, Talvikkitie–Kielotie

Tikkurilantien varrella on kerrostaloja lähimmillään 10 metrin etäisyydellä kadusta tai radasta. Pohjoispuolen kerrostalon oleskelualue aukeaa Tikkurilantielle päin. Muiden kerrostalojen oleskelualueet ovat suojaisalla puolella.

- Nykytilanteessa tien pohjoispuolen oleskelualueet ovat ohjearvot ylittävällä melualueella.
- Ennustetilanteessa tie-, katu- ja raitioliikenteen yhteismelun julkisivulla on päivällä 68 dB ja yöllä 63 dB. Yhteismelu ylittää ohjearvot oleskelualueilla ja oleskelualueiden yhteismelun melutasot nousevat nykytilanteesta yli 2 desibeliä kadun pohjoispuolella.
- Raitioliikenteen aiheuttama suurimmat julkisivun keskiäänitasot päivällä ja yöllä ovat 67 ja 62 dB. Julkisivuihin kohdistuva suurin enimmäisäänitaso (L_{Amax}) on 85 dB. Vaihteilla on merkittävä vaikutus suurimpiin julkisivumelutasoihin.
- Vaihteiden kohdalla sijaitsevissa asuinrakennusten Horsmakuja 4 ja 6 hankkeessa mitatut äänitasoerot ovat välillä 37–42 dB. Tikkurilantien ja Kielotien risteyksessä kaarteiden kohdalla sijaitsevan asuinrakennuksen (Tikkurilantie 55) mitatut äänitasoerot ovat välillä 40–44 dB.
- **Sisämelutason ohjearvot $L_{Aeq7-22}$ 35 dB ja $L_{Aeq22-7}$ 30 dB eivät ylitä mitatuissa kohteissa mittausten perusteella ja muissa kohteissa, kun oletetaan niiden äänitasoerojen olevan voimassa olevien kaavojen mukaisia, mikäli kaavassa on vaatimus 30 dB suuremmasta äänitasoerosta ja muuten täyttävän tavanomaisen 30 dB äänitasoerovaatimuksen.**
- **Mittausten perusteella enimmäisäänitason tavoitearvo 45 dB voi ylittyä Horsmakuja 4:ssä, jossa pienin mitattu äänitasoero oli 37 dB. Muissa kohteissa tavoitearvo ei ylitä.**
- **Kohteessa on meluntorjuntatarve paalun 8500 pohjoispuolen oleskelualueilla ja kadun eteläpuoleisten rakennusten julkisivuilla.**

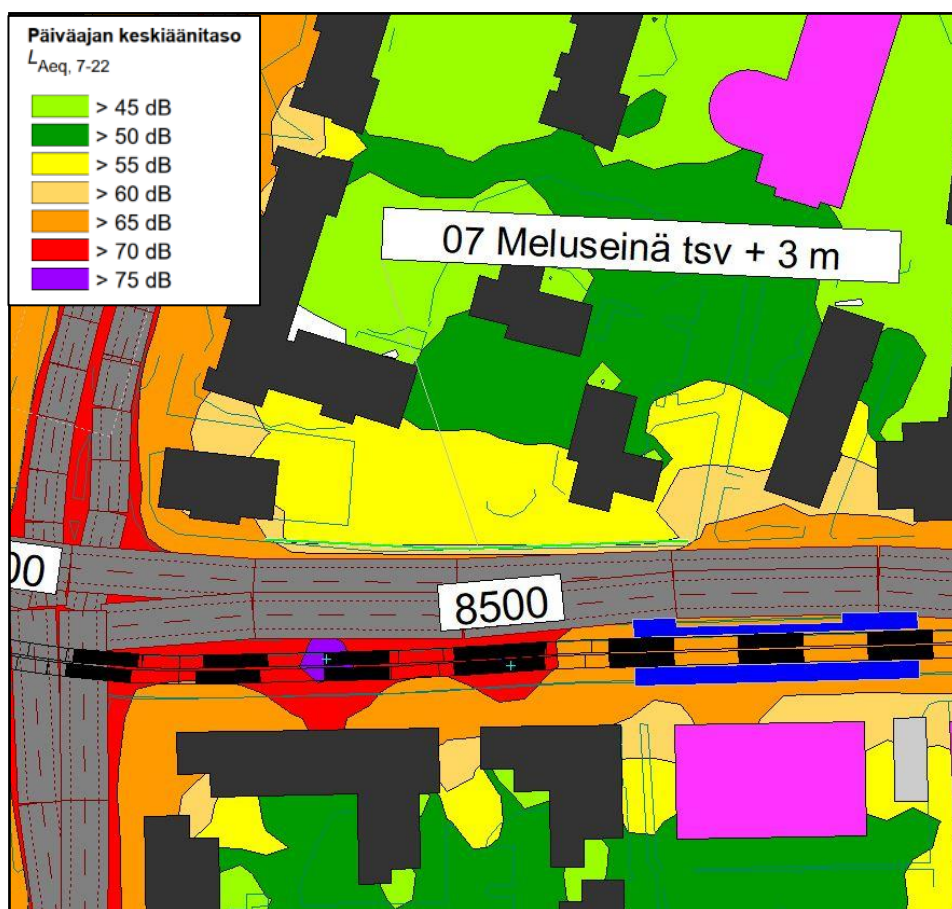
Jatkosuunnitteluun esitettävä meluntorjunta:

Oleskelualueiden suojaksi tarkasteltiin 3 m korkeaa (kaduntasausviivasta mitattuna) meluseinää (Kuva 6), jolla oleskelualueelle muodostuu ohjearvon 55 dB alittavia alueita.

Toimenpide-ehdotuksena kadun etelän puolen rakennusten julkisivuun kohdistuvan enimmäisäänitason vähentämiseksi suositellaan vaihteiden siirtämistä paalun 8600 kohdalle, mikäli se ratateknisesti on mahdollista. Yksi keino parantaa ääneneristystä on esimerkiksi ikkunoiden vaihtaminen tai korjaaminen.

Karkealla meluseinän 1000 €/m^2 kustannusarviolla uusi meluntorjunta maksaa noin 240 000 € [$80 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 1000 \text{ €/m}^2$].

31.1.2023



Kuva 6 Tarkasteltu meluntorjunta tsv + 3 m meluseinä Tikkurilantiellä paalun 8500 kohdalla.

4.16 Kielotie, paaluvälillä 8700–9000, Tikkurilantie–Unikkotie

Kielotien länsipuolella paaluvälillä 8700–8800 on asuinkerrostalo, jonka oleskelualue on suojassa rakennusten takana. Unikkotien kohdalla paalulla 9000 on asuinkerrostalot noin 10 metrin etäisyydellä Kielotiestä. Kadun ja oleskelupihojen välissä on autokatos, mutta melu pääsee leviämään talon ja autokatoksen välistä vapaasti. Kohteen melutilanne ilman meluntorjuntaa:

- Nykytilanteessa päiväjän melun yli 55 dB alueet ulottuvat osittain oleskelupihoille.
- Ennustetilanteessa tie- ja raitioliikenteen yhteismelun suurin julkisivun keskiäänitaso ($L_{Aeq, päivä}$) on 68 dB. Ennustetilanteessa yhteismelun melutasot ylittävät 55 dB ohjearvon oleskelualueilla, mutta oleskelualueilla yhteismelun melutasot eivät nouse nykytilanteesta yli 2 desibeliä.
- Ennustetilanteessa raitioliikenteen melun suurin julkisivun keskiäänitaso ($L_{Aeq, päivä}$) on 65 dB ja enimmäisäänitaso (L_{Amax}) 79 dB. Raitioliikenteen melutasot ylittävät hyvin pieneltä alueelta ohjearvoja oleskelualueilla ja yhteismelu on 6 dB voimakkaampi kuin pelkkä raitioliikenteen melu.
- **Hanke ei aiheuta kohteessa meluntorjuntatarvetta. Sisämelun keskiäänitason ohjearvot 35 dB ja 30 dB sekä enimmäisäänitason tavoitearvo 45 dB eivät ylitä, kun oletetaan rakenteiden täyttävän paaluvälillä 8700–8800 kaavan 002110 Tikkurila äänitasoerovaatimuksen ja muualla tavanomaisen 30 dB äänitasoerovaatimuksen.**

31.1.2023

4.17 Kielotie, paaluvälillä 9000–9800, Unikkotie–Dixi

Paaluvälillä 9000–9800 ei ole melulle herkkiä kohteita raitiotien melualueella (raitiotie kulkee tunnelissa) ja siten **hanke ei aiheuta kohteessa meluntorjuntatarvetta**.

4.18 Värитеhtaankatu–Kyytitie, Paaluvälillä 9800–10900, Dixi–Heidehofintie

Paaluvälillä 9800–10900 on kaksi umpikortteli-mallista asuinrakennusta (kortteli 62007), joiden julkisivuille kaavassa 002042 Jokiniemi annetut äänitasoerovaatimukset ovat riittävät, joten melulle altistuvia kohteita ei ole. Muut rakennukset ovat liike- tai teollisuusrakennuksia.

- Nykytilanteessa suurin julkisivuun kohdistuva melutaso on 65 dB ja päiväajan keskiäänitaso oleskelualueilla sisäpihalla alittuu (on alle 45 dB).
- Ennustetilanteessa tie- ja raitioliikenteen yhteismelun suurin julkisivun keskiäänitaso ($L_{Aeq, päivä}$) on 66 dB. Sisäpihojen oleskelualueilla yhteismelun päiväajan keskiäänitaso alittuu (on alle 45 dB).
- Raitioliikenteen aiheuttama suurimmat julkisivun keskiäänitasot päivällä 57 dB ja 52 dB yöllä. Suurin raitioliikenteen aiheuttama enimmäisäänitaso on 70 dB. Sisäpihojen oleskelualueilla raitioliikenteen päiväajan keskiäänitaso alittuu (on alle 35 dB).
- **Hanke ei aiheuta kohteessa meluntorjuntatarvetta.**

4.19 Kyytitie, paaluvälillä 10900–11400, Heidehofintie–Kanervantie

Kyytitien eteläpuolella on paaluvälillä 10900–11400 on rivi- ja omakotitaloja lähimmillään 20–35 metrin päässä Kyytitiestä. Paaluvälillä 11200–11400 on nykytilanteessa meluvalli omakotitalojen suojana. Meluvallista osa joudutaan purkamaan katutilan tarpeen vuoksi ja purettava osa esitetään korvattavaksi melukaiteella.

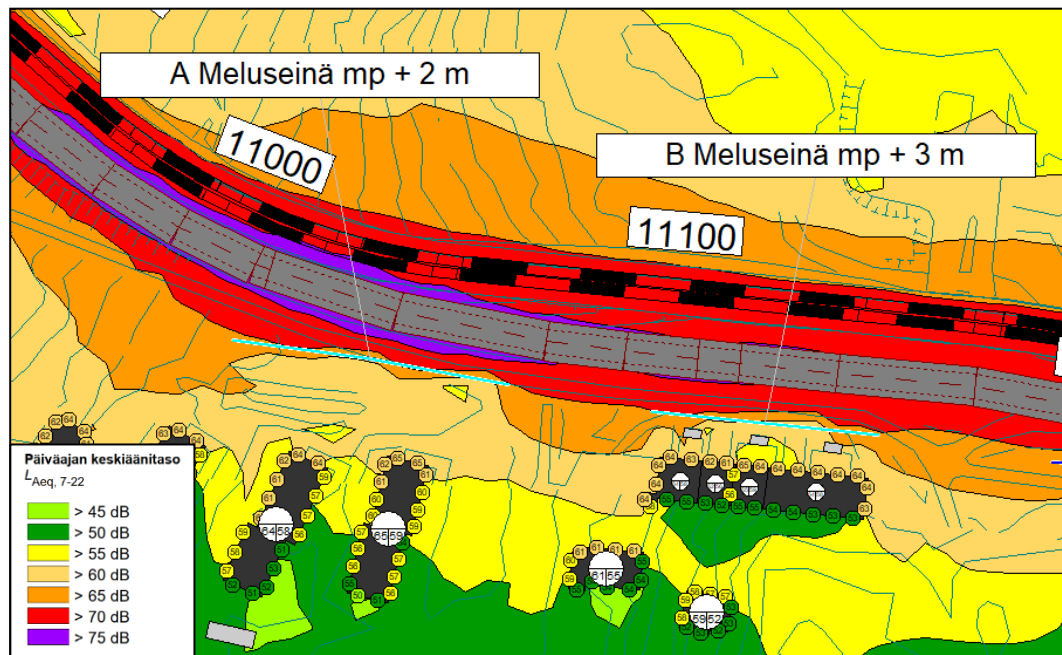
- Nykytilanteessa paaluvälillä 10950–11100 yli 55 dB meluvyöhyke tietä lähimpänä olevien talojen oleskelupihoille ja myös yli 60 dB ylittyy osalla pihoja. Paaluvälillä 11200–11400 meluvallin omakotitalojen oleskelualueet ovat lähes kokonaan alle 55 dB ohjearvon. Melu kantautuu alueelle myös Kehä III:lta.
- Ennustetilanteessa raitio- ja tieliikenteen yhteismelun suurin julkisivun keskiäänitaso ($L_{Aeq, päivä}$) on 66 dB. Ohjearvot oleskelualueilla ylittävät osalla oleskelualueita.
- Raitiotien melu ei ylitä ohjearvoa asuinrakennusten oleskelupihoilla. Ennustetilanteessa raitioliikenteen melun suurin julkisivun keskiäänitaso ($L_{Aeq, päivä}$) on 57 dB ja enimmäisäänitaso (L_{Amax}) 71 dB. Yhteismelu on noin 10 dB voimakkaampi kuin pelkkä raitiotienmelu.
- **Hanke aiheuttaa kohteessa meluntorjuntatarpeen julkisivujen osalta. Oleskelualueiden meluntorjuntatarvetta ei aiheudu, koska ennustetilanteen melutason kasvu ei aiheudu raitiotiestä vaan katuliikenteen kasvusta, joka lähes kaksinkertaistuu. Sisämelun ohjearvot 35 dB ja 30 dB ylittyvät mutta enimmäisäänitason tavoitearvo 45 dB ei ylitä, kun rakennusten oletetaan olevan tavanomaisia ja julkisivun äänitasoeron olevan siten 30 dB.**

31.1.2023

Jatkosuunnitteluun esitettävä julkisivuja suojaava meluntorjunta:

Julkisivujen suojaksi esitetään kahta (2) meluseinää A ja B (Kuva 7), joiden torjuntavaikutuksen ansiosta sisämelun ohjearvot eivät ylitä.

Karkealla meluseinän 1000 €/m² kustannusarviolla uusi meluntorjunta maksaa noin 450 000 € [75 m*2 m*1000 €/m²+ 100 m*3 m*1000 €/m²].



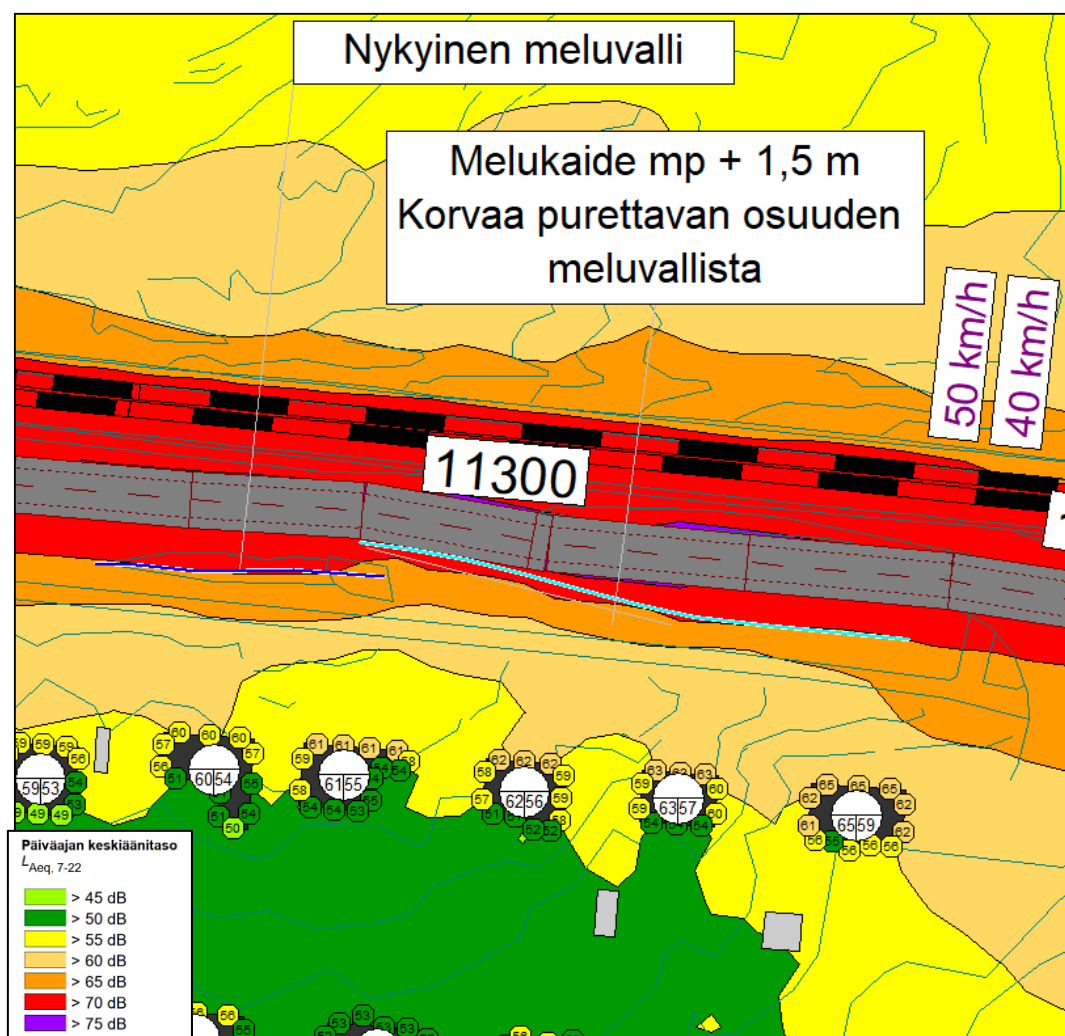
Kuva 7 Julkisivuja suojaavat meluseinät A ja B paaluvälillä 11000–11150.

Jatkosuunnitteluun esitettävä purettavan meluvallin korvaava meluntorjunta:

Osittain purettavan meluvallin korvaajaksi esitetään 1,5 m korkea (tien pinnasta) ja 87 metriä pitkää melukaidetta, jonka torjuntavaikutuksen ansiosta melutilanne säilyy likimain ennallaan asuinrakennusten oleskelupihoilla.

Karkealla melukaiteen 800 €/jm kustannusarviolla uusi meluntorjunta maksaa noin 69 600 € [87*800 €/jm].

31.1.2023



Kuva 8 Purettavan osan meluvallista korvaava melukaide.

4.20 Kyytitie, paaluvälillä 11400–12100, Kanervantie–Vanha Porvoontie

Paaluvälillä 11400–12000 on omakotitaloja 15–35 metrin päässä tiestä tien eteläpuolella.

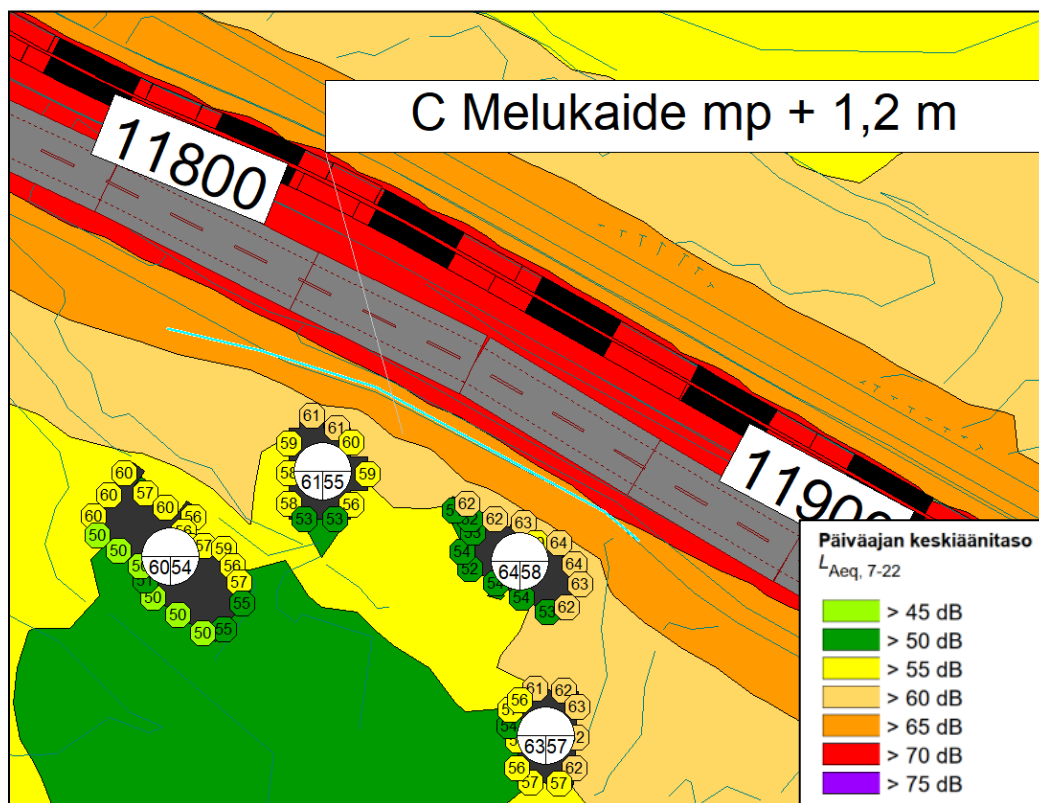
- Nykytilanteessa ohjearvo ylittyy paaluvälillä 11800–11900 olevien kolmen asuinrakennuksen oleskelupihoilla.
- Ennustetilanteessa tie- ja raitioliikenteen yhteismelun melun suurin julkisivun keskiäänitaso ($L_{Aeq, päivä}$) on 67 dB ja ohjearvot ylittyvät samoilla alueilla, kuin nykytilanteessakin.
- Raitiovaunun melu ei ylitä päiväajan ohjearvoa 55 dB oleskelualueilla. Ennustetilanteessa raitioliikenteen melun suurin julkisivun keskiäänitaso ($L_{Aeq, päivä}$) on 58 dB ja enimmäisäänitaso (L_{Amax}) 73 dB. Tie- ja katuliikennemelu on raitiovaunun melua noin 6 dB suurempi.
- Hanke aiheuttaa kohteessa meluntorjuntatarpeen julkisivujen osalta. Oleskelualueiden meluntorjuntatarvetta ei aiheudu, koska ennustetilanteen melutason kasvu ei aiheudu raitiotiestä vaan katuliikenteen kasvusta, joka lähes kaksinkertaistuu. Sisämelun ohjearvot 35 dB ja 30 dB eivät alitu, kun rakennusten oletetaan olevan tavanomaisia ja julkisivun äänitasoeron olevan siten 30 dB. Sisämelun enimmäisäänitason 45 dB tavoitearvo ei ylity.**

31.1.2023

Jatkosuunnitteluun esitettävä julkisivuja suojaava meluntorjunta:

Julkisivujen suojaksi esitetään 110 m pitkää melukaidetta C (Kuva 9), jonka torjuntavaikutuksen ansiosta sisämelun ohjearvot eivät ylitä.

Karkealla melukaiteen 800 €/jm kustannusarviolla uusi meluntorjunta maksaa noin 88 000 € [110 m*800 €/jm].



Kuva 9 Julkisivuja suojaava melukaide C paaluvälillä noin 11800–11900.

4.21 Kyytitie, paaluvälillä 12100–12900, Vanha Porvoontie–Porttisuontie

Kyytitien pohjoispuolella on pientaloalue, jonka suojana on nykytilanteessa meluseiniä ja kaiteita. Nykyinen melukaide paaluvälillä 12140–12370 korvataan uudella (ksk+ 1 m) kaiteella, koska se joudutaan purkamaan katuremontin yhteydessä ja kadun tasausta muutuu. Nykyisen paaluvälillä 12340–12525 sijaitsevan meluseinän kuntoa tarkastellaan Vantaan kaupungin toimesta myöhemässä vaiheessa erikseen (ei sisälly tähän selvitykseen).

- Nykytilanteessa melun ohjearvot ylittyvät suurella osalla pientaloalueen ulkoalueita.
- Ennustetilanteessa tie-, katu- ja raitiotien yhteismelu ylittää ohjearvot suurella osalla pientaloalueen ulkoalueita.

31.1.2023

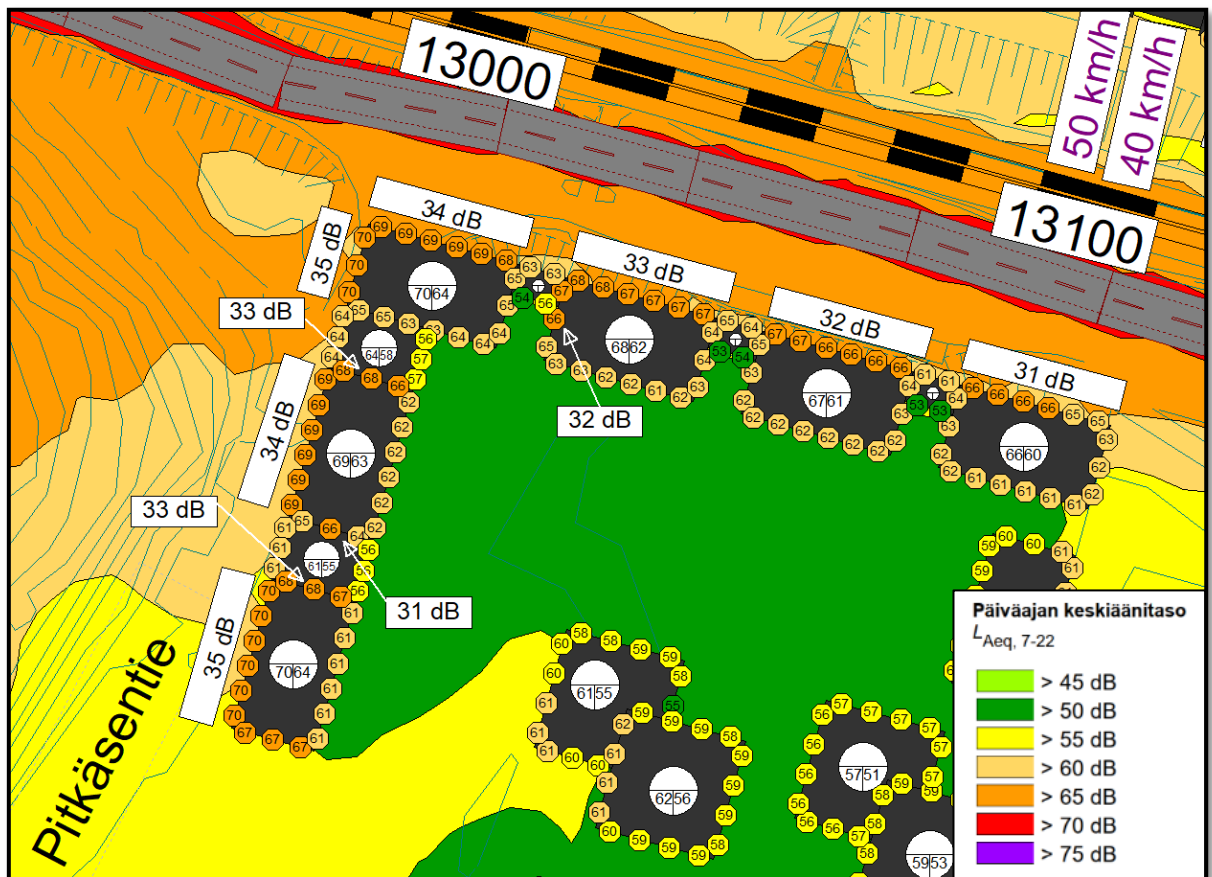
- Ennustetilanteessa tie- ja raitioliikenteen yhteismelun melun suurin keskiäänitaso (L_{Aeq} , päivä) herkkien kohteiden julkisivulla on 64 dB Kyytitien puolella.
- Raitioliikenteen aiheuttama suurin päiväajan keskiäänitaso julkisivuilla on 56 dB ja enimmäisäänitaso 69 dB. Raitiovaunun melu ei ylitä ohjearvoa 55 dB oleskelualueilla, pois lukien paaluväli 12400–12500, jossa ohjearvo osalla oleskelualueutta ylittyy.
- Ennustetilanteessa oleskelualueilla yhteismelun melutasot nousevat osittain nykytilanteesta yli 2 desibeliä vanhan meluseinän kohdalla paaluvälillä 12350–12500. Uuden melukaiteen osuudella paaluvälillä 12140–12350 melutilanne säilyy likimain ennallaan.
- **Hanke ei aiheuta kohteessa meluntorjuntatarvetta. Sisämelun keskiäänitason ohjearvot 35 dB ja 30 dB sekä enimmäisäänitason tavoitearvo 45 dB eivät ylitä, kun oletetaan rakenteiden täyttävän tavanomaisen äänitasoerovaatimuksen 30 dB. Ulkoiluiden melutaso ei nouse hankkeen myötä kuin pienellä alueella ja raitiovaunun melu ylittää päiväajan melun ohjearvon vain osalla oleskelualueutta.**

4.22 Kyytitie, paaluvälillä 12900–13300, Lahdenväylä–Lahdentie

Kyytitien pohjoispuolella on kerrostaloja noin 30 metrin päässä radasta ja 40 metrin päässä kadusta. Oleskelualueet ovat takapuolella suojassa melulta ja oleskelualueille annettu ohjearvo ei ylity. Kyytitien eteläpuolelle tuleva uudet rakennusmassat ovat umpikortteleita, joiden julkisivut ovat lähimmillään noin 20 metrin päässä radasta ja 40 metrin päässä kadusta. Umpikorttelit suojaavat tehokkaasti sisäpihojen oleskelualueita melulta, niin että ohjearvot eivät ylity.

- Nykytilanteessa lähimpiin julkisivuihin kohdistuu suurimmillaan 70 dB päiväajan keskiäänitaso. Ohjearvot oleskelualueilla eivät ylity.
- Ennustetilanteessa tie-, katu- ja raitiotien yhteismelun päiväajan keskiäänitaso lähimmillä julkisivuilla on 72 dB. Ohjearvot oleskelualueilla eivät ylity.
- Raitioliikenteen aiheuttama päiväajan keskiäänitaso lähimmillä julkisivuilla on 57 dB ja enimmäisäänitaso 72 dB. Ohjearvot oleskelualueilla eivät ylity.
- **Sisämelun enimmäisäänitason tavoitearvo 45 dB ei ylity tavanomaisilla seinärakenteilla saavutettavalla äänitasoerolla 30 dB tai kaavoissa määrätyillä suuremmilla äänitasoeroilla. Sisämelun ohjearvot ylittyvät korttelissa 94205 tontilla 94–205–7, kun oletetaan julkisivun äänitasoeron olevan kaavan mukainen 35 dB lännen puolella ja 33 dB etelän puolella.** Melu aiheutuu tontille pääasiassa Lahdenväylästä. Muissa jo rakennetuissa kohteissa sisämelun ohjearvot toteutuvat kaavan numero 001987 ”Hakunila keskustan laajennus 1” 10.11.2014 mukaisilla äänitasoerovaatimuksilla. Vireillä olevassa kaavassa ”Hakunilan keskusta II” esitettyihin rakennuksiin kohdistuu paaluvälillä 13000–13100 yli 65 dB päiväajan ja yli 60 dB yöajan keskiäänitasot, joten tavanomaisilla rakenteilla saavutettava äänitasoero 30 dB ei ole riittävä. Äänitasoerovaatimukset, joilla melun ohjearvot sisätiloissa eivät ylity on esitetty kuvassa 10. Muihin vireillä olevassa kaavassa esitettyihin rakennuksiin riittää tavanomaisilla rakenteilla saavutettava 30 dB äänitasoero.

31.1.2023

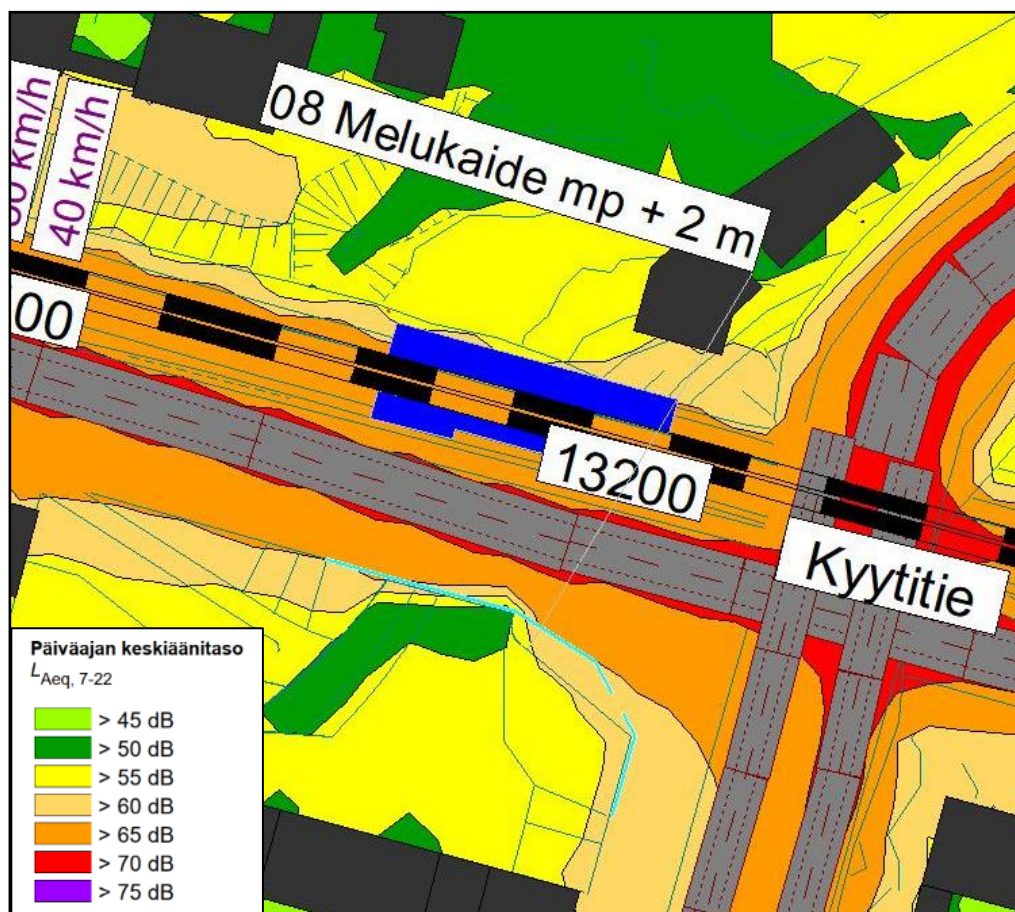


Kuva 10 Paalujen 13000–13100 välillä vaadittavat äänitasoero vaatimukset, joilla melun ohjearvot sisätiloissa eivät ylitä. Kuvassa esitetty ennustetilanteen raitio-, tie- ja katuliikenteen päiväajan yhteismelu.

Hanke ei aiheuta kohteessa meluntorjuntatarvetta, koska ohjearvon ylittävä melu ei aiheudu raitiotiestä. Valoaukion suojaksi ääniympäristön parantamiseksi esitetään kuitenkin maanpinnasta mitattuna kaksi (2) metriä korkeaa melukaidetta (Kuva 11).

31.1.2023

Karkealla kustannusarviolla 1000 €/m² meluntorjunta maksaa noin 150 000 € [75m*2m*1000€].



Kuva 11 "Valoaukion" suojaksi esitetään 2 m korkeaa (maanpinnasta) melukaidetta ääniympäristön parantamiseksi.

4.23 Kyytitie, paaluvälillä 13300–13700, Lahdentie-Hakunilantie

Kadun molemmin puolin on kerrostaloja lähimmillään 25 metrin päässä. Valmisteilla olevassa kaavassa 002453 Vantaan ratikka: Hakunilan keskusta on määrätty yleisten rakennusten korttelialue, jossa asuinhuoneiden ulkokuoren ääneneristävyyden tulee olla tieliikennemelua vastaan vähintään 30 dB ja toimistotiloissa sekä muissa vastaavissa tiloissa vähintään 25 dB. Alueella sijaitsee asukastilana toimiva Skomarsin torppa, jossa suoritettiin julkisivun ääneneristysmittaus (mittausraportti liitteenä 5). Mittauksen perusteella torpan julkisivun äänitasoero tieliikennemelua vastaan on 30 dB ja täyttää siten kaavamääräyksen.

- Nykytilanteessa päiväajan ohjearvo 55 dB ylittyy pohjoispuolella tietä lähimpien asuinrakennusten pihoilla.
- Ennustetilanteessa tie- ja raitioliikenteen yhteismelun melun keskiäänitaso (L_{Aeq} , päivä) lähimmillä julkisivuilla on suurimmillaan 64 dB. Päiväajan ohjearvo 55 dB ylittyy pohjoispuolella tietä lähimpien asuinrakennusten pihoilla, mutta ennustetilanteessa oleskelualueiden yhteismelun melutasot eivät nouse nykytilanteesta yli 2 desibeliä.

31.1.2023

- Raitiovaunun melu ei ylitä 55 dB lähimpien asuinrakennusten piholla. Ennustetilanteessa raitioliikenteen melun suurin julkisivun keskiäänitaso ($L_{Aeq, päivä}$) lähimmillä julkisivuilla on 58 dB ja enimmäisäänitaso (L_{Amax}) 75 dB.
- **Hanke ei aiheuta kohteessa meluntorjuntatarvetta. Sisämelun keskiäänitason ohjearvot 35 dB ja 30 dB sekä enimmäisäänitason tavoitearvo 45 dB eivät ylitä, kun oletetaan rakenteiden täyttävän tavanomaisen äänitasoero vaatimuksen 30 dB.**

4.24 Hakunilantie paaluvälillä 13700–14900, Hakunilantie – Kehä III

Hakunilantien molemmin puolin on kerrostaloja, joiden oleskelualueet ovat talojen takana kadulta katsottuna. Välillä sijaitsee Hepopuiston päiväkotia ja leikkipuistoa.

- Nykytilanteessa 55 dB ei ylitä asuinrakennusten oleskelualueet, mutta ylittyy Hepopuiston päiväkodin oleskelualueella, Heporinan leikkipuistossa ja tien länsipuolella paalun 14200 sijaitsevan kerrostalon oleskelualueella.
- Ennustetilanteessa tie-, katu- ja raitioliikenteen yhteismelun suurin julkisivun keskiäänitaso ($L_{Aeq, päivä}$) on 69 dB. Ohjearvot oleskelualueilla ylittävät kuten nykytilanteessa.
- Raitiovaunun melu ei ylitä 55 dB lähimpien asuinrakennusten piholla, päiväkodin oleskelualueella eikä leikkipuistoissa. Ennustetilanteessa raitioliikenteen keskiäänitaso ($L_{Aeq, päivä}$) lähimmillä asuinrakennusten (tai muun herkän kohteen) julkisivuilla on 58 dB ja enimmäisäänitaso (L_{Amax}) 70 dB.
- **Hanke ei aiheuta kohteessa meluntorjuntatarvetta. Sisämelun ohjearvot eivät ylitä tavanomaisilla seinä rakenteilla saavutettavalla äänitasoerolla (30 dB), lukuun ottamatta rakennuksia Hakunilantien länsipuolella paaluvälillä 14500–14700, joissa ohjearvot saattavat ylittyä Kehä III:n melun takia. Enimmäisäänitason tavoitearvo sisällä 45 dB ei ylitä tavanomaisilla seinä rakenteilla saavutettavalla äänitasoerolla (30 dB).**

4.25 Hakunilantie paaluvälillä 14900–15200, Kehä III–Vaaralanpolku

Hakunilantien varrella paaluvälillä 14900–15200 on rivi- ja omakotitaloja noin 50 metrin päässä kadusta.

- Nykytilanteessa 55 dB ylittyy molemmin puolin tietä lähimpien asuinrakennusten piholla. Suurin osa melusta kantautuu alueelle Kehä III:lta.
- Ennustetilanteessa tie- ja raitioliikenteen yhteismelun suurin julkisivun keskiäänitaso ($L_{Aeq, päivä}$) on 64 dB. Yhteismelutilanteessa 55 dB ylittyy molemmin puolin tietä lähimpien asuinrakennusten piholla.
- Raitiovaunun melu ylittää 55 dB pienellä osalla muutamien lähimpien asuinrakennusten piholla. Ennustetilanteessa raitioliikenteen melun suurin julkisivun keskiäänitaso ($L_{Aeq, päivä}$) on 57 dB ja enimmäisäänitaso (L_{Amax}) 72 dB. Tie- ja katuliikennemelu on yli 5 dB raitiovaunun melua voimakkaampaa.

31.1.2023

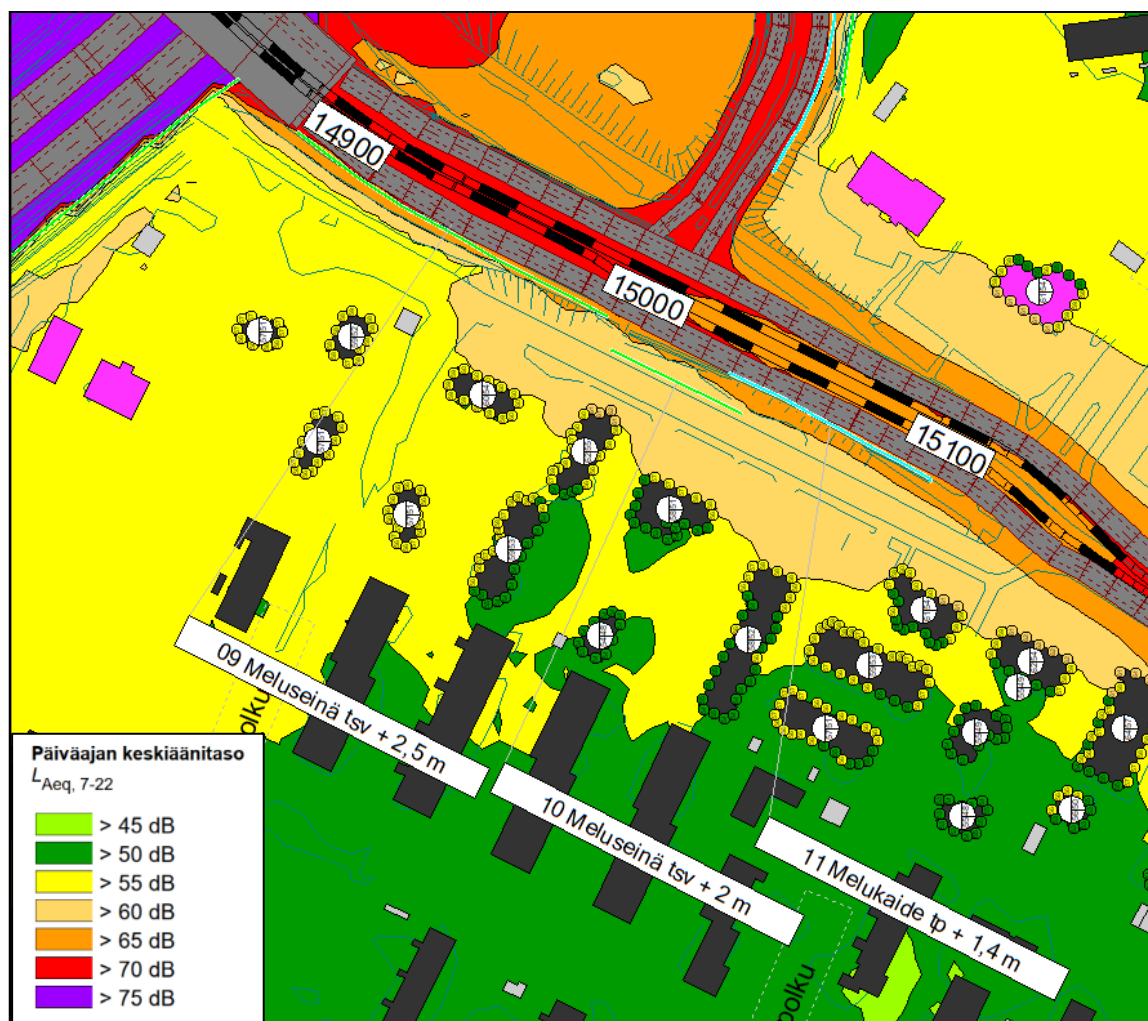
- Sisämelun keskiäänitason ohjearvot 35 dB ja 30 dB sekä enimmäisäänitason tavoitearvo 45 dB toteutuvat, kun oletetaan rakenteiden täyttävän tavanomaisen äänitasoerovaatimuksen 30 dB.
- Kohteessa on meluntorjuntatarve. Nykyiset meluseinät joudutaan purkamaan uuden katulinjauksen myötä ja ne tulee korvata meluntorjunnalla, jolla saavutetaan vähintään yhtä hyvä kuin nykytilanteen mukainen melutilanne.

Jatkosuunnitteluun esitettävä meluntorjunta:

Tien länsipuolelle ehdotetaan 2,5 ja 2 m korkeita meluseiniä (kadun tasausviivasta, tsv) kadun laitaan. Meluseinä torjuvat tehokkaasti Hakunilantien ja raitiotien melua, mutta Kehä III:n takia ohjearvot eivät alitu kaikilla oleskelupihoilla. Meluntorjunta huomioiden Kehä III:n melu on noin 10 dB seuraavaksi voimakkainta melulähdettä (Hakunilantie) suurempi, joten tilannetta oleskelupihoilla ei voida enempää parantaa Hakunilantien meluesteitä korottamalla. Kehä III meluseinän ja sillan alaosa on oletettu umpinaiseksi, mikäli näin ei ole, niin Kehä III meluseinää tulee kääntää Hakunilantien suuntaan, jotta ääni ei pääse vuotamaan sillan alta.

Raitioradan pysäkki ja siihen liittyvät suojatiet, risteysalueen näkemävaatimukset sekä korkeus-suhteet tekevät meluntorjuntaratkaisusta melko haastavan. Kauempana kadusta oleva tsv +2 m meluseinä on käytännössä noin +3,5...5 m nykyisestä maanpinnasta. Karkealla meluseinän 1000 €/m² ja melukaiteen 800 €/jm kustannusarviolla uusi meluntorjunta maksaa seinien todellinen korkeus huomioiden noin 534 000 € $(((110\text{m} \cdot 2,5\text{ m}) + (45\text{m} \cdot 4,5\text{m})) \cdot 1000\text{€}/\text{m}^2 + 70\text{m} \cdot 800\text{ €/jm})$

31.1.2023



Kuva 12 Hakunilantien tarkasteltu meluntorjunta paaluvälillä 14900–15100.

4.26 Hakunilantie paaluvälillä 15200–15800, Lähdepuistontie–Kuussillantie

Hakunilantien varrella paaluvälillä 15200–15800 on rivi- ja omakotitaloja lähimmillään 4–10 metrin päässä tiestä.

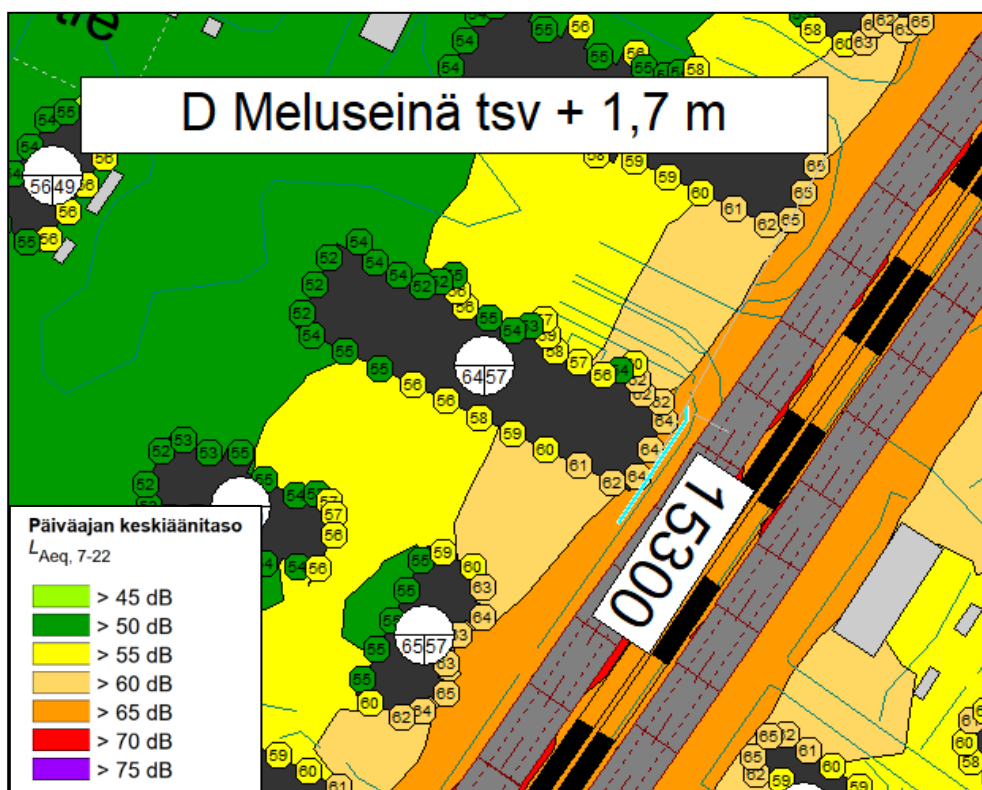
- Nykytilanteessa 55 dB ylittyy molemmin puolin tietä lähimpien asuinrakennusten piholla.
- Ennustetilanteessa tie- ja raitioliikenteen yhteismelun suurin julkisivun keskiäänitaso ($L_{Aeq, päivä}$) on 69 dB, joka on vastaava kuin nykytilanteessa. Ohjearvot piholla ylittyvät kuten nykytilanteessa, mutta ennustetilanteessa oleskelualueiden yhteismelun melutasot eivät kasva nykytilanteesta yli 2 desibeliä.
- Ennustetilanteessa raitioliikenteen melun suurin julkisivun keskiäänitaso ($L_{Aeq, päivä}$) on 60 dB ja enimmäisäänitaso (L_{Amax}) 78 dB. Raitiovaunun melu ylittää 55 dB pienellä osalla muutamien lähimpien asuinrakennusten piholla. Tie- ja katuliikennemelu on noin 5 dB raitiovaunun melua voimakkaampaa.
- **Hanke aiheuttaa sisämelun torjuntatarpeen. Hanke ei aiheuta kohteessa meluntorjuntatarvetta oleskelualueiden suhteen, koska melutason muutos nykytilanteeseen verrattuna**

31.1.2023

on merkityksettömän vähäinen (alle 2 dB). Sisämelun ohjearvot 35 dB ja 30 dB eivät alitu kolmessa rakennuksessa (403-2-179, 93-136-5 ja 93-35-2), kun rakennusten oletetaan olevan tavanomaisia ja julkisivun äänitasoeron olevan siten 30 dB. Enimmäisäänitason tavoitearvo 45 dB ei alitu rakennuksessa 403-2-179. Ohjearvot ja tavoitearvo eivät alitu myöskään rakennuksessa 403-2-182 paalun 15450 kohdalla, mutta rakennuksen altistuva osa toimii tällä hetkellä liiketilana, joten siihen ei sovelleta asuintiloja koskevia ohje- ja tavoitearvoja.

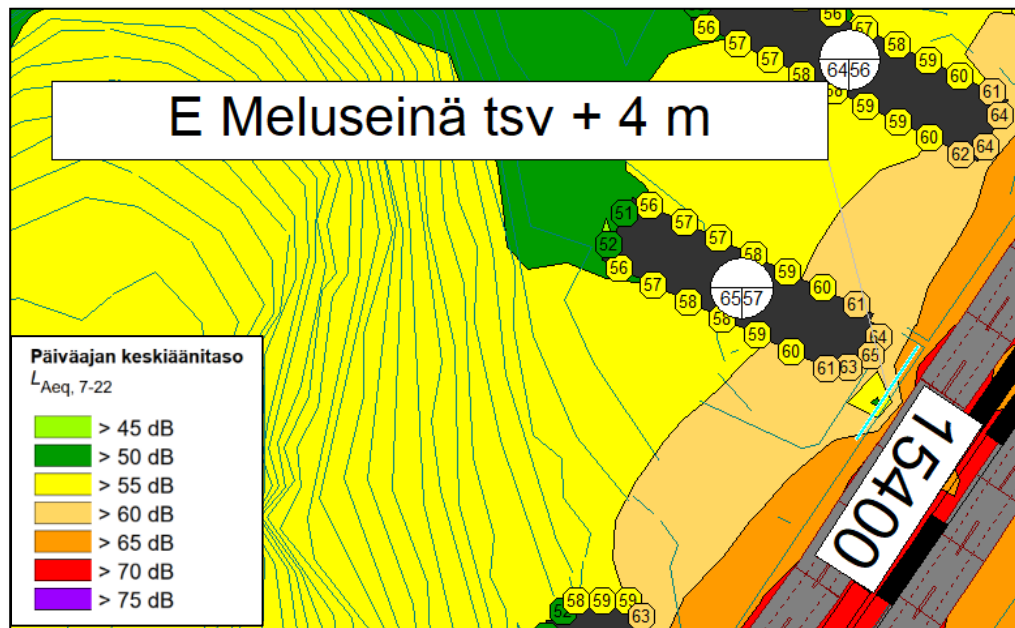
Jatkosuunnitteluun esitettävä meluntorjunta:

Julkisivujen suojaksi esitetään 1,7 m korkeaa (tien tasausviivasta) ja noin 18 metriä pitkää meluseinää (Kuva 13) paalulla 15300, 4 m korkeaa (tien tasausviivasta) ja noin 14 metriä pitkää meluseinää (Kuva 14) paalulla 15300 ja 1,6 m korkeaa (tien tasausviivasta) ja noin 24 metriä pitkää meluseinää (Kuva 15) paalulla noin 15550. Suunnitelluilla melusteilla sisämelun ohjearvot eivät ylitä.

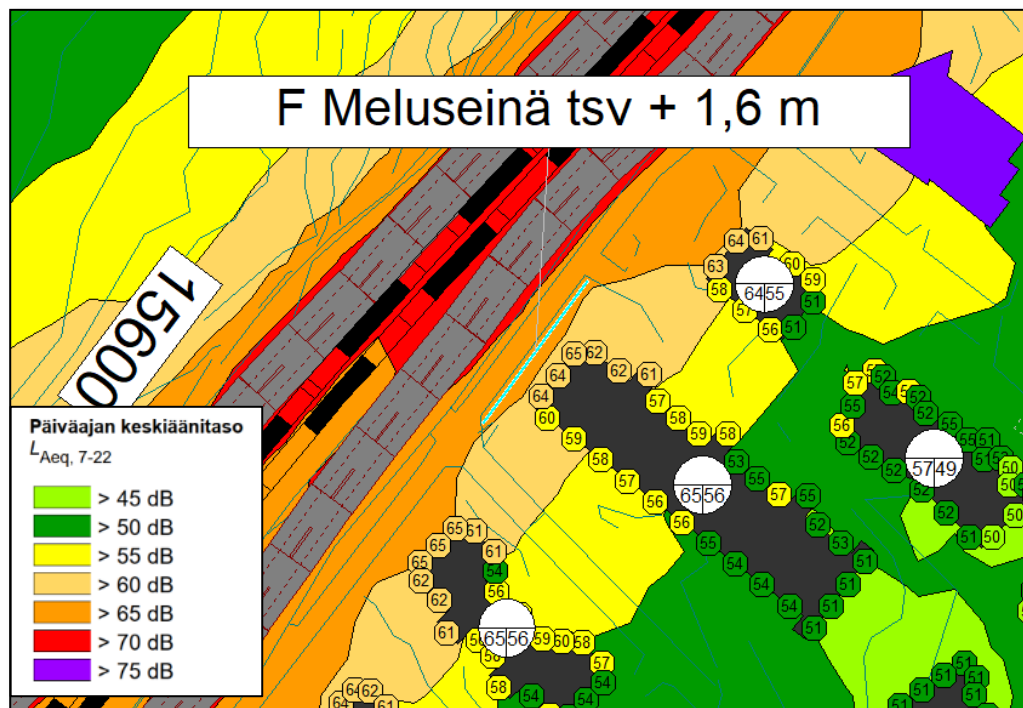


Kuva 13 Julkisivua suojaava 1,7 m korkea ja 18 metriä pitkä meluseinä D paalulla 15300.

31.1.2023



Kuva 14 Julkisivua suojaava 4 m korkea ja 14 m metriä pitkä meluseinä E paalulla 15400.



Kuva 15 Julkisivua suojaava 1,6 m korkea ja 24 m metriä pitkä meluseinä

F.

31.1.2023

4.27 Tilustie paaluvälillä 15800–16500, Kuussillantie– Fazerintie

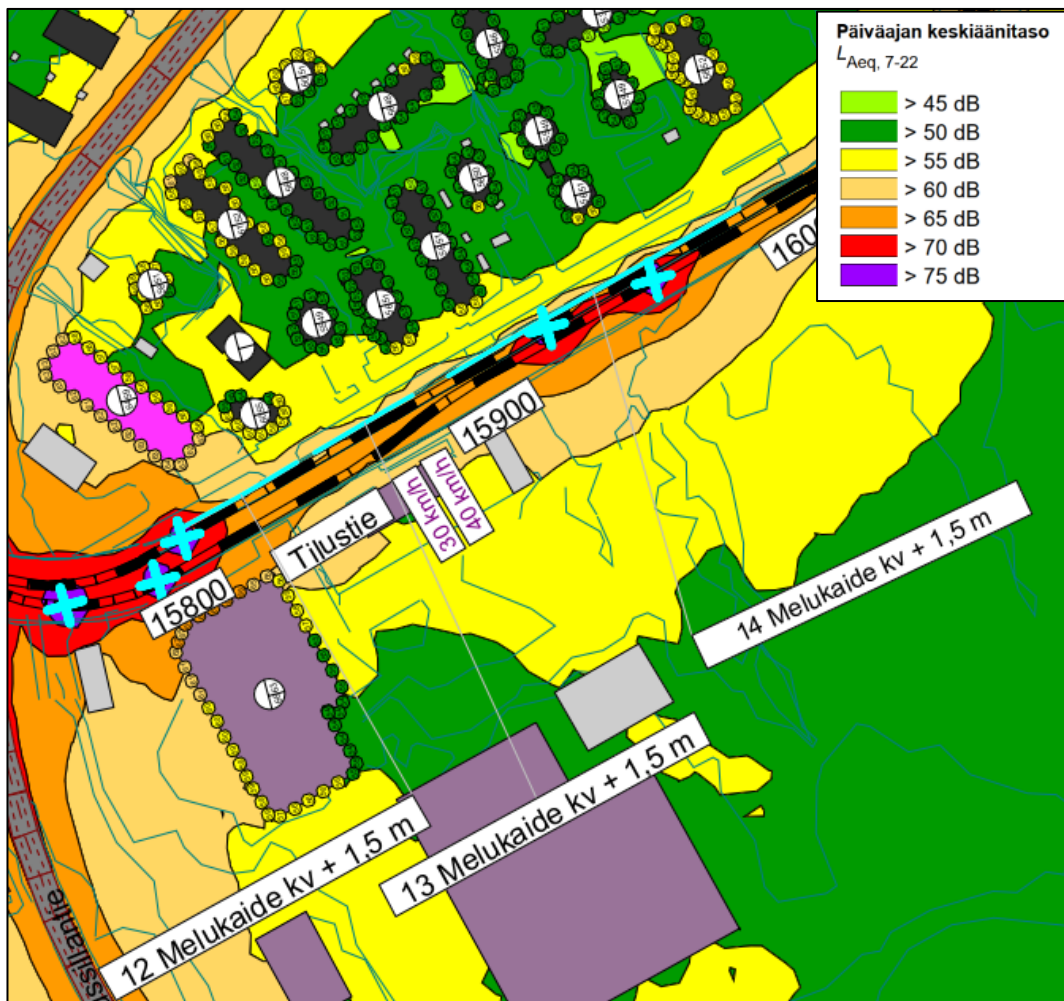
Tilustien itäpuolella on omakoti- ja rivitaloja lähimmillään noin 15 metrin päässä tulevasta radasta paaluvälillä 15800–16000. Alueella ei ole nykytilanteessa eikä ennustetilanteessa merkittävää katu liikenteen melua, vaan raitiotie on alueen ainut merkittävä melunlähde.

- Nykytilanteessa melun ohjearvot eivät ylity oleskelualueilla.
- Raitiovaunun melu muuttaa alueen melutilannetta huomattavasti, koska Tilustie on vähän liikennöity. Ohjearvo 55 dB ylittyy lähimpien talojen pihoilla. Ennustetilanteessa raitioliikenteen melun suurin julkisivun keskiäänitaso ($L_{Aeq, päivä}$) on 63 dB ja enimmäisäänitaso (L_{Amax}) 79 dB.
- **Kohteessa on meluntorjuntatarve raitioliikenteen melua vastaan. Sisämelun ohjearvot 35 dB ja 30 dB eivät ylity, kun rakennusten oletetaan olevan tavanomaisia ja julkisivun äänitasoeron olevan siten 30 dB. Sisämelun enimmäisäänitason tavoitearvo 45 dB ylittyy, kun oletetaan julkisivun äänitasoeron olevan tavanomaisilla rakenteille toteutuvan 30 dB.**

Jatkosuunnitteluun esitettävä meluntorjunta: Oleskelualueiden suojaksi tarkasteltiin 1,5 m korkeita (kiskosta) melukaiteita, joissa on aukkoja tonttiliittymien kohdalla.

Karkealla meluseinän 800 €/jm -kustannusarviolla uusi meluntorjunta maksaa noin 128 000 € [160m*800 €/jm].

31.1.2023



Kuva 16 Tilustien tarkasteltu meluntorjunta, 1,5 m korkeat melukaiteet torjuvat oleskelualueet pääosin ohjearvojen alapuolelle.

4.28 Fazerintie paaluvälillä 16500–17100, Metsätie–Länsimäentie

Välillä ei ole asuinrakennuksia, pelkkiä teollisuus- ja toimistorakennuksia.

Hanke ei aiheuta kohteessa meluntorjuntatarvetta.

4.29 Länsimäentie paaluvälillä 17100–17500, Fazerintie–Porvoonväylä

Välillä sijaitsee asemakaavoittamaton asuinrakennus paalun 17200 kohdalla, muuten alue on rakentamatonta tai teollisuuskäytössä.

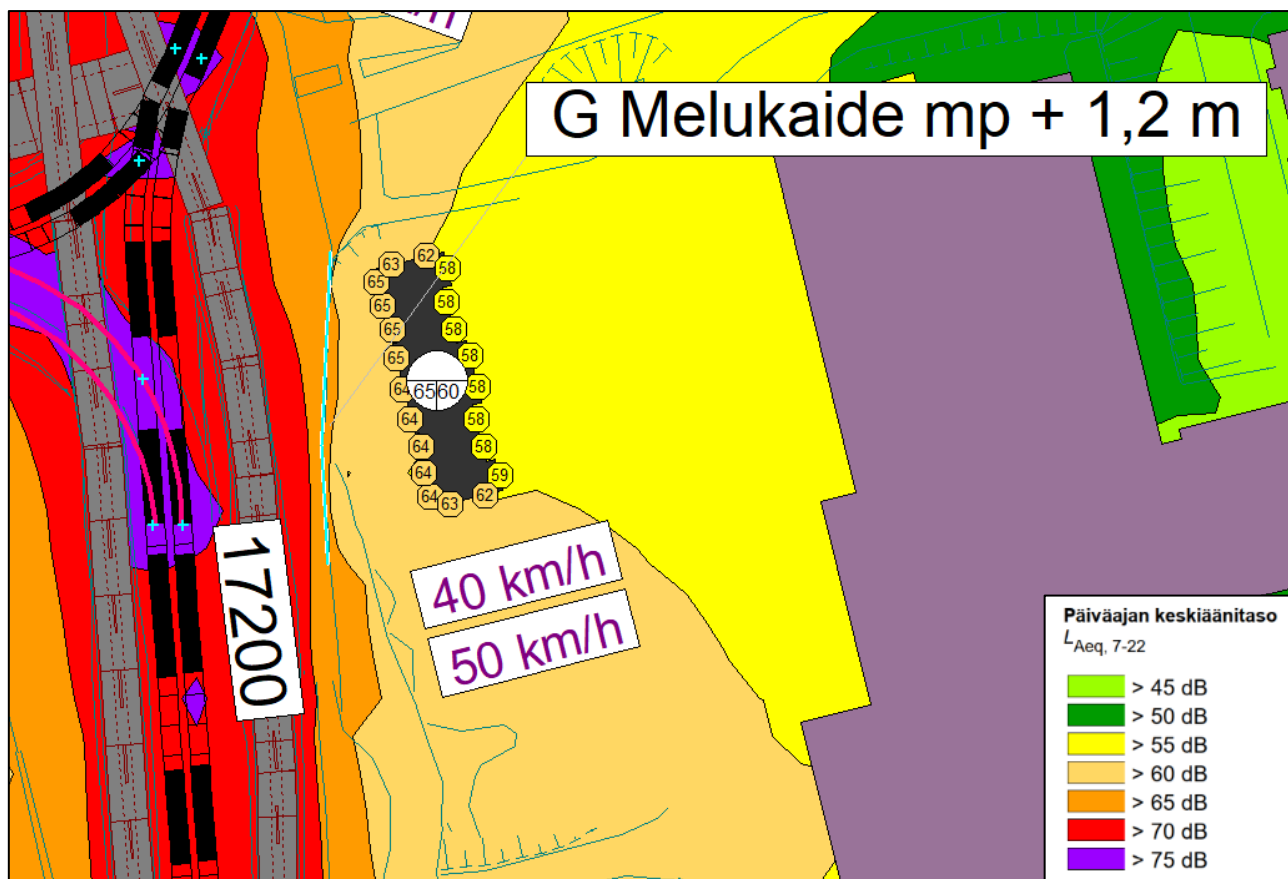
- Nykytilanteessa koko alueella on voimakas tieliikennemelu 55–65 dB eli ohjearvot ylittyvät.
- Ennustetilanteessa tie- ja raitioliikenteen yhteismelun suurin julkisivun keskiäänitaso (L_{Aeq} , päivä) on 67 dB. Ohjearvot oleskelualueilla ylittyvät.
- Ennustetilanteessa raitioliikenteen melun suurin julkisivun keskiäänitaso (L_{Aeq} , päivä) on 63 dB ja enimmäisäänitaso (L_{Amax}) 74 dB. Raitiovaunun 55 dB meluvyöhyke leviää 100 metrin etäisyydelle radasta, mutta asuinrakennuksen oleskelualueelle jää ohjearvon alittava alue.

31.1.2023

- Hanke aiheuttaa meluntorjuntatarpeen sisämelutasojen takia. Sisämelutason ohjearvot 35 ja 30 dB, kun rakenteiden oletetaan olevan tavanomaisia ja julkisivun äänitasoeron olevan siten 30 dB.

Jatkosuunnitteluun esitettävä meluntorjunta:

Julkisivujen suojaksi esitetään 1,4 m korkea (maan pinnassa) ja noin 40 metriä pitkää melukaide (Kuva 17) paalulla 17150. Suunnitellulla melusteella sisämelun ohjearvot eivät ylitä.



Kuva 17 Julkisivua suojaava melukaide G paalulla 17150.

4.30 Länsimäentie paaluvälillä 17500–18300, Porvoonväylä–Rajakentäntie

Välillä on kerros- ja rivitaloja paaluvälillä 17700–18000 Maratontien risteyksen kohdalla molemmin puolin Länsimäentietä. Paaluvälillä 17600–17700 radan länsipuolella sijaitsee Rajakylän koulu. Muualla teollisuus- ja toimistotaloja.

- Nykytilanteessa melun ohjearvot eivät ylity oleskelualueilla, lukuun ottamatta osaa Rajakylän koulun oleskelualueesta.
- Ennustetilanteessa tie- ja raitioliikenteen yhteismelun suurin julkisivun keskiäänitaso (L_{Aeq} , päivä) on 65 dB.
- Raitiovaunun melu ei ylitä päiväajan ohjearvoa 55 dB lähimpien asuinrakennusten pihilla tai koulujen pihilla. Ennustetilanteessa raitioliikenteen melun suurin julkisivun keskiäänitaso (L_{Aeq} , päivä) on 57 dB ja enimmäisäänitaso (L_{Amax}) 72 dB.

31.1.2023

- **Sisämelun keskiäänitason ohjearvot 35 dB ja 30 dB sekä enimmäisäänitason tavoitearvo 45 dB eivät ylity, kun oletetaan rakenteiden täyttävän tavanomaisen äänitasoerovaatimuksen 30 dB tai kaavassa 001455 Rajakylä annetut suuremmat äänitasoerovaatimukset.**

4.31 Länsimäentie paaluvälillä 18300–19200, Rajakentäntie–Aarteenetsijäntie

Tien molemmiin puolin on kerrostaloja lähimmillään 30 metrin päässä tiestä ja yksi asuinrakennus 12 m päässä radasta

- Nykytilanteessa melun ohjearvot eivät ylity oleskelualueilla.
- Ennustetilanteessa tie- ja raitioliikenteen yhteismelun suurin julkisivun keskiäänitaso ($L_{Aeq, päivä}$) on 65 dB. Ohjearvot eivät ylity oleskelualueilla eikä ennustetilanteessa oleskelualueilla yhteismelun melutasot nouse nykytilanteesta yli 2 desibeliä.
- Ennustetilanteessa raitioliikenteen melun suurin julkisivun keskiäänitaso ($L_{Aeq, päivä}$) on 64 dB ja enimmäisäänitaso (L_{Amax}) 79 dB. Raitiovaunun melu ei ylitä 55 dB ohjearvoa lähimpien asuinrakennusten piholla.
- **Sisämelun 45 dB tavoitearvo ylittyy enimmäisäänitason perusteella, kun oletetaan seinärakenteiden olevan tavanomaisia ja täyttävän äänitasoerovaatimuksen 30 dB. Hanke voi aiheuttaa kohteessa meluntorjuntatarpeen enimmäisäänitason takia, mikäli julkisivun aiheuttama äänitasoero ei ole vähintään 34 dB.**

5 Yhteenveto

Melun nykytilanne

Tie- ja katuliikenteen melutilanne on paikoin erittäin huono jo nykytilanteessa ja ohjearvot ylittyvät laajalti oleskelupihoilla. Erityisesti katujen, Tuusulanväylän ja Kehä III:n läheisyydessä sijaitsevat omakotitalo- ja rivitaloalueet ovat huonosti suojattuja melulta, koska matalat rakennusmassat eivät torju niin tehokkaasti melua kuin kerrostalomassat.

Raitioliikenteen melu ennustetilanteessa

Ennustetilanteessa raitioliikenteen keskiäänitasot ovat ulko-oleskelualueilla lähes kauttaaltaan alle 55 dB päivä- ja 50 dB yöajan ohjearvon. (Liitteet 3.1–3.2)

Raitioliikenteen aiheuttamat päiväajan melun yli 55 dB ja yömelun yli 50 dB alueet ulottuvat noin 30–50 metrin etäisyydelle raitiotiestä, mikäli maasto on tasaista ja melulle on suotuisat leviämisolosuhteet. Voimakkaan yli 65 dB melun keskiäänitasoalueet ulottuvat vain katualueelle alle 10 metrin etäisyydelle raitiotiestä.

Tie- ja katuliikenteen ja raitioliikenteen yhteismelu

Uusi raitiorata muuttaa paikoin merkittävästi katulinjauksia, joten katuliikenteen melutilanne voi oleellisesti muuttua nykytilanteeseen verrattuna. Katuliikenteen melu on huomioitu melunsuojatarpeen arvioinnissa ja meluntorjunnan mitoituksessa.

31.1.2023

Suurimmat julkisivuihin kohdistuvat keskiäänitasot

Julkisivuihin kohdistuvat ennustetilanteen tieliikenteen ja raitiotieliikenteen aiheuttamat keskiäänitasot on esitetty liitteissä 2.1 ja 1.2. Melulaskentatulosten perusteella nykyisten asuinrakennusten julkisivuille kohdistuu enimmillään 68–72 dB päivämelutaso (keskiäänitaso $L_{Aeq,7-22}$) ja yömelutaso (keskiäänitaso $L_{Aeq,22-7}$) 62–66 dB.

Ennustetilanteessa pelkän raitiotien aiheuttamat päiväaikaiset keskiäänitasot ovat suurimmillaan 60–68 dB ja yöaikaan 57–61 dB. (Liitteet 3.1 ja 3.2)

Suurimmat julkisivuihin kohdistuvat enimmäisäänitasot

Julkisivuihin kohdistuvat raitioliikenteen aiheuttamat enimmäisäänitasot ovat suurimmillaan 83–85 dB (Liite 3.3). Mikäli asuinrakennuksien julkisivuun kohdistuu yli 75 dB enimmäisäänitaso, niin on mahdollista, että sisällä ylittyy suositusarvo ($L_{Amax} \leq 45$ dB).

6 Jatko-toimenpidesuosituks

Jatkosuunnittelussa melun ongelmakohteiden melutilanne tulee huomioida suunnitteluratkaisuissa tai rakenteellisena meluntorjuntana. Mikäli rata voidaan toteuttaa nurmiratana tai mahdollinen vaihde siirtää asutuksen tai muun herkän kohteen luota pois, voidaan vähentää meluallistusta.

Jatkosuunnittelussa melumallinnusta tulee tarvittavin osin tarkentaa ja päivittää katusuunnitelma-aineiston perusteella erityisesti vaihteiden sijainnin ja ajonopeuksien osalta

Mikäli yleissuunnitelman linjaukset ja korkeusasemat tai vaihteiden paikat merkittävästi muuttuvat katusuunnitelman yhteydessä alueella, jossa on häiriintyviä kohteita ohjearvojen tuntumassa, niin meluselvitys tulee päivittää tarvittavin osin.

Meluesteiden suunnitelmia tulee tarkentaa ja optimoida yhdessä katusuunnittelijoiden kanssa siten, että näkemäalueet ja muut suunnittelun reunaehdot tulevat huomioiduksi viimeisimpien suunnitteluratkaisujen mukaisesti.

Taulukossa 6 on esitetty rakennukset, joiden julkisivujen suojaksi on esitetty meluesteitä. Näissä rakennuksissa raitiotiehankkeen vaikutuksesta mahdollisesti tai todennäköisesti ylittyy enimmäisäänitason suositusarvo L_{Amax} 45 dB tai keskiäänitason päivä- tai yöajan ohjearvot $L_{Aeq,7-22}$ 35 dB, $L_{Aeq,22-7}$ 30 dB. Näissä rakennuksissa voisi myös suorittaa julkisivun äänitasoeromittaukset ja mikäli mittausten perusteella äänitasoero onkin riittävä, voidaan meluesteet jättää toteuttamatta.

*Taulukko 6 Herkät kohteet, joissa sisämelun tavoitearvo 45 dB saattaa ylittyä laskettujen enimmäisäänitasojen perusteella tai sisämelutason ohjearvot $L_{Aeq,7-22}$ 35 dB, $L_{Aeq,22-7}$ 30 dB saattavat ylittyä keskiäänitasojen perusteella. Melutasot on merkattu taulukkoon, jos ne uhkaavat ylittää ohje- tai tavoitearvon. *tonttiliittymän kohdalla aukko meluesteessä.*

Kohde	Asemakaavan korttelinumero	Rakennukseen kohdistuva enimmäisäänitaso L_{Amax}	Päiväajan keskiäänitaso $L_{Aeq,7-22}$ Yhteismelu	Yöajan keskiäänitaso $L_{Aeq,22-7}$ Yhteismelu
Kyytitie, paalu 11000	64-57-7	-	66 dB	-
Kyytitie, paalu 11100	64-56-1	-	66 dB	-
Kyytitie, paalu 11850	64-39-1	-	66 dB	-
Kyytitie, paalu 11850	64-39-3	-	67 dB	61 dB

31.1.2023

Kohde	Asemakaavan korttelinumero	Rakennukseen kohdistuva enimmäisäänitaso L_{Amax}	Päiväajan keskiäänitaso $L_{Aeq7-22}$ Yhteismelu	Yöajan keskiäänitaso $L_{Aeq22-7}$ Yhteismelu
Hakunilantie, paalu 15300	403-2-179	76 dB	67 dB	-
Hakunilantie, paalu 15400	93-136-5	-	66 dB	-
Hakunilantie, paalu 15550	93-35-2	-	66 dB	-
Tilustie, paalu 15900*	403-2-229	77 dB	-	-
Länsimäentie, paalu 17150	-	81 dB	68	61

7 Epävarmuustarkastelu

Tulevaa raitioliikenteen kalustoa ei vielä ole olemassa, joten sen melupäästöön liittyy epävarmuuksia. Tulevan kaluston osalta on oletettu, että se on hyvin saman tyyppinen kuin nykyinen Artic-raitiovaunukalusto. Asuinhuoneistojen sisämelutasojen kannalta tulokset voivat olla yliarvioituja sillä raitiovaunun meluspektri on tiemeluun verrattuna painottunut vaihdekolinää lukuun ottamatta korkeammille taajuuksille, jolloin tiemelun spektrillä mitoitettut julkisivun rakenneosat antavat raitiovaunulle huomattavasti paremman äänieristysten.

Raitioliikenteen ajonopeutena on käytetty katujen nopeusrajoituksia eli pysäkkien kohdalla melutasot voivat olla pienempiä. Raitioliikenteen lähtömelutason oletuksena on, että päällystemateriaalina on käytetty kauttaaltaan kovaa alustaa, joten mahdollisilla nurmirataosuuksilla melutasot ovat pienempiä.

Vaihteiden mallinnuksessa käytettyyn melupäästöarvoon sisältyy myös vaihteen yli ajavan raitiovaunun melu, jolloin raitiovaunun melupäästö on mallinnuksessa vaihteiden kohdissa kahteen kertaan. Tämän takia mallinnetut vaihdekolina kohdat ovat todennäköisemmin todellista melutiilannetta hieman suurempia. Vaihteiden melumallinnuksen lähtöarvot on mitattu nykyisellä Helsingin kantaverkolla, jossa vaihteet ja raideristikot ovat todennäköisesti erilaisia kuin pikaraitiotielle tulevat vaihteet ja raideristikot.

Kaarrekirskunnat on myös mallinnettu turvallisesti pahimman arvion mukaan, eli nykyisen Artic-raitiovaunun kääntöraiteella tuottaman melupäästön perusteella ja sillä oletuksella, että kaikilla kerroilla esiintyy jyryä-/kirskuntailmiö, vaikka kyseessä on hyvin satunnainen ilmiö.

Meluesteiden kustannukset on tässä työssä arvioitu karkeasti kaikki samalla yksikköhinnalla. Todellisiin kustannuksiin vaikuttaa monet tekijät kuten maaperäolosuhteet (paalut), esteen laatu-taso, tarvittavat johtojen ja putkien siirrot sekä tarvittavat liikennejärjestelyt.

8 Liitteet

Liite 1.1 Nykytilanteen tieliikenteen aiheuttamat päiväaikaiset keskiäänitasot.

Liite 1.2 Nykytilanteen tieliikenteen aiheuttamat yöaikaiset keskiäänitasot.

Liite 2.1 Ennustetilanteen tie-, katu- ja raitiotieliikenteen aiheuttamat päiväaikaiset keskiäänitasot, ilman suunniteltua meluntorjuntaa.

31.1.2023

Liite 2.2 Ennustetilanteen tie-, katu- ja raitiotieliikenteen aiheuttamat yöaikaiset keskiäänitasot, ilman suunniteltua meluntorjuntaa.

Liite 3.1 Ennustetilanteen raitiotieliikenteen aiheuttamat päiväaikaiset keskiäänitasot.

Liite 3.2 Ennustetilanteen raitiotieliikenteen aiheuttamat yöaikaiset keskiäänitasot.

Liite 3.3 Ennustetilanteen raitiotieliikenteen aiheuttamat julkisivuihin kohdistuvat enimmäisäänitasot.

Liite 4.1 Ennustetilanteen tie- ja katuliikenteen ja raitiotieliikenteen aiheuttamat päiväaikaiset keskiäänitasot, jatkosuunnitteluun esitettävä meluntorjuntaratkaisu.

Liite 4.2 Ennustetilanteen tie- ja katuliikenteen ja raitiotieliikenteen aiheuttamat yöaikaiset keskiäänitasot, jatkosuunnitteluun esitettävä meluntorjuntaratkaisu.

Liite 5 Mittausraportti Skomarsin torppa, Vantaa, YKK65493-1, Sitowise Oy 2022.

9 Viitteet

- [1] Vantaan ratikan yleissuunnitelma välille Mellunmäki-lentoasema, meluselvitys. Promethor 2019.
- [2] Liikennemeluselvityksen laatiminen maankäytön suunnitteluun, Vantaan kaupungin meluselvitys-ohje maankäytön yleissuunnitteluun. Vantaan kaupunki 2021.
- [3] Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista 29.10.1992/993. Voimaantulo: 1.1.1993. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1992/19920993>
- [4] Vantaan kaupungin EU-meluselvitys 2017. Sito Oy 2017.
- [5] Vantaan kaupungin kantakartta 1.7.2020.
- [6] Päivittyneitä linjauksia, WSP Finland Oy 2020
- [7] Road traffic noise – Nordic prediction method, TemaNord 1996:525, Nordic Council of Ministers 1996.
- [8] Railway traffic noise: Nordic Prediction Method for Train Noise; NMT 1996
- [9] Gouatarbès B., Lahti T., Artic-raitiovaunu – Raideliikennemelun laskentamallin lähtöarvot. Akukon, raportti 160454-1. Helsinki, 23.5.2016.
- [10] Jari Hosiokangas ja Lauri Hopeakivi, Ramboll. Raitiotieliikenteen melupäästö ja suositus väliaikaisista arvoista käytettäväksi Tampereella maankäytön ja rakentamisen suunnittelussa, 25.5.2018.
- [11] Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä 24.11.2017. Voimaantulo: 1.1.2018. Saatavilla: <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7B338597D6-72CE-4E19-974A-F51A162F224B%7D/132594>
- [12] Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. 28.6.2018.
- [13] Rakennuksen julkisivun ääneneristävyyden mitoittaminen, Ympäristöopas: 108, Ympäristöministeriö 2003.