

Opastinsilta 8

Liikennemeluselvitys

1617765.1A
11.11.2020

TIIVISTELMÄ

Tässä selvityksessä tutkitaan katu- ja raitiotieliikenteen aiheuttamia äänitasoja kohteen Opastinsilta 8 julkisivuilla ja oleskelualueilla. Selvityksessä määritettiin myös suositukset kohteen ulkovaipan ja parvekkeiden äänitasoero vaatimuksiksi.

Kohde koostuu kahdesta 8-kerroksisesta kerrostalosta, joihin sijoittuu asuntoja, toimistoja ja liiketiloja. Kohteen oleskelu- ja leikkialueet sijaitsevat pihakannella. Kohde sijaitsee Helsingin Pasilassa. Merkittävimmät melunlähteet kohteen ympäristössä ovat Asemapäällikönkatu ja Ratamestarinkatu sekä näitä katuja pitkin kulkevat raitiovaunut. Laskennassa käytetyt liikennemäärät on kuvattu kohdassa 2.2. Raitioliikenteen osalta on varauduttu Helsingin seudun liikenteen (HSL) mukaisiin linjoihin 2023-2025 ja ratajärjestelyihin.

Kohteen leikki- ja oleskelualueilla vallitsevat keskiäänitasot on esitetty kuvissa 6 ja 7. Selvityksen perusteella todettiin, että leikkiin ja ulko-oleskeluun tarkoitetuilla alueilla annetut ohjearvot alittuvat.

Ulkovaipan äänitasoerosuositukset on esitetty kohdassa 5.2. Selvityksen perusteella todettiin, että ulkovaipan ääneneristyksen määrittelyssä mitoittavaksi muodostuvat tie- ja raideliikenteestä aiheutuvat keskiäänitasot. Äänitasoerosuositukset on esitetty kohdassa 5.2.1 kuvassa 23. Muodostuvat äänitasoerosuositukset vaihtelevat välillä $\Delta L_{A,vaad}$ 30...36 dB.

Selvityksen perusteella todettiin, että liike- ja toimistokerroksissa sisämelutason vaatimus täyttyy tavanomaisilla ulkovaipan rakenneosilla.

Suunnitelmien mukaisille parvekkeille muodostuva äänitasoerosuositus vaihtelee selvityksen perusteella välillä $\Delta L_{A,vaad}$ 0...13 dB. Helsingin meluselvitysohjeen [2] mukaisesti parvekkeita ei kuitenkaan suositella julkisivuille, joille kohdistuu päiväaikana 65 - 69 dB keskiäänitaso tai yöaikana 60 - 64 dB keskiäänitaso (kuvat 21 ja 22). Koska keskiäänitaso vaihtelee eri julkisivuilla, on parvekkeita koskeva kaavamääräys suositeltavaa määritellä siten, että liikenteestä aiheutuva A-painotettu keskiäänitaso ei saa ylittää päiväaikana ($L_{A,eq,7-22}$) 55 dB eikä yöaikana ($L_{A,eq,22-7}$) 50 dB. Näin ollen tarkempi parvekkeita koskeva ääneneristys selvitys laadittaisiin rakennuslupavaiheessa.

Espoossa / Turussa 11.11.2020

A-INSINÖÖRIT SUUNNITTELU OY

Mirku Kauhanen, akustiikkasuunnittelija
Tuukka Lyly, projektipäällikkö

Opastinsilta 8

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	2
1 JOHDANTO	4
1.1 Tilaaja	4
1.2 Tekijät	4
1.3 Kohde ja selvityksen tarkoitus	4
2 LÄHTÖTIEDOT	4
2.1 Maastomalli ja rakennukset	4
2.2 Tieliikenne	5
2.3 Raitieliikenne	6
2.3.1 Ratajärjestelyt	6
2.3.2 Liikennemäärät	7
2.3.3 Kaarrekirskunta	7
2.3.4 Vaihdekolina	7
3 VAATIMUKSET	8
3.1 Valtioneuvoston päätös 993/1992 melutason ohjearvoista	8
3.2 Hetkellinen enimmäisäänitaso $L_{A,max}$	9
3.3 Kohteessa sovellettavat vaatimukset	9
4 MALLINNUS	9
5 TULOKSET	11
5.1 Äänitasot ulko-oleskelualueilla	11
5.2 Ulkovaipan äänitasoero vaatimukset	12
5.2.1 Keskiäänitasot	12
5.2.2 Enimmäisäänitasot	16
5.2.3 Mitoittavat äänitasoero vaatimukset	19
5.3 Parvekkeiden meluntorjunta	20
5.4 Epävarmuudet	22
LÄHTEET	22

1 JOHDANTO

1.1 Tilaaja

Taitokaari Property Management Oy
Kalevankatu 12, 3.krs
00100 Helsinki

Jenni Nevala
jenni.nevala@taitokaari.fi

p. 044 055 4055

1.2 Tekijät

A-Insinöörit Suunnittelu Oy
Bertel Jungin aukio 9, 02600 Espoo
puh. 0207 911 888, fax. 0207 911 778

Ins.AMK Mirkku Kauhanen
mirkku.kauhanen@ains.fi

p. 040 191 8579

A-Insinöörit Suunnittelu Oy
Ilmarisenkatu 18 A, 2. krs, 20520 Turku
puh. 0207 911 888, fax. 0207 911 312

DI Tuukka Lyly
tuukka.lyly@ains.fi

p. 0207 911 839

1.3 Kohde ja selvityksen tarkoitus

Rakennuskohde: Opastinsilta 8
Osoite: Opastinsilta 8
00520 Helsinki

Tehtävä: Liikennemeluselvitys

Tässä selvityksessä tutkitaan katu- ja raitioliikenteen tuottamia melutasoja kohteen Opastinsilta 8 julkisivuille ja piha-alueille. Selvityksessä tarkastellaan piha-alueen sijoitusta sekä esittää suosituksen julkisivuilta ja parvekkeilta vaadittavista äänitasoeroista siten, että melutasojen ohjearvot saavutetaan.

2 LÄHTÖTIEDOT

2.1 Maastomalli ja rakennukset

Selvitys perustuu Huttunen-Lipasti Arkkitehdit Oy:n 2.11.2020 päivättyyn viitesuunnitelma-aineistoon sekä Helsingin meluselvitykseen 2017 [1], joka sisältää alueen korkeustiedot sekä rakennusten ja liikenneväylien sijainnit. Kohteen asemapiirros on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Kohteen asemapiirros.

2.2 Tieliikenne

Kohteen läheisyydessä sijaitsevat merkittävät melulähteet ovat Asemapäällikönkatu ja Rata-mestarinkatu. Katujen liikennemäärät on saatu Helsingin kaupungilta. Käytetyt liikennemäärät eivät suoraan kuvasta tiettyä ennustevuotta vaan ovat ns. suurimpia liikennemääriä, joihin näh-dään tarpeelliseksi melusuunnittelussa varautua. Raskaan liikenteen osuuksina ja liikenteen päivä- ja yöajan jakaumana on käytetty Helsingin meluselvitysohjeen [2] mukaista yleistystä katuluokittain.

Keskiarkivuorokauden liikennemäärät, nopeusrajoitukset, liikenteen jakauma sekä raskaan lii-kenteen osuus on esitetty eri katuosuuksille taulukossa 1.

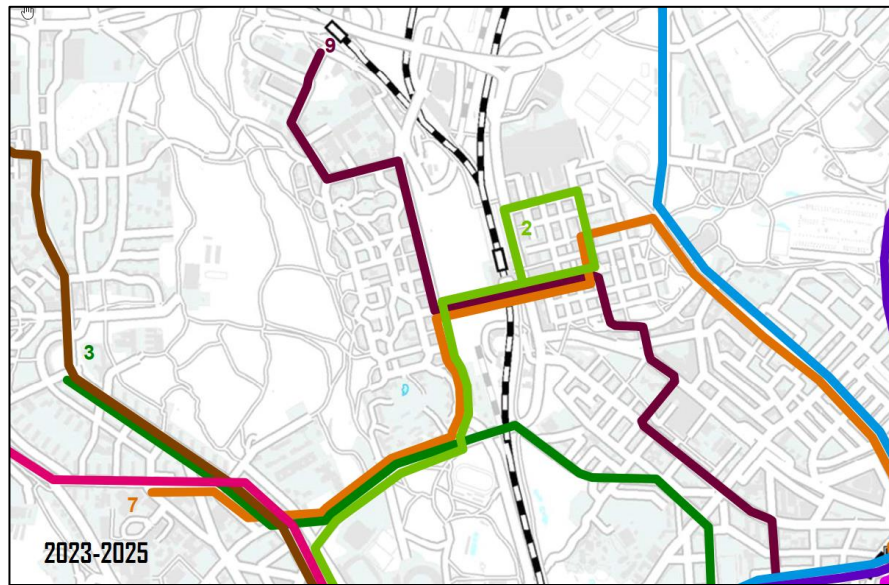
Taulukko 1. Laskennassa käytetyt keskiarkivuorokauden liikennemäärät

Tieosuus	KAVL Ennuste [ajon/vrk]	Liiken- teen ja- kauma päivä / yö [%]	Nopeus- rajoitus [km/h]	Raskaan liikenteen osuus päivä / yö [%]
Asemapäällikönkatu, Rata-mestarinkadun länsipuolella	10 000	94 / 6	40	6,7 / 8,3
Asemapäällikönkatu, Rata-mestarinkadun itäpuolella	2 500	94 / 6	40	5,8 / 6,4
Rata-mestarinkatu, Asemapäällikönkadulta pohjoiseen	5 000	94 / 6	40	6,7 / 8,3
Rata-mestarinkatu, Asemapäällikönkadulta etelään	8 500	94 / 6	40	6,7 / 8,3

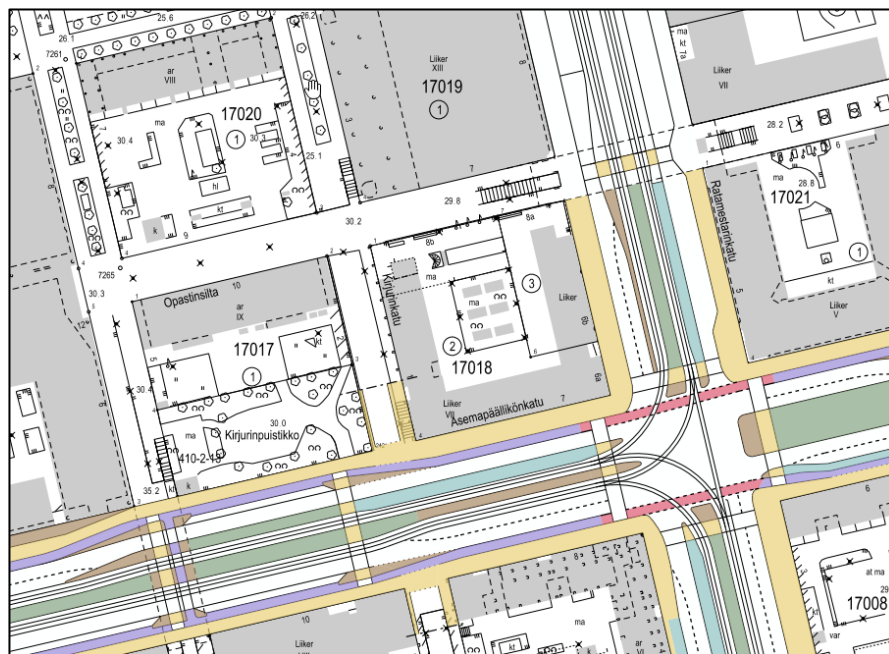
2.3 Raitioliikenne

2.3.1 Ratajärjestelyt

Raitioliikenteen osalta on varauduttu Helsingin seudun liikenteen (HSL) mukaisiin linjoihin 2023-2025: Ratamestarin ja Asemapäällikönkadun risteyksestä länteen 3 linjaa (2, 7, 9) ja pohjoiseen 2 (2, 7) linjaa. Raitiolinjastosuunnitelma on esitetty kuvassa 2. Linjastomuutoksien myötä on kohteen Opastinsilta 8 läheisyydessä suunnitteilla ratajärjestelyjen muutoksia. Alustava suunnitelma uusista ratajärjestelyistä on esitetty kuvassa 3. Raidejärjestelysuunnitelman on toimittanut Helsingin kaupunki.



Kuva 2. Raitiolinjastot 2023-2025 (lähde: <https://www.hsl.fi/uudet-raitiolinjat-2017/raitiolinjaston-muutoksia-tulevina-vuosina>)



Kuva 3. Raidejärjestelysuunnitelma (lähde: Helsingin kaupunki)

2.3.2 Liikennemäärät

Raitioliikenteen vuorovälin on arvioitu olevan ruuhka-aikoina (klo 7-9 / klo 16-18) 7,5 minuuttia ja muina aikoina 10 minuuttia. Yöllä, välillä klo 2–5 on oletettu, ettei ratikoita kulje ollenkaan. Raitiovaunun meluvaikutusten arvioinnissa on käytetty Helsingin meluselvitysohjeen [2] mukaisia äänitasotietoja Artic-raitiovaunulle (kovalla alustalla). Laskennassa käytetyt raitioliikenteen liikennetiedot on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Laskennassa käytetyt raideliikennetiedot

Raitiovaunu	Päivä [kpl] klo 7-22	Yö [kpl] klo 22-7	Nopeus [km/h]	pituus [m]
Ratamestarin ja Asemapäällikönkadun risteyksestä länteen (3 linjaa)	294	108	40	27,6
Ratamestarin ja Asemapäällikönkadun risteyksestä pohjoiseen (2 linjaa)	196	72	40	27,6
Ratamestarin ja Asemapäällikönkadun risteyksestä etelään (1 linja)	98	36	40	27,6

2.3.3 Kaarrekirskunta

Kaarrekirskunta on satunnainen ilmiö, jonka suuruuteen ja esiintymistodennäköisyyteen vaikuttaa mm. kaarresäde, ajonopeus sekä kalusto. Kaarrekirskunta mallinnetaan Helsingin meluselvitysohjeen [2] mukaan, kun kaarresäde R on alle 50 m.

Selvityksessä on raitiotien keskiäänitasojen ja enimmäisäänitasojen laskennassa huomioitu kaarrekirskunta ohjeen mukaisesti. Keskiäänitason laskennassa kaarrekirskunta on mallinnettu viivalähteenä, jonka A-painotettu äänitehotaso L_{WA} on laskettu käyttämällä vaunun ohituksen äänienergiatasona $L_{JA} = 118,8$ dB [2]. Laskennassa on otettu huomioon ohitusten lukumäärä, sekä kapeakaistaisuuskorjaus 5 dB. Taulukossa 3 on esitetty laskennassa käytetty kaarrekirskunnan taajuusjakauma [2].

Enimmäisäänitason laskennassa kaarteeseen on sijoitettu 5 m välein pistelähteitä ja kunkin pistelähteen vaikutus on tarkasteltu erikseen. Kullekin osalähteelle on käytetty taulukon 3 taajuusjakaumaa, joka on skaalattu vastaamaan kokonaisäänitasoa 112,1 dB [2].

Taulukko 3. Kaarrekirskunnan taajuusjakauma [2].

Taajuus [Hz]	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Äänitaso L [dB]	32,6	41,3	46,8	67,4	66,2	64,6	60,7	60,0	54,2

2.3.4 Vaihdekolina

Vaihdekolinalla voi olla merkittävä paikallinen vaikutus enimmäisäänitasoihin tai keskiäänitasoihin (impulssikorjauksen myötä). Vaihdekolina on mallinnettu Helsingin meluselvitysohjeen mukaisesti [2].

Risteysalueelle on mallinnettu neljä suunnanvaihtovaihdetta (Y-vaihide) sekä yksi ristikkovaihide (X-vaihide) pistelähteenä 0,3 m korkeudelle vaihteen kohdalle. Keskiäänitasojen laskennassa pistelähteen A-painotettu äänitehotaso L_{WA} on laskettu käyttämällä ohituksen äänienergiatasona $L_{JA, 14km/h} = 112,5$ dB vaunun nopeuden ollessa 14 km/h [2]. Laskennassa käytetty vaihdekolinan taajuusjakauma on esitetty taulukossa 4 [2]. Mikäli todellinen nopeus vaihteen kohdalla poikkeaa tästä, Helsingin meluselvitysohjeen mukaisesti äänienergiatasolle on mahdollista tehdä nopeuden perusteella korjaus, mutta tässä tapauksessa sitä ei todettu tarpeelliseksi. Laskennassa on lisäksi otettu huomioon vaunujen lukumäärä sekä impulssimaisuuskorjaus 5 dB.

Vaihdekolinan enimmäisäänitasojen laskennassa on käytetty hetkellistä enimmäisäänitasoa $L_{AFmax} = 89$ dB lähtöarvoa 5 m etäisyydellä ja ajonopeudella 14 km/h. Tämän perusteella enimmäisäänitasojen laskennassa pistelähteen A-painotettu äänitehotasona on käytetty $L_{WA,max} = 111$ dB.

Taulukko 4. Vaihdekolinan taajuusjakauma [2].

Taajuus [Hz]	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	A-tot
Äänitaso L_{ja} [dB]	115,7	111,7	105,1	111,6	111,1	107,3	104,0	98,5	93,0	112,5

3 VAATIMUKSET

3.1 Valtioneuvoston päätös 993/1992 melutason ohjearvoista

Valtioneuvoston päätöksessä 993/1992 [3] on määritelty melun A-painotetun ekvivalenttitason $L_{A,eq}$ enimmäisarvot ulko- ja sisätiloissa. Päätöksessä määritetyt suurimmat sallitut äänitasot on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Valtioneuvoston päätöksen 993/1992 mukaiset suurimmat sallitut ohjearvot

Sovellettava alue	Melun A-painotetun ekvivalenttitason enimmäisarvo $L_{A,eq}$	
	Päiväaikaan (klo 7-22)	Yöaikaan (klo 22-7)
Ohjearvot ulkona		
Asumiseen käytettävät alueet, virkistysalueet taajamissa ja taajamien välittömässä läheisyydessä sekä hoito- tai oppilaitoksia palvelevat alueet	55 dB	45 / 50 dB*
Loma-asumiseen käytettävät alueet, leirintäalueet, taajamien ulkopuolella olevat virkistysalueet ja luonnonsuojelualueet	45 dB	40 dB
Ohjearvot sisällä		
Asuin, potilas ja majoitushuoneet	35 dB	30 dB
Opetus- ja kokoontumistilat	35 dB	-
Liike- ja toimistohuoneet	45 dB	-

*Yöohjearvo vaihtelee riippuen siitä, onko kyseessä uusi vai vanha alue. Uusilla alueilla yöohjearvo on 45 dB ja vanhoilla alueilla 50 dB. Oppilaitoksia palvelevilla alueilla ei sovelleta yöohjearvoa.

3.2 Hetkellinen enimmäisäänitaso $L_{A,max}$

Ympäristöoppaan 108 [4] mukaan sisätilojen melutasoja voidaan tarkastella myös enimmäisäänitasoina toistuvien raideliikenteen yöajan meluhuippujen osalta. Kun tarkastellaan rakennuksen julkisivuun kohdistuvaa yöaikaista äänitasoltaan toistuvan tyypillisen ohiajon enimmäisäänitasoa $L_{A,max}$ vastaavana sisätilojen ohjearvona käytetään asumiseen tarkoitettujen tilojen osalta arvoa 45 dB.

Helsingin meluselvitysohjeen [2] mukaan sisätilojen melutasoja voidaan tarkastella vastaavasti myös toistuvien raideliikenteen vaihteista ja kaarrekirkunnasta aiheutuvien yöajan meluhuippujen osalta.

3.3 Kohteessa sovellettavat vaatimukset

Kohteen korttelin rakennusten asuintiloissa noudatetaan valtioneuvoston päätöksessä 993/1992 määritettyjä ohjearvoja, jolloin liikenteestä aiheutuva keskiäänitaso ei saa ylittää päiväaikana $L_{A,eq,7-22} = 35$ dB tai yöaikana $L_{A,eq,22-7} = 30$ dB [3].

Raideliikenteen osalta huomioidaan yöaikaisista ohituksista, kaarrekirkunnasta ja vaihdekolinasta aiheutuvat meluhuiput asuintiloissa ympäristöoppaan 108 [4] ja asemakaavoituksessa sovellettavan ohjeen [2] mukaisesti. Kun tarkastellaan rakennuksen julkisivuun kohdistuvaa yöaikaista äänitasoltaan toistuvan tyypillisen melutapahtuman enimmäisäänitasoa $L_{A,max}$ vastaavana sisätilojen ohjearvona käytetään asumiseen tarkoitettujen tilojen osalta arvoa 45 dB.

Asemakaavoituksessa sovellettavan ohjeen [2] mukaisesti kaava-alue on tulkittu meluselvityksessä ns. vanhaksi alueeksi, koska kyseessä on olemassa olevan alueen täydennysrakentaminen. Tällöin kohteen oleskelualueilla ja parvekkeilla liikenteestä aiheutuva A-painotettu keskiäänitaso ei saa ylittää päiväaikana ($L_{A,eq,7-22}$) 55 dB eikä yöaikana ($L_{A,eq,22-7}$) 50 dB.

Liike- ja toimistohuoneille sovelletaan valtioneuvoston päätöksen mukaisia ohjearvoja, joiden mukaan liikenteestä aiheutuva keskiäänitaso $L_{A,eq}$ ei saa liike- ja toimistohuoneissa ylittää päiväaikaan 45 dB.

4 MALLINNUS

Meluselvityksissä käytettävä melumallinnusohjelmisto CadnaA 2019 sisältää pohjoismaiset tie-, rautatie- ja ympäristömelun laskentamallit. Ohjelmistosta on voimassa oleva ylläpitösopimus, joka takaa, että käytössä on aina viimeinen versio ohjelmistosta.

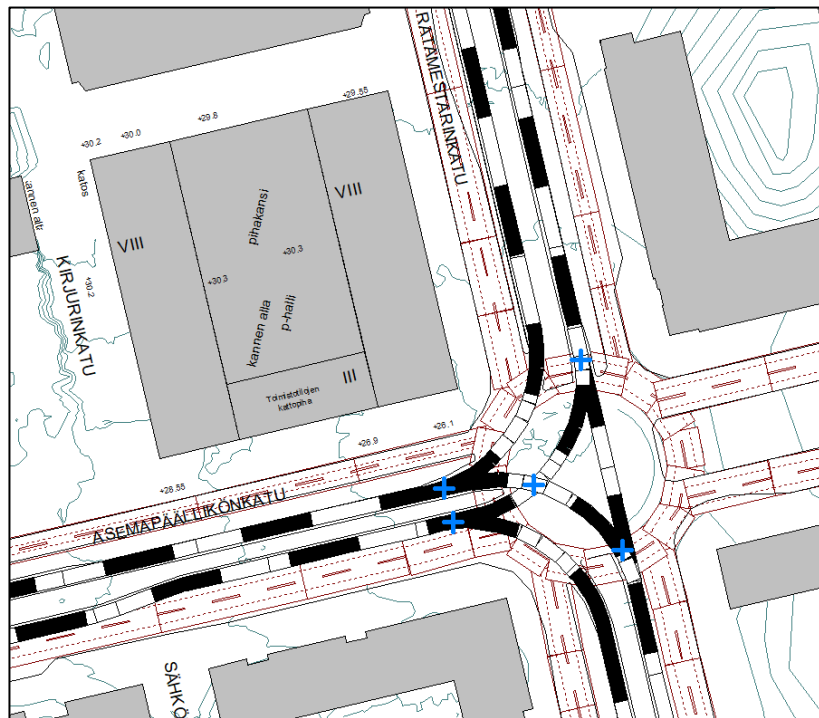
Melumallinnus perustuu pohjakartta-aineistosta luotavaan kolmiulotteiseen maastomalliin. Ohjelmisto ottaa huomioon maan ja rakennusten pintojen akustiset ominaisuudet. Laskennassa huomioon otettavien heijastusten määrä on 2. Mallinnuksessa rakennukset, tiet, pysäköintialueet yms. ovat ääntä heijastavia pintoja. Mallissa maanpinta on asetettu kauttaaltaan heijastavaksi. Ohjelmisto laskee melun leviämisen maastossa tai rakennetussa ympäristössä liikennemäärien, ajonopeuksien ja raskaan liikenteen suhteellisten osuuksien perusteella.

Liikenteen aiheuttamat A-painotetut keskiäänitasot on laskettu päiväaikaan ($L_{A,eq,7-22}$) ja yöaikaan ($L_{A,eq,22-7}$). Melun leviämisen havainnollistamiseksi kappaleessa 5.1 on esitetty mallinnuksen tuloksena saadut melukartat, jotka tässä selvityksessä on laskettu käyttämällä 2 metriä tiheää laskentapisteverkkoa. Melukartat on laskettu 2 metriä pihakannen yläpuolelle.

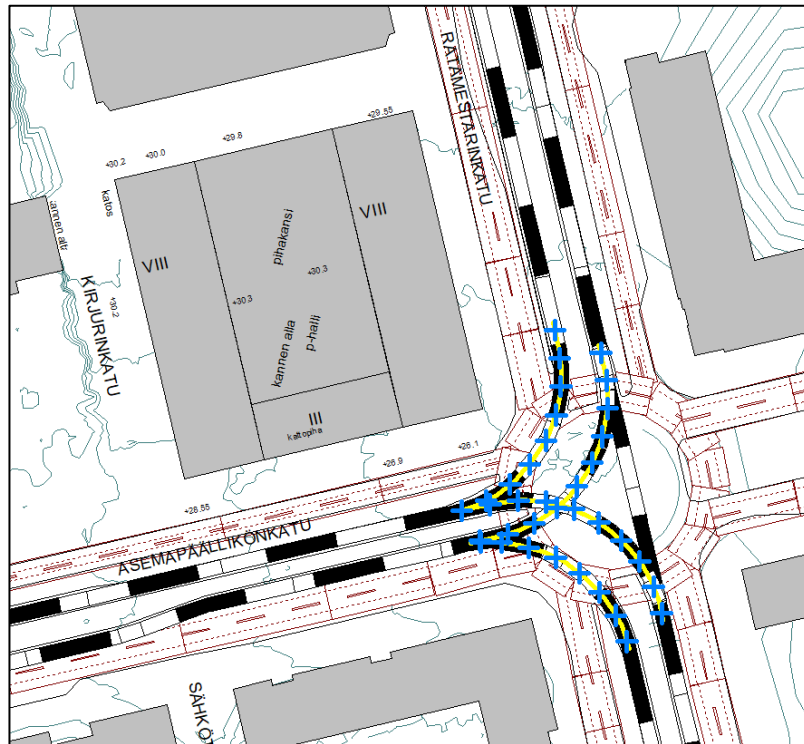
Melukartoissa keskiäänitasot on esitetty erivärisinä vyöhykkeinä, joiden leveys on 5 dB. Vyöhykkeet on lisäksi jaettu pienempiin osiin mustilla viivoilla 1 dB välein. Meluvyöhykkeet on piirretty karttoihin silloin, kun A-painotettu keskiäänitaso ylittää 45 dB.

Rakennusten julkisivulle kohdistuvat äänitasot on esitetty numeroarvoina julkisivun pinnan kohdalla ilman julkisivusta tulevaa heijastusta. Laskenta on tehty rakennuksen jokaisen kerroksen korkeudella 2 m lattiatason yläpuolella. Kuvissa on esitetty ainoastaan korkeussuunnassa suurimmat äänitasot.

Keskiäänitasojen laskennassa kaarrekirskunta ja vaihdekolina on laskettu samanaikaisesti katu- ja raideliikenteen kanssa. Enimmäisäänitasojen laskennassa vaihdekolinan ja kaarrekirskunnan aiheuttamat suurimmat äänitasot julkisivuilla on määritetty tarkastelemalla jokaisen pistelähteen vaikutus erikseen. Kuvassa 4 on esitetty vaihteiden ja kuvassa 5 kaarteiden keski- ja enimmäisäänitasojen laskennassa huomioidut raitiotien vaihteiden sijainnit kohteen läheisyydessä.



Kuva 4. Mallinnuksessa huomioidut raitiotien vaihteet (merkitty sinisellä) kohteen läheisyydessä.



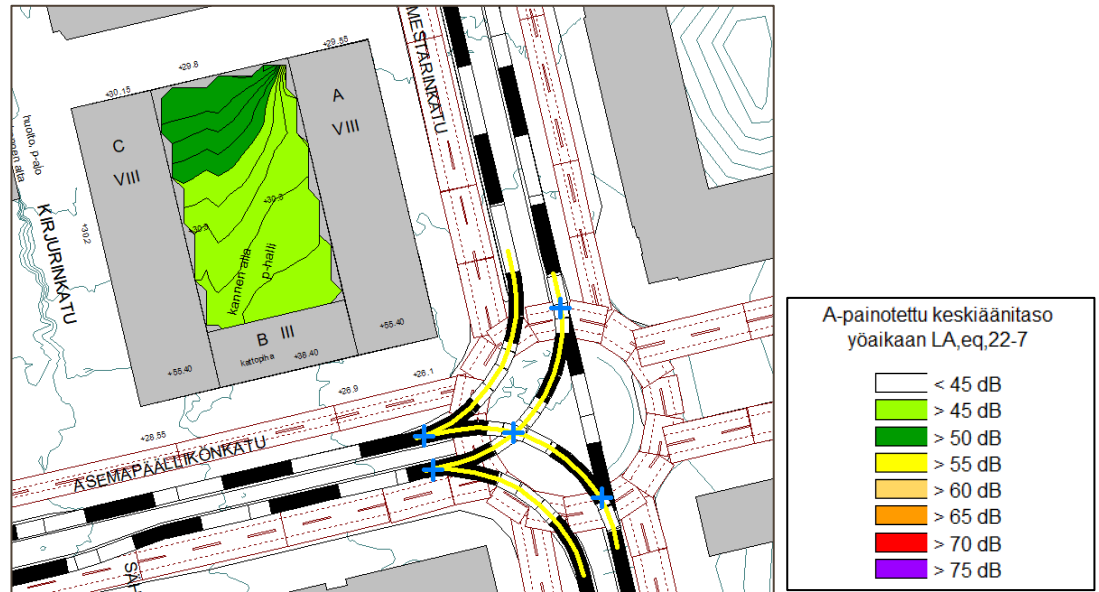
Kuva 5. Mallinnuksessa huomioituiden raitiotien kaarteet kohteen läheisyydessä. Keskiäänitasojen laskennassa kaarteet on mallinnettu viivalähteinä (merkitty keltaisella) ja enimmäisäänitasojen laskennassa kaarteet mallinnettu useana pistelähteenä (merkitty sinisellä).

5 TULOKSET

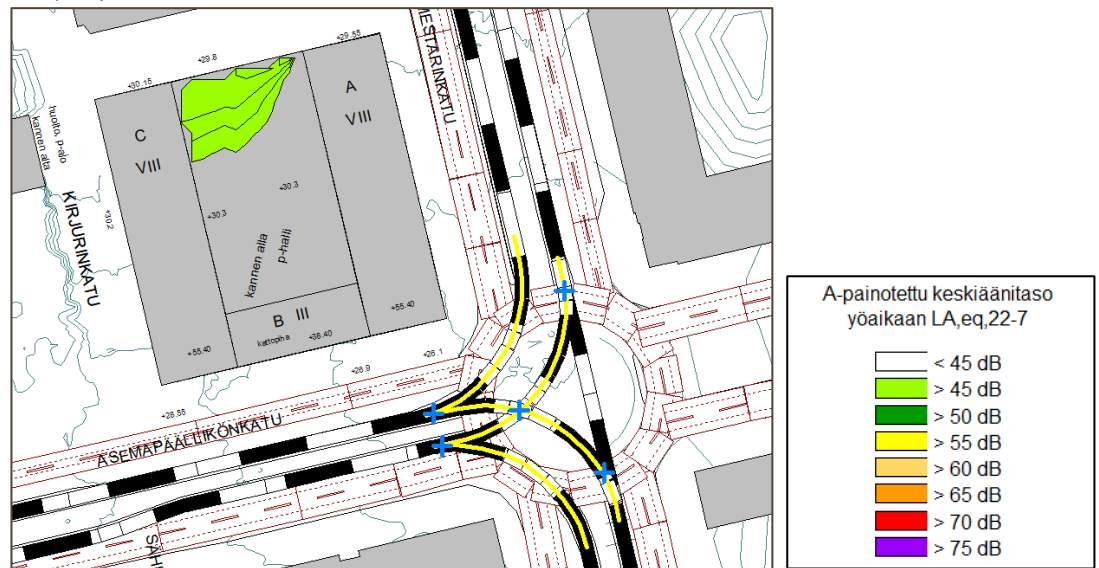
5.1 Äänitasot ulko-oleskelualueilla

Kohteen ulko-oleskelualueet sijaitsevat pihakannella, jonka sijainti on esitetty kuvissa 6 ja 7. Kohteessa sovelletaan valtioneuvoston päätöksessä 993/1992 esitettyjä ulko-oleskelualueiden ohjearvoja, joiden mukaan A-painotettu keskiäänitasot ei saa ylittää ulko-oleskelualueilla päiväaikana ($L_{A,eq,7-22}$) 55 dB eikä yöaikana ($L_{A,eq,22-7}$) 50 dB (vanha alue).

Kohdealueella vallitsevat keskiäänitasot päivä- ja yöaikaan on esitetty kuvien 6 ja 7 melukartoissa. Kuvien melukartoista nähdään, että melun ohjearvotasot alittuvat päivä- ja yöaikaan.



Kuva 6. Tie- ja raideliikenteestä aiheutuvat päiväajan suurimmat keskiäänitasot $L_{A,eq7-22}$ pihakannella



Kuva 7. Tie- ja raideliikenteestä aiheutuvat yöajan suurimmat keskiäänitasot $L_{A,eq22-07}$ pihakannella

5.2 Ulkovaipan äänitasoerovaatimukset

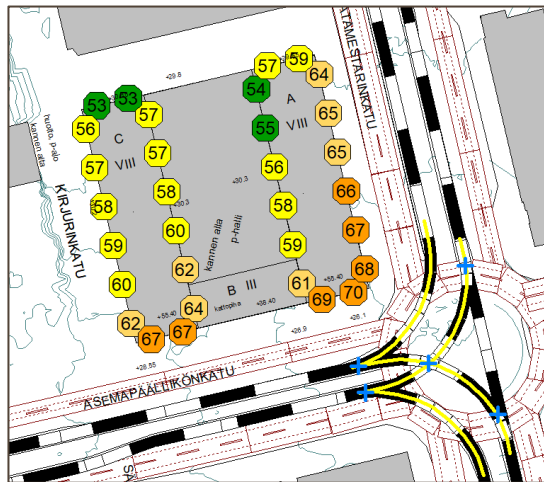
5.2.1 Keskiäänitasot

Ulkovaipan ääneneristysten tarkastelussa sovelletaan valtioneuvoston päätöksen mukaisia ohjearvoja, joiden mukaan liikenteestä aiheutuva keskiäänitaso $L_{A,eq}$ ei saa asuintiloissa ylittää päiväaikaan 35 dB tai yöaikaan 30 dB.

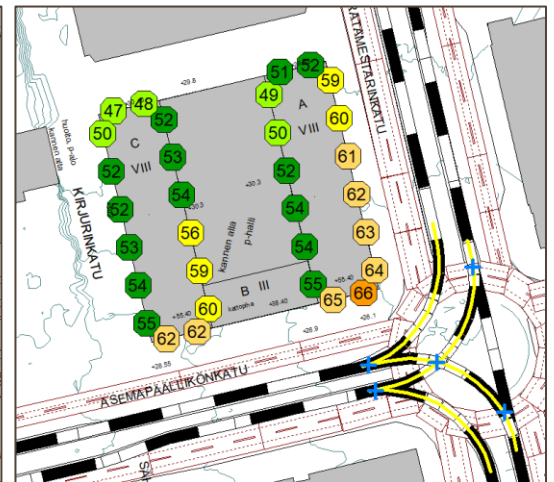
Rakennuksen ulkovaipan ääneneristysvaatimus ilmoitetaan julkisivuun kohdistuvan äänitason ja sisällä sallittavan äänitason erona $\Delta L_{A,vaad}$. Kuvista 8 ja 9 nähdään, että liikenteestä aiheutuvat suurimmat keskiäänitasot asuinkerrosten julkisivulla ovat Kirjurinkadun puoleisessa (C) tornissa päiväaikaan 67 dB ja yöaikaan 62 dB ja Ratamestarinkadun puoleisessa tornissa (A)

korkeimmillaan päiväaikaan 70 dB ja yöaikaan 66 dB. Kuvissa 10-13 on esitetty koko rakennuksen julkisivulle kohdistuvat keskiäänitasot kerroksittain. Asunnot sijaitsevat pinkin viivan yläpuolella.

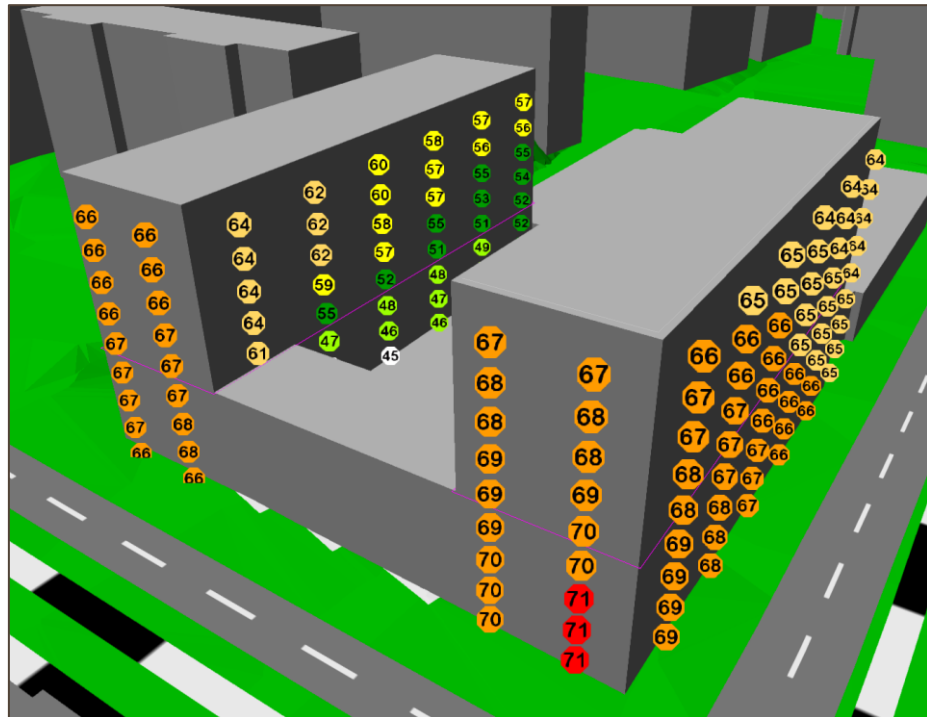
Suurin muodostuva äänitasoero Kirjurinkadun puoleisen tornin (C) asuinkerroksille (krs 4-8) on $\Delta L_{A,vaad} = 32$ dB (62 dB – 30 dB) Asemapäällikönkadun puolella. Ratamestarinkadun puoleisen tornin (A) asuinkerroksille (krs 4-8) muodostuva äänitasoero on $\Delta L_{A,vaad} = 34$ dB (64 dB – 30 dB) Ratamestarinkadun puolella ja Asemapäällikönkadun puolella $\Delta L_{A,vaad} = 36$ dB (66 dB – 30 dB). Yöajan keskiäänitasot ovat molemmissa torneissa asuinkerrosten osalta mitoittavia.



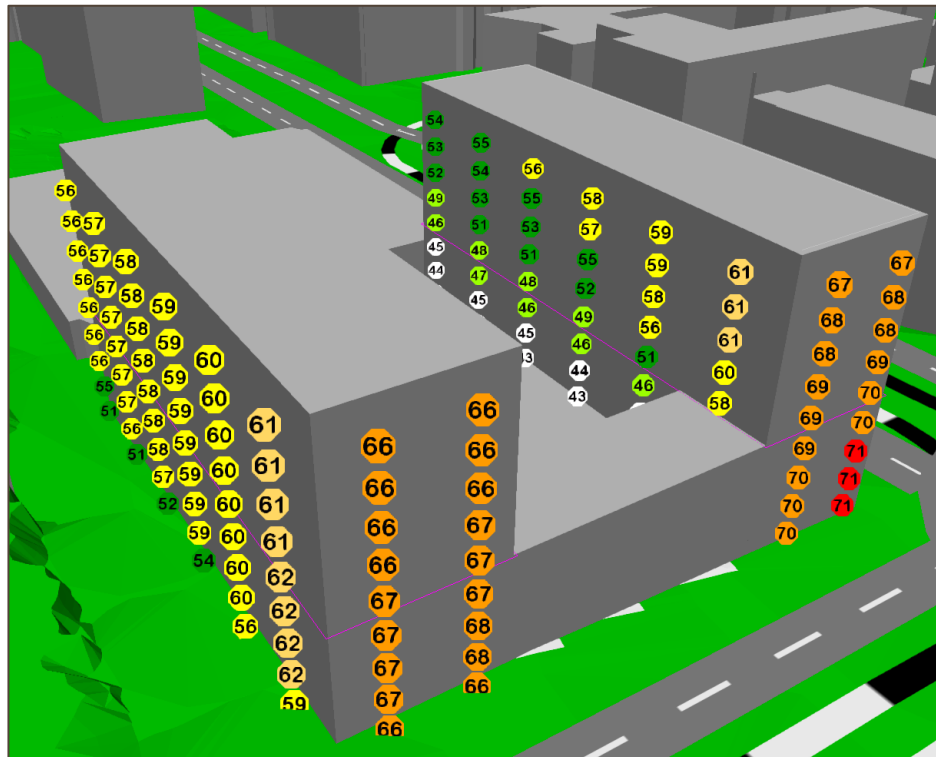
Kuva 8. Tie- ja raideliikenteestä aiheutuvat päiväajan suurimmat keskiäänitasot $L_{A,eq7-22}$ asuinkerrosten julkisivulla



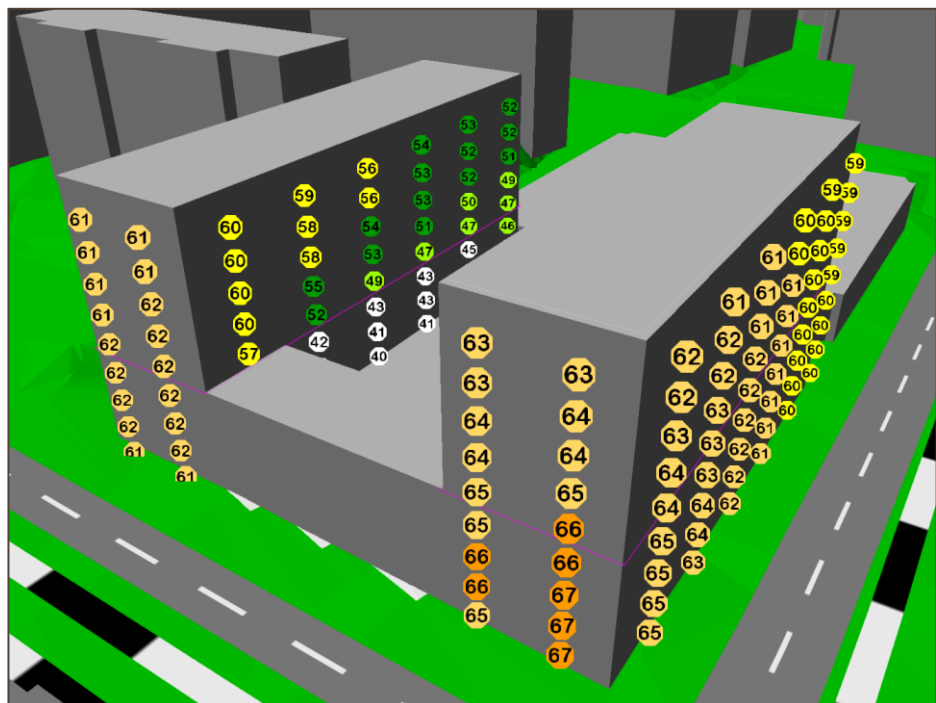
Kuva 9. Tie- ja raideliikenteestä aiheutuvat yöajan suurimmat keskiäänitasot $L_{A,eq22-7}$ asuinkerrosten julkisivulla



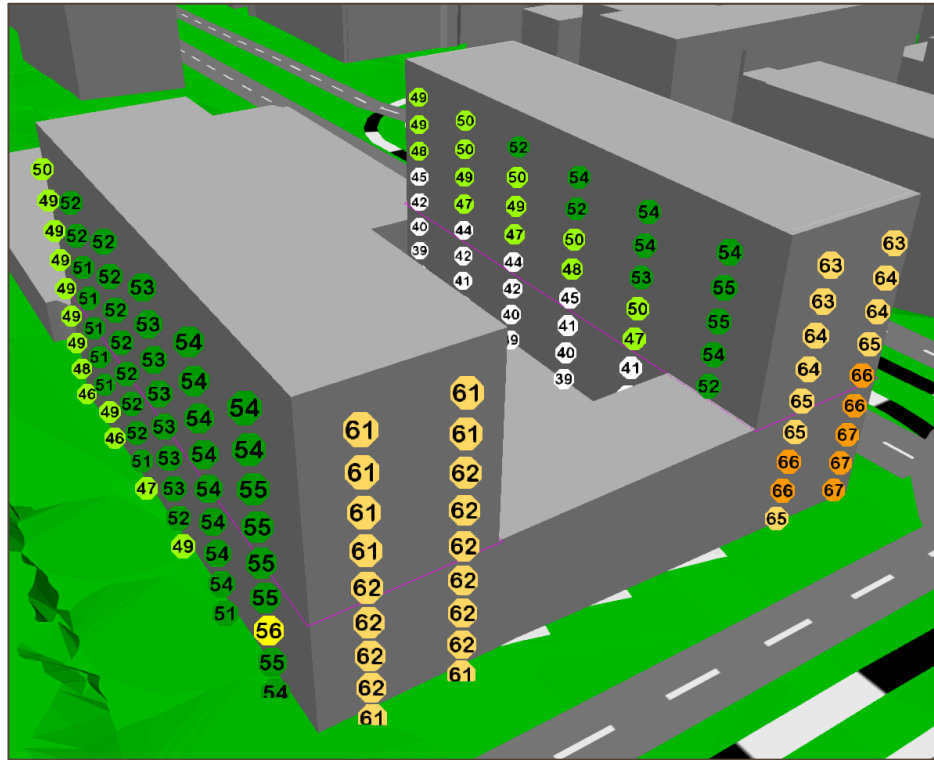
Kuva 10. Tie- ja raideliikenteestä aiheutuvat päiväajan suurimmat keskiäänitasot $L_{A,eq7-22}$ rakennuksen julkisivulla 3D-näkymässä. Asunnot sijaitsevat pinkin viivan yläpuolella.



Kuva 11. Tie- ja raideliikenteestä aiheutuvat päiväajan suurimmat keskiäänitasot $L_{A,eq7-22}$ rakennuksen julkisivulla 3D-näkymässä. Asunnot sijaitsevat pinkin viivan yläpuolella.



Kuva 12. Tie- ja raideliikenteestä aiheutuvat yöajan suurimmat keskiäänitasot $L_{A,eq22-7}$ rakennuksen julkisivulla 3D-näkymässä. Asunnot sijaitsevat pinkin viivan yläpuolella.



Kuva 13. Tie- ja raideliikenteestä aiheutuvat yöajan suurimmat keskiäänitasot $L_{A,eq22-7}$ rakennuksen julkisivulla 3D-näkymässä. Asunnot sijaitsevat pinkin viivan yläpuolella.

Liike- ja toimistohuoneille sovelletaan valtioneuvoston päätöksen mukaisia ohjearvoja, joiden mukaan liikenteestä aiheutuva keskiäänitaso $L_{A,eq}$ ei saa liike- ja toimistohuoneissa ylittää päiväaikaan 45 dB.

Kuvista 10 ja 11 nähdään, että toimisto- ja liikekerrosten korkeudelle kohdistuu korkeimmillaan Kirjurinkadun puoleisessa tornissa (C) päiväaikaan 68 dB ja Ratamestarinkadun puoleisessa tornissa (A) päiväaikaan 71 dB. Liike- ja toimistohuoneet sijaitsevat kuvissa pinkin viivan alapuolella.

Suurin muodostuva äänitasoero Kirjurinkadun puoleisen tornin (C) toimisto- ja liike kerroksille (krs 1-3) on $\Delta L_{A,vaad} = 23 \text{ dB}$ (68 dB – 45 dB) Asemapäällikönkadun puolella. Ratamestarinkadun puoleisen tornin (A) liike- ja toimistokerroksille (krs 1-3) muodostuva äänitasoero on korkeimmillaan $\Delta L_{A,vaad} = 26 \text{ dB}$ (71 dB – 45 dB).

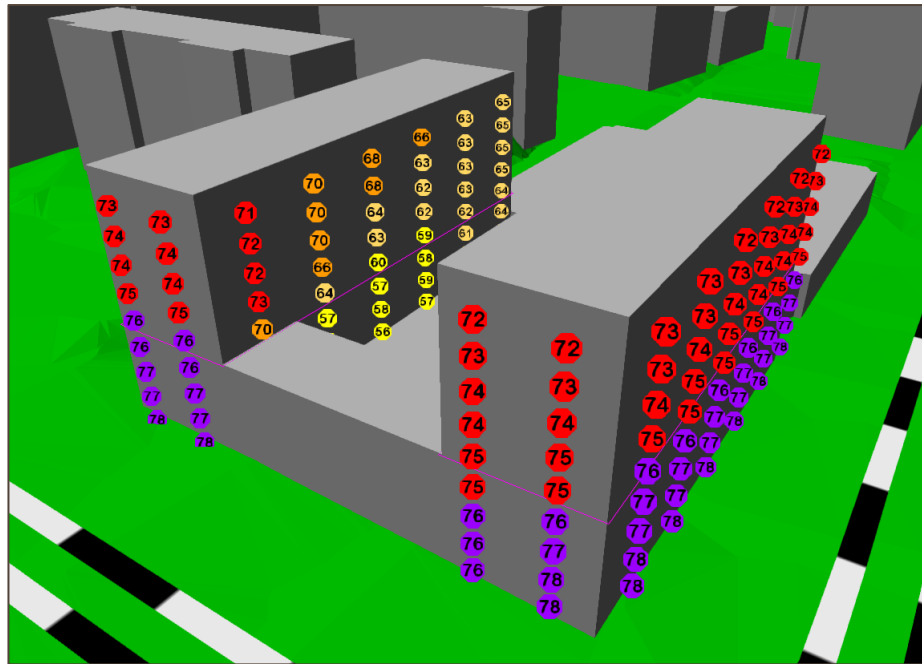
Sisämeluntason vaatimus täyttyy molemmissa torneissa liike- ja toimistokerroksissa tavanomaisilla ulkovaipan rakenneosilla.

5.2.2 Enimmäisäänitasot

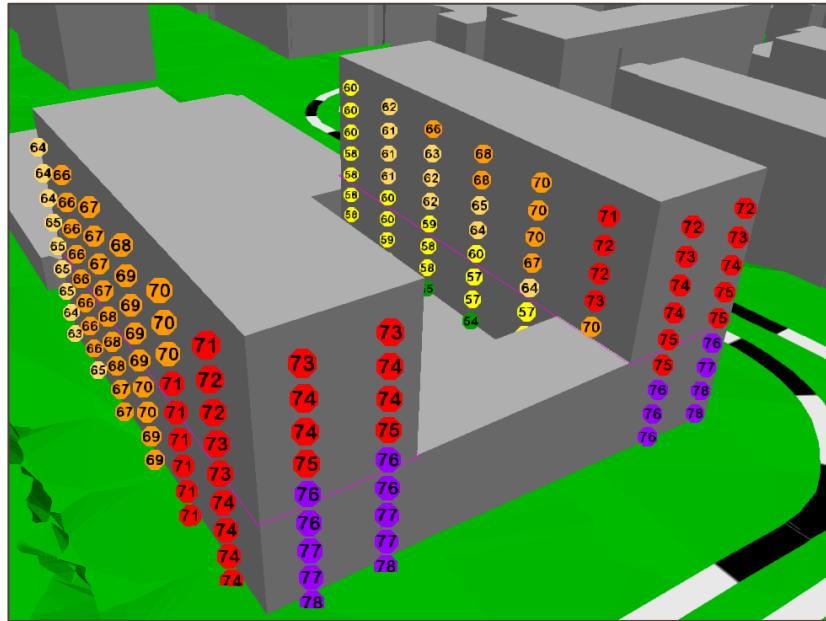
Ulkovaipan ääneneristysten tarkastelussa sovelletaan myös ympäristöoppaan 108 ohjearvoa [4], jonka mukaan tyypillisen ohiajon aiheuttama sisällä vallitseva enimmäisäänitaso $L_{A,max}$ ei saa ylittää yöaikaan arvoa 45 dB. Asemakaavoituksessa sovellettavan ohjeen [2] mukaan sisätilojen melutasoja voidaan tarkastella vastaavasti myös toistuvien raideliikenteen vaihteista ja kaarrekirskunnasta aiheutuvien yöajan meluhuippujen osalta.

Rakennuksen ulkovaipan ääneneristysvaatimus ilmoitetaan julkisivuun kohdistuvan äänitason ja sisällä sallittavan äänitason erona $\Delta L_{A,vaad}$. Raitiovaunujen ohiajosta aiheutuvat julkisivulle kohdistuvat yöaikaiset enimmäisäänitasot Fast-aikapainotuksella on esitetty kuvissa 14 ja 15. Kuvissa asunnot sijaitsevat pinkin viivan yläpuolella. Kuten kuvista nähdään, asuinkerrosten julkisivuun kohdistuu korkeimmillaan Kirjurikadun puoleisessa tornissa (C) 76 dB sekä Rata-mestarinkadun puoleisessa tornissa (A) 75 dB enimmäistasoja.

Hetkellisistä yöajan enimmäisäänitasoista laskettu suurin muodostuva äänitasoero Kirjurinkadun puoleisen tornin (C) asuinkerroksille on näin ollen $\Delta L_{A,vaad} = 31$ dB (76 dB – 45 dB) raitiotien puoleisella päätyjulkisivulla. Ratamestarinkadun puoleisen tornin asuinkerroksille enimmäisäänitasoista muodostuva suurin äänitasoero on $\Delta L_{A,vaad} = 30$ dB (75 dB – 45 dB)

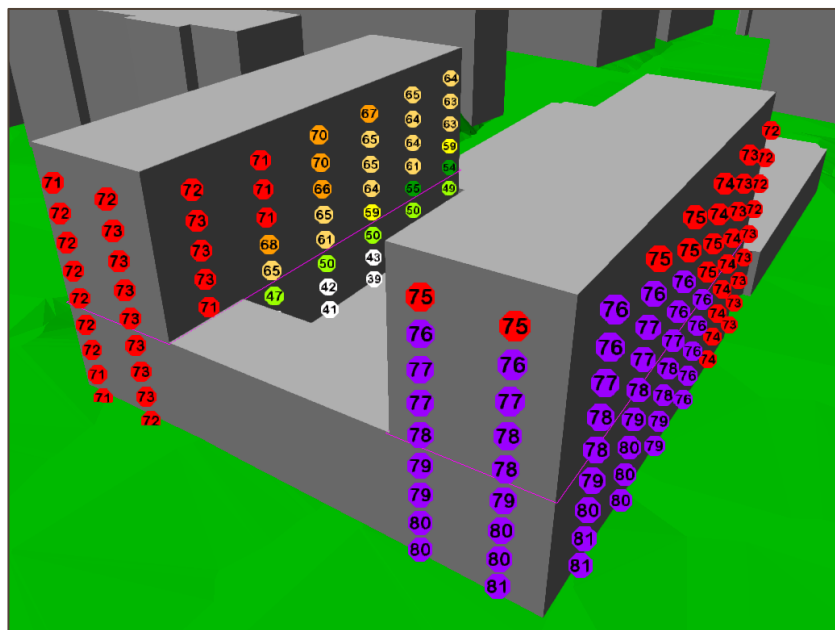


Kuva 14. Raitiovaunun ohituksesta asuinkerrosten julkisivuun kohdistuvat hetkelliset yöaikaiset enimmäistasot $L_{A,max}$ rakennuksen julkisivulla. Asunnot sijaitsevat pinkin viivan yläpuolella.

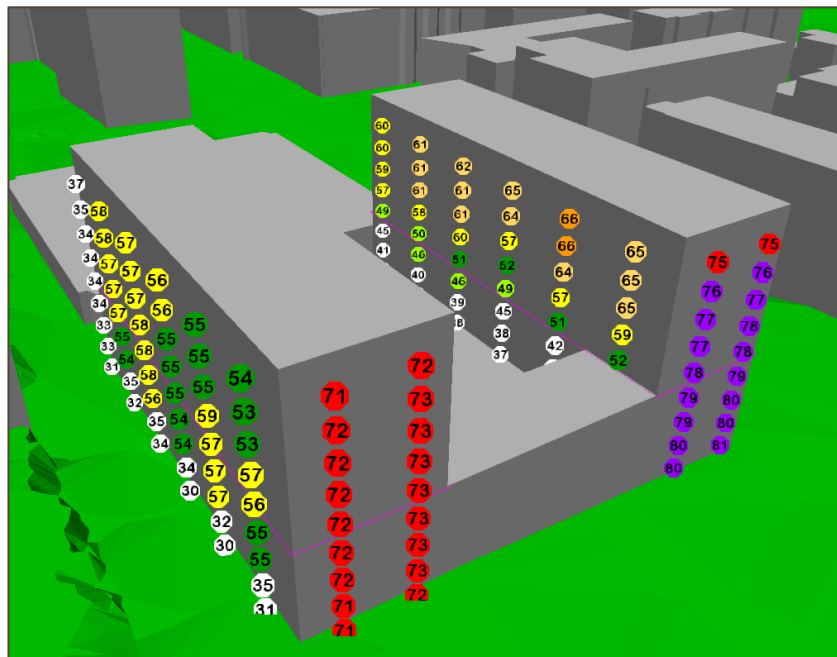


Kuva 15. Raideliikenteestä asuin kerrosten julkisivuun kohdistuvat hetkelliset yöaikaiset enimmäistasot $L_{A,max}$ rakennuksen julkisivulla. Asunnot sijaitsevat pinkin viivan yläpuolella.

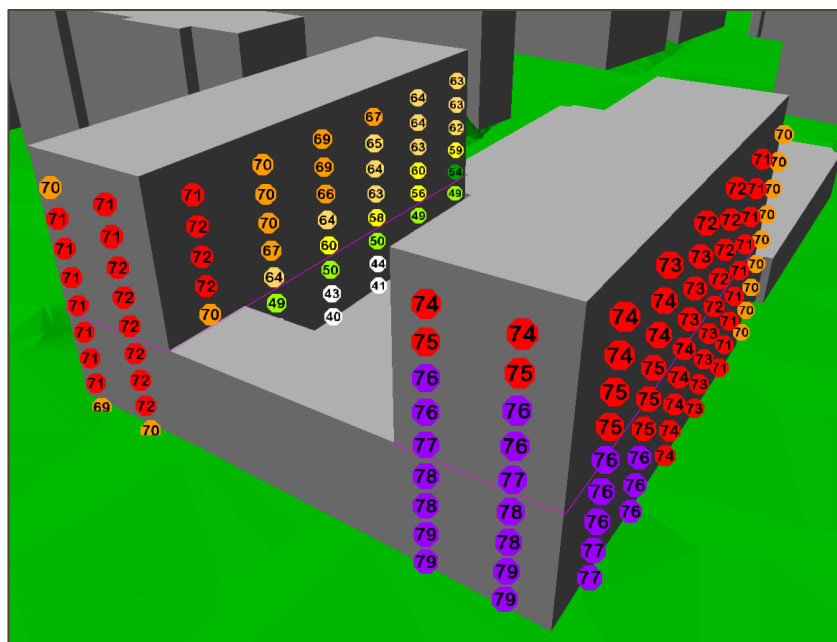
Selvityksessä on tarkasteltu myös asemakaavoituksessa sovellettavan ohjeen [2] mukaisesti kohteen julkisivuille kohdistuvia raideliikenteen kaarrekirskunnasta (kuvat 16 ja 17) ja vaihekolinasta (kuvat 18 ja 19) aiheutuvia suurimpia yöajan enimmäistasoja. Suurimpia enimmäistasoja aiheutuu selvityksen perusteella kaarrekirskunnasta, joista asuin kerroksen julkisivuille kohdistuu yöaikaan korkeimmillaan 78 dB (kuva 16). Kaarrekirskunnan enimmäistasoista suurin muodostuva äänitasoero on Ratamestarinkadun puoleiselle tornille (A) $\Delta L_{A,vaad} = 33$ dB (78 – 45 dB) ja Kirjurinkadunpuoleiselle tornille (C) $\Delta L_{A,vaad} = 28$ dB (73 – 45 dB)



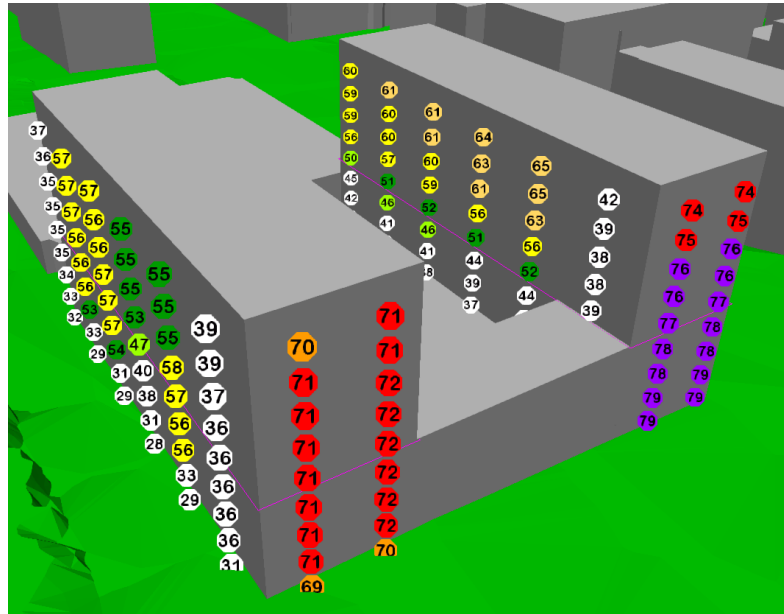
Kuva 16. Kaarrekirskunnasta aiheutuvat suurimmat enimmäisäänitasot rakennuksen julkisivulla. Asunnot sijaitsevat pinkin viivan yläpuolella.



Kuva 17. Kaarrekirkkunnasta aiheutuvat suurimmat enimmäisäänitasot rakennuksen julkisivulla. Asunnot sijaitsevat pinkin viivan yläpuolella.



Kuva 18. Vaihdekolinasta aiheutuvat suurimmat enimmäisäänitasot rakennuksen julkisivulla. Asunnot sijaitsevat pinkin viivan yläpuolella.

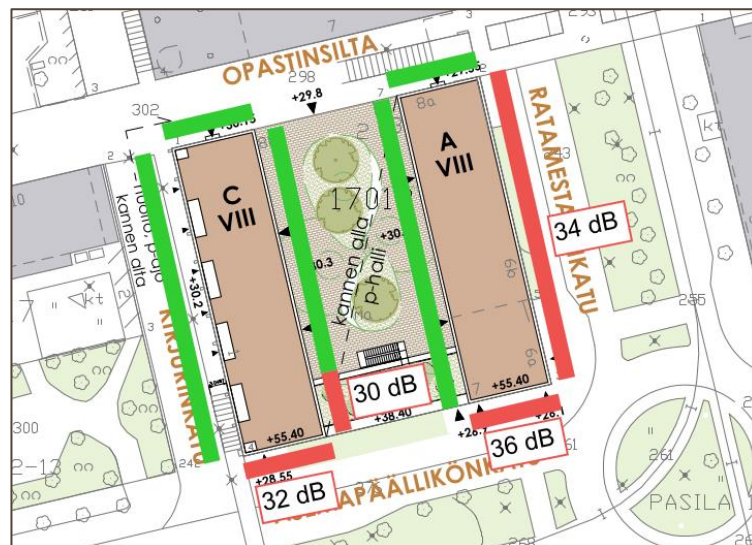


Kuva 19. Vaihdekolinasta aiheutuvat suurimmat enimmäisäänitasot rakennuksen julkisivulla. Asunnot sijaitsevat pinkin viivan yläpuolella.

Selvityksen perusteella junien ohituksen, kaarrekirskunnan tai vaihteiden aiheuttamat yöaikaiset enimmäisäänitasot eivät ole merkitseviä kohteessa, sillä tie- ja raideliikenteen aiheuttamat yöajan keskiäänitasot ovat kohteessa mitoittavia (suurempia).

5.2.3 Mitoittavat äänitasoerovaatimukset

Kohteessa julkisivun äänitasoerovaatimusten osalta mitoittavana toimii tie- ja raideliikenteestä julkisivulle kohdistuvat keskiäänitasot. Asuinkerrosten korkeudelle muodostuvat julkisivun äänitasoerosuositukset on esitetty kuvassa 20. Junien ohituksen, kaarrekirskunnan tai vaihteiden aiheuttamat yöaikaiset enimmäisäänitasot eivät ole merkitseviä kohteessa, sillä tie- ja raideliikenteen aiheuttamat yöajan keskiäänitasot ovat kohteessa mitoittavia (suurempia).

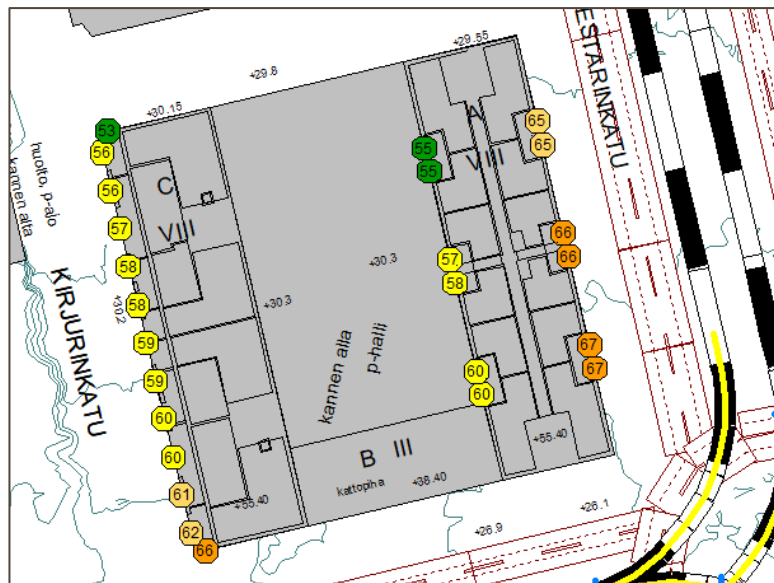


Kuva 20. Kuvassa on esitetty punaisella tie- ja raideliikenteen keskiäänitasoista asuinkerrosten julkisivuille muodostuvat 30 dB tai sen ylittävät ulkovaipan äänitasoerosuositukset $\Delta L_{A,vaad}$. Vihreällä on esitetty julkisivut, joilla äänitasoerosuositus on alle 30 dB.

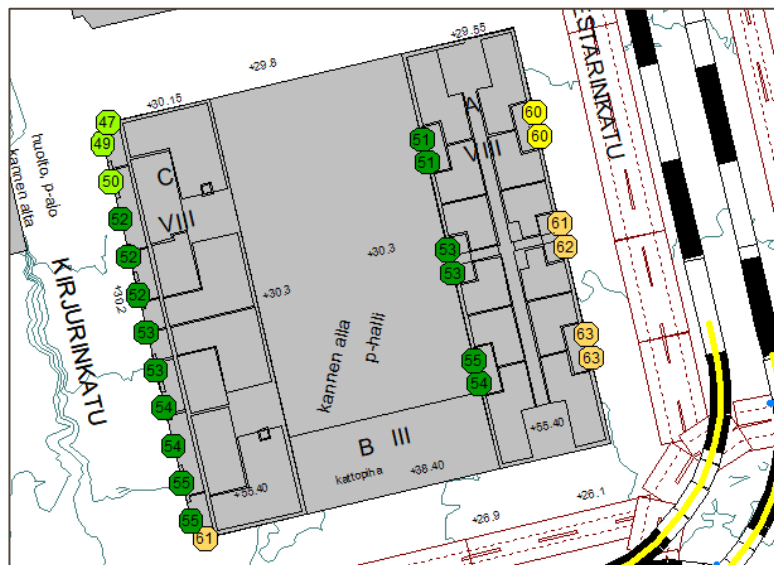
5.3 Parvekkeiden meluntorjunta

Kohteen parvekkeilla noudatetaan valtioneuvoston päätöksessä 993/1992 määritettyjä ohjearvoja, jolloin liikenteestä aiheutuva keskiäänitaso ei saa ylittää päiväaikana $L_{A,eq,7-22} = 55$ dB tai yöaikana $L_{A,eq,22-7} = 50$ dB.

Lasitetun parvekkeen äänitasoerovaatimus ilmoitetaan parvekelasitukseen kohdistuvan äänitason ja parvekkeella sallittavan äänitason erona $\Delta L_{A,vaad}$. Parvekkeille kohdistuvat, liikenteestä aiheutuvat suurimmat keskiäänitasot on esitetty kuvien 21 ja 22 melukartoissa. Parvekkeille muodostuvat äänitasoerosuositukset on esitetty kuvassa 23.



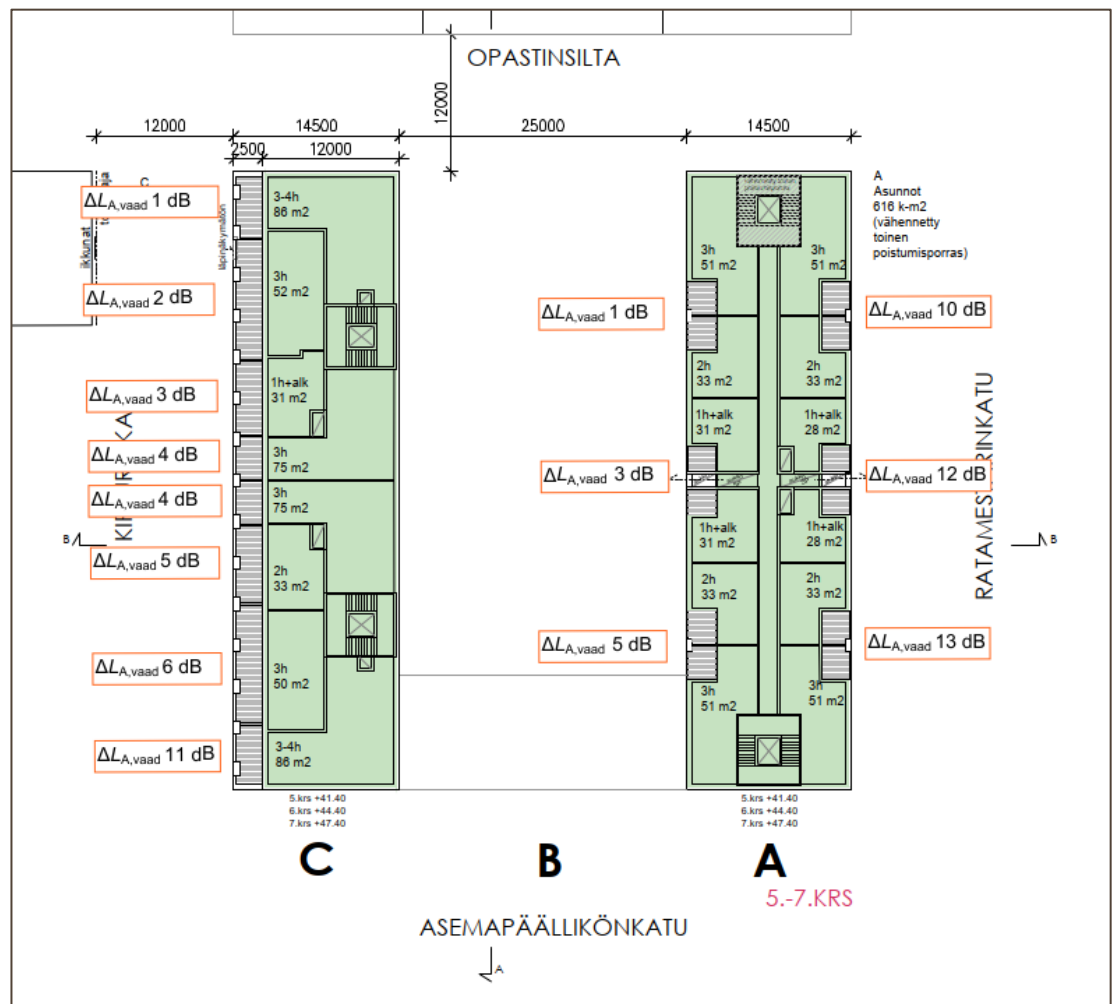
Kuva 21. Tie- ja raideliikenteestä aiheutuvat päiväajan suurimmat keskiäänitasot $L_{A,eq,7-22}$ rakennuksen parvekelinjojen kohdalla



Kuva 22. Tie- ja raideliikenteestä aiheutuvat yöajan suurimmat keskiäänitasot $L_{A,eq,22-7}$ rakennuksen parvekelinjojen kohdalla

Lasittamattomana parveke on ulkotilassa ja julkisivusta takaisin heijastuva ääni kasvattaa parvekkeella vallitsevaa äänitasoa. Lasitetun parvekkeen äänitasoeroa laskettaessa lasituksiin ja parvekkeen muihin vaipparakenteisiin kohdistuvaa heijastusta ei oteta huomioon, sillä tällöin ääni heijastuu lasituksen pinnasta poispäin, eikä vaikuta parvekkeella muodostuvaan äänitasoon. Näin ollen, mikäli parveketta ei lasiteta, on parvekkeelle muodostuva äänitaso julkisivuheijastuksesta johtuen noin 3 dB korkeampi kuin parvekelasituksiin kohdistuva äänitaso. Tästä syystä kaikki parvekkeet, joiden lasituksiin kohdistuva äänitaso on melukartassa päiväaikaan vähintään 53 dB tai yöajan melukartoissa vähintään 48 dB tulisi tämän selvityksen perusteella lasittaa tai muilla tavoin varmistaa, etteivät melun ohjearvotasot ylitä parvekkeella.

Parvekkeille muodostuva äänitasoerosuositus vaihtelee selvityksen perusteella välillä $\Delta L_{A,vaad}$ 1...13 dB. Helsingin meluselvitysohjeen [2] mukaisesti parvekkeita ei kuitenkaan suositella julkisivuille, joille kohdistuu päiväaikana 65 - 69 dB melutaso tai yöaikana 60 - 64 dB melutaso.



Kuva 23. Suunnitelmien mukaisille parvekkeille muodostuvat äänitasoeroisuositukset

Keskiaänitaso vaihtelee eri julkisivuilla jonkin verran (kuvat 21 ja 22), joten ei ole suositeltavaa määrittää jokaisen julkisivun parvekkeille äänitasoeroja samanlaisena kaavamääräyksenä. Kaavamääräys on sen sijaan suositeltavaa määrittellä siten, että liikenteestä aiheutuva A-painotettu keskiaänitaso ei saa ylittää päiväaikaan ($L_{A,eq,7-22}$) 55 dB eikä yöaikaan ($L_{A,eq,22-7}$) 50 dB. Näin ollen tarkempi parvekkeita koskeva ääneneristyselvitys laadittaisiin rakennuslupavaiheessa.

5.4 Epävarmuudet

Epävarmuuksia meluselvityksessä liittyy erityisesti lähtötietoihin ja raitiotien mallintamiseen. Koska Ratamestarinkadun ja Asemapäällikönkadun raidejärjestelyjä ei ole vielä tarkemmin suunniteltu, liittyy raiteiden sijaintiin ja liikennöintimääriin vielä epävarmuutta.

Hetkellisiin enimmäisäänitasoihin liikennemäärät eivät vaikuta. Hetkellisten enimmäisäänitasojen osalta epävarmuudet liittyvät eri vaihdetyyppien ja kaarteiden melupäästöihin. Lähtötietoina on kuitenkin käytetty tuoreen Helsingin asemakaavoituksessa sovellettavan meluselvitysohjeen [2] mukaisia arvoja, jotka edustavat parasta käyttökelpoista tietoa. Vaihteiden ja kaarteiden meluvaikutuksia voidaan alentaa huolellisella suunnittelulla sekä kunnossapidolla esimerkiksi kaarteissa kiskojen rasvaamisella. Tästä huolimatta melupäästöt vaihtelevat olosuhteiden ja kaluston kunnan mukaan.

Raitiotien mallintamisessa epävarmuutta liittyy erityisesti kaarteiden ja vaihteiden melupäästöön, tulevaan käytettävään kalustoon ja vaihdetyyppeihin sekä vaihdekolinan pienitaajaisuuteen. Lisäksi enimmäisäänitasojen laskennassa on oletettu, että raideliikenteen ohitukset, vaihdekolina ja kaarrekirskunta eivät tapahdu samanaikaisesti vaan ne ovat yksittäisiä melutapahdumia. Yöaikaisen liikennöinnin suuri osuus ja toistuvuus lisää häiritsevyyttä. Enimmäisäänitasojen osalta sisämelun tavoitetasona voisi olla perusteltua soveltaa myös käytettävää suositusarvoa $L_{A,max}$ 45 dB pienempää tavoitetasoa.

Kokonaisuutena selvitys on laadittu siten, että tulokset eivät pyri aliarvioimaan melutasoja. Näin ollen selvityksen tuloksena esitettyjen meluntorjuntavaatimusten voidaan arvioida olevan riittävät, vaikka epävarmuuksia esitettyihin tuloksiin väistämättä liittyykin.

LÄHTEET

1. Helsingin kaupungin meluselvitys 2017. Kaupunkiympäristön julkaisu 2017:4. Sito Oy
2. Liikennemeluselvityksen laatiminen maankäytön suunnitteluun. Helsingin kaupunki, Maankäytön yleissuunnittelun ohje 9.9.2019.
3. Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista. Suomen säädöskokoelma, nro 993/1992
4. Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. 2018. Helsinki, ympäristöministeriö.