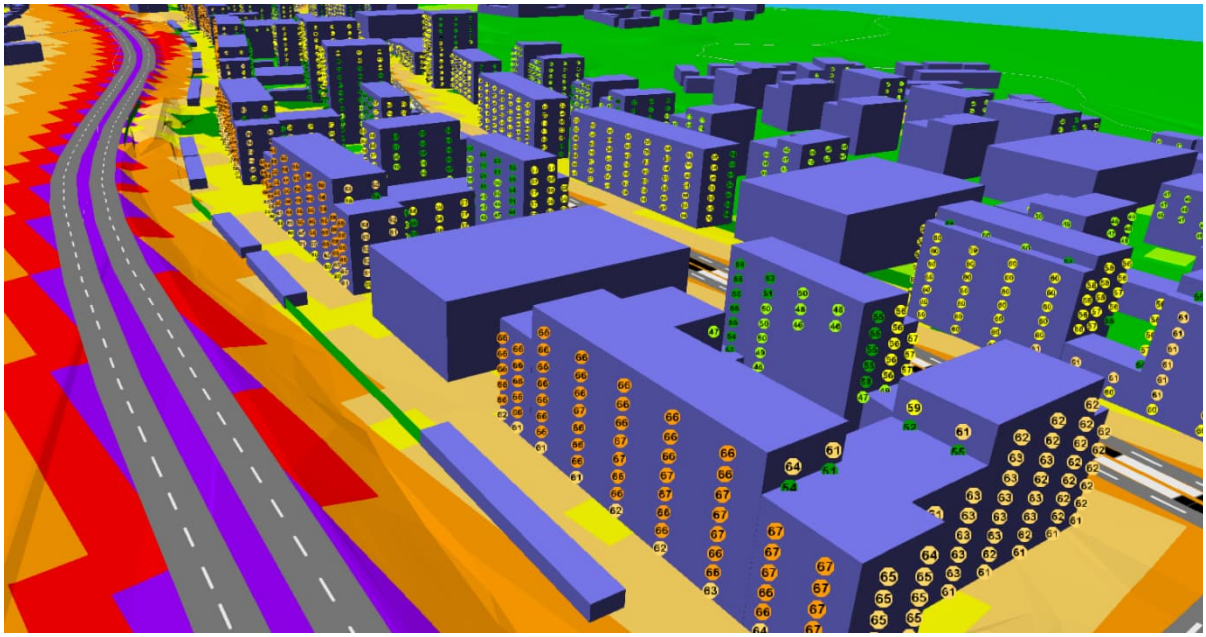
TAMPEREEN KAUPUNKI

KAUPINLAAKSO, ALASJÄRVEN LÄNSIPUOLI, ASEMAKAAVA NRO 8931, TAMPERE

Melu-, runkomelu ja tärinäselvitys

20.1.2026



317598 / 7

20.1.2026

Sisällysluettelo

1. Johdanto ... 4

2. Lähtötiedot ja menetelmät ... 4

2.1. Asemakaava-alue ... 4
2.2. Meluselvitys ... 6
2.2.1. Laskentamalli ... 6
2.3. Laskentamallin maastomallin muodostaminen ... 6
2.3.1. Laskentamallissa käytetyt liikennemäärät ... 6
2.3.2. Laskentamallin epävarmuus ... 8
2.4. Runkomelu ja tärinäselvitys ... 9
2.4.1. Maaperäolosuhteet asemakaava-alueella ... 9
2.4.2. Rakennusten sijoittuminen ja perustamistavat ... 9
2.4.3. Maaperäolosuhteiden vaikutukset tärinään ja runkomeluun ... 11
2.4.4. Runkomelun arviointi VTT:n menetelmällä ... 12
2.4.5. Runkomelutason arviointi FEM-laskentaa käyttäen ... 13
2.5. Tärinäselvitys ... 14
2.5.1. Tärinäselvityksen menetelmät ... 14
2.5.2. Tärinälaskennan poikkileikkaukset ... 16
2.6. Ohje- ja suositusarvot ... 16
2.6.1. Ympäristömelun ohjearvot ... 16
2.6.2. Melutason ohjearvojen soveltaminen ... 17
2.6.3. Runkomelulle esitetyt ohjearvot ... 17
2.6.4. Tärinän suositusarvot ... 18

3. Melulaskentojen tulokset ... 20

3.1. Raitiotieliikenteen vaikutukset melun keskiäänitasoihin ... 20
3.2. Raitioliikenteen vaikutukset melun hetkellisiin maksimitasoihin ... 20
3.3. Auto- ja raitiovaunuliikenteen aiheuttamat melun keskiäänitasot ... 21

4. Runkomelulaskennan tulokset ... 24

4.1. Arviointi VTT-menetelmällä ... 24
4.2. Runkomelun arviointi FEM-laskentaan perustuvalla menetelmällä ... 26

5. Tärinälaskennan tulokset ... 27

WSP Finland Oy
Puhelin 0207 864 11
Y-tunnus 0875416–5

5.1. Poikkileikkaus paalun 6150 kohdalla 27
5.2. Poikkileikkaus paalun 6700 kohdalla 28

6. Johtopäätökset 30
6.1. Ulkoalueiden ja rakennusten julkisivuihin kohdistuvat melutasot....30
6.2. Arvioidut runkomeluvaikutukset 32
6.3. Arvioidut tärinävaikutukset....34

7. Ehdotukset jatkotoimista ja melua koskevista kaavamääräyksistä 34

8. Viitteet....35

Liitteet

Liite 1. Runkomelulaskennan korjaustekijät.

Liite 2. Raitiovaunuliikenteen aiheuttamat melun hetkelliset maksimitasot.

Liite 3. Tie-, katu- ja raitiotieliikenteen aiheuttamat melun keskiäänitasot ennustetilanteessa, Teiskontien nopeusrajoitus 60 km/h.

Liite 4. Tie-, katu- ja raitiotieliikenteen aiheuttamat melun keskiäänitasot ($L_{Aeq\ 7\text{-}22}$) rakennusten julkisivuilla (3D-kuvat).

20.1.2026

1. Johdanto

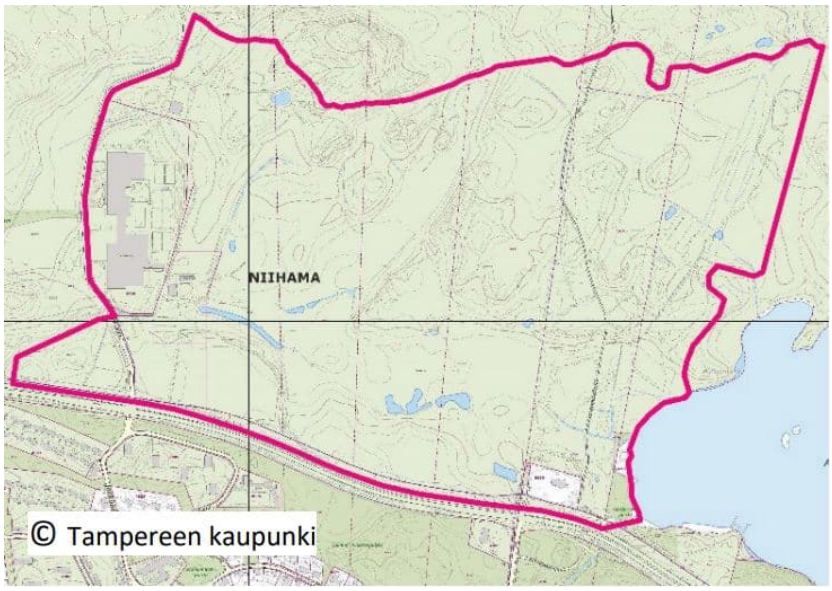
WSP Finland Oy on laatinut Tampereen kaupungin toimeksiannosta melu-, runkomelu- ja tärinäselvityksen Kaupinlaakso II asemakaavan nro 8931 suunnitteluun. Tämä raportti on päivitys aikaisemmin laadittuun selvitykseen, joka oli päivätty 2.4.2024.

Selvityksessä on tarkasteltu tie-, katu- ja raitiotieliikenteen aiheuttamia melun päivä- ja yöajan keskiäänitasoja ($L_{Aeq\ 07\text{-}22}$ ja $L_{Aeq\ 22–07}$) asemakaava-alueella sekä raitiotieliikenteen aiheuttamia melun hetkellisiä maksimitasoja. Selvityksessä on arvioitu laskennallisesti myös raitiovaunuliikenteen aiheuttamia runkomelutasoja sekä tärinän heilahdusnopeuksia.

2. Lähtötiedot ja menetelmät

2.1. Asemakaava-alue

Asemakaava-alueen sijainti on esitetty kuvassa 1. Meluselvityksessä tarkasteltiin asemakaava-alueen läpi kulkevan raitiotiekadun (jatkossa raportissa käytetään nimeä Raitiotiekatu), Toimelankadun, Jaakonmäenkadun, Irjalankadun, Alasjärven länsipuolen uusien katujen ja Teiskontien autoliikenteen sekä raitiotien liikennöinnin aiheuttamia ympäristömelutasoja laskentamallin avulla.



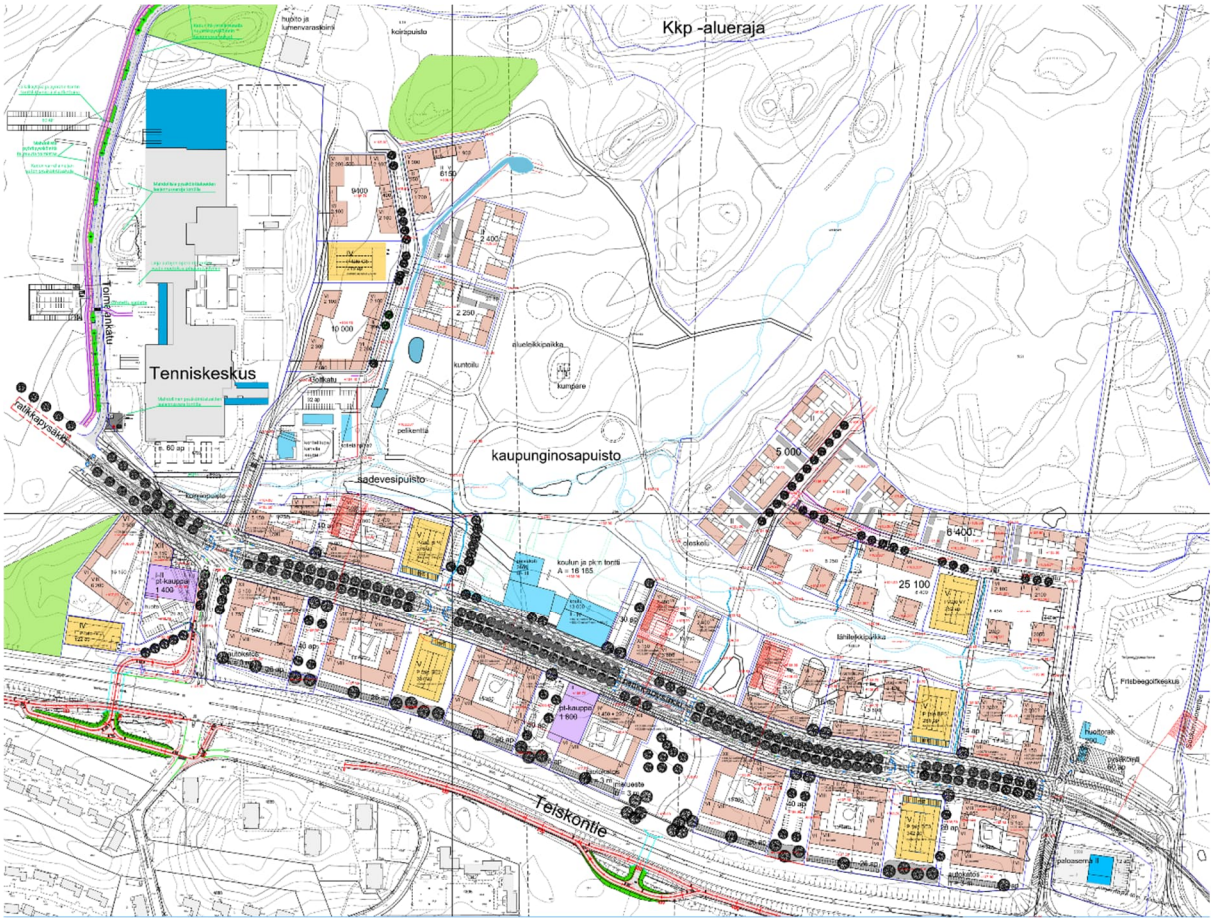
Kuva 1. Tarkastelualueen sijainti ja asemakaava-alueen rajaus.

Kaava-alueella sijaitsee nykyisin Tampereen Tenniskeskus, Tammer Golf ry:n golfkenttä, Tampereen frisbeegolfkeskuksen frisbeegolfrata osittain sekä polttonesteen jakeluasema

ja liikerakennus. Suunnittelualue on kooltaan noin 110 hehtaaria. Kauppi-Niihaman laajat noin 900 hehtaarin virkistys- ja luontoalueet avautuvat kaava-alueen pohjoispuolella. Suunnittelualueella on hakattua metsää, laikuittaista sekametsää, pienialaisia kosteikkoja ja eri ikäisiä metsäkuvioita.

Tavoitteena on nauhamainen kaupunkirakenne, joka sovitetaan alueen olemassa oleviin luontoarvoihin ja maisemallisiin lähtökohtiin. Uusi viher- ja korttelirakenne pyritään kytkemään luontevasti erityisesti Kauppi-Niihaman metsäalueisiin sekä Alasjärven rantavyöhykkeeseen. Tavoitteena on kaupunkikuvallisesti vaihteleva, mielenkiintoinen ja viihtyisä korttelirakenne (Tampereen kaupunki 2022).

Asemakaava-aluetta halkovan raitiotien varrelle suunnitellut asuinrakennukset sijoittuvat noin 19 metrin etäisyydelle lähimmästä raitiotien kiskosta.



Kuva 2. Viitesuunnitelman (2.9.2025) mukaiset rakennusmassat.

2.2. Meluselvitys

2.2.1. Laskentamalli

Melulaskennat tehtiin Cadna/A 2021 melunlaskentaohjelmiston pohjoismaisilla tie- ja raideliikennemelun laskentamalleilla (Nordic Council of Ministers 1996a, Nordic Council of Ministers 1996b). Ennustetilanteen laskentamalliin on sisällytetty suunnitellut asuinrakennukset, uudet katulinjaukset sekä raitiotie.

Laskentamalli ottaa huomioon melun etenemisen arvioinnissa geometrisen vaimentumisen, maanpinnan, rakennettujen esteiden ja maaston muotojen vaikutukset. Melulaskennoissa maa on oletettu akustisesti pehmeäksi.

Melulaskennan laskentapisteet on sijoitettu 5 metrin välein 2 metrin korkeuteen maan pinnasta. Laskentatulokset on esitetty karttapohjalle tulostettuina 5 desibelin meluvyöhykkeinä.

2.3. Laskentamallin maastomallin muodostaminen

Melun laskentamalli on muodostettu maanmittauslaitoksen avoimen datan laserkeilausaineistoista ja Tampereen kaupungin laserkeilausaineistoista. Asemakaava-alueelle suunnitellut rakennusmassat on tuotu laskentamalliin viitesuunnitelman aineistoista. Raitiotielinjauksen sijainti ja korkeusasema on tuotu laskentamalliin raitiotiealliansin toimittamasta tiedostosta (AFRY 2024).

Katutilan ajoratojen sijainnit sekä katutilan korkeudet on sijoitettu laskentamalliin poikkileikkausluonnosten perusteella (Tampereen kaupunki 2024).

Tie- ja raideliikenteen aiheuttamia melutasoja on tarkasteltu tilanteeseen, jossa Teiskontien puoleisten asuinkerrostalojen autokatosten väleissä on 3 m korkeat meluesteet (meluaita tai meluvalli) ja puistoalueen kohdalla (Kaupinlaakson Bulevardin ja Teiskontien välinen EVS -suojaviheralue) Teiskontien varrella on 3 metriä korkea meluseinä.

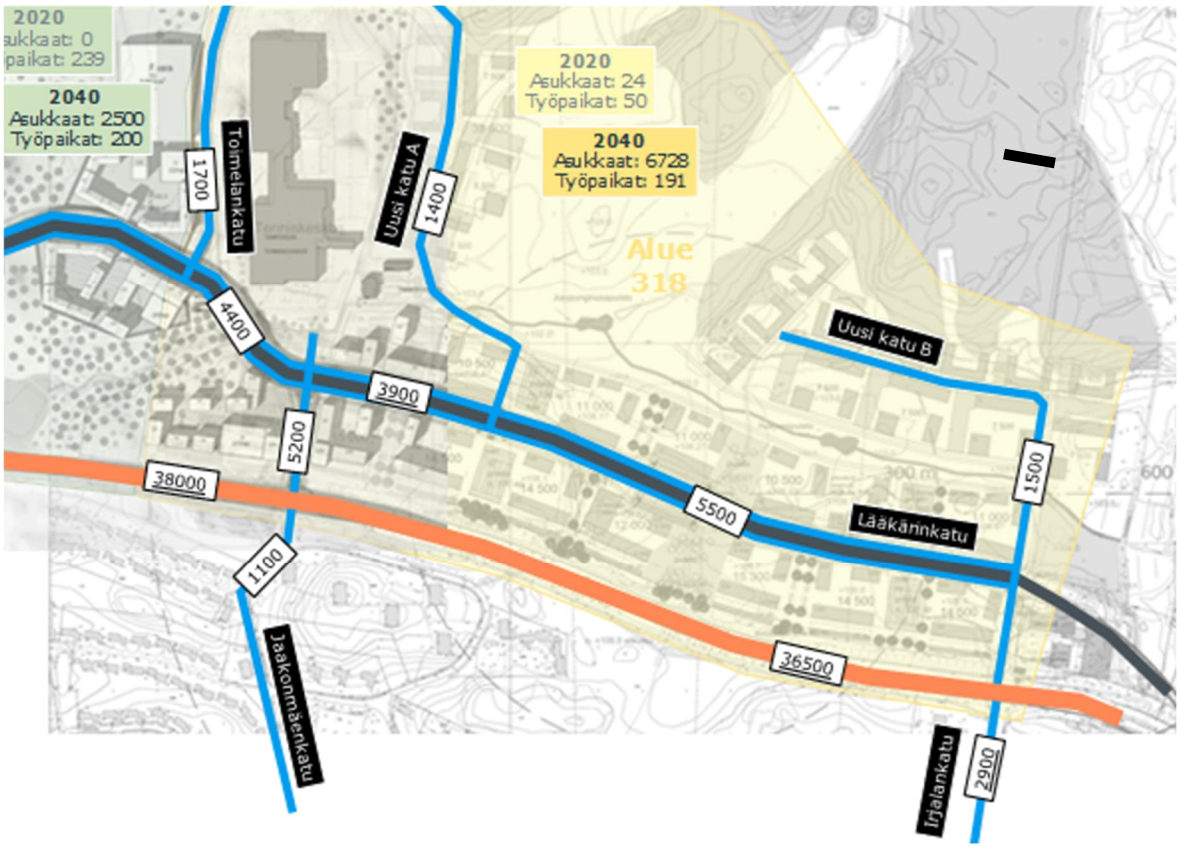
2.3.1. Laskentamallissa käytetyt liikennemäärät

Melulaskennassa käytetyt ennustetilanteen liikennemäärät on esitetty taulukossa 1. Keskivuorokausiliikenteestä (KVL) 90 prosenttia on jaettu päiväajalle ja 10 prosenttia yöajalle. Päiväajalla tarkoitetaan klo 7–22 ja yöajalla klo 22–7 välistä aikaa.

Suunnittelualueen katujen liikennemäärät on saatu alueen liikenneverkkoselvityksestä ja -suunnitelmasta (Ramboll 2022) ja nopeusrajoitukset alueelle Tampereen kaupungilta

(Tampereen Oskari-karttapalvelu). Ennustetilanteen liikennemääränä on käytetty vuoden 2040 ennusteliikennemääriä (kuva 2 ja taulukko 1). Raitiotien liikennemäärät ja nopeudet on saatu Tampere-Pirkkala raitiotien hankesuunnitelmasta (taulukko 2). Raitiovaunun melupäästönä on käytetty ForCity Smart Artic X34-vaunun melupäästöä (Tampereen kaupunki 2024).

Ali-Huikkaantiellä, Raitiotiekadulla ja Ritakadulla katuliikenteen nopeusrajoitus on 30 km/h, Toimelankadulla 40 km/h. Teiskontiellä nopeusrajoitus on oletettu olevan koko asemakaava-alueen pituisella osuudella 60 km/h.



Kuva 2. Laskennassa käytetyt autoliikenteen määrät vuonna 2040.

Taulukko 1. Melulaskennassa käytetyt ennusteliikennemäärät vuonna 2040.

	KVL (ajon/vrk) ennuste 2040	Raskaan liikenteen osuus (%)	Nopeusrajoitus (km/h)
Teiskontie (Raitiokadulta länteen)	37700	6,0	60

Teiskontie (välillä Raitiotiekatu– Ali-Huikkaantie)	38500	5,0	60
Teiskontie (välillä Ali-Huikkaantie–Jaakonmäenkatu)	38000	5,0	60
Teiskontie (Jaakonmäenkadulta itään)	36500	5,0	60
Raitiotiekatu (Medi-Park IV alue)	2800–3600	1,0–2,0	30
Raitiotiekatu (välillä Toimelankatu-Toimelankatu)	4400	2,0	30
Raitiotiekatu (välillä Toimelankatu-Uusi katu A)	3900	0,0	30
Raitiotiekatu (välillä Uusi katu A-Uusi katu B)	5500	0,0	30
Toimelankatu (Raitiotiekadulta pohjoiseen)	1700	0,0	40
Toimelankatu (välillä Teiskontie-Raitiotiekatu)	5200	2,0	40
Uusi katu A	1400	0,0	30
Uusi katu B	1500	0,0	30
Irjalankatu	2900	1,0	40
Jaakonmäenkatu	1100	0,0	40

Taulukko 2. Raitiotieliikennettä koskevat tiedot melulaskennassa.

	Ohitusten lukumäärä (päivä/yö)	Raitiovaunun nopeus (km/h)	Raitiovaunun pituus (m)
TAYS–Linnainmaa raitiotie	232 / 40	30–50	47

2.3.2. Laskentamallin epävarmuus

Tieliikennemelun laskentamallin tulokset ja mittaustulokset ovat hyvin vertailukelpoisia silloin, kun maasto on tasainen ja sääolosuhteet vastaavat mallissa asetettuja sääolosuhdevaatimuksia. Tällöin tulokset eroavat ± 1 dB toisistaan. Mitä monimutkaisempi maasto on, sitä enemmän lasketut ja mitatut tulokset eroavat toisistaan.

Laskentamallivertailussa tieliikenteen aiheuttamalle melulle mitatut ja lasketut tasot mäkisessä maastossa erotavat suurimmillaan 5–6 dB (Eurasto 2005).

Tässä selvityksessä tarkasteltua suunnittelualuetta voidaan pitää tavanomaisena laskentaympäristönä, minkä vuoksi arvioimme, että laskentamallin tarkkuus tie- ja raideliikenne melun osalta on tässä tapauksessa luokkaa ± 2 dB.

2.4. Runkomelu ja tärinäselvitys

2.4.1. Maaperäolosuhteet asemakaava-alueella

Suunnittelualueen pintamaalajeja ovat savi, saraturve ja hiekkamoreeni. Pohjatutkimustietojen perusteella maakerrospaksuudet suunnittelualueella vaihtelevat paljon, paikoitellen maakerrosten paksuudet ovat 10-15 metriä ja paikoitellen maakerrosten paksuudet ovat alle 3 metriä. Raitiotielinjauksen paaluvälillä 6120-6290 alueen rakennettavuus ja määritelty heikoksi, koska alueella on 4-12 metrin syvyyteen ulottuvia eloperäisiä kerrostumia (lieju, turve). Raitiotielinjauksen kohdalla melko huonon rakennettavuuden alueita sijoittuu rakennettavuusselvityksen mukaan paaluväleille 6070-6120, 6290-6340, 6520-6600, 6700-6830, 6880-6950 (AFRY 2025). Heikon ja melko huonon rakennettavuuden alueille raitiolinjauksen kohdalle on suunniteltu pohjanvahvistukseksi maamassojen vaihtoja ja paalulaatta.

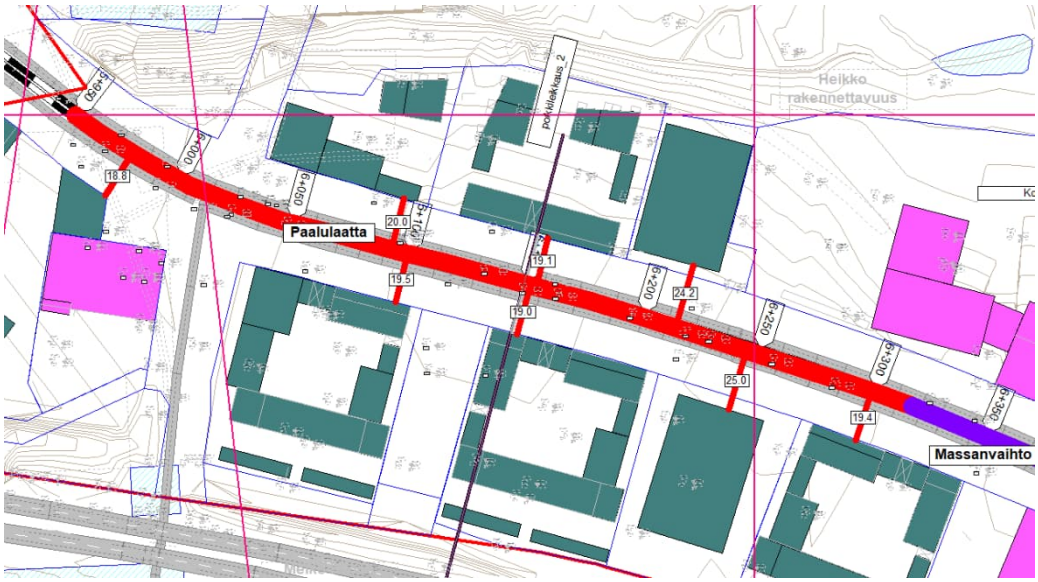
Suunnittelualueen keskellä raitiotielinjauksella on noin 400 metrin pituinen osuus, jolla kalliopinnan päällä olevan maakerroksen paksuus on noin 3 metriä tai sitä vähemmän. Tämä osuus sijoittuu paaluvälille 6400-6800.

Raitiotielinjauksen länsipäässä (paaluväli 5950 – 6410) raitotielinjaukselle on suunniteltu pohjanvahvistuksena paalulaattaa. Massan vaihtoja on suunniteltu myös paaluväleille 6520-6550, 6700-6830, 6870-6920. Rahjukosken raitiotiesillan rakenteet alkavat paaluluvulta 6860 ja jatkuvat Rahjukosken sillan maapenkkarakenteina paaluluvulle 6950.

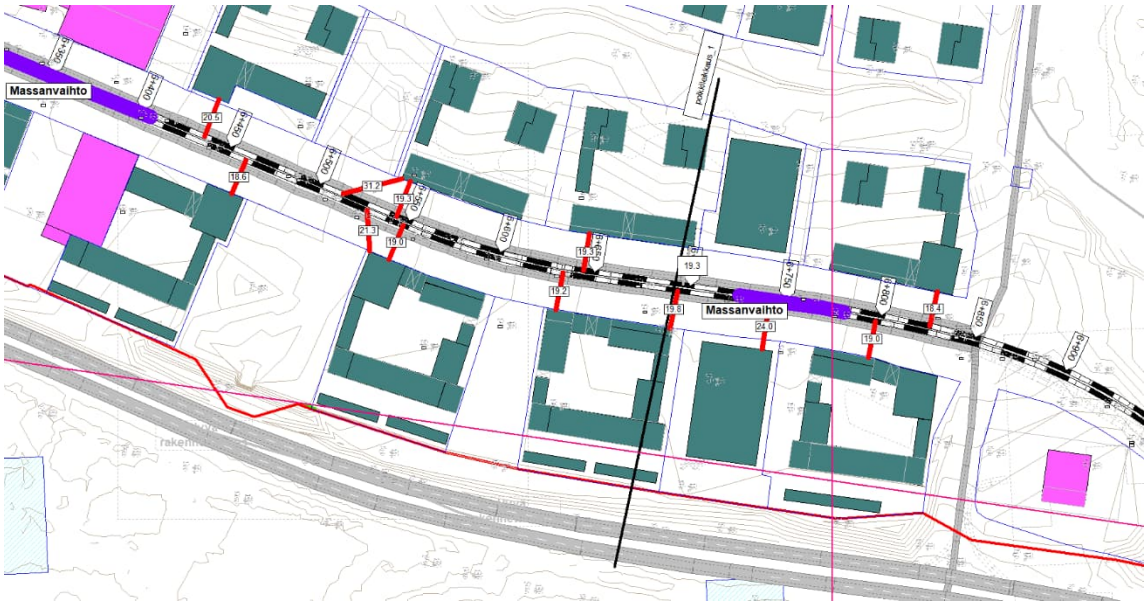
2.4.2. Rakennusten sijoittuminen ja perustamistavat

Asuinrakennuksen sijoittuvat Kaupinlaakson bulevardin varrella noin 19 metrin etäisyydelle lähimmästä raiteesta (kuvat 3 ja 4). Kaupinlaakson Bulevardin varrelle sijaitsevat asuinkerrostalot voidaan rakentaa kellarikerroksisina tai ilman kellarikerrosta.

20.1.2026



Kuva 3. Asemakaava-alueen länsipuolelle (paaluväli 5950 – 6350) suunnitellut pohjanvahvistukset ja rakennusten etäisyydet raitiotielinjauksesta. Runkomelun ja tärinän poikkileikkaustarkastelujen laskennan sijainnit paalukohdalla 6150.



Kuva 4. Asemakaava-alueen itäpuolelle (paaluväli 6350 - 6950) suunnitellut pohjanvahvistukset ja rakennusten etäisyydet raitiotielinjauksesta. Runkomelun ja tärinän poikkileikkaustarkastelujen laskennan sijainnit paalukohdalla 6700.

Kaupinlaakson Bulevardin varteen asuinkerrostaloihin on mahdollista pääsääntöisesti rakentaa kellarikerrokset. Vain kahteen kerrostaloon asemakaava-alueen itäosissa ei pohjaveden pinnantason vuoksi ole mahdollista rakentaa kellaria (AFRY 2025). Oletettavasti kerrostalot perustetaan paaluille rakennettavuudeltaan heikoiksi (paaluväli 6120-6290) ja melko huonoksi määritetyillä alueilla (paaluvälit 6070-6120, 6290-6340, 6520-6600, 6700-6830, 6880-6950).

2.4.3. Maaperäolosuhteiden vaikutukset tärinään ja runkomeluun

Suomessa liikennetärinän suhteen erityisen ongelmallisia ovat savikkolaaksopainanteet, joita reunustavat kallioiset tai soraiset mäkialueet. Tällaisilla, usein alle 10 metrin paksuisilla savikkoalueilla värähtely leviää tehokkaasti ja leviämisen arviointi on vaikeaa (Talja ym. 2008).

Runkomelulle alttiita ovat yleensä alueet, joissa värähtelyä aiheuttavat liikennevälineet ja värähtelylle altistuvat asuinkohteet sijoittuvat kallioalueille tai alueille, joissa kallionpinnan päälliset maakerrokset ovat ohuita. Runkomeluhaitta on yleensä suurin, kun sekä väylän että rakennuksen perustukset ulottuvat suoraan peruskallioon tai kovaan kitkamaahan (Talja ja Saarinen 2009).

Raitiolinjauksen pohjanvahvistukset (massojen vaihto, paalulaatta) vaikuttavat raitovaunun aiheuttaman värähtelyn etenemiseen. Massojen vaihto on toimenpide, jossa rakennettavuuden kannalta huonot maalajit (savi, eloperäiset ainekset) vaihdetaan tiiviimpään rakennettavuudeltaan lujempiin maa-aineksiin. Tärinän taajuusalueen värähtely < 20 Hz etenee hyvin pehmeissä maakerroksissa ja korkeat yli 50 Hz taajuudet suodattuvat pehmeissä maalajeissa jo lähellä värähtelyn aiheuttajaa (Talja ja Törnqvist 2014). Runkomelun taajuusalue on 20 – 500 Hz, joten merkittävä osa runkomelua aiheuttavasta värähtelystä vaimenee nopeasti edetessään pehmeässä maaperässä.

Massojen vaihto tiiviimpään maa-aineksen ja paalulaatta vaimentavat tärinän etenemistä verrattuna tilanteeseen, jossa maa-ainekset ovat pehmeitä. Runkomelun osalta tilanne on päinvastainen, sillä maamassojen vaihtaminen tiiviisiin rakenteisiin edistää värähtelyn etenemistä runkomelun taajuusalueella. Raitiovaunun aiheuttama värähtelyn energia ei välity merkittävässä määrin paaluja ympäröiviin pehmeisiin maa-aineksiin, sillä värähtely siirtyy suurimmaksi osaksi pystysuuntaisesti paalulaatan paalujen kautta kovaan maaperään.

Pehmeillä maaperillä tehokkain rakenteellinen ratkaisu tärinän vaimentamiseksi on perustaa väylä paalulaatalle, joka pienentää tehokkaasti väylän pystyvärähtelyä. On oletettavaa, että paalulaatta pienentää hyvin myös vaakavärähtelyä (Talja ym. 2008). Runkomelun osalta tilanne voi tässäkin tapauksessa olla päin vastainen.

Rakennuksen perustaminen jäykempään maakerrokseen tai kallioperään ulottuvilla paaluilla voi aiheuttaa runkomelun esiintymistä rakennuksissa alueilla, joissa maaperän pintakerrokset eivät muutoin olisi runkomelun etenemisen kannalta suotuisia. Tällöin paalut mahdollistavat värähtelyn suuritaajuisimmille, jäykemmässä maalajissa tai kallioperässä eteneville taajuuskomponenteille etenemisreitin rakennuksen perustuksiin (Oksanen 2023).

2.4.4. Runkomelun arviointi VTT:n menetelmällä

Raitiotieliikenteen aiheuttamaa runkomelua on arvioitu VTT:n ohjeen ”Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi – Esiselvitys” arviointitason 2 mukaisella menetelmällä, värähtelyn siirtotiehen perustuva arviointi (Talja & Saarinen 2009).

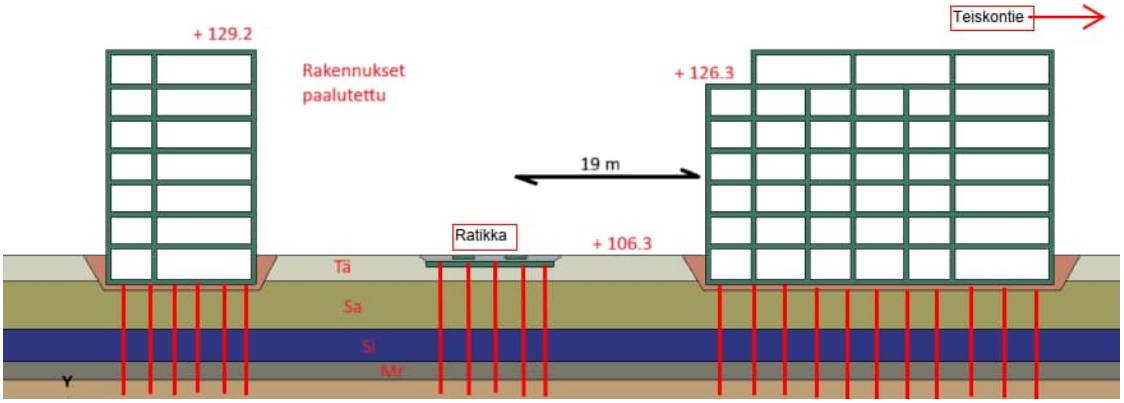
Menetelmässä arvioinnin lähtökohtana on peruskäyrältä saatu maaperän värähtelyn nopeustaso (Lv), jota korjataan värähtelyn aiheuttajasta, siirtotiestä ja rakennuksesta riippuvilla nopeustason korjaustekijöillä (ΔLv) siten, että lopputuloksena saadaan runkomelua kuvaava sisätilan äänitaso (LpA). VTT:n menetelmässä runkomelun arvioinnissa käytetään +6 dB varmuusmarginaalia. Runkomelulaskennassa pohjanvahvistusten (paalulaatta, massan vaihto) on otettu huomioon siten, että maaperän ominaisuutena on käytetty kovaa maaperää (vaimennus -35 dB). Runkomelulaskennassa käytetyt muut korjaustekijät on esitetty raportin liitteessä 1. Runkomelulaskennassa ei ole huomioitu raitiotien pintarakenteeseen mahdollisesti tehtäviä vaimennuksia.

Runkomelulaskenta VTT:n menetelmällä on tehty 18 rakennukseen, jotka sijaitsevat Kaupinlaakson Bulevardin varrella 18 – 31 metrin etäisyydellä lähimmästä raiteesta.

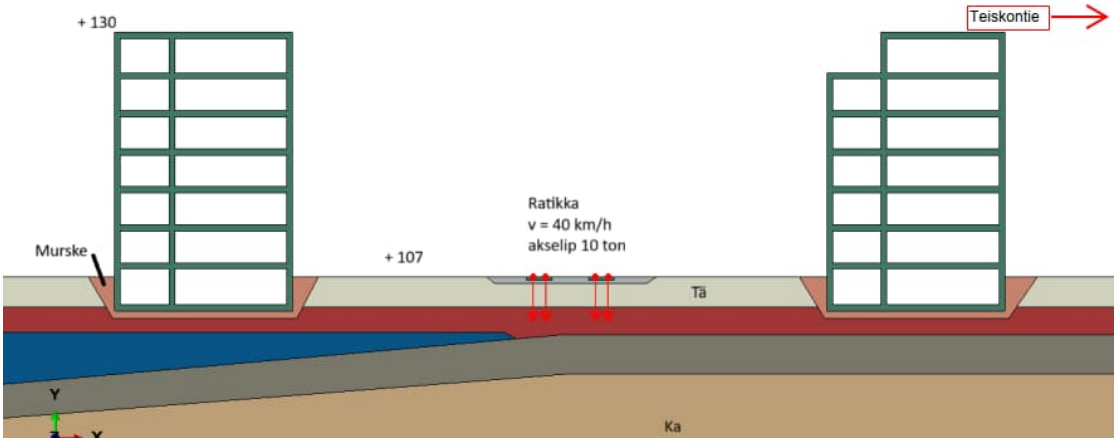
Laskennallisessa arvioinnissa käytettävät tiedot kalliopinnan korkeudesta eivät ole varmistettuja, minkä vuoksi arviointi on joidenkin rakennusten osalta jouduttu tekemään oletuksena. Näissä tapauksissa kalliopinnan päälliset maakerrokset on varovaisuusperiaatteen mukaisesti oletettu ohuiksi.

2.4.5. Runkomelutason arviointi FEM-laskentaa käyttäen

Runkomelutasoja arvioitiin kahteen poikkileikkauskohtaan myös FEM-laskentaa käyttäen. Raitiotie sijoittuu paalulaatalle ja raitiotien läheinen asuinrakennus on perustettu paaluille poikkileikkauksessa paalun 6150 kohdalla (kuva 5). Poikkileikkauksessa paalun 6700 kohdalla kalliopinta on lähellä raitiotien pintarakenteita ja asuinkerrostalot perustetaan mahdollisesti maavaraisesti (kuva 6).



Kuva 5. Poikkileikkauskuva paalun 6150 kohdalta. Raitiotie sijaitsee paalulaatalla ja raitotien viereiset rakennukset perustettu paaluille.



Kuva 6. Poikkileikkauskuva paalun 6700 kohdalta. Raitiotie ja läheiset kerrostalot sijaitsevat lähellä kalliopintaa.

Laskennassa käytettiin samaa värähtelyn herätettä kuin tärinälaskennoissa. Rakennukseen siirtyvän värähtelyn heilahdusnopeudet on määritetty oktaavikaistoittain taajuusalueella 31,5 Hz – 500 Hz ensimmäiseen asuinkerrokseen raitiotien puoleisen huoneen lattiaan. Alimman asuinkerroksen lattiaan lasketun värähtelyn heilahdusnopeus on muunnettu A-taajuuspainotetuksi äänenpainetasoksi kaavalla,

$$L_{A,eq} = C_1 + C_2 \times L_{v,A},$$

jossa LA,eq on A-taajuuspainotettu runkomelutaso, $L_{v,A}$ on lattian A-taajuuspainotettu värähtelytaso ja tekijät C_1 + C_2 ovat mittaustulosten perusteella määritettyjä vakioarvoja. Betonilattioille vakioarvo C_1 = 15,75 ja C_2 = 0.60 (Alten ym. 2010).

Verrattaessa FEM-laskennalla arvioitua runkomelutasoa VTT:n menetelmällä saatuun arvioon on syytä ottaa huomioon, että VTT:n menetelmä sisältää +6 dB varmuusmarginaalin. VTT:n laskentamenetelmä ei ota huomioon värähtelyn etenemisreitin, raitiovaunu – paalulaatta – paalulaatan paalu – kallio / kovamaaperä – paalu – rakennuksen perustus, kautta tapahtuvan värähtelyn vaikutuksia.

2.5. Tärinäselvitys

2.5.1. Tärinäselvityksen menetelmät

Tärinäselvitys perustuu maaperätietoihin sekä FEM-laskentaan perustuvaan arviointiin raitioliikenteen aiheuttaman tärinän leviämisestä. Laskennat on tehty Abaqus-FEM ohjelmistolla (/Dassault Systems SIMULIA Corp. 1301 Atwood Avenue, Suite 101W, Johnston, RI 02919, USA), joka on numeeriseen elementtimenetelmään perustuva laskentaohjelma. Laskentamalli on 2D- tyyppinen. Laskennan tulokset on esitetty yhteen kohteeseen laskettuina tärinän heilahdusnopeuden, heilahduskiihtyvyyden sekä heilahduksen siirtymän numeerisina arvoina.

Tärinälaskenta sisältää seuraavat laskentavaiheet ja oletukset:

- tärinätarkastelun poikkileikkauskohtien arviointi sisältäen pohjasuhteiden arvioinnin, rakennusten sijainnin ja korkeuden huomioimisen
- tärinän herätteen eli lähtötason värähtelytason arviointi raiteilla liikennöivän vaunun akselipainon ja nopeuden perusteella
- värähtelyn etenemisen laskennan asetusten määrittäminen
    - laskenta on luonteeltaan dynaaminen ”pakkovärähtelyanalyysi”
    - materiaalikäyttäytyminen on lineaarista ilman myötäehtoa
    - laskentaelementin koko on valittu siten, että jokaisen elementin dimensiot vastaavat suurinta muodostuvaa tärinän aallonpituutta
    - laskennan aikajaksona on käytetty 1 s, jonka aikana värähtelytason suppeneminen on jo havaittavissa

- mallipoikkileikkauksen rakennusten runkojäykkyyttä on kuvattu elementtimenetelmällä käyttäen 2D-solid –tyyppisiä lineaarisia tasomuodonmuutostilaelementtejä, joiden DOF –luku on 2 kpl solmua kohden (translaatiovapausasteet). Koko mallin oli DOF = 34500
- mallin reunat ja pohja ovat reunaehdoiltaan energiaa absorboivia
- rakennusten jäykistyksen oletetaan tapahtuvan hissikuilun ja osittaisen runkojäykistämisen kautta
- tarkastellut vaihtoehdot:
  - paalu 6150, raitiotie paalulaatalla ja rakennukset perustettu paaluille (kuva 5)
  - paalu 6700: raitiotie ja rakennukset lähellä kalliopintaa, molemmat perustettu maavaraisesti (kuva 6). Paaluperusteisissa rakennuksissa tärinän heilahdusnopeuksien arvioidaan olevan pienempiä kuin maavaraisesti perustetuissa rakennuksissa.
- rakennusrungoissa on kellarikerros
  - aikaisemmassa vaiheessa tehdyssä vertailussa on todettu, että kellarin lisääminen rakennusrunkoon lisää tärinää noin 70 % suhteessa kellarittomaan rakennusrunkoon (WSP 2024).

Laskennan lopputuloksena saadaan värähtelyn dynaamiset huippuarvot (kiihtyvyys, siirtymä, nopeus) tarkastelupisteeseen yhden sekunnin aikajaksolle. Tärinän suosituksiin verrannolliset tehollisarvot (V_{v95}) vastaavat tyypillisesti noin 50 % heilahdusnopeuden huippuarvoista eli lasketut huippuarvot tulee jakaa kahdella, jotta saadaan vertailukelpoinen arvo.

Laskennallisesti arvioituja tärinätasoja heilahdusnopeuksia verrataan VTT:n julkaisussa ”Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa” (VTT 2006) esitettyihin tärinän asumisviihtyisyyden suositusarvoihin sekä tärinän aiheuttaman rakennusten vaurioitumisriskin arviointiin (RIL 2010).

2.5.2. Tärinälaskennan poikkileikkaukset

Tärinälaskennalla tarkastelut on tehty suunnittelualueen läntiseen osaan sijoittuvaan kohtaan, jossa asuinkerrostalot sijoittuvat raitiotien molemmin puolin alle 20 metrin etäisyydelle lähimmästä raiteesta (kuva 5). Tarkasteluun valittu kohde Kaupinlaakson Bulevardin eteläpuolella paalulta 6150 edustaa arvioimme mukaan asemakaava-alueella rakennusta, johon arvioidaan kohdistuvan suurin tärinätaso raitiotielinjauksen varrella.

Poikkileikkauksen 6700 kohtalla kalliopinta poikkileikkauksen kohdalla on suhteellisen lähellä maanpintaa (kuva 6).

2.6. Ohje- ja suositusarvot

2.6.1. Ympäristömelun ohjearvot

Valtioneuvoston päätöksessä 993/1992 on annettu maankäytön ja rakentamisen, liikenteen suunnittelussa ja rakentamisen lupamenettelyssä sovellettavat melutason ohjearvot. Näitä ohjearvoja sovelletaan myös ympäristölupaharkinnassa (taulukko 3).

Taulukko 3. Melutason yleiset ohjearvot (Vnp 993/1992).

Alueen kuvaus	**Päiväajan (klo 7–22) keskiäänitason ohjearvot**	**Yöajan (klo 22–7) keskiäänitason ohjearvot**
Ulkona		
Asumiseen käytettävät alueet, virkistysalueet taajamissa ja niiden välittömässä läheisyydessä sekä hoito- ja oppilaitoksia palvelevat alueet	55 dB	45–50 dB [1) 2)]
Loma-asumiseen käytettävät alueet, leirintäalueet, virkistysalueet taajamien ulkopuolella ja luonnonsuojelualueet	45 dB	40 dB [3) 4)]
Sisällä		
Asuin-, potilas- ja majoitushuoneet	35 dB	30 dB
Opetus- ja kokoustilat	35 dB	-

Liike- ja toimistohuoneet	45 dB	-

1) Uusilla alueilla melutason yöohjearvo on 45 dB.
2) Oppilaitoksia palvelevilla alueilla ei sovelleta yöohjearvoa.
3) Yöohjearvoa ei sovelleta sellaisilla luonnonsuojelualueilla, joita ei yleensä käytetä oleskeluun tai luonnon havainnointiin yöllä.
4) Taajamissa loma-asumiseen käytettävillä alueilla voidaan soveltaa asumiseen käytettävien alueiden ohjearvoja $L_{Aeq07\text{-}22}$ = 55 dB ja $L_{Aeq22\text{-}07}$ = 50 dB (vanhat alueet), 45 dB (uudet alueet).

Jos melu on luonteeltaan iskumaista tai kapeakaistaista, mittaus- tai laskentatulokseen lisätään 5 dB ennen sen vertaamista ohjearvoon.

2.6.2. Melutason ohjearvojen soveltaminen

Asuinrakennusten ulko-oleskelualueilla sovelletaan tässä tapauksessa päiväajan keskiäänitason ohjearvoa 55 dB ja yöajan keskiäänitason ohjearvoa 45 dB, sillä kohde on uusi asuinalue.

Tampereen kaupungin melulinjauksissa (Tampereen kaupunki 2019) edellytetään, että asuntojen koko piha-alueella ohjearvot alittuvat. Linjaus on siten tiukempi kuin Valtioneuvoston päätös, jonka mukaan ohjearvo ei saa ylittyä. Edellä mainittu tilanne syntyy, jos tarkastelussa otetaan huomioon melulaskennalle arvioitu epävarmuus.

Melulinjauksissa edellytetään myös asuntojen avautumista ns. hiljaiselle puolelle (alle 55 dB), jos asuinrakennuksen ulkoseinään kohdistuvan melun päiväajan keskiäänitaso on 65–70 dB. Melulinjausten mukaan parvekkeet tulee määrätä lasitettavaksi, jos niihin kohdistuva melutaso ylittää ohjearvojen mukaiset tasot.

2.6.3. Runkomelulle esitetyt ohjearvot

Raitiotieliikenteen aiheuttamalla runkomelulla tarkoitetaan maaperän kautta leviävän värähtelyn aikaan saamaa sisätiloissa havaittavaa ääntä, joka syntyy raitiovaunun pyörän ja kiskon kosketuksen aiheuttamasta värähtelystä. Runkomelu kuullaan tyypillisesti sisätiloissa matalataajuisena jyrinän tyyppisenä äänenä, joka on kuultavissa raitiovaunun ohituksen aikana.

Raitiovaunujen aiheuttama runkomelun jyrinä on viihtyisyys- ja mahdollisesti myös terveydellinen haitta. Talja ja Saarinen ovat esittäneet julkaisussaan (VTT 2009) runkomelulle suositellut raja-arvot. Suositukset raja-arvoista on annettu laskentasuureena (L_{prm}), joka

ottaa huomioon yksittäisten runkomelutapahtumien hetkellisten melutasojen (L_{pASmax}) vaihtelun (taulukko 6). Ohjearvoon verrannollinen runkomelun laskentasuure määritetään mittaustuloksista seuraavan yhtälön mukaisesti:

$L_{prm} = L_{pASmax,\ mean} + 1{,}65 * s$, jossa

$L_{pASmax,\ mean}$ on melutason hetkellisten maksimitasojen (L_{ASmax}) keskiarvo ja *s* on mittaustulosten keskihajonta. Runkomelun ohjearvot on annettu erikseen avorata- ja umpirataosuuksille. Umpirataosuuksille (tunneli) tulisi soveltaa runkomelutason tiukempaa raja-arvoa. VTT:n julkaisussa suositellaan tiukemman ohjearvon käyttämistä myös kohteissa, joille on annettu kaavamääräyksiä julkisivun ääneneristävyydestä.

Taulukko 4. Suositukset runkomelutasojen raja-arvioiksi (VTT 2009).

Rakennustyyppi	Runkomelu-taso, L_{prm} (dB)
Radio-, tv- ja äänitysstudio, konserttisalit	25–30
Asuinhuoneistot	30 / 35 [2]
Hoito- ja sosiaalihuollon laitoksen, majoitustilat - potilashuoneet ja majoitustilat - päiväkodit, lasten ja henkilökunnan oleskeluun tarkoitetut huoneet	30 / 35 [2]
Kokoontumis- ja opetustilat - luokkahuoneet, luentosalit, kirkot ja muut huonetilat, joissa edellytetään yleisön saavan hyvin puheesta selvän ilman äänentoistolaitteiden käyttöä - muut kokoontumistilat kuten teatterit ja kirjastot	35
Toimistot, kaupat, näyttelytilat, museot	40–45[2]

2) Avoradat. Mikäli kaavamääräyksessä on annettu ohje julkisivun ilmaääneneristävyydestä, on suositeltavaa käyttää runkomelutason tiukempaa raja-arvoa.

2.6.4. Tärinän suositusarvot

VTT:n (VTT 2006) julkaisussa ”Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa” on esitetty suositus rakennusten värähtelyluokituksesta, jota käytetään yleisesti ohjearvona maankäytön suunnittelussa. Suosituksissa uusille rakennuksille ja väylille on annettu matalampi suositusarvo kuin vanhoille asuinalueille (taulukko 5). Taulukossa esitetty luokitus perustuu ihmisen kokeman tärinän häiritsevyyteen. Kun kyseessä on muu kuin asumistarkoitus, tavoiteraja voi olla kaksinkertainen.

Oppaassa esitetyt tärinän ohjearvot perustuvat tärinän heilahdusnopeuden maksimiarvojen perusteella tilastollisesti määritettyyn taajuuspainotettuun tunnuslukuun vw,95 [mm/s] (taulukko 5).

Taulukko 5. Suositus rakennusten värähtelyluokituksesta (VTT 2006).

Värähtelyluokka	Kuvaus olosuhteista	Vv,95 (mm/s)
A	Hyvät asuinolosuhteet. Ihmiset eivät yleensä havaitse tärinää.	≤ 0,10
B	Suhteellisen hyvät olosuhteet. Ihmiset voivat havaita tärinän, mutta se ei yleensä ole häiritsevää.	≤ 0,15
C	Suositus uusien rakennusten ja väylien suunnittelussa. Keskimäärin 15 % asukkaista pitää tärinää häiritsevänä ja voi valittaa häiriöstä.	≤ 0,30
D	Olosuhteet, joihin pyritään vanhoilla asuinalueilla. Keskimäärin 25 % asukkaista pitää tärinää häiritsevänä ja voi valittaa häiriöstä.	≤ 0,60

Tärinän mahdollisesti aiheuttamien rakenteellisten vaurioiden arviointiin sovelletaan eri vertailuarvoja kuin asumisviihtyisyyden kohdistuvien haittojen arvioitiin. Rakennusten perustusten vaurioalttiutta kuvataan taulukon 6 mukaisella luokituksella. Esitettyjä raja-arvoja pienempien värähtelytasojen ei katsota aiheuttavan rakennuksen käyttöarvoa pienentäviä vaurioita.

Taulukko 6. Rakennusten perustusten vaurioalttiuden rajaamisessa käytettävät kriteerit (VTT 2001).

Värähtelyluokka	Kuvaus värähtelyolosuhteista	Heilahdusnopeuden huippuarvo V_{max} (mm/s)	Tunnusluku $V_{rms,95}$ (mm/s)
V	Kohonneen tärinäalttiuden alue Rakenteiden vauriot mahdollisia	≥ 3,0	≥ 5,0
H	Vähäisen tärinäalttiuden alue Rakenteiden haitat mahdollisia	≤ 3,0	≤ 5,0
E	Rakenteiden vaurioitumisriski epätodennäköinen	≤ 1,0	≤ 1,6

3. Melulaskentojen tulokset

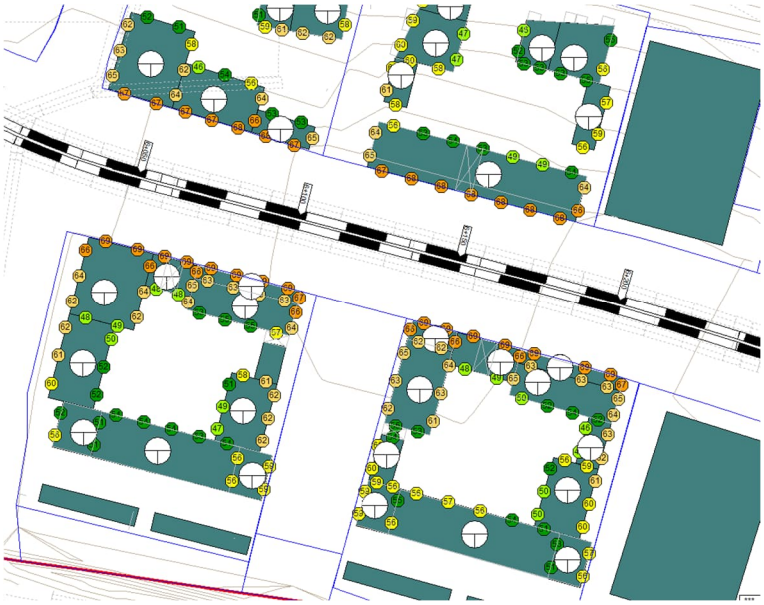
3.1. Raitiotieliikenteen vaikutukset melun keskiäänitasoihin

Laskennallisen tarkastelun perusteella raitiovaunuliikenne Kaupinlaakson Bulevardilla aiheuttaa 10 metrin etäisyydellä lähimmästä raiteesta noin 53 dB päiväaikaisen keskiäänitason ($L_{Aeq\ 7\text{-}22}$) ja 47 dB yöaikaisen keskiäänitason ($L_{Aeq\ 22\text{-}7}$). Vastaavalla etäisyydellä Kaupinlaakson Bulevardin autoliikenteen aiheuttamat melutasot ovat noin 58 dB ($L_{Aeq\ 7\text{-}22}$) ja 50 dB ($L_{Aeq\ 22\text{-}7}$).

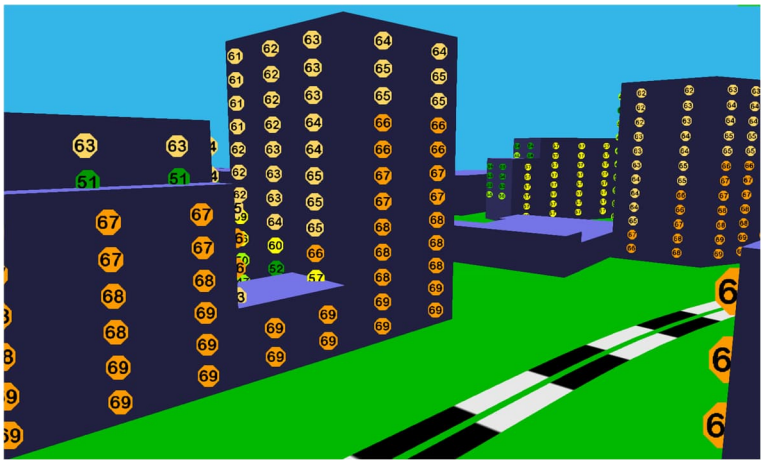
Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että melulaskentojen tuloksissa raitiotieliikenteen meluvaikutus näkyy vain raitiotielinjauksen välittömässä läheisyydessä alle 10 metrin etäisyydellä lähimmästä raiteesta.

3.2. Raitioliikenteen vaikutukset melun hetkellisiin maksimitasoihin

Raitiovaunuliikenne aiheuttaa laskennallisen tarkastelun perusteella suurimmillaan 69 dB melun hetkellisiä maksimitasoja (L_{AFmax}) (kuva 7, liite 2). Hetkelliset maksimitasot ovat suurimmat kolmen alimman kerroksen korkeudella (kuva 8).



Kuva 7. Raitiovaunun ohituksen aiheuttamat melun hetkelliset maksimitasot (L_{AFmax}) Kaupinlaakson Bulevardin läheisyydessä raitiotielinjauksen paaluvälillä 6000 – 6200.

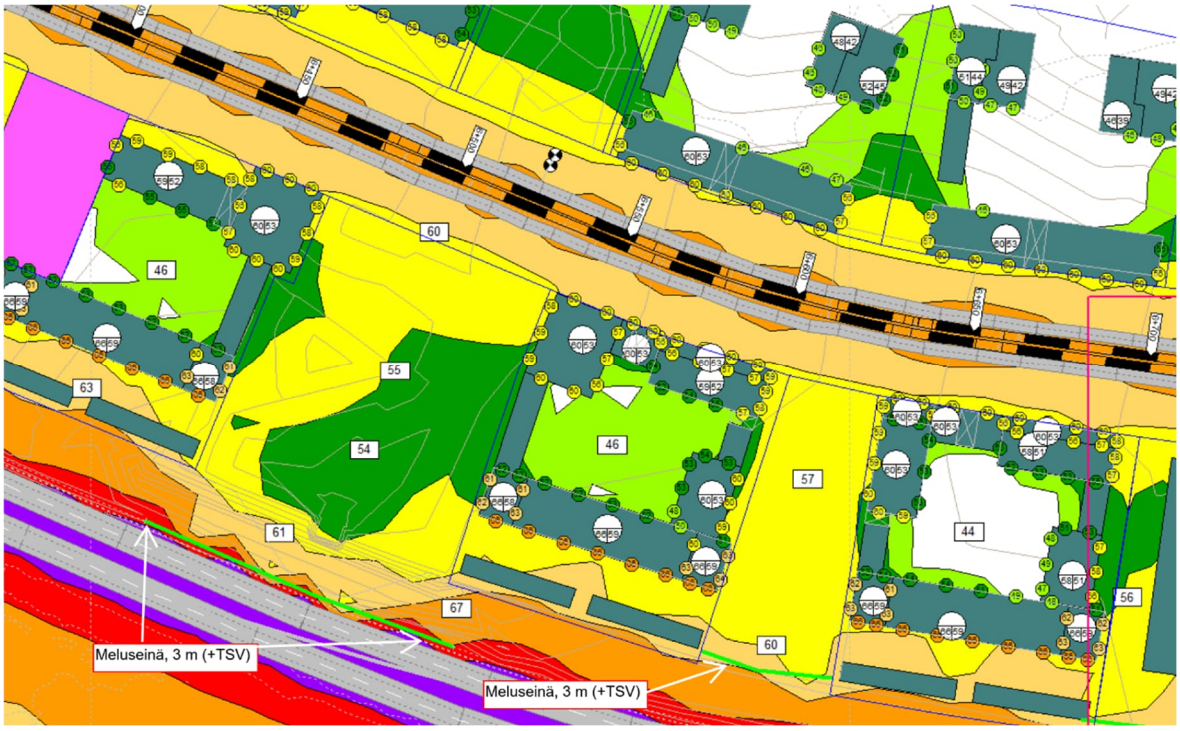


Kuva 8. Raitiovaunun ohituksen aiheuttamat melun hetkelliset maksimitasot (L_{AFmax}, dB) Kaupinlaakson Bulevardin läheisyydessä sijaitsevien kerrostalojen julkisivulla.

3.3. Auto- ja raitiovaunuliikenteen aiheuttamat melun keskiäänitasot

Teiskontien liikenne aiheuttaa asemakaava-alueen eteläosaan 60 – 70 dB melutason ($L_{Aeq\ 7\text{-}22}$). Asuinkerrostalojen eteläpuolella sijaitsevat autokatokset ja niiden väliin rakennettavat meluseinät tai meluvallit vaimentavat melutasoja lähellä maan pintaa kerrostalojen väleissä (kuva 9).

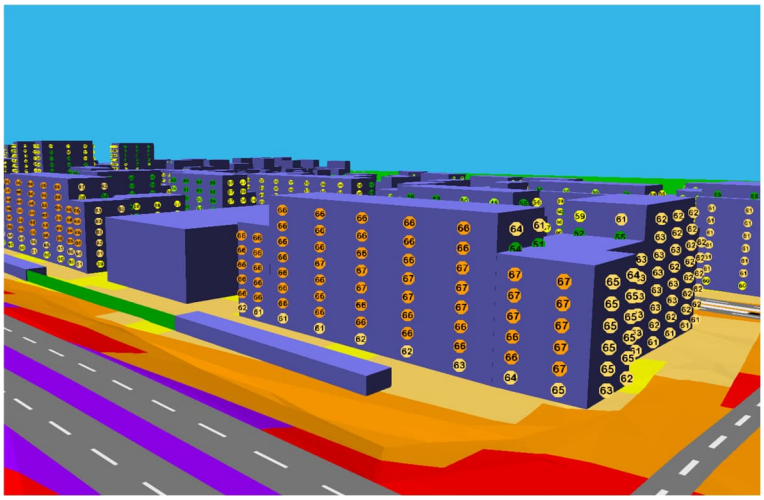
Kerrostalojen väleissä ja kerrostalojen ja paikoitustalojen väleissä ulkoalueiden melutasot vaihtelevat välillä yleisesti välillä 54 – 58 dB. Kerrostalojen sisäpihoilla päiväaikaiset keskiäänitasot jäävät alle 50 dB ($L_{Aeq\ 7\text{-}22}$) tason ja yöaikaiset keskiäänitasot alle 45 dB tason ($L_{Aeq\ 22\text{-}7\text{-}22}$) (liite 3, sivut 1 ja 2, liite 4).



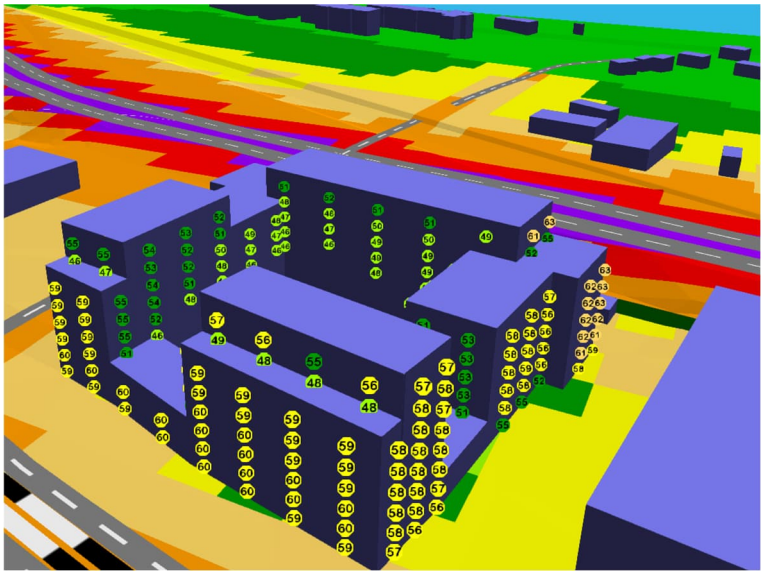
Kuva 9. Melun päiväaikaiset keskiäänitasot ($L_{Aeq\ 7\text{-}22}$) Teiskontien läheisyydessä.

Puistoalueen kohdalle sijoitettu 3 metriä korkea melueste suojaa asemakaavaehdotuksessa esitettyä suojaviheraluetta (asemakaavamerkintä EVS) siinä määrin, että siihen kohdistuvat melutasot alittavat laajalla alueella 55 dB ($L_{Aeq\ 7\text{-}22}$).

Teiskontien puoleisilla julkisivuilla tieliikenteen aiheuttamat melutasot nousevat korkeimmillaan 66 – 67 dB tasolle (liite 3). Teiskontien puoleisilla julkisivuilla melutasot ovat pienimmät kerrostalojen alimmissa kerroksissa autokatosten ja niiden väliin sijoitettujen meluesteiden suojauksen ansiosta (kuva 10). Teiskontien pohjoispuolelle sijaitsevien asuinkerrostalojen sisäpihan puoleisilla julkisivuilla päiväaikaiset keskiäänitasot alittavat 55 dB tason ($L_{Aeq\ 7\text{-}22}$) (kuva 11, liite 4).



Kuva 10. Rakennusten julkisivuihin kohdistuvat melutasot Teiskontien puoleisilla julkisivuilla. Etualalla asemakaavan itäisin asuinkerrostalo.



Kuva 11. Näkymä Teiskontien suuntaan, kuvassa sisäpihan puoleiselle julkisivulle muodostuvista melutasoista ($L_{Aeq\ 7\text{-}22}$).

Kaupinlaakson Bulevardin varrella auto- ja raitiovaunuliikenteen aiheuttamat melutasot aiheuttavat katutilan reunoille 60 – 65 dB melutason ($L_{Aeq\ 7\text{-}22}$). Kaupinlaakson Bulevardin läheisyydessä Teiskontien autoliikenne ei vaikuta merkittävästi melutasoihin, koska se sijaitsee noin 120 metrin etäisyydellä. Kaupinlaakson Bulevardin pohjoispuolella 55 dB ($L_{Aeq\ 7\text{-}}$

$_{22}$) meluvyöhyke ulottuu rakennusten välissä noin 25 metrin etäisyydelle lähimmän autokaistan reunasta. Bulevardin pohjoispuolelle sijaitsevien rakennus pohjoispuolella melutasot ovat alle 40 dB ($L_{Aeq\ 7\text{-}22}$).

Asemakaava-alueella yöaikaiset keskiäänitasot ($L_{Aeq\ 22\text{-}7}$) ulkoalueilla ja rakennusten julkisivuilla ovat 6 – 7 dB pienempiä kuin päiväaikaiset keskiäänitasot ($L_{Aeq\ 7\text{-}22}$).

4. Runkomelulaskennan tulokset

4.1. Arviointi VTT-menetelmällä

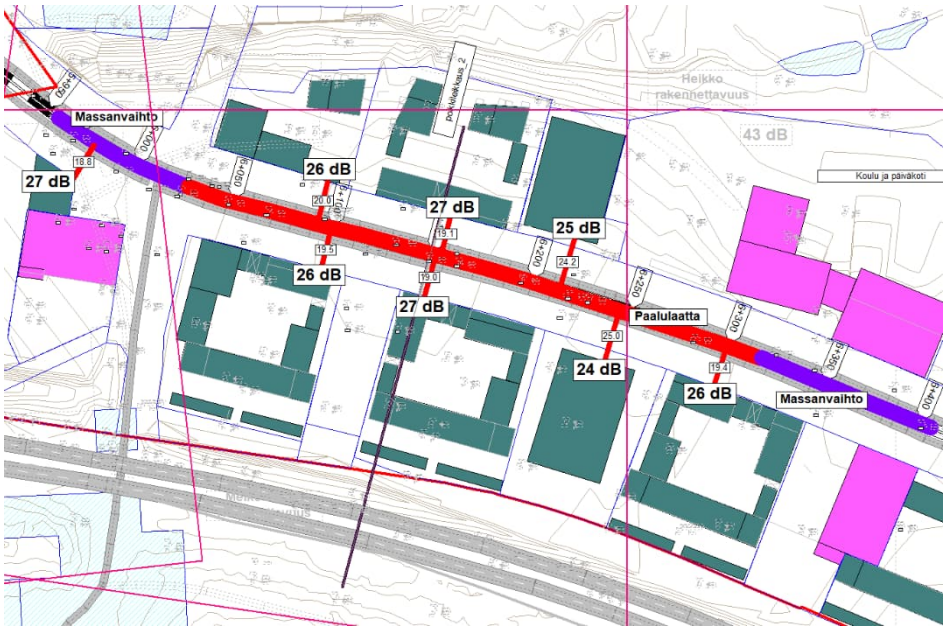
Runkomeluarviointi VTT:n menetelmällä on tehty liitteessä 1 esitettyjä korjaustekijöitä ja oletuksia käyttäen. Tuloksissa ei ole otettu huomioon mahdollisilla runkomelueristeillä saavutettavaa vaimennusta ja tulokset sisältävät ohjeen mukaisesti +6 dB varmuusmarginaalin.

Laskennallisen tarkastelun perusteella raitiotielinjauksen läheisyyteen sijoittuviin asuinrakennuksiin kohdistuvat runkomelutasot vaihtelevat välillä 24 dB ... 61 dB. Nämä asuinkerrostalot sijaitsivat 18 – 25 metrin etäisyydellä lähimmästä kiskosta. Korkeimmat runkomelutasot on arvioitu rakennuksiin, jotka sijoittuvat pohjatutkimusten perusteella alueille, joissa raitiotielinjauksen ja suunnitellun rakennuksen kohdalla kalliopinta on lähellä maanpintaa (maakerrosten paksuudet kalliopinnan päällä ovat alle 3 m).

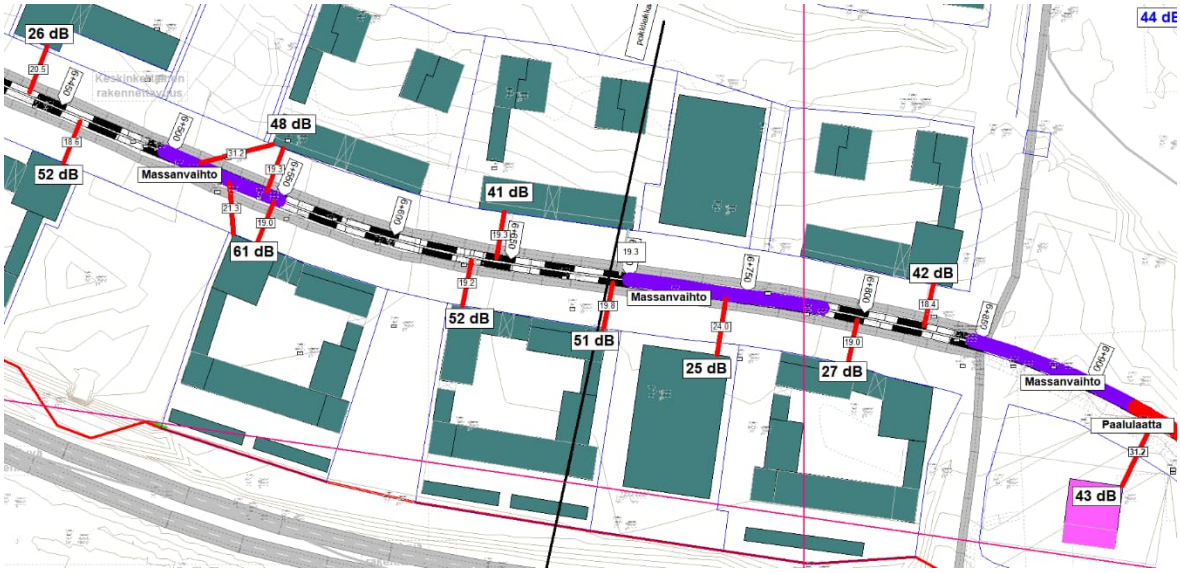
Asemakaava-alueen länsipäässä paaluvälillä 5950 – 6400 rakennuksiin arvioidut runkomelutasot ovat tasolla 24 – 27 dB ja alittavat runkomelulle suositellun ohjearvotason (kuva 12). Raitiotielinjauksen paaluvälillä 6440 – 6700 rakennuksiin kohdistuvat runkomelutasot ovat laskennan perusteella tasolla 26 – 61 dB ja ylittävät kuuden rakennuksen kohdalla runkomelulle suositellun ohjearvon 35 dB. Korkein runkomelutaso muodostuu laskennan perusteella paalun 6550 kohdalla Kaupinlaakon Bulevardin eteläpuolella sijaitsevaan kerrostaloon. Tämän kohteen runkomelutaso muodostuu suureksi, koska sekä rakennus että raitiotie sijaitsevat lähellä kalliopintaa ja raitiolinjauksen vaihde sijoittuu rakennuksen läheisyyteen.

Paalulta 6700 itään päin laskennallisesti arvioidut runkomelutasot raitiotielinjauksen varrella sijaitsevissa kerrostaloissa vaihtelevat välillä 25 dB … 43 dB (kuva 13).

20.1.2026



Kuva 12. Raitiotielinjauksen varrella sijaitseviin rakennuksiin arvioidut runkomelutasot (dB) paaluvälillä 5950 - 6400.



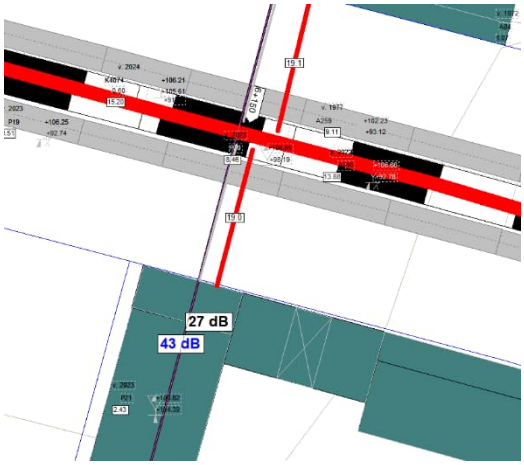
Kuva 13. Raitiotielinjauksen varrella sijaitseviin rakennuksiin arvioidut runkomelutasot (dB) paaluvälillä 6400 - 6950.

VTT:n menetelmään perustuvan runkomelun laskennallisen tarkastelun perusteella raitiolinjauksen varrella on tunnistettavissa osuus, jolla runkomeluvaimennuksen tarve vaihtelee rakennuskohtaisesti välillä 3 dB … 21 dB.

4.2. Runkomelun arviointi FEM-laskentaan perustuvalla menetelmällä

Raitiovaunujen aiheuttamia runkomelutasoja arvioitiin FEM-laskentaan perustuvalla menetelmällä paalujen 6150 ja 6700 kohdilta, joissa lähimmät asuinkerrostalot sijaitsivat noin 19 ja 20 metrin etäisyydellä lähimmistä raitiotieraiteista.

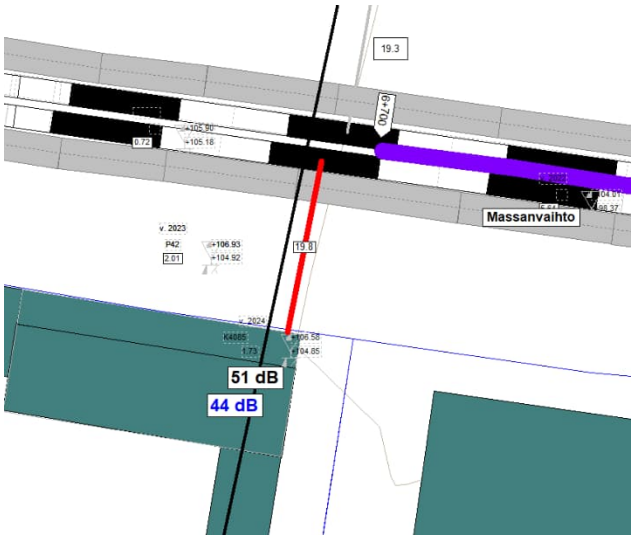
Molempien poikkileikkaustarkastelujen kohteissa värähtelyn vallitsevin taajuusalue sijoittui 63 Hz ja 125 Hz oktaavikaistoille ja arvioidut runkomelutasot ylittävät runkomelun suositusarvot. Poikkileikkauksessa paalun 6150 kohdalla FEM-laskentaan perustuvaksi runkomelutasot saatiin noin 43 dB. Tämä tulos on merkittävästi suurempi kuin VTT:n menetelmällä saatu tulos 27 dB (kuva 14).



Kuva 14. FEM-laskentaan perustuvalla menetelmällä arvioitu runkomelutaso (sinisellä fontilla) ja VTT:n menetelmällä arvioitu runkomelutaso (mustalla fontilla) paalun 6150 kohdalla.

Paalun 6150 kohdalla raitiotie sijoittuu paalulaatalle ja raitiotien lähelle sijoittuvat kerrostalot tullaan todennäköisesti perustamaan paalujen varaan. FEM-laskennassa perustuva tarkastelu on tehty edellä mainitulla oletuksella ja laskenta ottaa huomioon värähtelyn etenemisen paalujen kautta raitiotien paalulaatasta rakennuksen perustuksiin ja runkorakenteisiin.

Paalun 6700 kohdalla sekä raitiotie, että sen lähelle sijoittuva kerrostalo sijoittuvat lähelle kalliopintaa, jolloin värähtelyn etenemisreitti suoraan kallion kautta on mahdollinen. FEM-laskentaan perustuvalla laskennalla kerrostaloon muodostuvaksi runkomelutasoksi saadaan 44 dB (kuva 15).



Kuva 14. FEM-laskentaan perustuvalla menetelmällä arvioitu runkomelutaso (sinisellä fontilla) ja VTT:n menetelmällä arvioitu runkomelutaso (mustalla fontilla) paalun 6700 kohdalla.

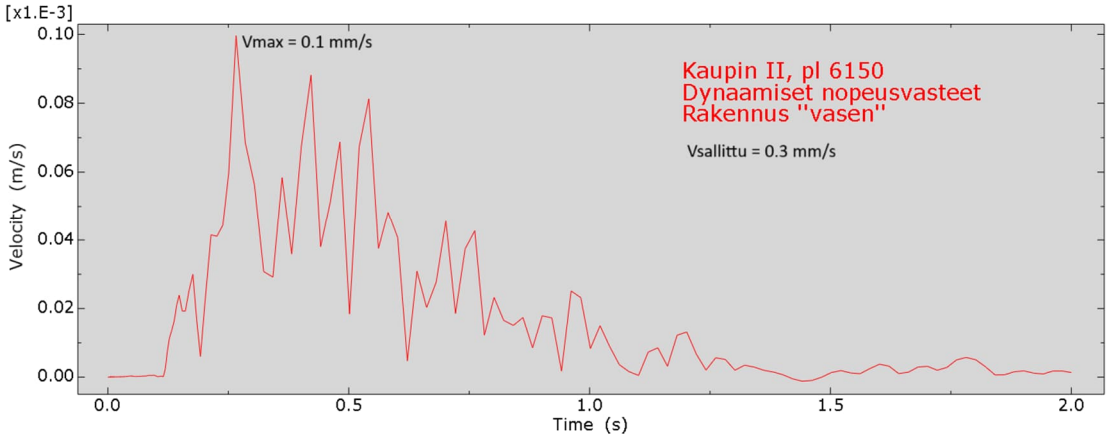
Paalun 6700 kohdalla FEM- laskentaan ja VTT:n laskentaan perustuvat tulokset poikkeavat toisistaan 7 dB VTT:n laskentamenetelmällä saadun tuloksen ollessa suurempi kuin FEM-laskennan tulos. Tuloksia tarkasteltaessa on syytä ottaa huomioon, että VTT:n laskentamenetelmän tulokseen sisältyy +6 dB varmuusmarginaali.

5. Tärinälaskennan tulokset

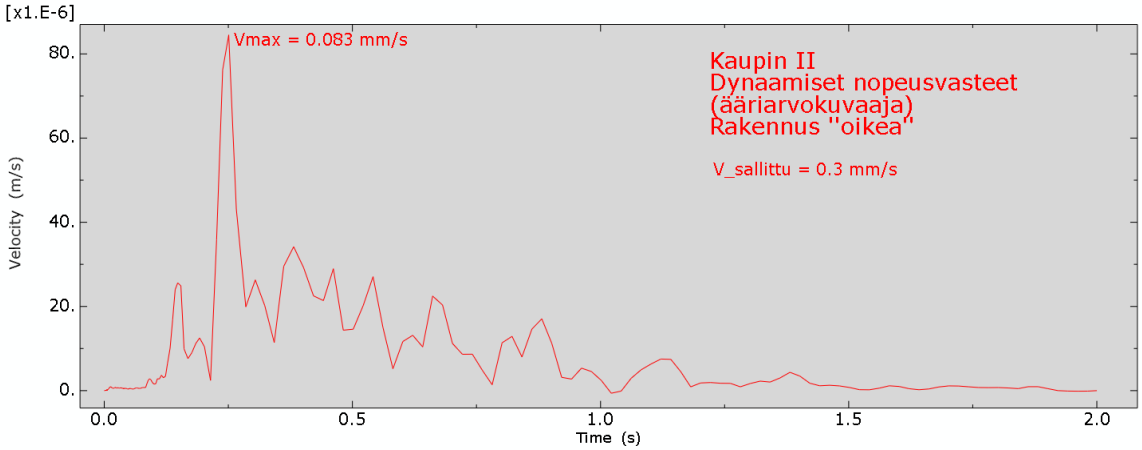
5.1. Poikkileikkaus paalun 6150 kohdalla

FEM-laskennalla on tarkasteltu rakennukseen kohdistuvien värähtelyn vaaka- ja pystysuuntaisten nopeuskomponenttien kehittymistä useissa tarkkailupisteissä, joita on sijoitettu edustavasti kunkin kerroksen tasalle. Tulokset on esitetty laskentapisteelle, jossa värähtelytasot ovat muodostuneet suurimmiksi. Laskennassa värähtelyn heilahdusnopeus on esitetty hetkellisinä maksimiarvoina yhden sekunnin pituiselle jaksolle.

Raitiotielinjauksen paalun 6150 kohdalla sijaitseviin kerrostaloihin kohdistuvat tärinän heilahdusnopeuden maksimitasot on esitetty kuvissa 15 ja 16. Rakennuksiin arvioidut tärinän heilahdusnopeuden maksimitasot olivat 0,1 mm/s ja 0,083 mm/s ja tärinän ohjearvoihin vertailukelpoiset heilahdusnopeudet olivat 0,05 mm/s ja 0,042 mm/s.



Kuva 15. Raitiovaunun ohituksen aiheuttaman värähtelyn maksimitaso (V_{max}) raitiotielinjauksen paalun 6150 kohdalla linjauksen eteläpuolella sijaitsevassa rakennuksessa.

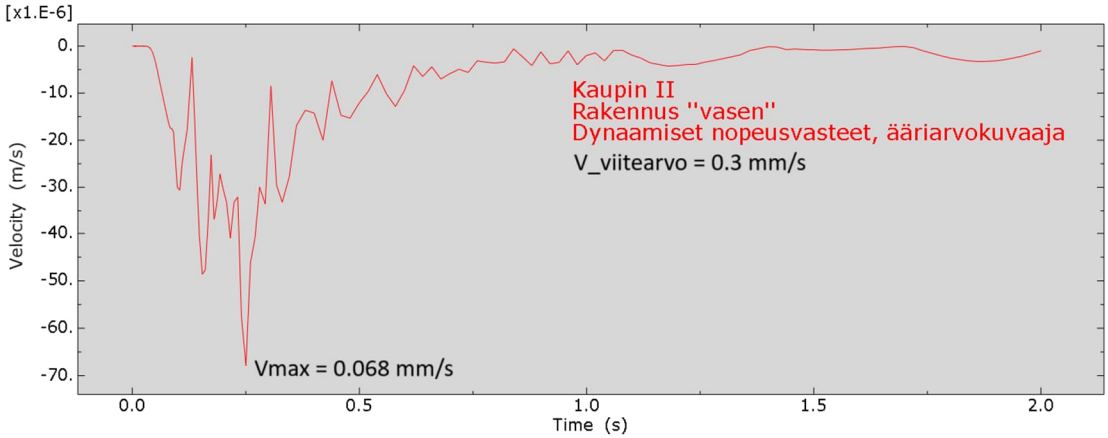


Kuva 16. Raitiovaunun ohituksen aiheuttaman värähtelyn maksimitaso (V_{max}) raitiotielinjauksen paalun 6150 kohdalla linjauksen pohjoispuolella sijaitsevassa rakennuksessa.

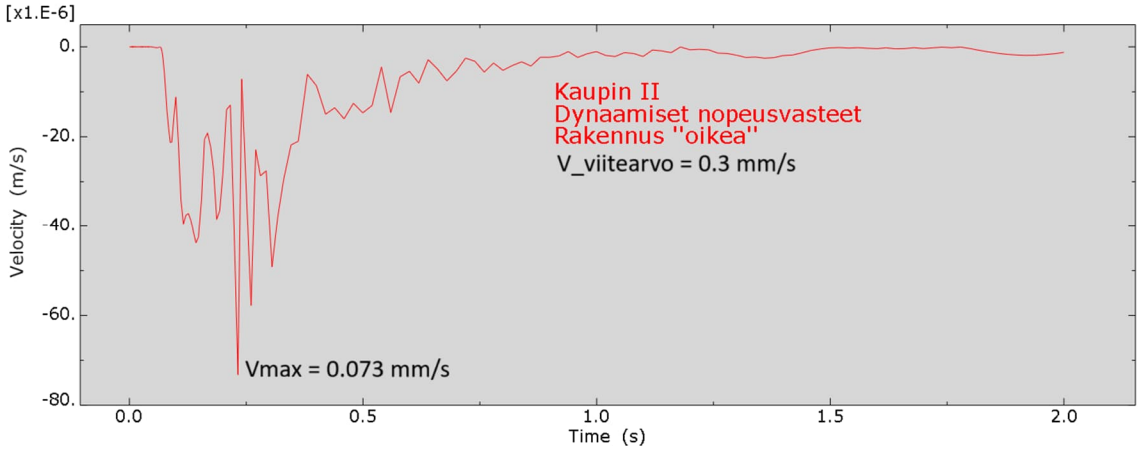
Paalun 6150 kohdalla arvioidut tärinän heilahdusnopeudet alittavat selvästi tärinälle asetetut ohjearvon 0,3 mm/s.

5.2. Poikkileikkaus paalun 6700 kohdalla

Raitiotielinjauksen paalun 6700 kohdalla sijaitseviin kerrostaloihin kohdistuvat tärinän heilahdusnopeuden maksimitasot on esitetty kuvissa 17 ja 18. Rakennuksiin arvioidut tärinän heilahdusnopeuden maksimitasot olivat 0,068 mm/s ja 0,073 mm/s ja tärinän ohjearvoihin vertailukelpoiset heilahdusnopeudet olivat 0,034 mm/s ja 0,036 mm/s.

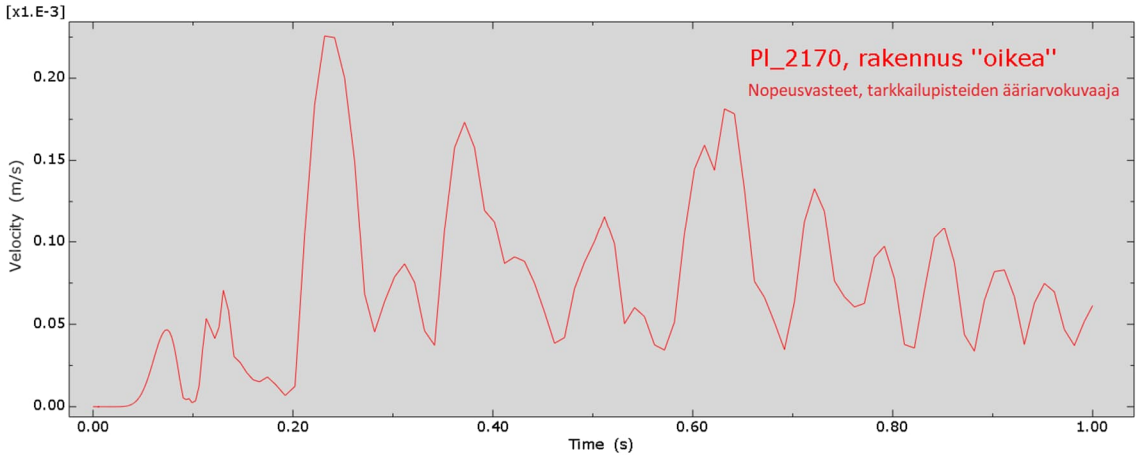


Kuva 17. Raitiovaunun ohituksen aiheuttaman värähtelyn maksimitaso (V_{max}) raitiotielinjauksen paalun 6700 kohdalla linjauksen eteläpuolella sijaitsevassa rakennuksessa.



Kuva 18. Raitiovaunun ohituksen aiheuttaman värähtelyn maksimitaso (V_{max}) raitiotielinjauksen paalun 6700 kohdalla linjauksen pohjoispuolella sijaitsevassa rakennuksessa.

Paalun 6700 kohdalla arvioidut tärinän heilahdusnopeudet alittavat selvästi tärinälle asetetut ohjearvon 0,3 mm/s.



Kuva 9. Raitiovaunun ohituksen aiheuttaman värähtelyn maksimitaso (V_{max}) raitiotielinjauksen paalun 2170 kohdalla linjauksen pohjoispuolella sijaitsevassa rakennuksessa.

Lasketut tulokset (vasteet) edustavat heilahdusnopeuden maksimiarvoja (Vmax). Ohjearvoon verrannollinen värähtelynopeuden vertailuarvo $v_{w,95}$ on noin 50 % värähtelyn maksimiarvosta eli noin 0,13 mm/s ($v_{w,95}$) raitiotielinjauksen eteläpuolella sijaitsevassa rakennuksessa ja noin 0,11 mm/s kadun pohjoispuolella sijaitsevassa rakennuksessa.

6. Johtopäätökset

6.1. Ulkoalueiden ja rakennusten julkisivuihin kohdistuvat melutasot

- Melulaskentojen perusteella raitiotieliikenteen meluvaikutus näkyy vain raitiotielinjauksen välittömässä läheisyydessä alle 10 metrin etäisyydellä lähimmästä raiteesta. Melun keskiäänitasojen osalta autoliikenteen aiheuttama melu on hallitseva asuinrakennusten julkisivuilla ja ulkoalueilla.
- Raitiovaunujen ohitukset aiheuttavat hetkellisesti melua, joka erottuu alueella autoliikenteen aiheuttamasta melusta. Raitiovaunujen aiheuttamat melun hetkelliset maksimitasot ovat korkeimmillaan Kaupinlaakson Bulevardin varrella sijaitsevien asuinrakennusten julkisivuilla noin 69 dB. Asuinrakennusten ääneneristävyyden ollessa vähintään 30 dB (äänitasoero) raitiovaunujen ohitusten aiheuttamat sisämelutasot eivät ylitä suositeltavaa tasoa 45 dB (L_{AFmax}).

- Pääosin autoliikenteen aiheuttamat melutasot ulkoalueilla kerrostalojen väleissä ja kerrostalojen ja paikoitustalojen väleissä vaihtelevat välillä 54 – 58 dB. Kerrostalojen sisäpihoilla päiväaikaiset keskiäänitasot jäävät alle 50 dB (LAeq 7-22) tason ja yöaikaiset keskiäänitasot alle 45 dB tason (LAeq 22-7-22).
- Teiskontien reunaan suojaviheralueen kohdalle sijoitettava 3 metriä korkea melueste suojaa puistoaluetta siinä määrin, että siihen kohdistuvat melutasot alittavat laajalla alueella 55 dB (LAeq 7-22).
- Tieliikenteen aiheuttamat melutasot nousevat korkeimmillaan 66 – 67 dB tasolle asuinkerrostalojen Teiskontien puoleisilla julkisivuilla. Näiden rakennusten sisäpihan puoleisilla julkisivuilla päiväaikaiset keskiäänitasot alittavat 55 dB tason ($L_{Aeq\ 7-22}$).
- Kaupinlaakson Bulevardin varrella auto- ja raitiovaunuliikenteen aiheuttamat melutasot aiheuttavat katutilan reunoille 60 – 65 dB melutason ($L_{Aeq\ 7-22}$).
- Kaupinlaakson Bulevardin varrelle sijoittuvien rakennusten julkisivuille kohdistuvat päivä- ja yöaikaiset keskiäänitasot edellyttävät suurimmillaan 25 dB äänitasoeron vaatimusta julkisivuilta. Raitiovaunuliikenteen aiheuttamat melun hetkelliset maksimitasot edellyttävät 24 dB äänitasoeroa Kaupinlaakson Bulevardin puoleisilta julkisivuilta. Edellä esitetyt äänitasoeron vaatimukset ovat pienemmät kuin melualueella sijaitsevien asuinrakennusten julkisivuilta edellytettävä ääneneristävyyden vähimmäisvaatimus (30 dB äänitasoero)
- Melutasot asuinrakennusten julkisivuilla ylittävät yleisesti melutasojen ohjearvot, joten näille julkisivuille tulee asettaa kaavamääräykset parvekkeiden lasittamisesta. Muilta osin asuinrakennuksiin ja niiden piha-alueille kohdistuvat melutasot alittavat Tampereen kaupungin melulinjauksissa mainitut kriteerit.
- Asemakaava-alueella ei ole laskennallisen tarkastelujen perusteella asuin-, päiväkoti-, koulu- tai hoitolaitosrakennuksia, joiden julkisivuilla ylittyisi 70 dB päiväaikainen keskiäänitaso. Tältä osin suunniteltujen rakennusten toteuttamiselle ei ole melusta aiheutuvia esteitä.
- Asuinkerrostalojen Teiskontien puoleisiin julkisivuihin kohdistuu yli 65 dB ($L_{Aeq\ 7-22}$) melutasoja. Tampereen kaupungin melulinjauksen mukaisesti näiden huoneistojen (julkisivutaso > 65 dB, $L_{Aeq\ 7-22}$) tulee avautua myös hiljaiselle puolelle (alle 55 dB).

Tästä asiasta tulee esittää kaavamääräykset niiden julkisivujen osalta, joissa 65 dB ($L_{Aeq\ 7\text{-}22}$) ylittyy. Nämä määräykset koskevat käytännössä vain Teiskontien puoleisille julkisivuille avautuvia huoneistoja.

- Kaupinlaakson Bulevardin ja Teiskontien välissä sijaitsevien asuinkortteiden sisäpihoilla ulkoalueiden ohjearvot eivät ylity, joten sisäpihoille voidaan toteuttaa melulta suojaisat leikki- ja oleskelualueet. Kaupinlaakson Bulevardin pohjoispuolella sijaitsevilla ulkoalueilla melutasot alittavat yleisesti ohjearvojen mukaiset tasot.

6.2. Arvioidut runkomeluvaikutukset

- Runkomelun ohjearvona voidaan soveltaa VTT:n ohjeen mukaisesti 35 dB runkomelutasoa, sillä raitiotien läheisyydessä sijaitsevien asuinrakennuksille ei ole tarpeen esittää ääneneristävyyttä koskevia kaavamääräyksiä.
- Laskennalliseen runkomeluarvioitiin liittyy suurta epävarmuutta, johtuen kalliopinnan korkeustietojen epävarmuuksista ja laskentamenetelmien eroista.
- VTT:n menetelmällä arvioidut runkomelulaskennan tulokset ovat pitkälti hyvin samanlaiset kuin Tampereen Ratikan (2024) tärinä- ja runkomeluselvityksessä. Poikkeavat tulokset asemakaava-alueen itäisissä osissa johtuvat tulkinnan varaisista kalliopinnan korkeustiedoista.
- Huomion arvoista runkomelulaskennan tulosten osalta on FEM-laskennassa todettu yli 43 dB runkomelutaso paalulla 6150. Samalla kohdalla VTT:n menetelmällä saadut tulokset olivat tässä selvityksessä ja Tampereen Ratikan (2024) selvityksessä 27 dB.
    - Tulosten ero johtuu todennäköisesti siitä, että FEM-laskenta ottaa huomioon värähtelyn etenemisen paalujen ja kallion kautta rakennukseen (paalulaatta / paalu / kallio / paalu / rakennuksen perustukset / rakennuksen runko).
    - Raitiotien runkomeluselvitystä tulisi tarkentaa paalulaattaosuuksille tehtävillä FEM-laskennoilla.
- FEM-laskennalla tehdyn tärinätarkastelun perusteella kellarin lisääminen rakennusrunkoon lisää tärinän taajuusalueella esiintyvää värähtelyä noin 70 % suhteessa kellarittomaan rakennusrunkoon. Runkomelun taajuusalueelta vastaavaa

vertailevaa laskentaa ei ole tehty, mutta todennäköisesti maanvaraisesti perustetuissa rakennuksissa (myös raitiotie maanvarainen ja kalliopinta lähellä) runkomelua aiheuttava värähtelyn on suurempaa kellarikerroksisessa rakennuksessa kuin ilman kellarikerrosta olevassa rakennuksessa. Paaluperusteisissa rakennuksissa merkittävin osa runkomelua aiheuttavasta värähtelystä etenee rakennuksiin paalujen välityksellä, jolloin kellarikerroksen merkitys värähtelyä lisäävänä tekijänä ei olisi niin merkittävä kuin tärinän taajuusalueella.

- Raitiotieosuuden vaihteen on arvioitu nostavan arvioituja runkomelutasoja paalun 6550 kohdalla sijaitsevissa rakennuksissa, joissa arvioidut runkomelutasot ovat korkeita jo ilman vaihteen vaikutusta. Laskennassa käytetty radan epäjatkuvuudesta vaihteen kohdalla johtuva lisäys (+10 dB) on VTT:n ohjeen mukainen.
    - Vaihteen vaikutusta värähtelyherätteen syntymiseen tulisi tarvittaessa varmentaa mittauksilla olemassa olevalla raitiotieverkostolla.
    - Tarvittaessa tulisi suunnitella vaihdepaikan siirtoa kohtaan, jossa se ei vaikuttaisi raitiotien läheisyydessä sijaitseviin asuinkohteisiin.
- Runkomelun vaimentamiseen tulee varautua paaluvälillä 6400 – 6950 sekä mahdollisesti myös paalulaattaosuudella (paaluväli 6030 – 6320).
    - Runkomeluvaimennuksen määrä tulee mitoittaa tarkemmilla laskennoilla.
    - Paalulaattaosuuksilla runkomeluvaimennuksen tarvetta tulee tarkentaa FEM-laskentaan perustuvilla menetelmillä.
- Runkomeluvaimennukselta edellytettävä vaimennustarve on laskennallisen arvioinnin perusteella paikoitellen suuri. Mahdollisesti runkomeluvaimennusta on tarpeen toteuttaa myös rakennusten perustuksiin sijoitettavilla vaimentimilla.
- Runkomelun vaimennustarve ylittää paikoitellen 20 dB tason arvioitaessa runkomelutasoja VTT:n menetelmän mukaisesti. VTT:n menetelmällä saatuja tuloksia tarkasteltaessa on otettava huomioon, että
    - tarkastelu sisältää merkittäviä epävarmuuksia, jotka aiheutuvat lähinnä maaperä- ja kalliopinnan korkeustiedoista johtuvista epävarmuuksista,
    - VTT:n menetelmällä saatuihin tuloksiin sisältyy +6 dB varmuusmarginaali,

- o VTT:n mukainen tarkastelu ei ota huomioon paalujen kautta välittyvän värähtelyn vaikutuksia,

6.3. Arvioidut tärinävaikutukset

- Asemakaava-alueella raitiotielinjaus tulee maaperäolosuhteiltaan ongelmallisten kohtien osalta olemaan pääosin pohjavahvistettua, jolloin tärinävasteet ongelmakohdissa ovat osin hallinnassa tätä kautta. Nämä vahvistukset vaikuttavat erityisesti värähtelyn pystykomponenttien vaimentumiseen.
- Laskennallisen tarkastelun perusteella raitiovaunuliikenteen aiheuttamat värähtelytasot alittavat tärinän heilahdusnopeudelle suositellut ohjearvot (0,3 tai 0,6 mm/s) eikä ohjearvoon verrannollinen tulos (vw,95) ylity suunnittelualueen asuinkohteissa. FEM-laskentaan perustuva tarkastelu on tehty poikkileikkaukseen, jonka arvioidaan edustavan tärinän etenemisen kannalta pahinta mahdollista kohtaa (paalulukema 6150) raitiotielinjauksen varrella.
- Tarkastelussa on otettu huomioon keskiarvoinen arvioitu värähtelyenergia (vasteet), raitiotieosuudelle suunnittelut pohjanvahvistukset sekä rakennusten kellarikerroksen korkeusasema.

7. Ehdotukset jatkotoimista ja melua koskevista kaavamääräyksistä

Runkomelun ja tärinän osalta kaava-alueen rakennuksiin kohdistuvat vaikutukset ja niiden vaimentaminen otetaan huomioon raitiotiesuunnittelussa. Laskennallisen arvioinnin perusteella tarve runkomeluvaimennukselle on paikoitellen suuri, yli 20 dB. Raitiotien pintarakenteissa tehtävällä vaimennuksella ei välttämättä saavuteta riittävää vaimennusta, minkä vuoksi runkomeluvaimennusta on mahdollisesti tehtävä myös rakennusten perustuksissa. Tämän vuoksi kaavamääräyksissä on tuotava tämä seikka esiin, ehdotamme seuraavan sisältöistä kaavamääräystä:

- *Raitiovaunuliikenteen aiheuttama runkomelutasot eivät saa ylittää asuin- ja liikehuoneistoissa, opetus- ja kokoontumistiloissa VTT:n oppaan mukaisia runkomelutasojen raja-arvoja*.

- *Rakennusten suunnittelussa on arvioitava raitiotieliikenteen aiheuttama rakennukseen muodostuva runkomelutaso ottaen huomioon raitiotien rakenteiden ja vaimennusmateriaalien vaikutukset runkomelua aiheuttavan värähtelyn etenemiseen. Tarvittaessa runkomeluvaimennusta on toteutettava myös rakennuksessa, jotta runkomelutasojen raja-arvoja ei ylitetä.*

Ilmaäänenä etenevän melun osalta esitämme seuraavia kaavamääräyksiä:

- Parvekkeiden lasittamista koskeva kaavamääräys julkisivuille, joissa melutason ohjearvotasot ylittyvät: ”*Parvekkeet tulee varustaa parvekelasituksella. Parvekelasituksen ääneneristävyys tulee mitoittaa siten, että parvekkeilla ei ylitetä 55 dB ($L_{Aeq\ 7–22}$) ja 45 dB ($L_{Aeq\ 22–7}$) melutasoja*.”
- Asuinhuoneistojen avautumista koskeva kaavamääräys niiden huoneistojen osalta joihin kohdistuu yli 65 dB melutaso: ”Asuinhuoneistot tulee sijoittaa siten, että huoneistot, joiden julkisivuihin kohdistuu yli 65 dB melutaso ($L_{Aeq\ 7\text{-}22}$), avautuvat myös ns. hiljaiselle puolelle (melutaso alle 55 dB, $L_{Aeq\ 7\text{-}22}$).
- Äänitasoerovaatimus (31 dB … 32 dB) Teiskontien puoleisille julkisivuille riippuen julkisivuun kohdistuvasta melutasosta.

Tampereella 19.11.2025

WSP Finland Oy

Ilkka Niskanen	Mauri Koskinen
Meluasiantuntija	Tärinäasiantuntija

8. Viitteet

Alten, K., Friedl, H. ja Flesch, R. (2010). ”Calculating ground-borne noise from ground-borne vibration - A comparison of different approaches”. Teoksessa: Procee-

dings of ISMA. International Conference on Noise and Vibration Engineering. Leuven, s. 3431–3440. isbn: 978-90-73802-87-2.

AFRY 2025: AFRY_Kaupinlaakso_II_Alin_lattiataso_päivitetyt_pvtiedot_3.

AFRY 2025: Alasjärven esirakentaminen. Rakennettavuuskartta. 101023703.27.3.2025.

AFRY 2024: PirLi_RATA_Ho000_Yhdistetty_geometria_3D. Tiedosto PirLin ratageometriasta, 19.2.2024).

Eurasto, Raimo. Ympäristöministeriö 2005. Ympäristömeludirektiivin täytäntöönpanoon liittyvät laskentamallivertailut.

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

Nordic Council of Ministers 1996b: Railway traffic noise. Nordic Prediction method - TemaNord 1996:524.

Oksanen, B. 2023: Raideliikenteen aiheuttaman runkomelun mallintaminen rakennuksessa. Diplomityö. Sähkötekniikan korkeakoulu.

Talja, A., Vepsä, A., Kurkela, J. & Halonen, M. 2008: Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi. VTT Tiedotteita 2425.

Talja ja Törnqvist 2014: Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumiskartoitus. Tutkimusraportti. VTT-R-04703-14.

Tampereen kaupunki 2019: Tampereen kaupungin melulinjaukset - Yhdyskuntalautakunta 27.8.2019.

Tampereen kaupunki 2022: Kauppi, Kaupin Kampus, Medi-Park IV, asemakaava nro 8618 – Asemakaavan ja asemakaavamuutoksen osallistumis- ja arviointisuunnitelma, Microsoft Word - OAS_191114.docx (tampere.fi).

Tampereen kaupunki 2024: Katusuunnitelma, tyyppipoikkileikkaukset paaluilla 4840, 5400, 5800, 6300, 6440, 6560

Tampereen kaupunki 2024: Tampereen raitiotieliikenteen meluohje ympäristömelumallinnuksia varten, 101012828-001.

Tampereen Ratikka 2024: Tärinä- ja runkomeluselvitys. KAS-vaihe. Raportti 6.3.2024.

Talja, A. & Saarinen, A. 2009: Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi – Esiselvitys. VTT Tiedotteita 2468.

VTT 2006, Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa. Espoo. 46 s. Liitteitä 33 s (VTT Working papers 50). ISBN 951–38–660–5. ISSN 1459–7683.

RIL 253-2010, Rakentamisen aiheuttamat tärinät. ISSN 0356-9403.

Vnp 993/1992. Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista.

WSP 2024: Rakennusten runkomateriaalin ja kellarikerroksen vaikutukset tärinän heilahdusnopeuksiin - Alasjärven länsipuoli, asemakaava ja asemakaavan muutos nro 8931, Tampere. tärinäselvityksen täydennys, projekti 317598, 3.6.2024.

Liitteet

Liite 1. Runkomelulaskennan korjaustekijät.

Liite 2. Raitiovaunuliikenteen aiheuttamat melun keskiäänitasot ja melun hetkelliset maksimitasot.

Liite 3. Tie-, katu- ja raitiotieliikenteen aiheuttamat melun keskiäänitasot ennustetilanteessa, Teiskontien nopeusrajoitus 60 km/h.

Liite 4. Kuvat rakennusten julkisivuihin kohdistuvista melutasoista (3D-kuvat).

Runkomelulaskennassa käytetyt korjaustekijät arvioitu VTT:n ohjeen ”Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi – Esiselvitys” arviointitason 2 mukaisella menetelmällä, värähtelyn siirtotiehen perustuva arviointi (Talja & Saarinen 2009).

Menetelmässä arvioinnin lähtökohtana on peruskäyrältä saatu maaperän värähtelyn nopeustaso (Lv), jota korjataan värähtelyn aiheuttajasta, siirtotiestä ja rakennuksesta riippuvilla nopeustason korjaustekijöillä (ΔLv) siten, että lopputuloksena saadaan runkomelua kuvaava sisätilan äänitaso (LpA).

Arvioinnin korjaustekijöinä on käytetty seuraavia arvoja:

- liikennetyyppi, raitiovaunu,
    - korjausarvo 0 dB,
- ajoneuvon nopeuden vaikutus on huomioitu seuraavan kaavan mukaisesti, $\Delta L = 20 \times \log (v_s/v_{s\,0})$, jossa $v_{s\,0}$ = 100 km/h,
    - korjauksen arvo on määritetty raitotielinjaukselle esitettyjen nopeusrajoitusten mukaisesti nopeuksille 30 km/h ja 50 km/h.
- ajoneuvon ominaisuuksista riippuva tekijä, pääjousituksen ominaistaajuus. Ohjeen vaihtoehdot 0 dB (normaali jousitus, jossa pääjousituksen ominaistaajuus on alle 15 Hz) tai 8 dB (jäykkä jousitus, jossa pääjousituksen ominaistaajuus on yli 15 Hz),
    - korjauksen arvo 0 dB,
- hyväkuntoinen rata,
    - korjauksen arvo 0 dB suorilla osuuksilla,
    - radassa ei ole epäjatkuvuuskohtia (vaihteita, eikä jyrkkiä kaarteita) korjauksen arvo 0 dB,
- radan eristämisratkaisu,
    - radan routaeristys, korjauksen arvo -10 dB,
- väylän sijainti,
    - avorata, korjauksen arvo 0 dB,
- rakennuksen tyyppi,
    - perustuksen ja kallion välillä oletetaan olevan maa-ainesta vähintään 3 m
        - korjauksen arvo kerrostalolle -10 dB,
    - perustuksen ja kallion välillä oletetaan olevan maa-ainesta vähemmän kuin 3 m, raitiotie ja rakennus sijoittuvat kallioalueelle, korjauksen arvo 0 dB
- tarkasteltava asuinkerros, toinen kerros (ei kellarikerros)

WSP Finland Oy
Puhelin 0207 864 11
Y-tunnus 0875416–5

    - korjauksen arvo – 2 dB
- rakenneosien resonanssin vaikutus,
    - korjauksen arvo 6 dB
- muunto äänenpainetasoksi,
    - korjauksen vakio arvo -28 dB
- muunto A-painotetuksi äänenpainetasoksi, maaperästä riippuva korjaus
    - keskitaajuusalue, 30 Hz – 60 Hz, tyypillinen taajuusalue koville savi, siltti ja moreenimaille (200 m/s < vs < 500 m/s), korjaus -35 dB
    - korkea taajuusalue, > 60 Hz, tyypillinen taajuusalue kalliolla ja iskostuneilla moreenimailla (vs > 200 m/s), korjaus -20 dB
- arviointimenetelmälle annettu varmuusmarginaali,
    - korjauksen arvo +6 dB

Suunnittelukohteen runkomelutason arvioinnissa on edellä esitettyjen korjaustekijöiden lisäksi käytetty seuraavia lähtötietoja ja oletuksia:

- Rakennuksen julkisivun ja lähimmän kiskon väliset etäisyydet on mitattu erikseen kullekin rakennukselle.
- Maaperästä riippuva korjauskerroin on määritetty erikseen kullekin tarkastelupisteelle raitiotielinjauksen kohdalla vallitsevan maaperäolosuhteen perusteella.

WSP Finland Oy
Puhelin 0207 864 11
Y-tunnus 0875416–5

KAUPINLAAKSO II
ASEMAKAAVA 8931

MELUSELVITYS

Ennustetilanne
Raideliikenteen aiheuttama
hetkellinen enimmäistaso (LAFMax)

Hetkellinen enimmäistaso
[dB]

- > 45.0 dB
- > 50.0 dB
- > 55.0 dB
- > 60.0 dB
- > 65.0 dB
- > 70.0 dB
- > 75.0 dB

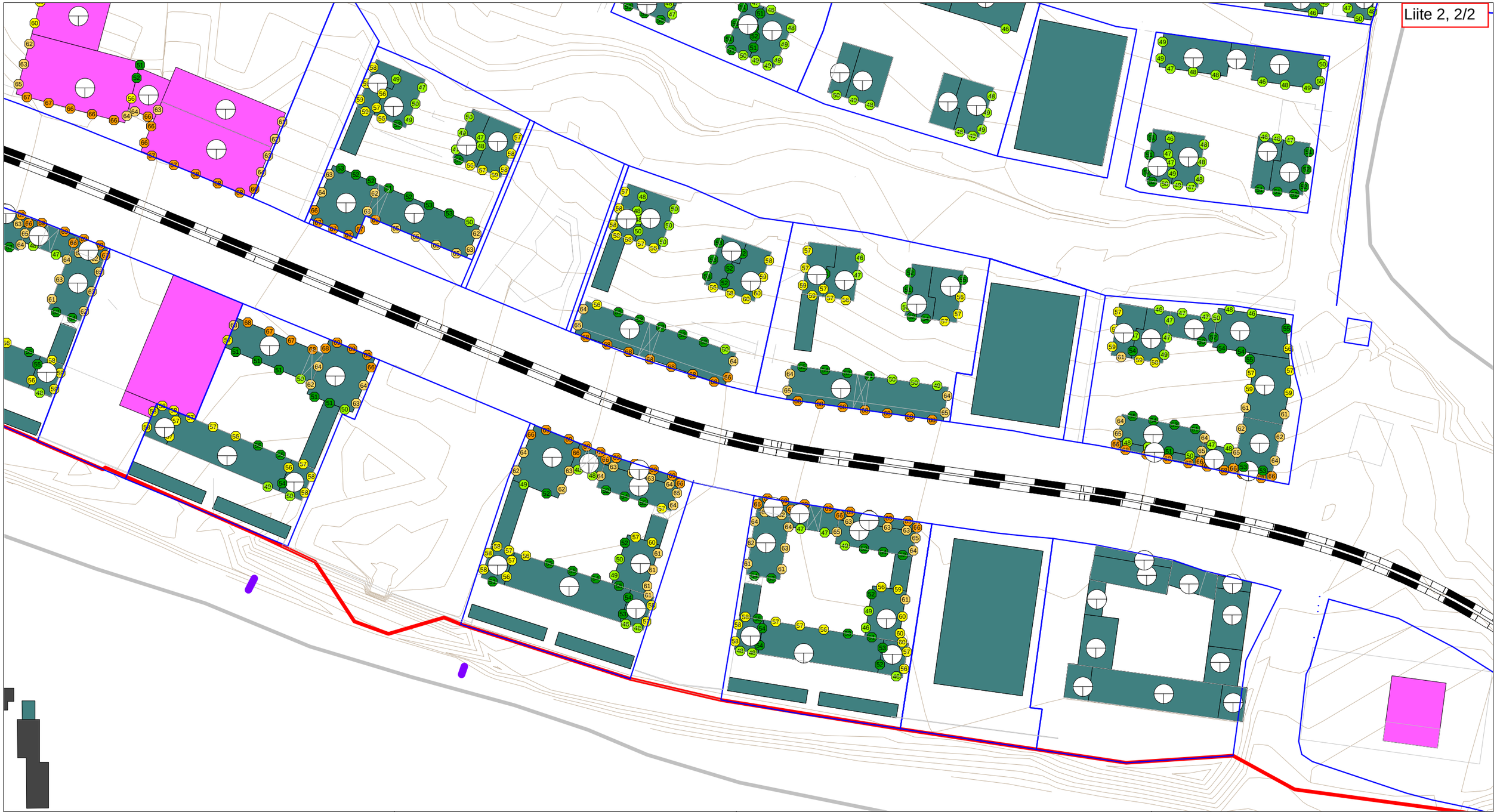
- Asuinrakennus
- Liike- tai julkinen rakennus
- Lomarakennus
- Teollinen rakennus
- Kirkollinen rakennus
- Muu rakennus
- Suunniteltu rakennus

N

Pohjoismainen
raideliikennemelumalli:
laskentakorkeus 2 m
laskentatiheys 5 x 5 m

Mittakaava: 1:5000 (A3)

WSP Finland Oy
9.11.2025



KAUPINLAAKSO II
ASEMAKAAVA 8931

MELUSELVITYS

Ennustetilanne
Raideliikenteen aiheuttama
hetkellinen enimmäistaso (LAFMax)

Hetkellinen enimmäistaso
[dB]

- > 45.0 dB
- > 50.0 dB
- > 55.0 dB
- > 60.0 dB
- > 65.0 dB
- > 70.0 dB
- > 75.0 dB

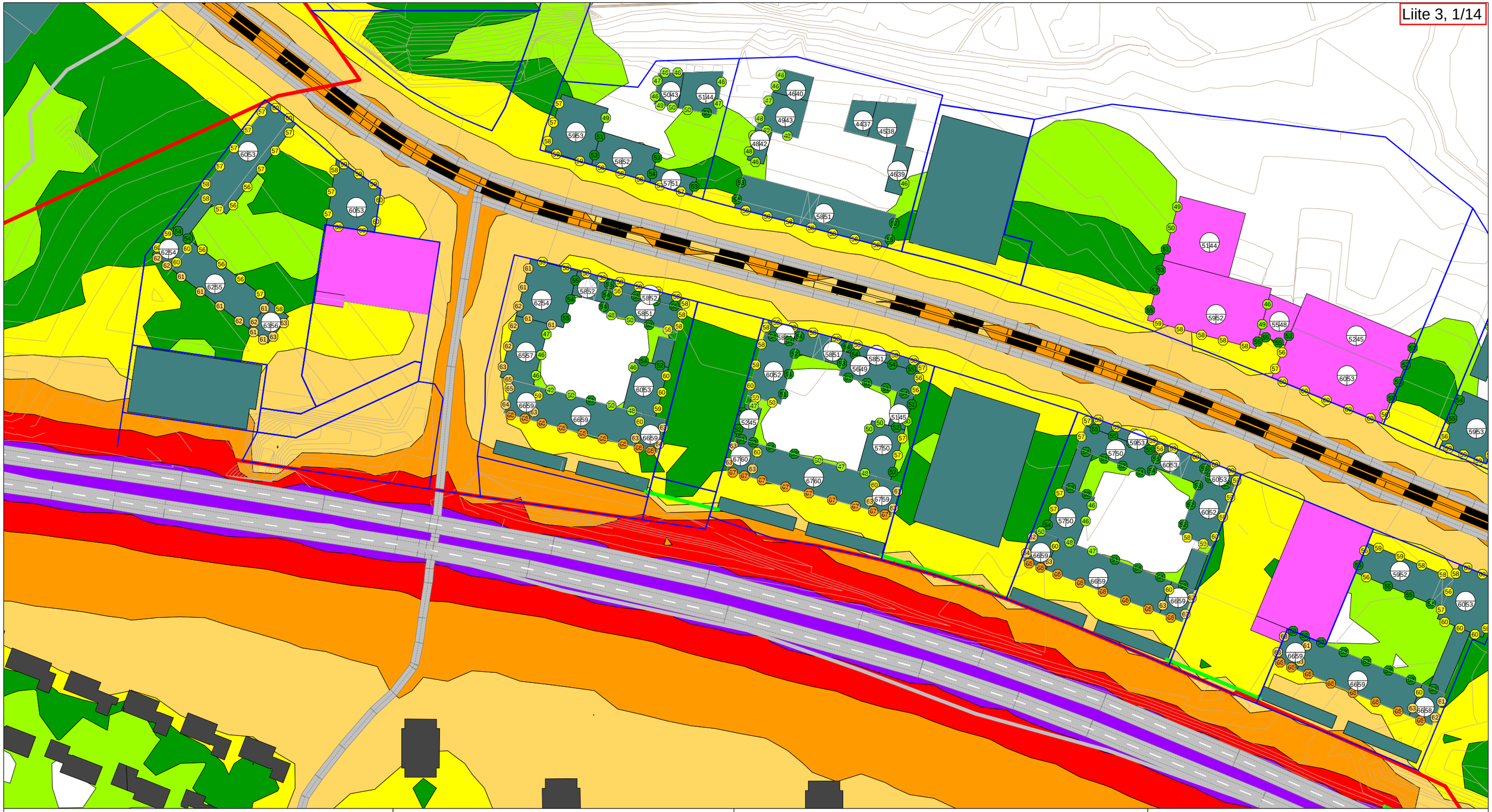
- Asuinrakennus
- Liike- tai julkinen rakennus
- Lomarakennus
- Teollinen rakennus
- Kirkollinen rakennus
- Muu rakennus
- Suunniteltu rakennus

N

Pohjoismainen
raideliikennemelumalli:
laskentakorkeus 2 m
laskentatiheys 5 x 5 m

Mittakaava: 1:5000 (A3)

WSP Finland Oy
9.11.2025



KAUPINLAAKSO II
ASEMAKAAVA 8931

MELUSELVITYS

Meluntorjunta
Ennustetilanne
Teiskontien nopeus 60km/h

Päiväajan keskiäänitaso
LAeq 07-22 [dB]

- > 45.0 dB
- > 50.0 dB
- > 55.0 dB
- > 60.0 dB
- > 65.0 dB
- > 70.0 dB
- > 75.0 dB

- Asuinrakennus
- Liike- tai julkinen rakennus
- Lomarakennus
- Teollinen rakennus
- Kirkollinen rakennus
- Muu rakennus
- Suunniteltu rakennus

Melueste, h=3 m

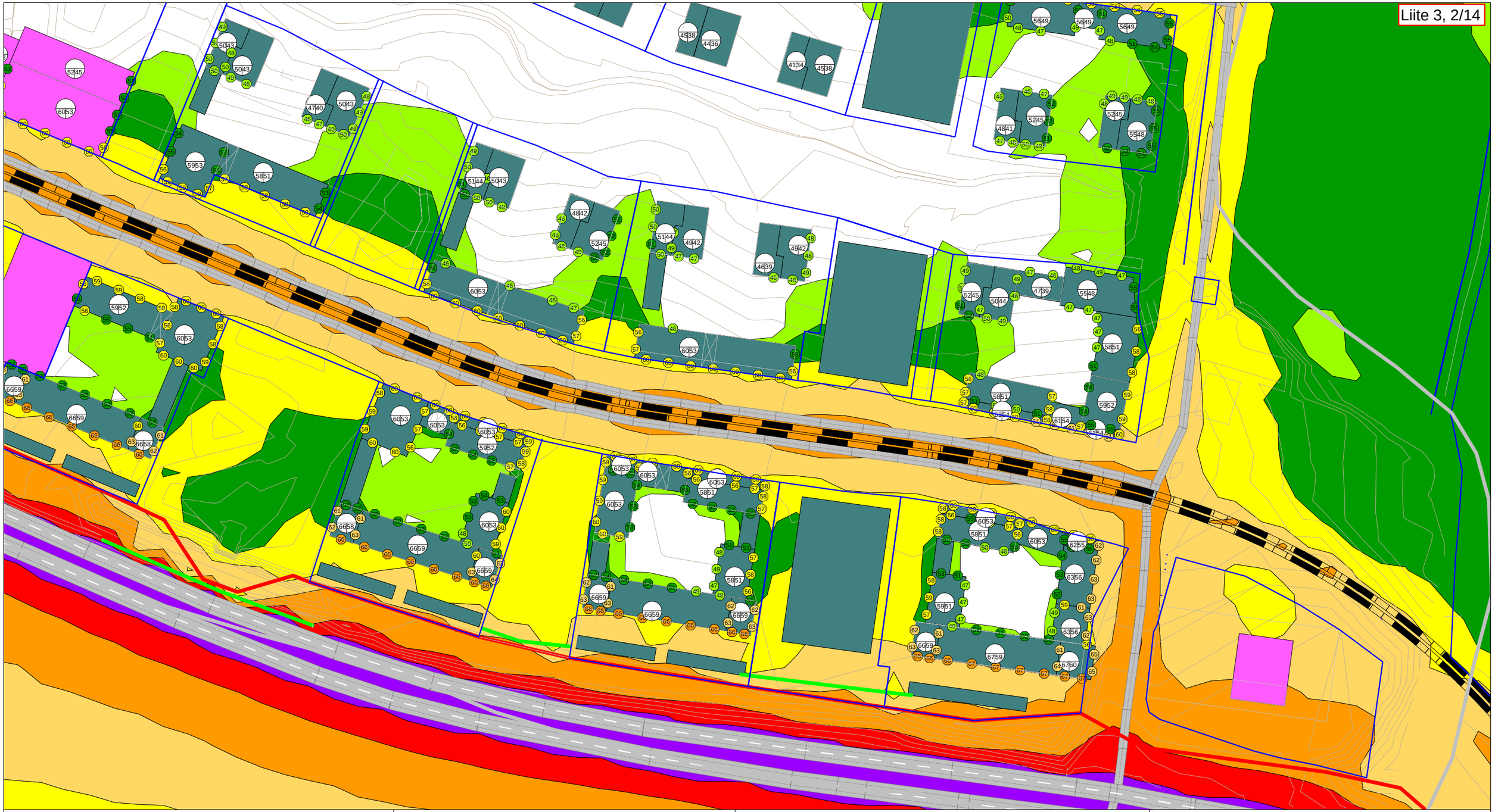
Puistoalueen kohdalla 3 m korkea meluseinä, autokatosten väleissä 3 m korkeat meluseinät

N

Pohjoismainen
tie- ja raideliikennemelumalli:
laskentakorkeus 2 m
laskentatiheys 10 x 10 m

Mittakaava: 1:5000 (A3)

WSP Finland Oy
9.11.2025



KAUPINLAAKSO II
ASEMAKAAVA 8931

MELUSELVITYS

Meluntorjunta
Ennustetilanne
Teiskontien nopeus 60km/h

Päiväajan keskiäänitaso
LAeq 07-22 [dB]

- > 45.0 dB
- > 50.0 dB
- > 55.0 dB
- > 60.0 dB
- > 65.0 dB
- > 70.0 dB
- > 75.0 dB

- Asuinrakennus
- Liike- tai julkinen rakennus
- Lomarakennus
- Teollinen rakennus
- Kirkollinen rakennus
- Muu rakennus
- Suunniteltu rakennus

Melueste, h=3 m

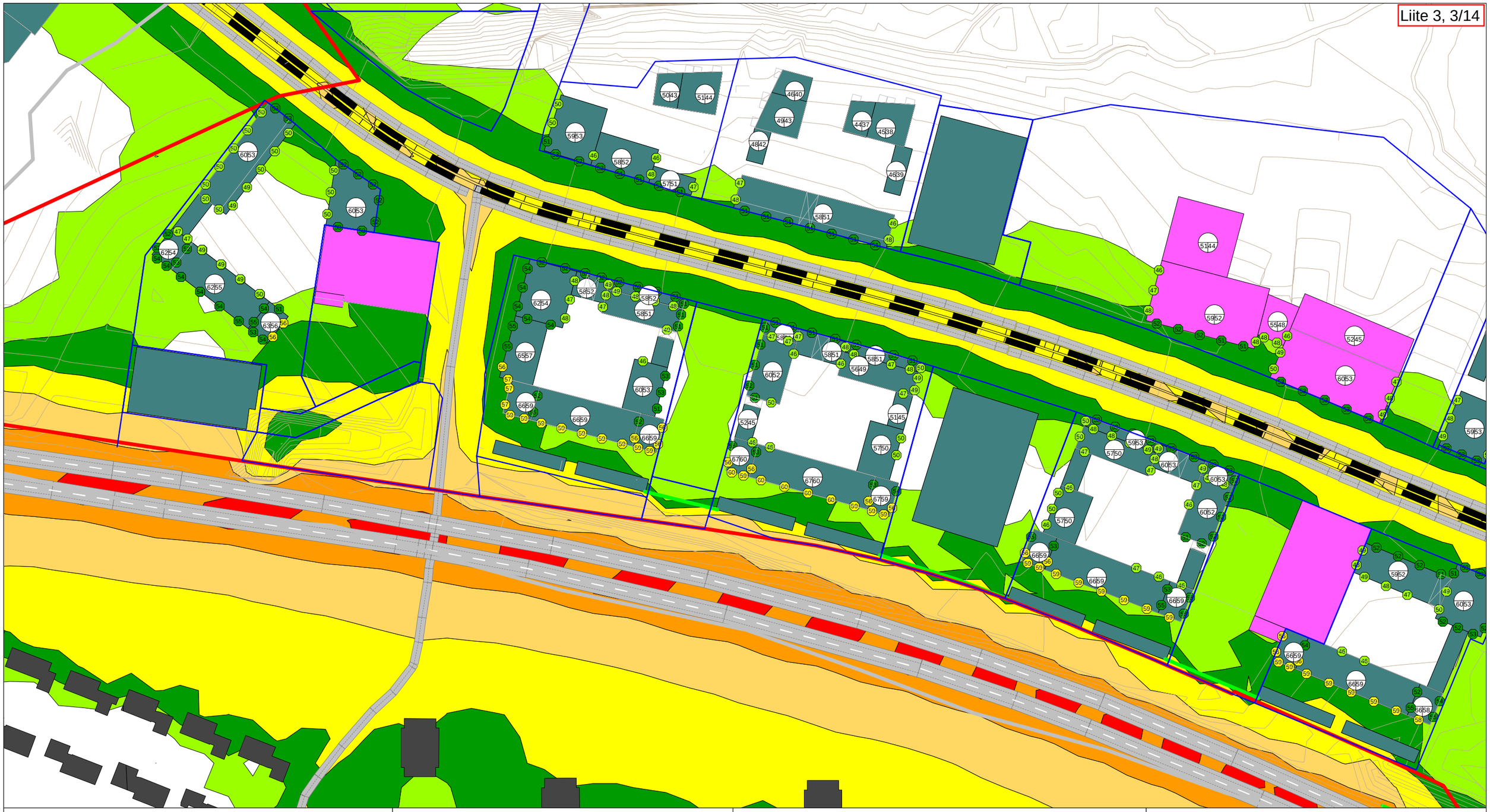
Puistoalueen kohdalla 3 m korkea meluseinä, autokatosten väleissä 3 m korkeat meluseinät

N

Pohjoismainen
tie- ja raideliikennemelumalli:
laskentakorkeus 2 m
laskentatiheys 10 x 10 m

Mittakaava: 1:5000 (A3)

WSP Finland Oy
9.11.2025



KAUPINLAAKSO II
ASEMAKAAVA 8931

MELUSELVITYS

Meluntorjunta
Ennustetilanne
Teiskontien nopeus 60km/h

Yöajan keskiäänitaso
LAeq 22-07 [dB]

- > 45.0 dB
- > 50.0 dB
- > 55.0 dB
- > 60.0 dB
- > 65.0 dB
- > 70.0 dB
- > 75.0 dB

- Asuinrakennus
- Liike- tai julkinen rakennus
- Lomarakennus
- Teollinen rakennus
- Kirkollinen rakennus
- Muu rakennus
- Suunniteltu rakennus

Melueste, h=3 m

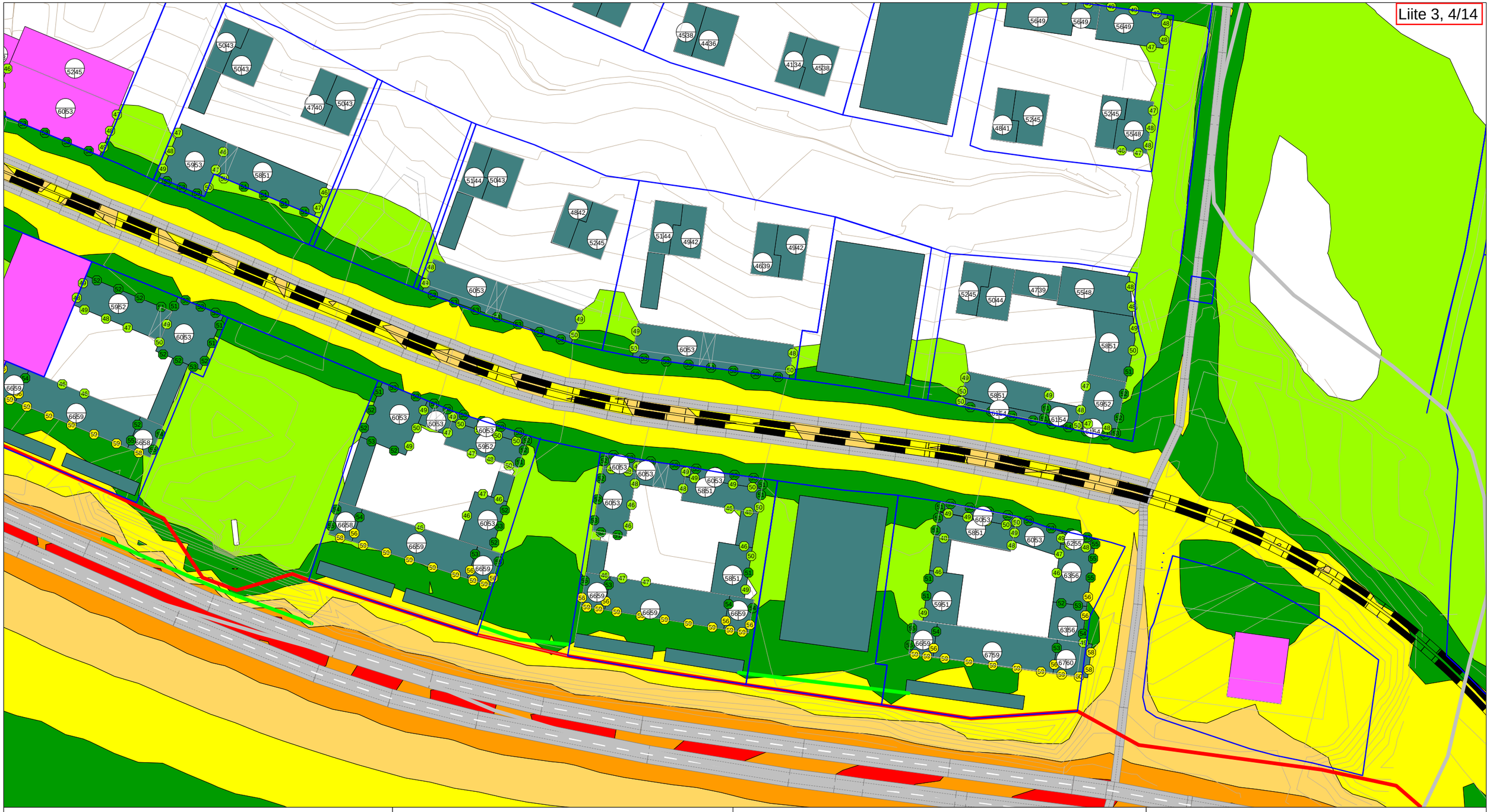
Puistoalueen kohdalla 3 m korkea meluseinä, autokatosten väleissä 3 m korkeat meluseinät

N

Pohjoismainen
tie- ja raideliikennemelumalli:
laskentakorkeus 2 m
laskentatiheys 10 x 10 m

Mittakaava: 1:5000 (A3)

WSP Finland Oy
9.11.2025



KAUPINLAAKSO II
ASEMAKAAVA 8931

MELUSELVITYS

Meluntorjunta
Ennustetilanne
Teiskontien nopeus 60km/h

Yöajan keskiäänitaso
LAeq 22-07 [dB]

- > 45.0 dB
- > 50.0 dB
- > 55.0 dB
- > 60.0 dB
- > 65.0 dB
- > 70.0 dB
- > 75.0 dB

- Asuinrakennus
- Liike- tai julkinen rakennus
- Lomarakennus
- Teollinen rakennus
- Kirkollinen rakennus
- Muu rakennus
- Suunniteltu rakennus

Melueste, h=3 m

Puistoalueen kohdalla 3 m korkea meluseinä, autokatosten väleissä 3 m korkeat meluseinät

N

Pohjoismainen
tie- ja raideliikennemelumalli:
laskentakorkeus 2 m
laskentatiheys 10 x 10 m

Mittakaava: 1:5000 (A3)

WSP Finland Oy
9.11.2025

KAUPINLAAKSO II
ASEMAKAAVA 8931

MELUSELVITYS

Meluntorjunta
Ennustetilanne
Teiskontien nopeus 60km/h

Piväajan keskiäänitaso
LAeq 07-22 [dB]

- > 45.0 dB
- > 50.0 dB
- > 55.0 dB
- > 60.0 dB
- > 65.0 dB
- > 70.0 dB
- > 75.0 dB

- Asuinrakennus
- Liike- tai julkinen rakennus
- Lomarakennus
- Teollinen rakennus
- Kirkollinen rakennus
- Muu rakennus
- Suunniteltu rakennus

Melueste, h=3 m

Puistoalueen kohdalla 3 m korkea meluseinä, autokatosten väleissä 3 m korkeat meluseinät

N

Pohjoismainen
tie- ja raideliikennemelumalli:
laskentakorkeus 2 m
laskentatiheys 10 x 10 m

Mittakaava: 1:5000 (A3)

WSP Finland Oy
9.11.2025

KAUPINLAAKSO II
ASEMAKAAVA 8931

MELUSELVITYS

Meluntorjunta
Ennustetilanne
Teiskontien nopeus 60km/h

Yöajan keskiäänitaso
LAeq 22-07 [dB]

- > 45.0 dB
- > 50.0 dB
- > 55.0 dB
- > 60.0 dB
- > 65.0 dB
- > 70.0 dB
- > 75.0 dB

- Asuinrakennus
- Liike- tai julkinen rakennus
- Lomarakennus
- Teollinen rakennus
- Kirkollinen rakennus
- Muu rakennus
- Suunniteltu rakennus

Melueste, h=3 m

Puistoalueen kohdalla 3 m korkea meluseinä, autokatosten väleissä 3 m korkeat meluseinät

N

Pohjoismainen
tie- ja raideliikennemelumalli:
laskentakorkeus 2 m
laskentatiheys 10 x 10 m

Mittakaava: 1:5000 (A3)

WSP Finland Oy
9.11.2025

KAUPINLAAKSO II
ASEMAKAAVA 8931

MELUSELVITYS

Meluntorjunta
Ennustetilanne
Teiskontien nopeus 60km/h

Päiväajan keskiäänitaso
LAeq 07-22 [dB]

- > 45.0 dB
- > 50.0 dB
- > 55.0 dB
- > 60.0 dB
- > 65.0 dB
- > 70.0 dB
- > 75.0 dB

- Asuinrakennus
- Liike- tai julkinen rakennus
- Lomarakennus
- Teollinen rakennus
- Kirkollinen rakennus
- Muu rakennus
- Suunniteltu rakennus

Melueste, h=0,9 m

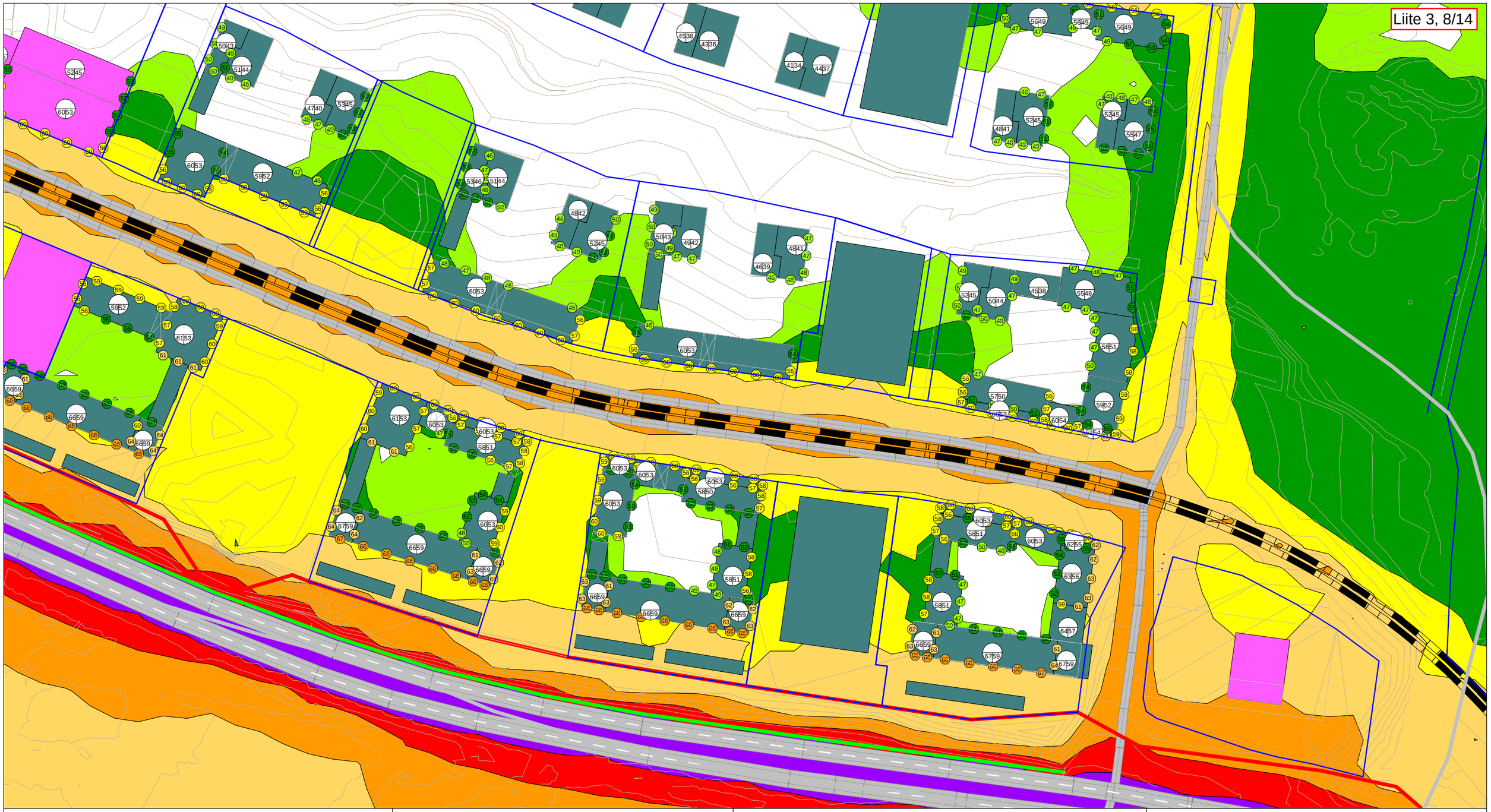
Yhtenäinen melukaide Teiskontien varrella, autokatosten väleissä ei ole 3 m korkeita meluseiniä

N

Pohjoismainen
tie- ja raideliikennemelumalli:
laskentakorkeus 2 m
laskentatiheys 10 x 10 m

Mittakaava: 1:5000 (A3)

WSP Finland Oy
18.11.2025



KAUPINLAAKSO II
ASEMAKAAVA 8931

MELUSELVITYS

Meluntorjunta
Ennustetilanne
Teiskontien nopeus 60km/h

Päiväajan keskiäänitaso
LAeq 7-22 [dB]

- > 45.0 dB
- > 50.0 dB
- > 55.0 dB
- > 60.0 dB
- > 65.0 dB
- > 70.0 dB
- > 75.0 dB

- Asuinrakennus
- Liike- tai julkinen rakennus
- Lomarakennus
- Teollinen rakennus
- Kirkollinen rakennus
- Muu rakennus
- Suunniteltu rakennus

Melueste, h=0,9 m

Yhtenäinen melukaide Teiskontien varrella, autokatosten väleissä ei ole 3 m korkeita meluseiniä

N

Pohjoismainen
tie- ja raideliikennemelumalli:
laskentakorkeus 2 m
laskentatiheys 10 x 10 m

Mittakaava: 1:5000 (A3)

WSP Finland Oy
18.11.2025

KAUPINLAAKSO II
ASEMAKAAVA 8931

MELUSELVITYS

Meluntorjunta
Ennustetilanne
Teiskontien nopeus 60km/h

Yöajan keskiäänitaso
LAeq 022-7 [dB]

- > 45.0 dB
- > 50.0 dB
- > 55.0 dB
- > 60.0 dB
- > 65.0 dB
- > 70.0 dB
- > 75.0 dB

- Asuinrakennus
- Liike- tai julkinen rakennus
- Lomarakennus
- Teollinen rakennus
- Kirkollinen rakennus
- Muu rakennus
- Suunniteltu rakennus

Melueste, h=0,9 m

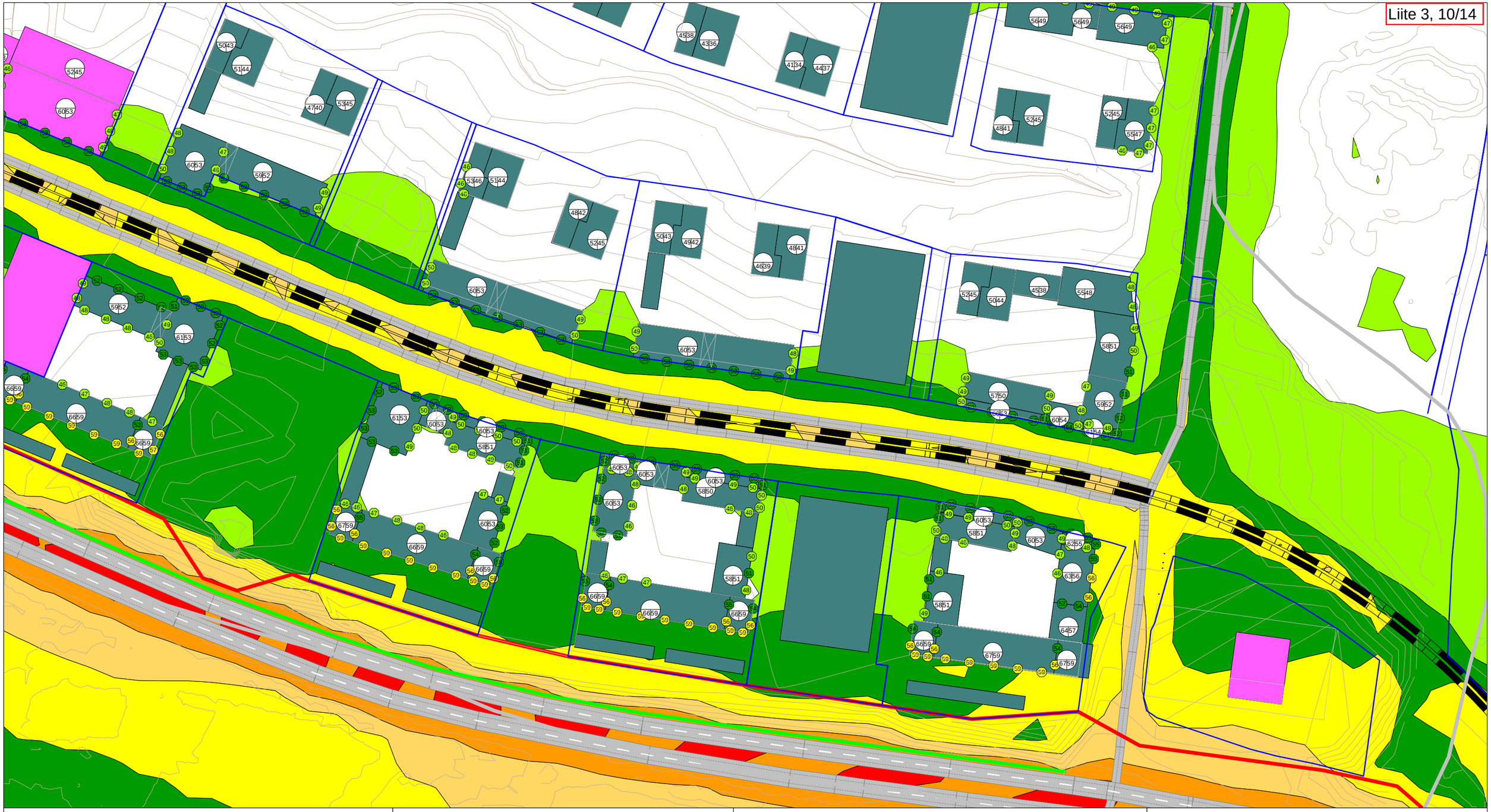
Yhtenäinen melukaide Teiskontien varrella, autokatosten väleissä ei ole 3 m korkeita meluseiniä

N

Pohjoismainen
tie- ja raideliikennemelumalli:
laskentakorkeus 2 m
laskentatiheys 10 x 10 m

Mittakaava: 1:5000 (A3)

WSP Finland Oy
18.11.2025



KAUPINLAAKSO II
ASEMAKAAVA 8931

MELUSELVITYS

Meluntorjunta
Ennustetilanne
Teiskontien nopeus 60km/h

Yöajan keskiäänitaso
LAeq 022-7 [dB]

- > 45.0 dB
- > 50.0 dB
- > 55.0 dB
- > 60.0 dB
- > 65.0 dB
- > 70.0 dB
- > 75.0 dB

- Asuinrakennus
- Liike- tai julkinen rakennus
- Lomarakennus
- Teollinen rakennus
- Kirkollinen rakennus
- Muu rakennus
- Suunniteltu rakennus

Melueste, h=0,9 m

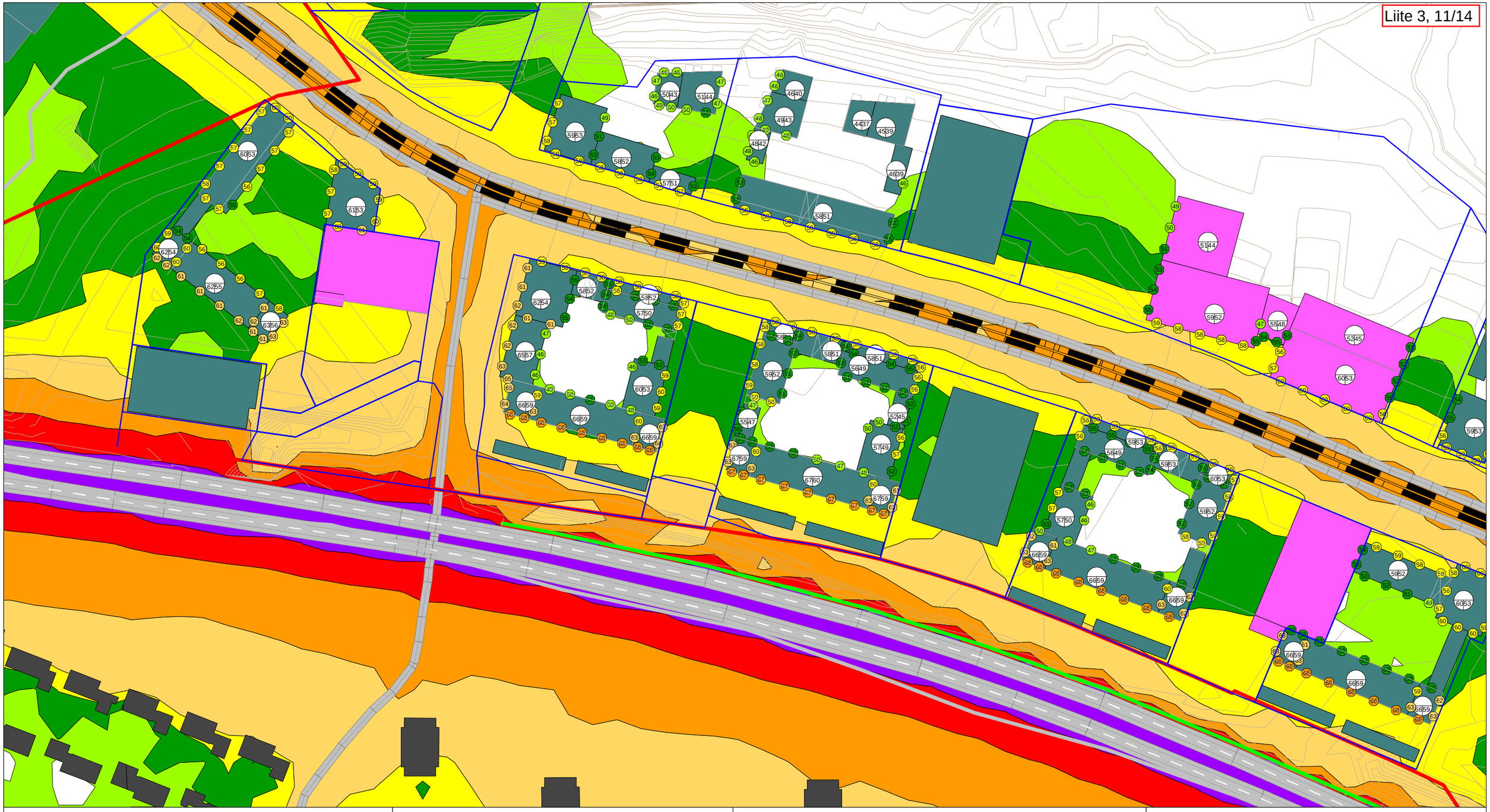
Yhtenäinen melukaide Teiskontien varrella, autokatosten väleissä ei ole 3 m korkeita meluseiniä

N

Pohjoismainen
tie- ja raideliikennemelumalli:
laskentakorkeus 2 m
laskentatiheys 10 x 10 m

Mittakaava: 1:5000 (A3)

WSP Finland Oy
18.11.2025



KAUPINLAAKSO II
ASEMAKAAVA 8931

MELUSELVITYS

Meluntorjunta
Ennustetilanne
Teiskontien nopeus 60km/h

Päiväajan keskiäänitaso
LAeq 07-22 [dB]

- > 45.0 dB
- > 50.0 dB
- > 55.0 dB
- > 60.0 dB
- > 65.0 dB
- > 70.0 dB
- > 75.0 dB

- Asuinrakennus
- Liike- tai julkinen rakennus
- Lomarakennus
- Teollinen rakennus
- Kirkollinen rakennus
- Muu rakennus
- Suunniteltu rakennus

Melueste, h=1,4 m

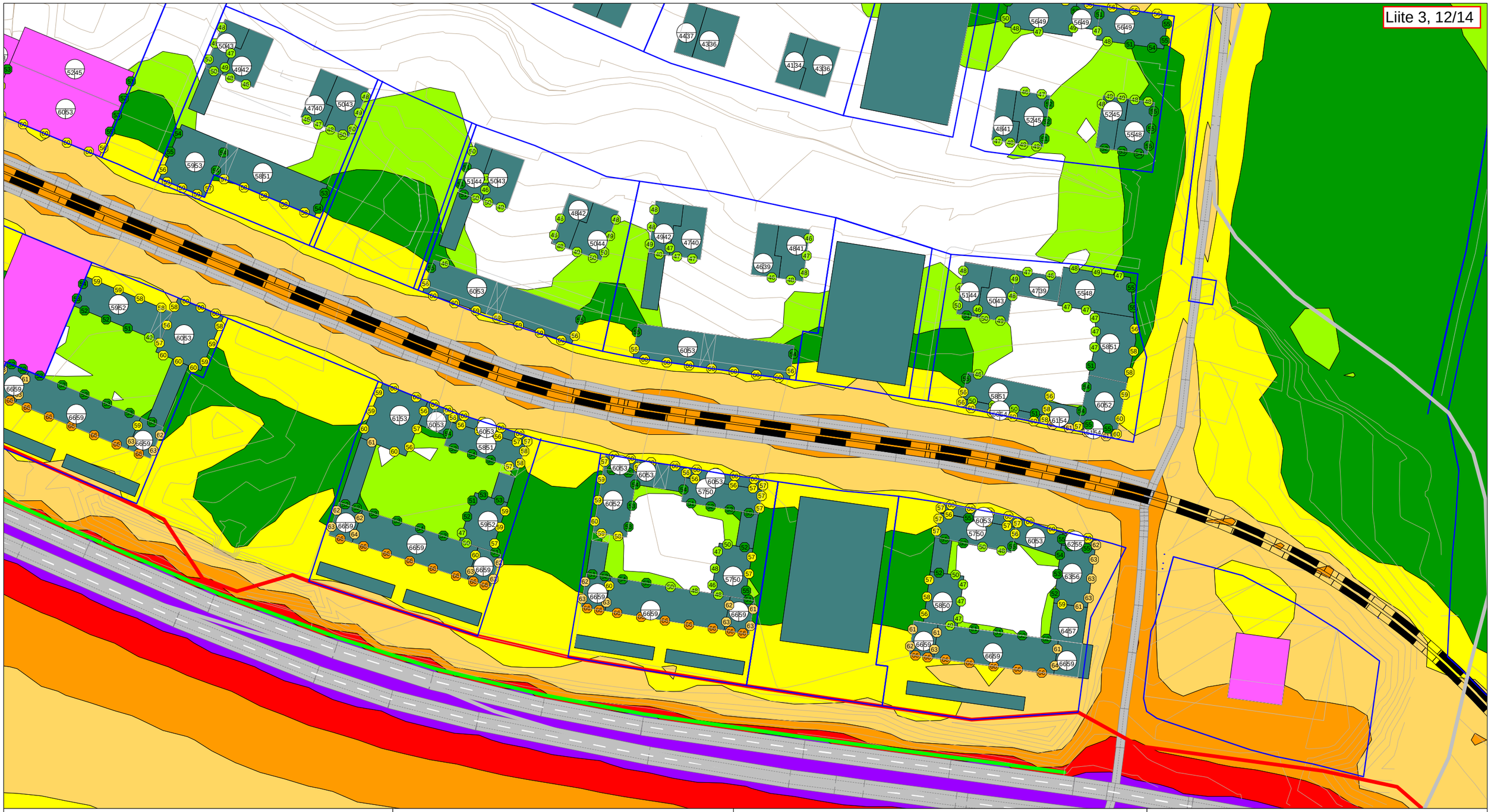
Yhtenäinen melukaide Teiskontien varrella, autokatosten väleissä ei ole 3 m korkeita meluseiniä

N

Pohjoismainen
tie- ja raideliikennemelumalli:
laskentakorkeus 2 m
laskentatiheys 10 x 10 m

Mittakaava: 1:1500 (A3)

WSP Finland Oy
18.11.2025



KAUPINLAAKSO II
ASEMAKAAVA 8931

MELUSELVITYS

Meluntorjunta
Ennustetilanne
Teiskontien nopeus 60km/h

Päiväajan keskiäänitaso
LAeq 07-22 [dB]

- > 45.0 dB
- > 50.0 dB
- > 55.0 dB
- > 60.0 dB
- > 65.0 dB
- > 70.0 dB
- > 75.0 dB

- Asuinrakennus
- Liike- tai julkinen rakennus
- Lomarakennus
- Teollinen rakennus
- Kirkollinen rakennus
- Muu rakennus
- Suunniteltu rakennus

Melueste, h=1,4 m

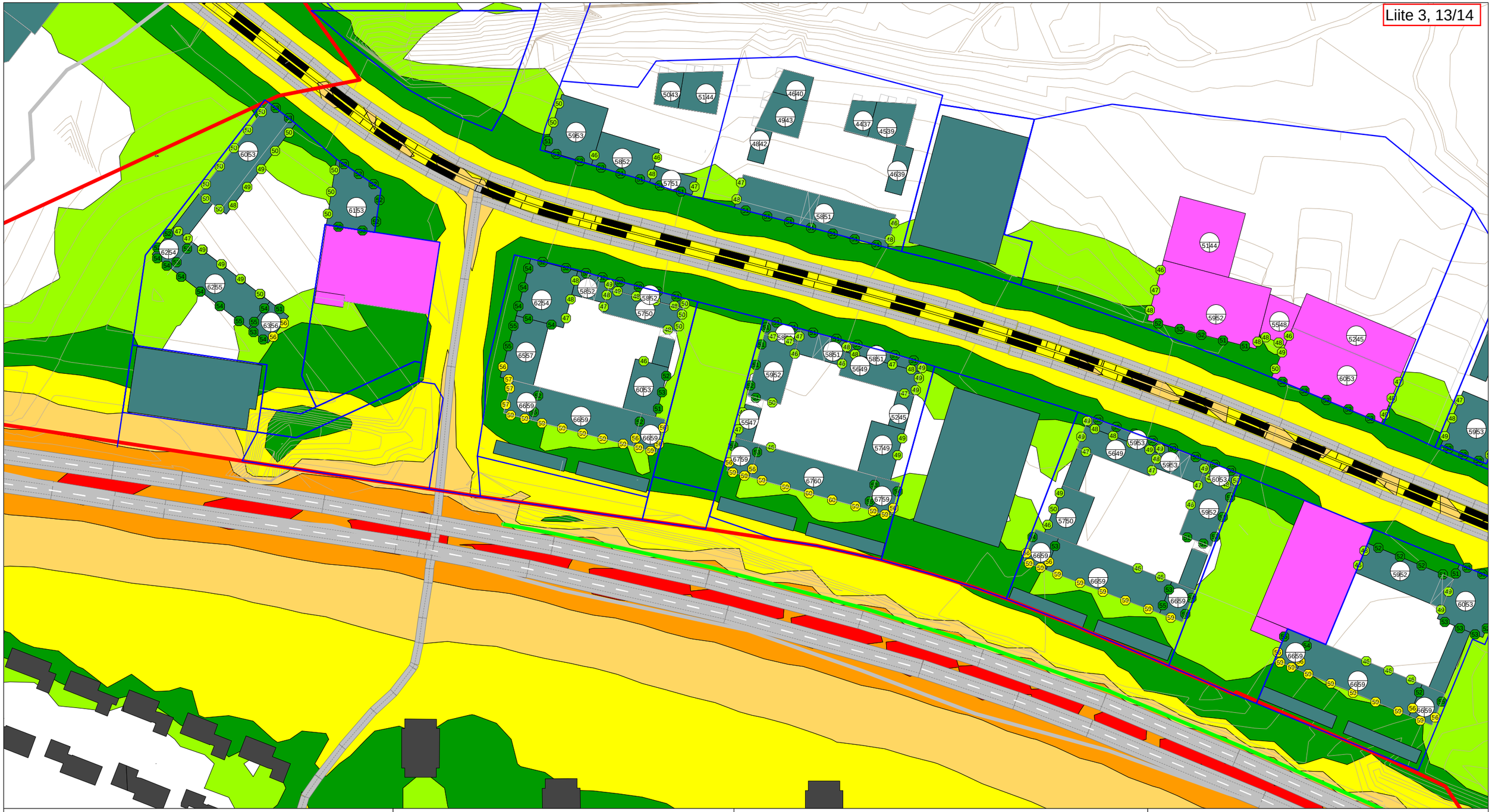
Yhtenäinen melukaide Teiskontien varrella, autokatosten väleissä ei ole 3 m korkeita meluseiniä

N

Pohjoismainen
tie- ja raideliikennemelumalli:
laskentakorkeus 2 m
laskentatiheys 10 x 10 m

Mittakaava: 1:1500 (A3)

WSP Finland Oy
18.11.2025



KAUPINLAAKSO II
ASEMAKAAVA 8931

MELUSELVITYS

Meluntorjunta
Ennustetilanne
Teiskontien nopeus 60km/h

Yöajan keskiäänitaso
LAeq 22-07 [dB]

- > 45.0 dB
- > 50.0 dB
- > 55.0 dB
- > 60.0 dB
- > 65.0 dB
- > 70.0 dB
- > 75.0 dB

- Asuinrakennus
- Liike- tai julkinen rakennus
- Lomarakennus
- Teollinen rakennus
- Kirkollinen rakennus
- Muu rakennus
- Suunniteltu rakennus

Melueste, h=1,4 m

Yhtenäinen melukaide Teiskontien varrella, autokatosten väleissä ei ole 3 m korkeita meluseiniä

N

Pohjoismainen
tie- ja raideliikennemelumalli:
laskentakorkeus 2 m
laskentatiheys 10 x 10 m

Mittakaava: 1:1500 (A3)

WSP Finland Oy
18.11.2025

KAUPINLAAKSO II
ASEMAKAAVA 8931

MELUSELVITYS

Meluntorjunta
Ennustetilanne
Teiskontien nopeus 60km/h

Yöajan keskiäänitaso
LAeq 22-07 [dB]

- > 45.0 dB
- > 50.0 dB
- > 55.0 dB
- > 60.0 dB
- > 65.0 dB
- > 70.0 dB
- > 75.0 dB

- Asuinrakennus
- Liike- tai julkinen rakennus
- Lomarakennus
- Teollinen rakennus
- Kirkollinen rakennus
- Muu rakennus
- Suunniteltu rakennus

Melueste, h=1,4 m

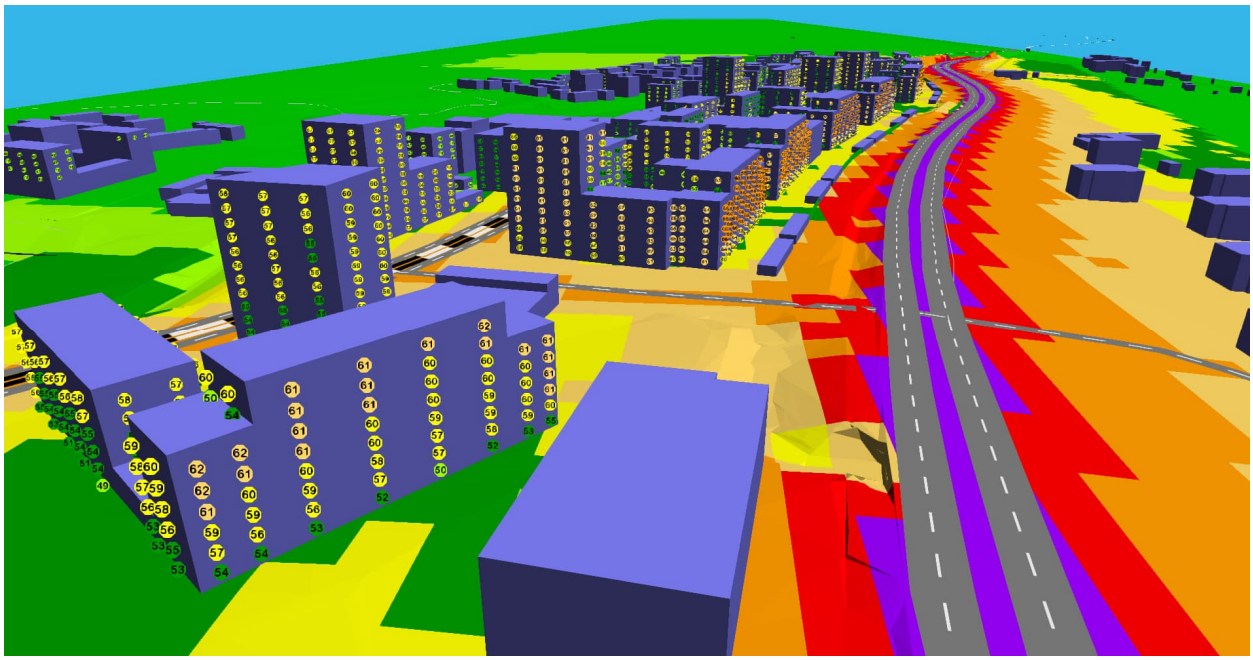
Yhtenäinen melukaide Teiskontien varrella, autokatosten väleissä ei ole 3 m korkeita meluseiniä

N

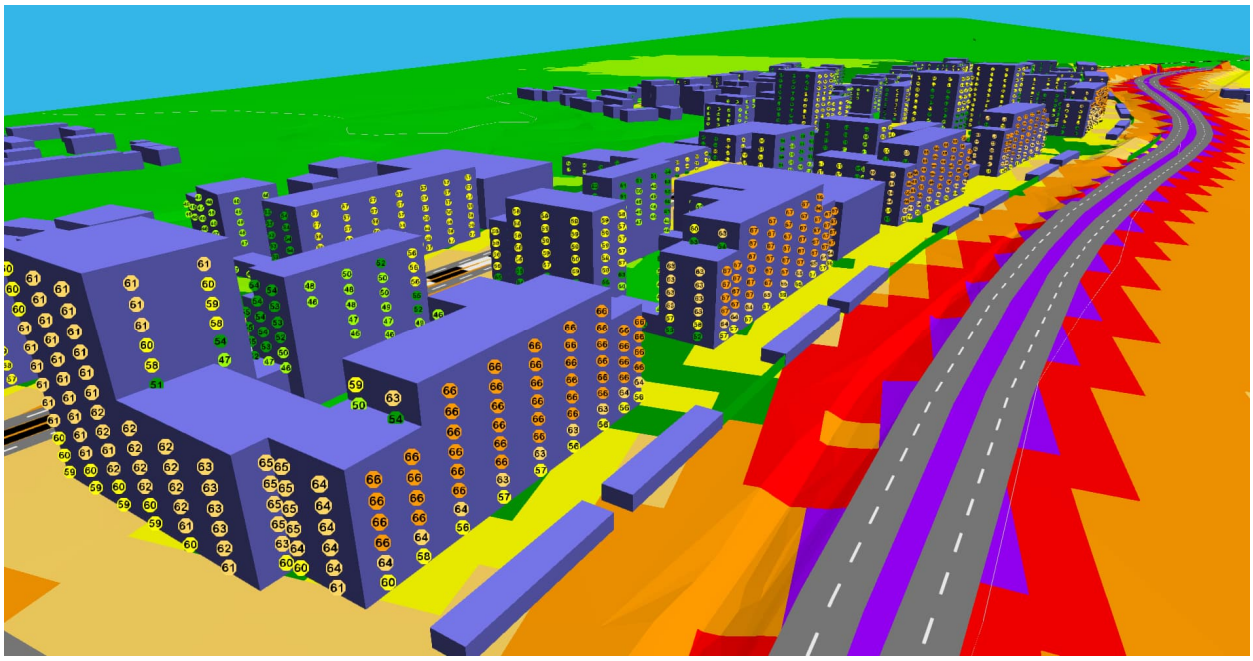
Pohjoismainen
tie- ja raideliikennemelumalli:
laskentakorkeus 2 m
laskentatiheys 10 x 10 m

Mittakaava: 1:1500 (A3)

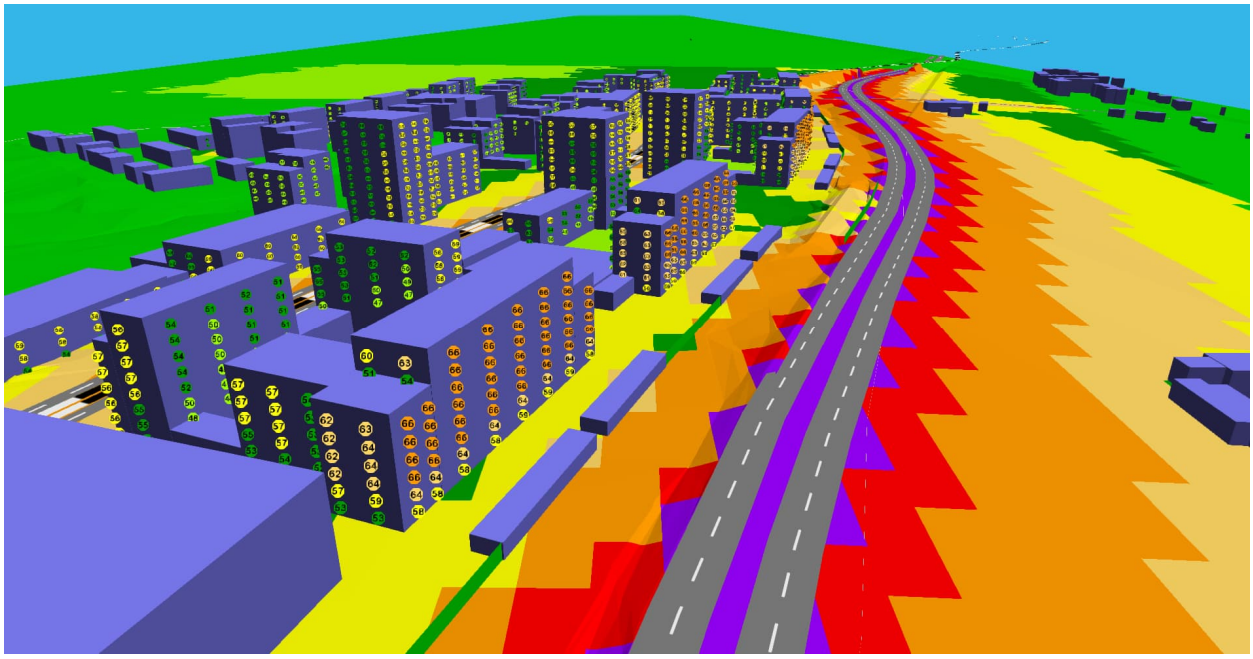
WSP Finland Oy
18.11.2025



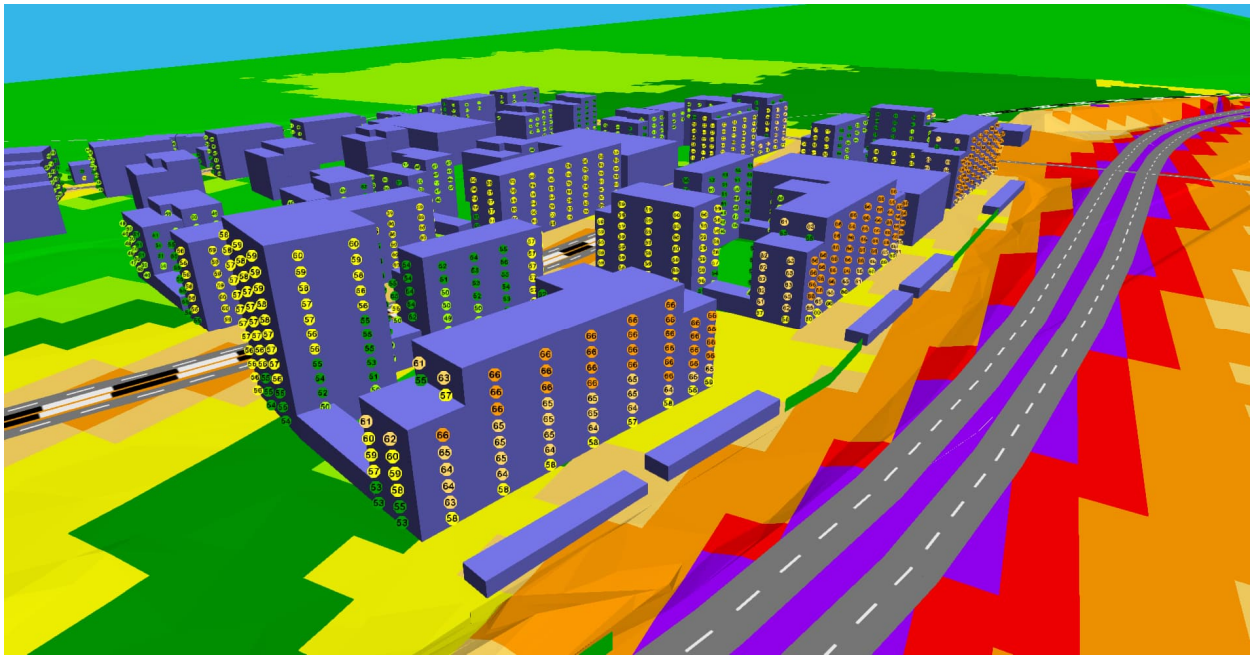
Kuva 1. Julkisivuihin kohdistuvat päiväaikaiset keskiäänitasot Teiskontien suunnasta.



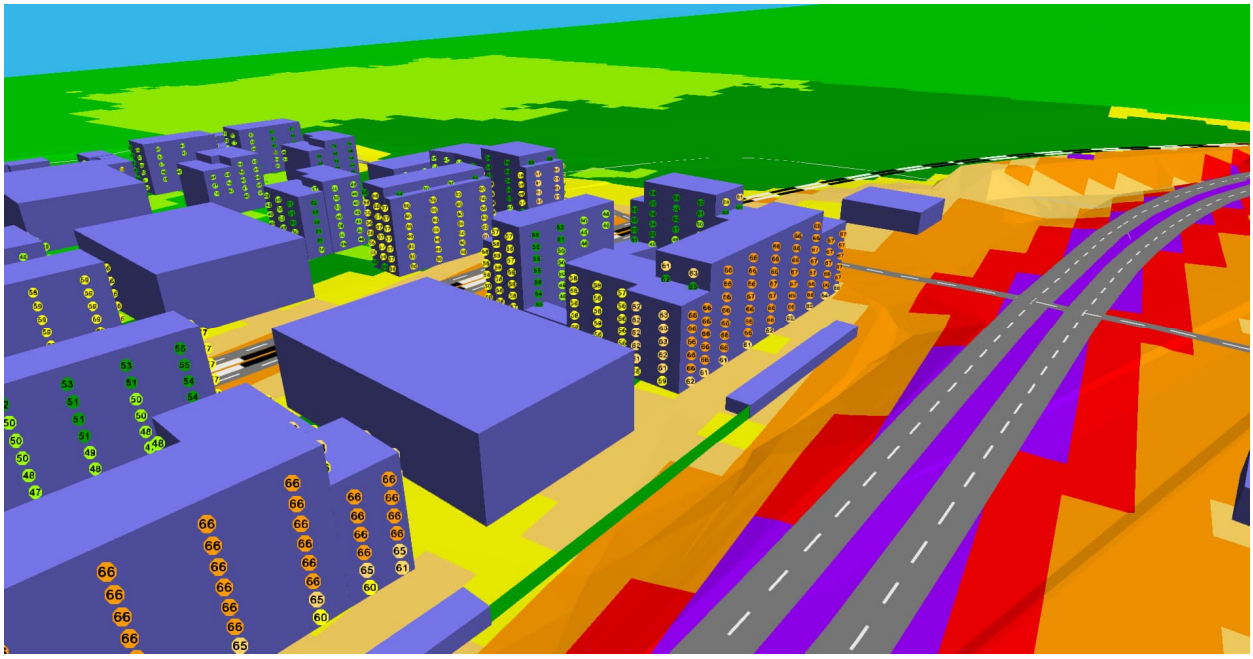
Kuva 2. Julkisivuihin kohdistuvat päiväaikaiset keskiäänitasot Teiskontien suunnasta.



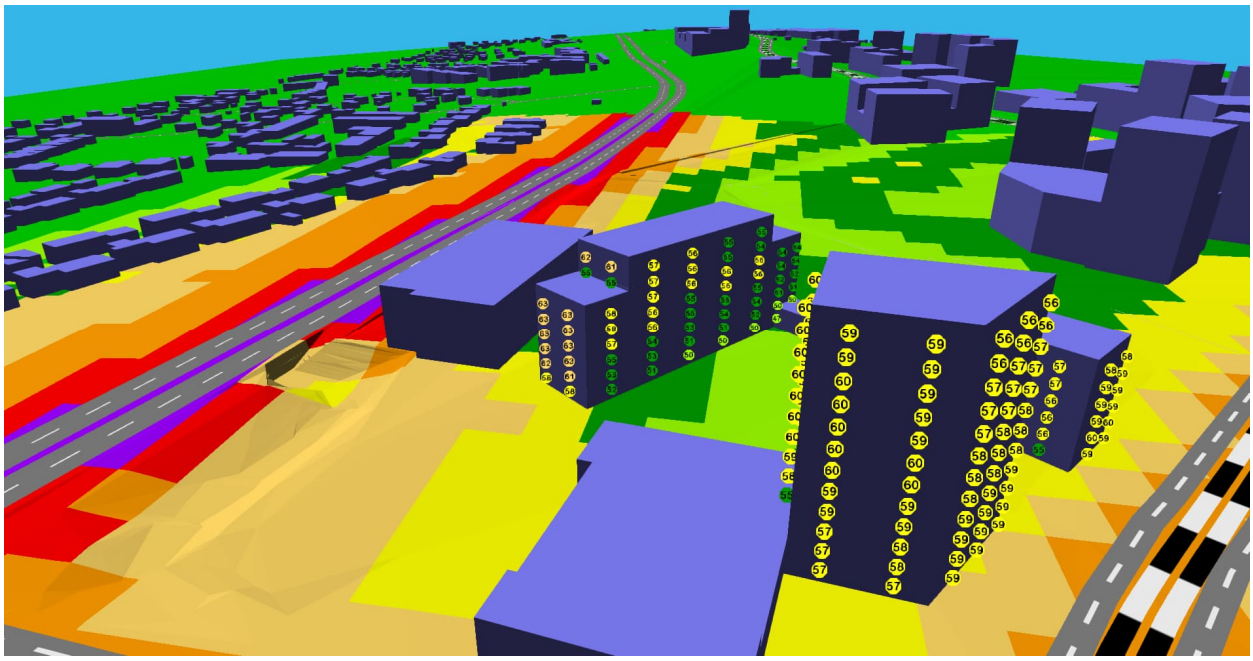
Kuva 3. Julkisivuihin kohdistuvat päiväaikaiset keskiäänitasot Teiskontien suunnasta



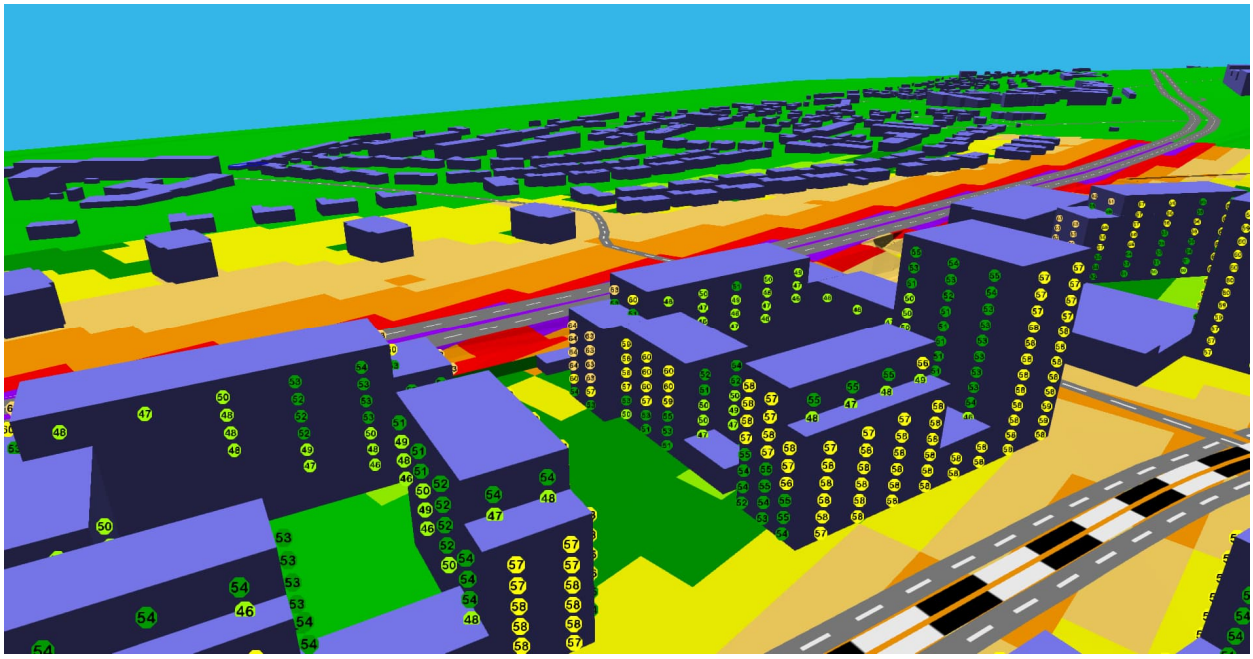
Kuva 4. Julkisivuihin kohdistuvat päiväaikaiset keskiäänitasot Teiskontien suunnasta



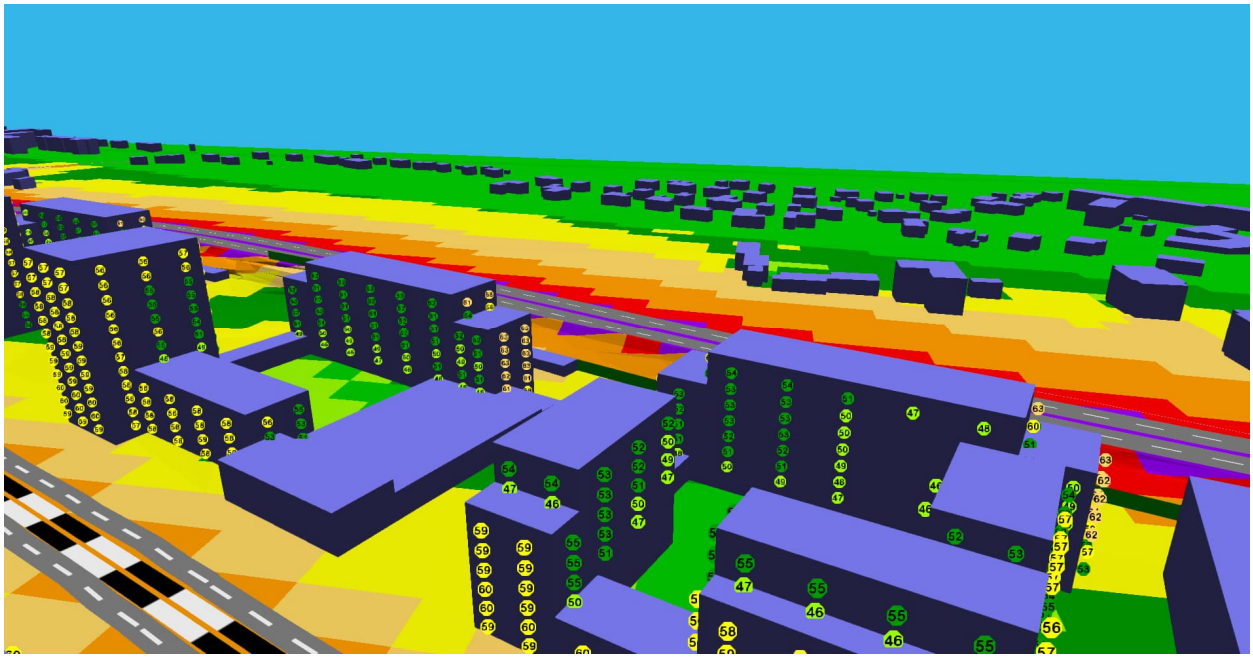
Kuva 5. Julkisivuihin kohdistuvat päiväaikaiset keskiäänitasot Teiskontien suunnasta.



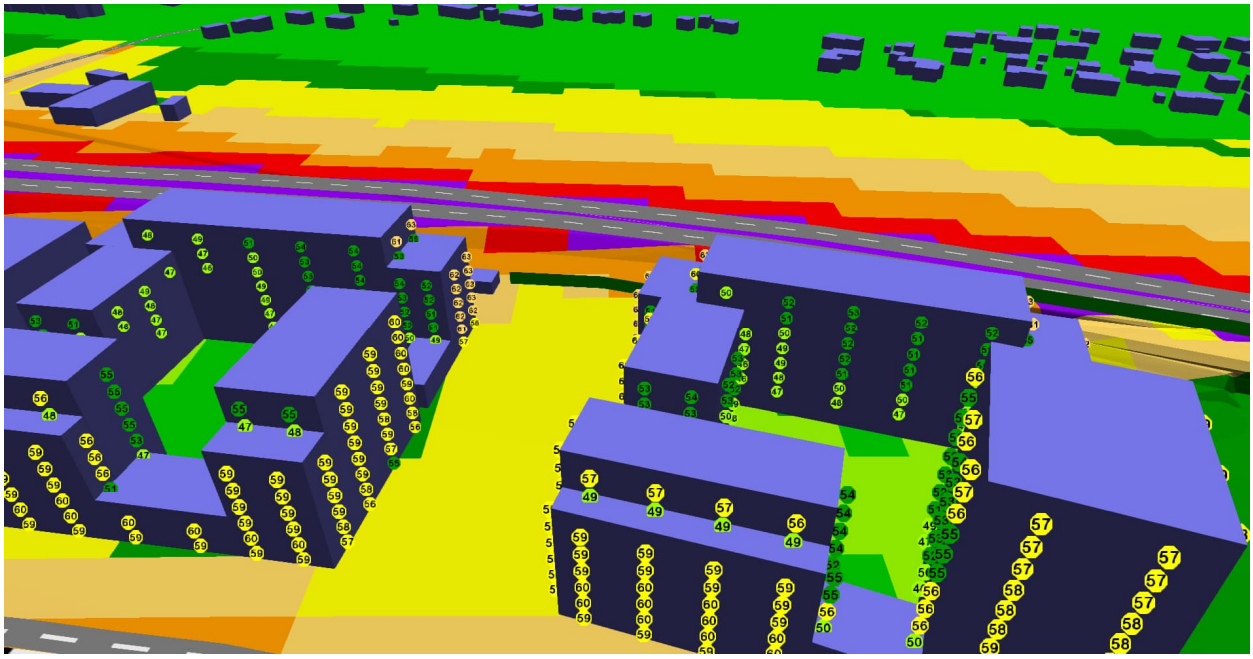
Kuva 6. Julkisivuihin kohdistuvat päiväaikaiset keskiäänitasot Kaupinlaakson Bulevardin suunnasta.



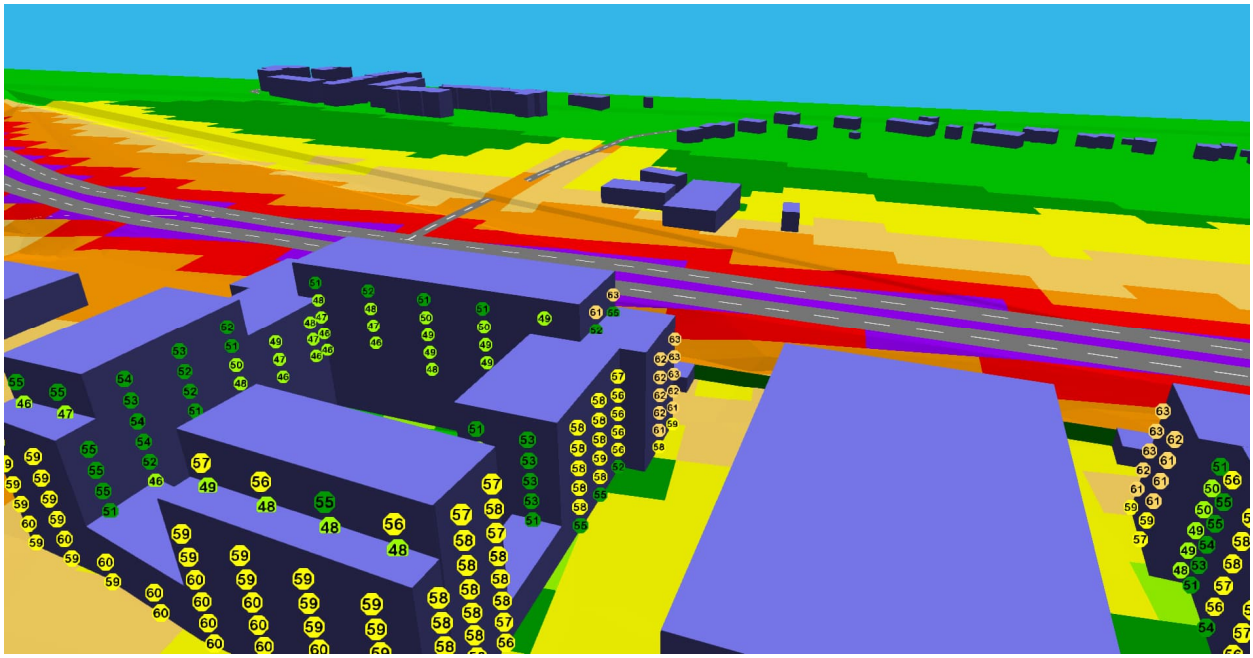
Kuva 7. Julkisivuihin kohdistuvat päiväaikaiset keskiäänitasot Kaupinlaakson Bulevardin suunnasta.



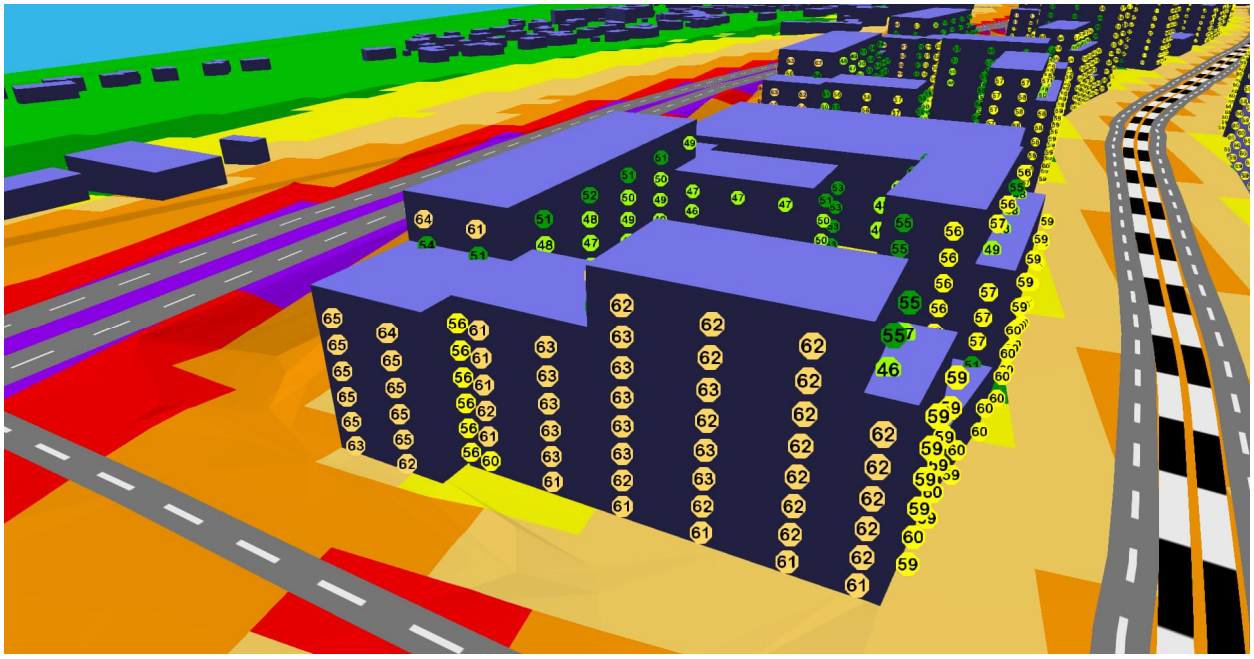
Kuva 8. Julkisivuihin kohdistuvat päiväaikaiset keskiäänitasot Kaupinlaakson Bulevardin suunnasta.



Kuva 9. Julkisivuihin kohdistuvat päiväaikaiset keskiäänitasot Kaupinlaakson Bulevardin suunnasta.



Kuva 10. Julkisivuihin kohdistuvat päiväaikaiset keskiäänitasot Kaupinlaakson Bulevardin suunnasta.



Kuva 11. Julkisivuihin kohdistuvat päiväaikaiset keskiäänitasot Kaupinlaakson Bulevardin suunnasta.