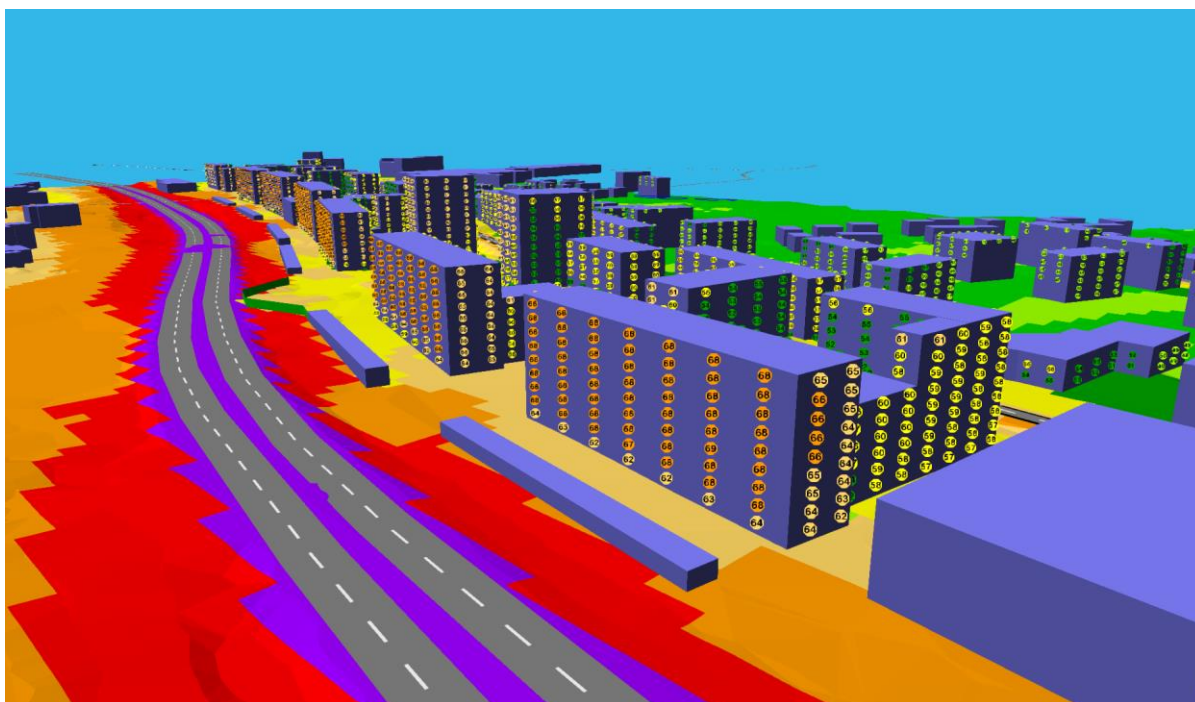


TAMPEREEN KAUPUNKI

ALASJÄRVEN LÄNSIPUOLI, ASEMAKAAVA JA ASEMAKAAVAN MUUTOS NRO 8931, TAMPERE MELU-, RUNKOMELU JA TÄRINÄSELVITYS

10.2.2023



317598

10.2.2023

Sisällysluettelo

1. Johdanto.....	3
2. Lähtötiedot ja menetelmät.....	3
2.1. Asemakaava-alue.....	3
2.2. Meluselvitys.....	4
2.2.1. Laskentamalli.....	4
2.2.2. Laskentamallissa käytetyt liikennemäärät.....	5
2.2.3. Laskentamallin epävarmuus.....	6
2.3. Runkomeluselvitys.....	7
2.3.1. Maaperäolosuhteet asemakaava-alueella.....	7
2.3.2. Runkomelun arviointimenetelmä.....	8
2.4. Tärinäselvitys.....	10
2.4.1. Tärinäselvityksen menetelmät.....	10
2.4.2. Tärinälaskennan poikkileikkaus.....	11
2.5. Ohje- ja suositusarvot.....	12
2.5.1. Ympäristömelun ohjearvot.....	12
2.5.2. Melutason ohjearvojen soveltaminen.....	13
2.5.3. Runkomelulle esitetyt ohjearvot.....	14
2.5.4. Tärinän suositusarvot.....	15
3. Melulaskentojen tulokset.....	16
4. Runkomelulaskennan tulokset.....	17
5. Tärinälaskennan tulokset.....	19
6. Johtopäätökset.....	20
6.1. Ulkoalueiden ja rakennusten julkisivuihin kohdistuvat melutasot.....	20
6.2. Arvioidut runkomeluvaikutukset.....	21
6.3. Arvioidut tärinävaikutukset.....	21
7. Ehdotukset melua koskevista kaavamääräyksistä.....	22
8. Viitteet.....	23
Liitteet.....	24

10.2.2023

1. Johdanto

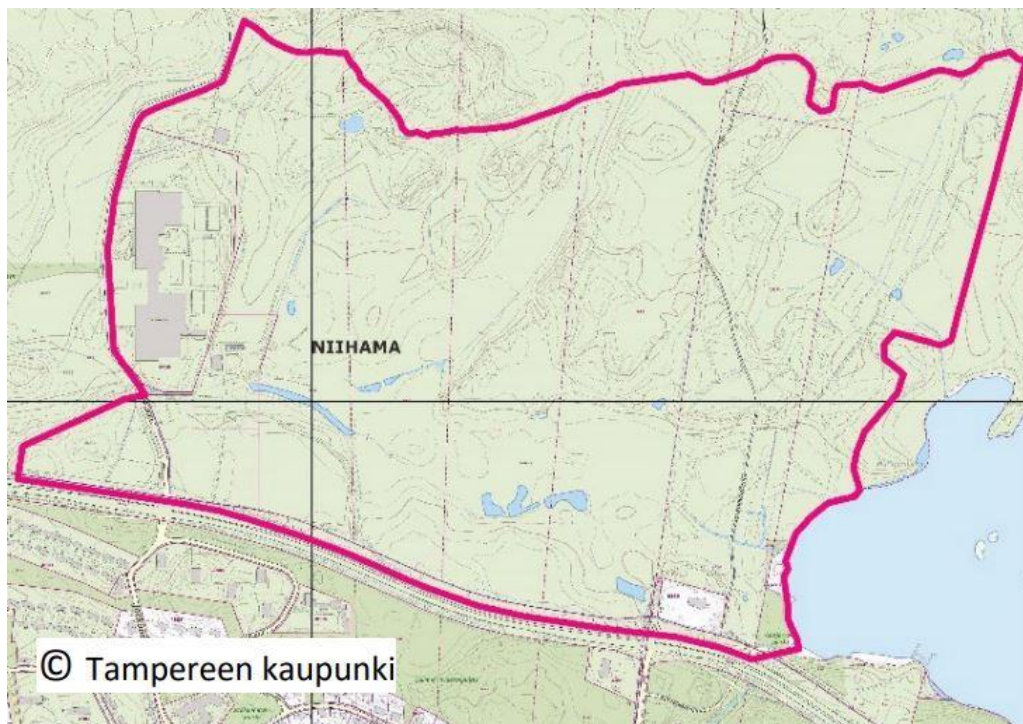
WSP Finland Oy on laatinut Tampereen kaupungin toimeksiannosta melu-, runkomelu- ja värinäselvityksen Alasjärven länsipuolen asemakaavaan nro 8931 suunnitteluun.

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

2. Lähtötiedot ja menetelmät

2.1. Asemakaava-alue

Asemakaava-alueen sijainti on esitetty kuvassa 1. Meluselvityksessä tarkasteltiin asemakaava-alueen läpi kulkevan raitiotiekadun, 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

10.2.2023

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 huolellisesti 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. Kauppi, Kaupin Kampus, Alasjärven länsipuoli, asemakaava nro 8931 – Asemakaavan ja asemakaavamuutoksen osallistumis- ja arviointisuunnitelma [Microsoft Word - OSA 20220929.docx \(tampere.fi\)](#)).

Asemakaava-aluetta halkovan raitiotien varrelle suunnitellut asuinrakennukset sijoittuvat lähimmillään noin 15 metrin etäisyydelle lähimmästä raiteesta ja useita rakennuksia sijoittuu 15–25 metrin etäisyydelle raitiotiestä.

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.

10.2.2023

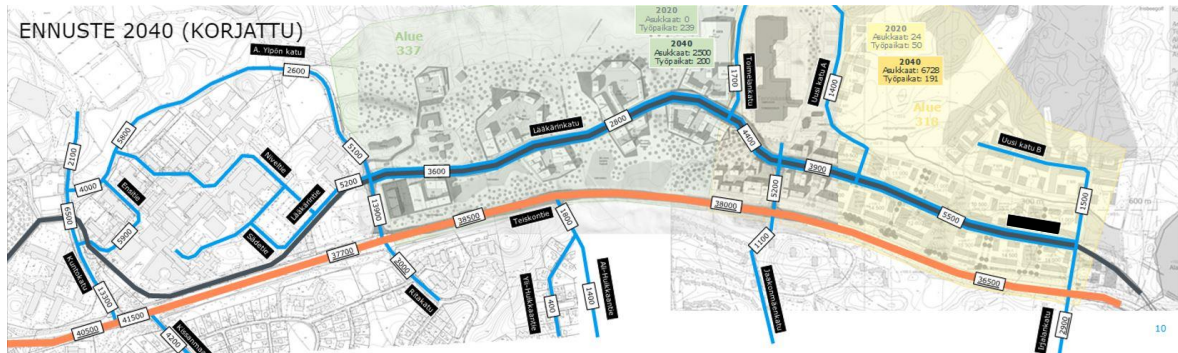
2.2.2. Laskentamallissa käytetyt liikennemäärät

Melulaskennassa käytetyt 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 Medi-Park IV ja Alasjärven länsipuolen liikenneverkkoselvityksestä ja -suunnitelmasta (Ramboll 2022) ja nopeusrajoitukset alueelle Tampereen kaupungilta (Tampereen Oskari-karttapalvelu). Ennustetilanteen liikennemääränä on käytetty vuoden 2040 ennusteliikennemääriä (kuva 2). Raitiotien liikennemäärät ja nopeudet on saatu Tampere-Pirkkala raitiotien hankesuunnitelmasta. Raitiovaunun melupäästönä on käytetty Artic-vaunun melupäästöä (Tampereen kaupunki 2021).

Tenniskadulla, Ail-Huikkaantiellä, Lääkärintiellä, Lääkärintiellä ja Ritakadulla on 30 km/h, Toimelankadulla on 40 km/h ja Teiskontiellä nopeusrajoitus on 60–70 km/h (Tampereen Oskari-karttapalvelu).



Kuva 2. Laskennassa käytetyt autoliikenteen määrät.

Taulukko 1. Melulaskennassa käytetyt liikennemäärät ennusteliikennemäärät vuonna 2040.

	KVL (ajon/vrk) ennuste 2040	Raskaan liikenteen osuus (%)	Nopeusrajoitus (km/h)
Teiskontie (Lääkärintkadulta länteen)	37700	6,0	60
Teiskontie (välillä Lääkärintkatu– Ali-Huikkaantie)	38500	5,0	60
Teiskontie (välillä Ali-Huikkaantie– Jaakonmäenkatu)	38000	5,0	60

10.2.2023

Teiskontie (Jaakonmäenkadulta itään)	36500	5,0	70
Lääkärintie (Medi-Park IV alue)	2800–3600	1,0–2,0	30
Lääkärintie (välillä Toimelankatu-Toimelankatu)	4400	2,0	30
Lääkärintie (välillä Toimelankatu-Uusi katu A)	3900	0,0	30
Lääkärintie (välillä Uusi katu A-Uusi katu B)	5500	0,0	30
Toimelankatu (Lääkärintieadulta pohjoiseen)	1700	0,0	40
Toimelankatu (välillä Teiskontie-Lääkärintie)	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

2.2.3. 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).

10.2.2023

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

2.3. Runkomeluselvitys

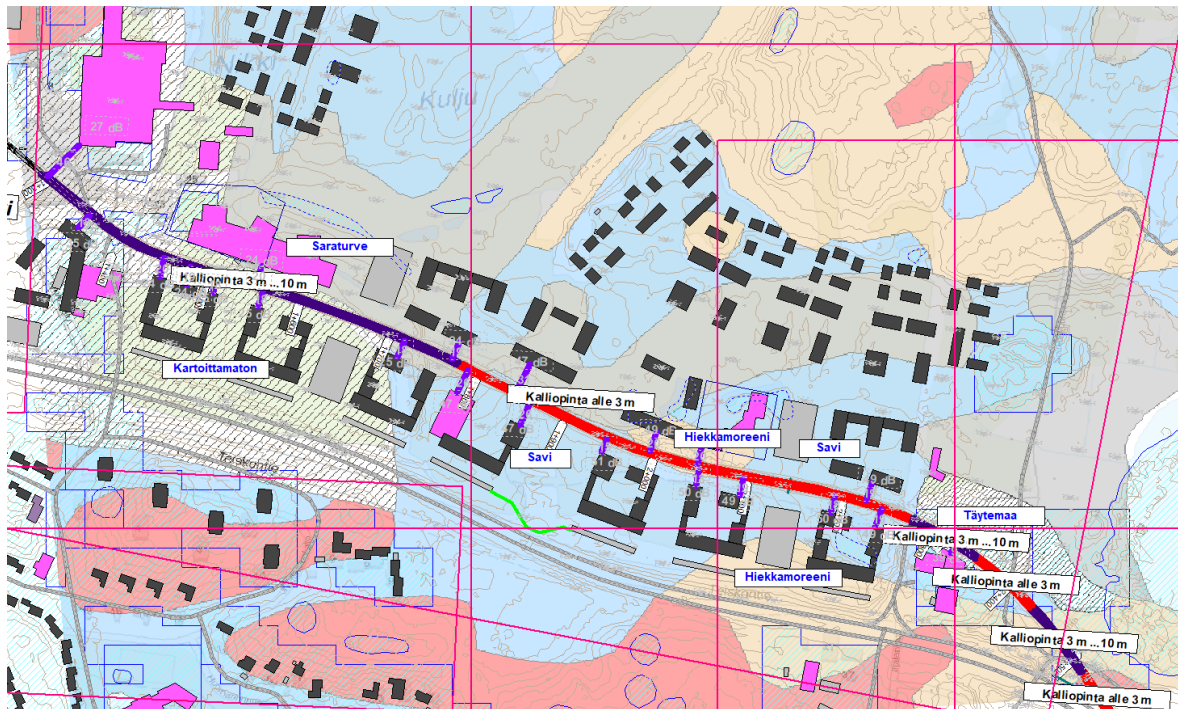
2.3.1. Maaperäolosuhteet asemakaava-alueella

Runkomelulle alttiita ovat yleensä alueet, joissa värähtelyä aiheuttavat liikennevälineet ja värähtelylle altistuvat asuin- ja työkohteet 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 kittamaahan (Talja ja Saarinen 2009).

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).

Suunnittelualueen pintamaalajeja ovat savi, saraturve ja hiekkamoreeni (kuva 2). Pohjatutkimustietojen perusteella maakerrospaksuudet ovat suhteellisen ohuita ja kallionpinta on asemakaava-alueella pääosin alle 10 metrin korkeudella maan pinnasta. Suunnittelualueen keskellä on noin 500 metrin pituinen raitiotieosuus, jolla kallionpinnan päällä olevan maakerroksen paksuus on alle 3 metriä (kuva 3).

10.2.2023



Kuva 3. Asemakaava-alueen maaperäolosuhteita (värilliset vyöhykkeet) ja kalliopinnan korkeus raitiotielinjauksen kohdalla. Kartan taustaväritys GTK Maan-kamara, (Maankamara).

2.3.2. Runkomelun arviointimenetelmä

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 (L_v), jota korjataan värähtelyn aiheuttajasta, siirtotiestä ja rakennuksesta riippuvilla nopeustason korjaustekijöillä (ΔL_v) siten, että lopputuloksena saadaan runkomelua kuvaava sisätilan äänitaso (L_{pA}).

Arvioinnin korjaustekijöinä on käytetty seuraavia arvoja:

- liikennetyyppi, raitiovaunu,
 - korjausarvo 0 dB,
- ajoneuvon nopeuden vaikutus on huomioitu seuraavan kaavan mukaisesti, $\Delta L = 20 \times \log(v_s/v_{s0})$, jossa $v_{s0} = 100$ km/h,

10.2.2023

- korjauksen arvo on määritetty raitotielinjaukselle esitettyjen nopeusrajoitusten mukaisesti nopeuksille 30 km/h ja 50 km/h.
- ajoneuvon ominaisuuksista riippuva tekijä, pääjousituksen ominaistajuus. Ohjeen vaihtoehdot 0 dB (normaali jousitus, jossa pääjousituksen ominaistajuus on alle 15 Hz) tai 8 dB (jäykkä jousitus, jossa pääjousituksen ominaistajuus 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 eristämiskorjaus,
 - ei eristystä, korjauksen arvo 0 dB,
- väylän sijainti,
 - avorata, korjauksen arvo 0 dB,
- rakennuksen tyyppi,
 - perustuksen ja kallion välillä oletetaan olevan maa-ainesta vähintään 3 m
 - korjauksen arvo pientalolle -5 dB,
 - 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,
 - 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 kovalle savi, siltti ja moreenimaille (200 m/s < vs < 500 m/s), korjaus -35 dB
 - korkea taajuusalue, > 60 Hz, tyypillinen taajuusalue kalliolla ja iskostuneilla moreenimaille (vs > 200 m/s), korjaus -20 dB
- arviointimenetelmälle annettu varmuusmarginaali,
 - korjauksen arvo +6 dB

10.2.2023

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

- Rakennuksen julkisivun ja lähimmän kiskon väliset etäisyydet vaihtelevat välillä 9–46 metriä.
- Maaperästä riippuva korjauskerroin oletetaan korkean taajuusalueen kertoimeksi (-20 dB) alueilla, joissa maakerrosten paksuudet raitotielinjauksen kohdalla ja sen läheisyydessä ovat alle 3 m. Muilla alueilla maaperän korjauskertoimena on käytetty arvoa -35 dB, jota koviille savi, siltti ja moreenimaille.

2.4. Värinäselvitys

2.4.1. Värinäselvityksen menetelmät

Värinäselvitys perustuu maaperätietoihin sekä FEM-laskentaan perustuvaan arviointiin raitoliikenteen aiheuttaman värinän 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 värinän heilahdusnopeuden, heilahdus kiihtyvyyden sekä heilahduksen siirtymän numeerisina arvoina.

Värinälaskenta sisältää seuraavat laskentavaiheet ja oletukset:

- värinän herätteen eli lähtötason värähtelytason arvioiti raiteilla liikennöivän vaunun akselipainon ja nopeuden perusteella
- pohjasuhteiden arviointi alueen maaperätietojen perusteella
- värähtelyn etenemisen laskennan asetusten määrittäminen
 - laskenta on luonteeltaan dynaaminen ”pakkovärähtelyanalyysi”
 - materiaalikäyttäytyminen on lineaarista ilman myötätehtoa
 - laskentaelementin koko on valittu siten, että jokaisen elementin dimensiot vastaavat suurinta muodostuvaa värinän aallonpituutta
 - laskennan aikajaksona on käytetty 1 s, jonka aikana värähtelytason suppeneminen on jo havaittavissa

10.2.2023

- 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
- rakennukset perustetaan paaluille ja rakennusten rungot ovat betonia
- rakennusrunkoihin on oletettu tehtäväksi kellarikerros

Rakennuksen massa vaikuttaa värinän etenemiseen ja vaimenemiseen. Värähtelyn vaimeneminen on vähäisempää ja värinän heilahdusnopeudet suurempia betorunkoisessa kerrostalossa, jossa ei ole kellarikerrosta, verrattuna vastaavan kokoiseen betonirunkoiseen kerrostaloon, jossa on kellarikerros. Myös vastaavan kokoisessa puurakenteisessa kerrostalossa värähtelyn vaimeneminen on vähäisempää kuin betonirunkoisessa kerrostalossa.

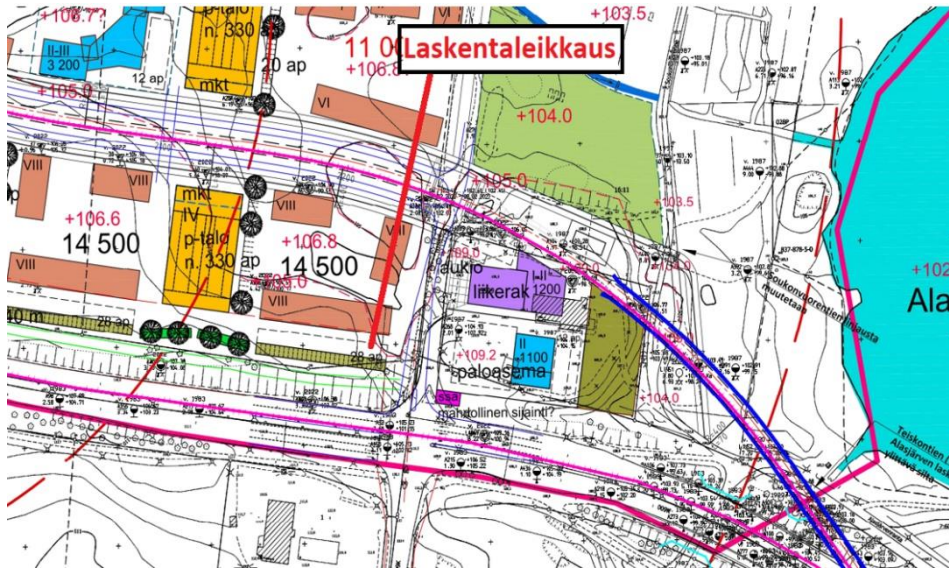
Laskennan lopputuloksena saadaan värähtelyn dynaamiset huippuarvot (kiihtyvyys, siirtymä, nopeus) tarkastelupisteeseen yhden sekunnin aikajaksolle. Värinän suosituksiin verrannolliset tehollisarvot (V_{v95}) vastaavat tyypillisesti noin 50 % heilahdusnopeuden huippuarvoista eli lasketut huippuarvot tulee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

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

2.4.2. Tärinälaskennan poikkileikkaus

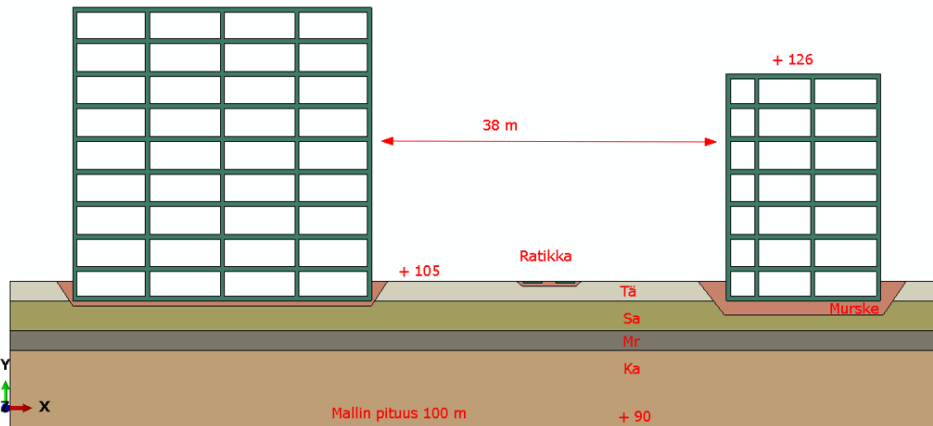
Tärinälaskennalla tarkastelut on tehty suunnittelualueen itäiseen osaan sijoittuvaan kohtaan, jossa asuinkerrostalot sijoittuvat raitiotien molemmin puolin alle 20 metrin etäisyydelle lähimmästä raiteesta (kuva 4). Tarkasteluun valittu kohde edustaa asemakaava-alueella rakennusta, johon arvioidaan kohdistuvan suurin värinätaaso raitiotielinjauksen varrella.

10.2.2023



Kuva 4. Värinälaskennan poikkileikkauksen sijainti.

Maaperätutkimusten perusteella poikkileikkauksen kohdalla maan ylimmät kerrokset ovat savea, jonka alapuolella ohut moreenikerros. Kalliopinta poikkileikkauksen kohdalla on suhteellisen lähellä maanpintaa (kuva 5).



Kuva 5. Värinälaskennan mallipoikkileikkaus. Värinälaskenta on tehty oikea puoleiseen rakennukseen.

2.5. Ohje- ja suositusarvot

2.5.1. 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).

10.2.2023

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 $L_{Aeq07-22} = 55$ dB ja $L_{Aeq22-07} = 50$ dB (vanhat alueet), 45 dB (uudet alueet).

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

2.5.2. 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.

10.2.2023

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 päivääjan keskiäänitaso on 65–70 dB. Melulinjausten mukaan parvekkeet tulee määrätä lasitettavaksi, jos niihin kohdistuva melutaso ylittää ohjearvojen mukaiset tasot.

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

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

$L_{pASmax, mean}$ 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.

10.2.2023

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

Rakennustyyppi	Runkomelut aso, L_{pm} (dB)
Radio-, tv- ja äänitysstudio, konserttitalit	25–30
Asuinhuoneistot	30 / 35 ²
Hoito- ja sosiaalihuollon laitoksen, majoitustilat <ul style="list-style-type: none"> - potilashuoneet ja majoitustilat - päiväkodit, lasten ja henkilökunnan oleskeluun tarkoitetut huoneet 	30 / 35 ²
Kokoontumis- ja opetustilat <ul style="list-style-type: none"> - 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 ilmasteneristävyydestä, on suositeltavaa käyttää runkomelutason tiukempaa raja-arvoa.

2.5.4. Värinän suositusarvot

VTT:n (VTT 2006) julkaisussa ”Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa” on esitetty suositus rakennusten värähtelyluokitukselta, 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 kokemuksen värinän häiritsevyyteen. Kun kyseessä on muu kuin asumistarkoitus, tavoiteraja voi olla kaksinkertainen.

Oppaassa esitetyt värinän ohjearvot perustuvat värinän heilahdusnopeuden maksimiarvojen perusteella tilastollisesti määritettyyn taajuuspainotettuun tunnuslukuun $v_{w,95}$ [mm/s] (taulukko 5).

Taulukko 5. Suositus rakennusten värähtelyluokitukselta (VTT 2006).

Värähtelyluokka	Kuvaus olosuhteista	$v_{w,95}$ (mm/s)
A	Hyvät asuinolosuhteet. Ihmiset eivät yleensä havaitse värinää.	$\leq 0,10$
B	Suhteellisen hyvät olosuhteet. Ihmiset voivat havaita värinän, mutta se ei yleensä ole häiritsevää.	$\leq 0,15$

10.2.2023

C	Suositus uusien rakennusten ja väylien suunnittelussa. Keskimäärin 15 % asukkaista pitää värinää häiritseväenä ja voi valittaa häiriöstä.	$\leq 0,30$
D	Olosuhteet, joihin pyritään vanhoilla asuinalueilla. Keskimäärin 25 % asukkaista pitää värinää häiritseväenä ja voi valittaa häiriöstä.	$\leq 0,60$

Tärinän mahdollisesti aiheuttamien rakenteellisten vaurioiden arviointiin sovelletaan eri vertailuarvoja kuin asumisviihtyisyyden kohdistuvien haittojen arviointiin. Rakennusten perustusten vaurioalttiutta kuvataan taulukon 6 mukaisella luokituksella. Esitetyt 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 $V_{\text{rms},95}$ (mm/s)
V	Kohonneen värinäalittiuden alue Rakenteiden vauriot mahdollisia	$\geq 3,0$	$\geq 5,0$
H	Vähäisen värinäalittiuden alue Rakenteiden haitat mahdollisia	$\leq 3,0$	$\leq 5,0$
E	Rakenteiden vaurioitumisriski epätodennäköinen	$\leq 1,0$	$\leq 1,6$

3. Melulaskentojen tulokset

Laskennallisen tarkastelun perusteella raitiovaunuliikenne yhdessä Lääkärikadun autoliikenteen kanssa aiheuttaa katutilan keskeltä arvioituna noin 25–30 metrin etäisyydelle ulottuvan vyöhykkeen, jolla 55 dB:n keskiäänitaso ($L_{\text{Aeq7-22}}$) ylittyy. Teiskontieltä leviävä autoliikenteen aiheuttama yli 55 dB:n keskiäänitaso leviää enimmillään noin 100 metrin etäisyydelle. Lääkärikadun puoleisille asuinrakennusten julkisivuille kohdistuu suurimmillaan 60 dB melutasoja ($L_{\text{Aeq7-22}}$). Teiskontien puoleisille asuinrakennusten julkisivuille kohdistuu suurimmillaan 69 dB melutasoja ($L_{\text{Aeq7-22}}$) (liite 1, kuva 1).

Yöaikana raitiovaunuliikenteen yhdessä Lääkärikadun autoliikenteen kanssa aiheuttama yli 55 dB meluvyöhyke rajautuu 6 metrin etäisyydelle tielinjauksesta. Raitiotiekadun

10.2.2023

puoleisille asuinrakennusten julkisivuille kohdistuu suurimmillaan 53 dB melutasoja ($L_{Aeq\ 22-7}$). Teiskontien puoleisille asuinrakennusten julkisivuille kohdistuu suurimmillaan 61 dB melutasoja ($L_{Aeq\ 22-7}$) (liite 1, kuva 2).

Suunnittelualueen keskelle sijoittuvan viheralueen osalta päivä- ja yöajan ohjearvot ylittyvät. Teiskontien nopeusrajoituksella 60 km/ Raitiotiekadun ja Teiskontien väliin sijoittuvalle puistoalueelle muodostuva päiväaikainen keskiäänitaso on yli 55 dB, vaikka Teiskontien puolella olisi 5 metriä korkea meluseinä. Suojaisan puistoalueen muodostaminen Raitiotiekadun ja Teiskontien väliselle alueelle edellyttäisi Teiskontien suuntaista suunniteltujen rakennusten korkuista estettä tai rakennusta, jolloin saataisiin muodostettua noin 30 metriä levä alue, jolla 55 dB alittuisi ($L_{Aeq\ 7-22}$). Suunnittelualueen keskellä Raitiokadun pohjoispuolella sijaitsevalla puistokaistaleella päiväaikainen keskiäänitaso alittuu noin 20 metrin etäisyydellä Raitiotiekadun reunasta pohjois-koillisen suuntaan. Kaupunkiosapuiston alueella ja frisbee-golf radan alueilla melun keskiäänitasot alittavat 55 dB ($L_{Aeq\ 7-22}$) (liite 1 sivu 1, liite 2 sivu 1).

Raitiotiekadun ja Teiskontien välissä sijaitsevien rakennusten oleskelualueista osassa ylittyvät päivä- ja/tai yöajan ohjearvot. Muiden rakennusten osalta oleskelualueilla alitetaan melun ohjearvot.

Melutarkastelussa laskettiin myös Teiskontien nopeuden alentamista, Jaakonmäenkadulta itään päin olevalla osuudella, 60 km/h nopeuteen. Tässä tarkastelussa Teiskontieltä leviävä autoliikenteen aiheuttama yli 55 dB:n keskiäänitaso ($L_{Aeq\ 7-22}$) leviää enimmillään noin 70 metrin etäisyydelle. Teiskontien puoleisille asuinrakennusten julkisivuille kohdistuu suurimmillaan 67 dB melutasoja ($L_{Aeq\ 7-22}$) (liite 2, kuva 1). Yöaikana Teiskontien puoleisille asuinrakennusten julkisivuille kohdistuu suurimmillaan 60 dB melutasoja ($L_{Aeq\ 22-7}$) (liite 2, kuva 2). Teiskontien nopeusrajoituksen laskeminen nopeudesta 70 km/h nopeuteen 60 km/h pienentää asuinrakennusten Teiskontien puoleisiin julkisivuihin kohdistuvia melutasoa 1 – 2 dB.

4. Runkomelulaskennan tulokset

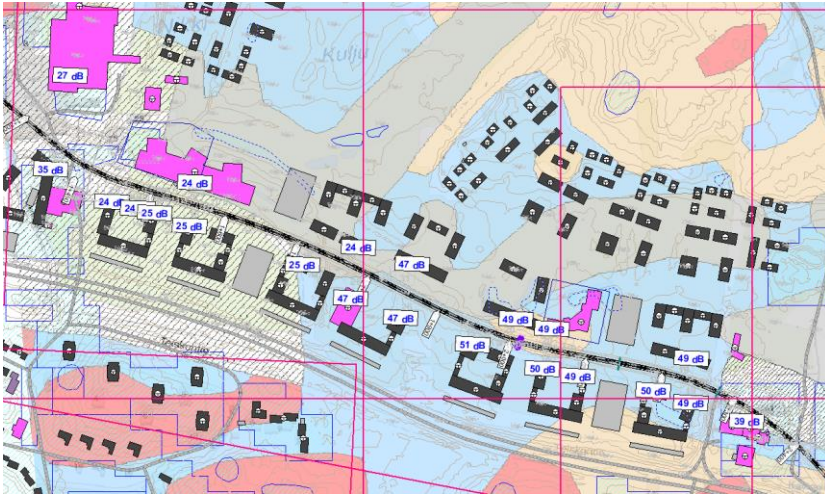
Runkomeluarviointi on tehty kappaleessa 2.2.1 esitettyjä korjaustekijöitä ja oletuksia käyttäen. Laskennallisen tarkastelun perusteella raitiotielinjauksen läheisyyteen sijoittuviin asuinrakennuksiin kohdistuvat runkomelutasot vaihtelevat välillä 24 dB ... 50 dB.

Korkeimmat runkomelutasot on arvioitu rakennuksiin, jotka sijoittuvat pohjatutkimusten ja

10.2.2023

maaperäkarttojen perusteella alueille, joissa maakerrosten paksuudet kalliopinnan päällä ovat alle 3 m (kuva 4).

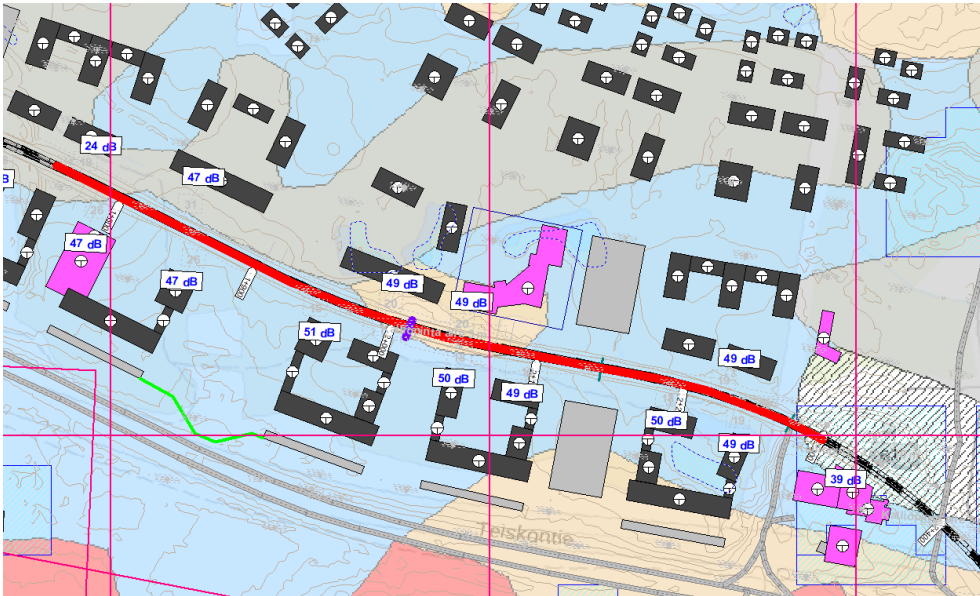
Useiden asuinrakennusten kohdalla niihin arvioidut runkomelutasot ylittävät suositellun ohjearvon mukaisen tason, 30 dB.



Kuva 6. Raitiotielinjauksen varrella sijaitseviin rakennuksiin arvioidut runkomelutasot (sinisellä fontilla, dB). Rakennusten kohdalla esitetyt runkomelutasot edustavat tilanne ilman runkomeluvaimennusta.

Runkomelun laskennallisen tarkastelun perusteella ehdotamme, että raitiotien rakentamisessa ratarakenteeseen sijoitetaan vaimennusmateriaalia, jotta raitiotielinjausta lähimpänä sijaitsevissa kohteissa ei ylitettäisi suosituksen mukaista 30 dB runkomelutasoa. Runkomelun laskennallisen tarkastelun perusteella raitiotierakenteeseen tulisi sijoittaa runkomelueristystä paaluvälille 1700 – 2300 , jolla saavutetaan yli 10 dB vaimennus (kuva 7).

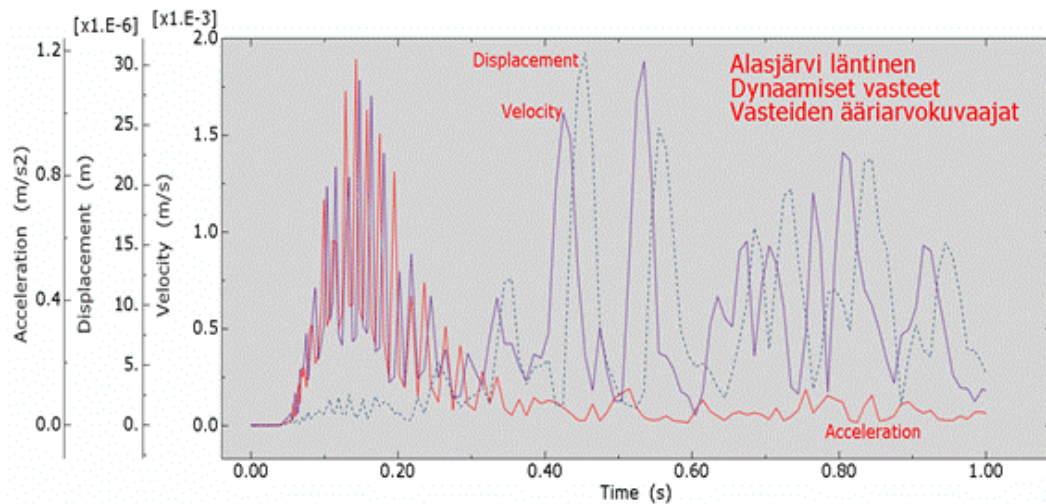
10.2.2023



Kuva 7. Arvioidut runkomelutasot ja esitetty runkomeluvaimennus paaluvälillä 1700 – 2300 (punainen viiva >10 dB). Rakennusten kohdalla esitetyt runkomelutasot edustavat tilanne ilman runkomeluvaimennusta.

5. Värinäselvityksen tulokset

Laskennallisen arvioinnin perusteella raitiovaunuliikenteen aiheuttaman värinän heilahdusnopeuden hetkelliset maksimiarvot ovat noin 1,5 – 2,0 mm / s tilanteessa, jossa vaunujen aiheuttama kuormitus sijoittuu molemmille raiteille (kuva 8).



Kuva 8. Raitiovaunujen ohitusten aiheuttamat värinän heilahdusnopeuden (sininen viiva, asteikko, yksikkö m/s x 1. E-3, kiihtyvyyden (punainen yhtenäinen viiva, yksikkö m/s²) ja siirtymän (punainen katkoviiva, yksikkö m x 1.E-6) huippuarvojen kuvaajat ohituksen aikaisen yhden sekunnin jaksolla.

10.2.2023

Kuvassa 8 esitetyt laskennalliset tulokset edustavat hetkellisiä värähtelyn huippuarvoja. Sekunnin jakson huippuarvojen keskiarvottaminen ja muuntaminen tehollisarvoksi (noin 50 % huippuarvosta) pienentää merkittävästi tärinän suositusarvoihin verrattavia tärinän heilahdusnopeuksia. Tulosta tarkasteltaessa on syytä ottaa huomioon, että tarkastelu on tehty lähtötilanteeseen, jossa ei ole mukana mahdollisia raitiotielinjakuksen pohjanvahvistuksia. Edellä mainituilta osin tulosten tulkinta perustuu asiantuntijan laatimaan arvioon.

6. Johtopäätökset

6.1. Ulkoalueiden ja rakennusten julkisivuihin kohdistuvat melutasot

- Suunniteltujen asuinrakennusten julkisivuilla päiväaikaiset keskiäänitasot ovat korkeimmillaan 66–69 dB ja yöaikaiset keskiäänitasot 58–61 dB.
- Suunnittelualuetta halkovan Raitiotiekadun ja Teiskontien välissä sijaitsevien rakennusten oleskelualueista osassa ylittyvät päivä- ja/tai yöajan ohjearvot. Muiden rakennusten osalta oleskelualueilla alitetaan melun ohjearvotasot.
- Raitiotien ja katualueiden varrelle sijoittuvien rakennusten julkisivuille kohdistuu kuitenkin ohjearvotasot ($L_{Aeq\ 7-22} > 55$ dB, $L_{Aeq\ 22-7} > 45$ dB) ylittäviä melutasoja, joten rakennusten voidaan katsoa sijaitsevan melualueella. Tällä perusteella osalle rakennuksista tulee edellyttää vähintään 30 dB äänitasoeron mukaista ääneneristävyyttä julkisivurakenteilta.
- 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-, päiväkot-, 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).

10.2.2023

Tästä asiasta tulee esittää kaavamääräykset niiden julkisivujen osalta, joissa 65 dB ($L_{Aeq\ 7-22}$) ylittyy.

- Suojaisan puistoalueen muodostaminen Raitiotiekadun ja Teiskontien väliselle alueelle edellyttää yli 5 metriä korkeaa meluestettä Teiskontie suuntaan, jotta puistoalueen melutaso alittaisi 55 dB ($L_{Aeq\ 7-22}$). Muilla suunnittelualueen puistoalueilla (Raitiotiekadun pohjoispuolella sijaitsevalla puistokaistaleella, kaupunkiosapuisto ja frisbee-golf rata) melun keskiäänitasot alittavat 55 dB ($L_{Aeq\ 7-22}$).

6.2. Arvioidut runkomeluvaikutukset

- Runkomelun ohjearvona tulee soveltaa VTT:n ohjeen mukaisesti 30 dB runkomelutasoa, sillä raitiotien läheisyydessä sijaitseviin julkisivuihin tullaan antamaan julkisivun ääneneristävyyttä koskevia kaavamääräyksiä.
- Laskennallisen tarkastelun perusteella 30 dB runkomelutason saavuttaminen edellyttää asuinrakennusten ratarakenteeseen sijoitettavaa runkomeluvaimennusta raitiotielinjauksen paaluvälillä 1700 - 2300.
- Runkomelun vaimennuksen mitoitus ja vaimennusmateriaalien valinta tullaan tekemään raitiotien jatkosuunnittelussa, joten asemakaavakohteeseen ei ole tarvetta kohdistaa runkomelua vaimentavia toimenpiteitä.

6.3. Arvioidut värinävaikutukset

- Asemakaava-alueella raitiotielinjaus tulee maaperäolosuhteiltaan ongelmallisten kohtien osalta olemaan pääosin pohjavahvistettua, jolloin värinävästeet ongelmakohdissa ovat osin hallinnassa tätä kautta. Nämä vahvistukset vaikuttavat erityisesti värähtelyn pystykomponenttien vaimentumiseen.
- Laskennalliseen tarkasteluun ja värinäasiantuntijan arvioon perustuen arvioimme, että suositeltuun värinän ohjearvoon (0,3 tai 0,6 mm/s) verrannollinen tulos (vw,95) ei ylitä suunnittelualueen asuinalueissa. Tällöin tarkastelussa on otettu huomioon keskiarvoinen arvioitu värähtelyenergia (västeet), raitiotieosuudelle suunnittelut pohjanvahvistukset sekä rakennusten perustusten vaurioitumisherkkyys.

10.2.2023

7. Ehdotukset melua koskevista kaavamääräyksistä

Runkomelun ja värinän osalta kaava-alueen rakennuksiin kohdistuvat vaikutukset ja niiden vaimentaminen otetaan huomioon raitiotiesuunnittelussa. Tätä vaatimusta voidaan korostaa seuraavilla kaavamääräyksillä:

- Raitiotie tulee suunnitella siten, ettei raitioliikenteen aiheuttama värinä tai runkomelu ylitä tavoitteena pidettäviä enimmäisarvoja rakennusten sisätiloissa.
- Rakennuslupa-asiakirjoihin on liitettävä rakennushankkeen pohjalta laadittu värinän ja runkomelun hallintasuunnitelma, jossa tarvittaessa esitetään tekniset periaateratkaisut, joilla saavutetaan ohjearvot. Värinän osalta tulee saavuttaa tunnusluvun raja-arvo 0,30 mm/s asuntojen ja majoitustilojen osalta. Runkomelun osalta tulee saavuttaa tunnusluvun $L_{pr,m}$ 30 dB ohjearvo.

Ilmäänä etenevän melun osalta esitämme seuraavia kaavamääräyksiä:

- Parvekkeiden lasittamista koskeva kaavamääräys julkisivuille, joissa melutason ohjearvotasot ylittyvät: ”*Parvekkeet tulee varustaa parvekelasituksella. Parvekelasituksen ääneneristävyyks 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: ”Jos asunnon ulkoseinään kohdistuvan melun päiväajan keskiäänitaso on 65 dB - 70 dB, tulee asuntojen avautua myös hiljaiselle puolelle (alle 55 dB). Rakennuslupaa haettaessa on osoitettava meluntorjuntasuunnitelmalla, että asuintiloille, parvekkeille, terasseille sekä leikki- ja oleskelualueille asetetut melun ohjearvot alittuvat. Vaiheittain rakennettaessa tulee varmistaa ulko-oleskelualueiden, parvekkeiden ja terassien melusuojausten toteutuminen vaatimusten mukaiseksi tarvittaessa tilapäisiä meluntorjuntarakenteita hyödyntäen. Asuinhuoneistot tulee sijoittaa siten, että huoneistot, joiden julkisivuihin kohdistuu yli 65 dB melutaso ($L_{Aeq\ 7-22}$), avautuvat myös ns. hiljaiselle puolelle (melutaso alle 55 dB, $L_{Aeq\ 7-22}$).”

10.2.2023

Tampereella ja Helsingissä 10.2.2023

WSP Finland Oy



Ilkka Niskanen
Meluasiantuntija



Mauri Koskinen
Tärinäasiantuntija

8. Viitteet

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.

Tampereen kaupunki 2019: Tampereen kaupungin melulinjaukset - Yhdyskuntalautakunta 27.8.2019.

Tampereen kaupunki 2021: Tampereen raitiotieliikenteen meluohje ympäristömelumallinnuksia varten.

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

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.

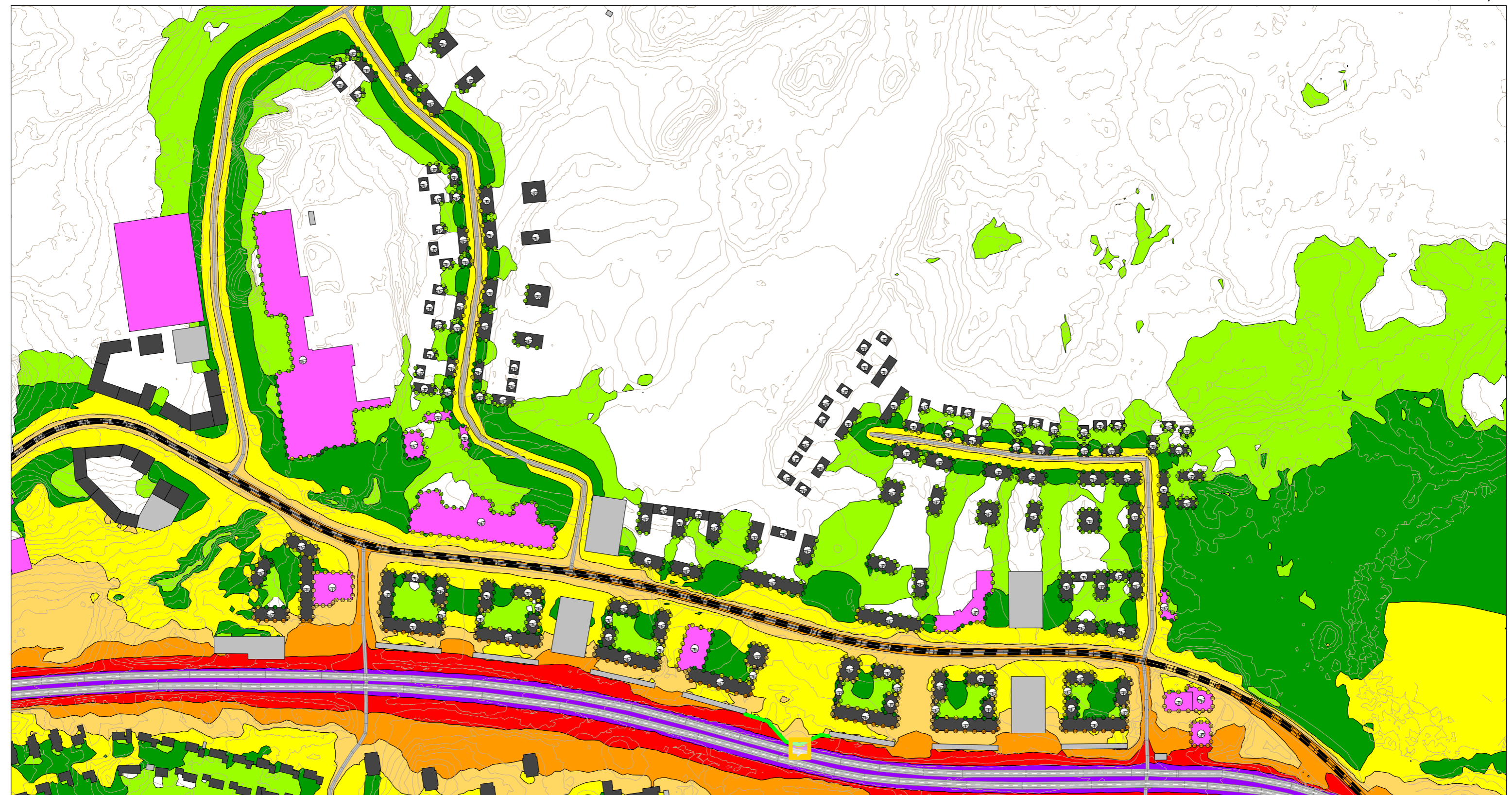
10.2.2023

Liitteet

Liite 1. Ennustetilanteen meluvyöhykekartat, päivä- ja yöajan keskitasot, Teiskontien nopeus 70 km/h.

Liite 2. Ennustetilanteen meluvyöhykekartat, päivä- ja yöajan keskitasot, Teiskontien nopeus 60 km/h.

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



**ALASJÄRVEN LÄNSIPUOLEN
ASEMAKAAVA 8931**

MELUSELVITYS



Tie- ja raitiotieliikennemelu
Ennustetilanne
Teiskontien nopeus 70km/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

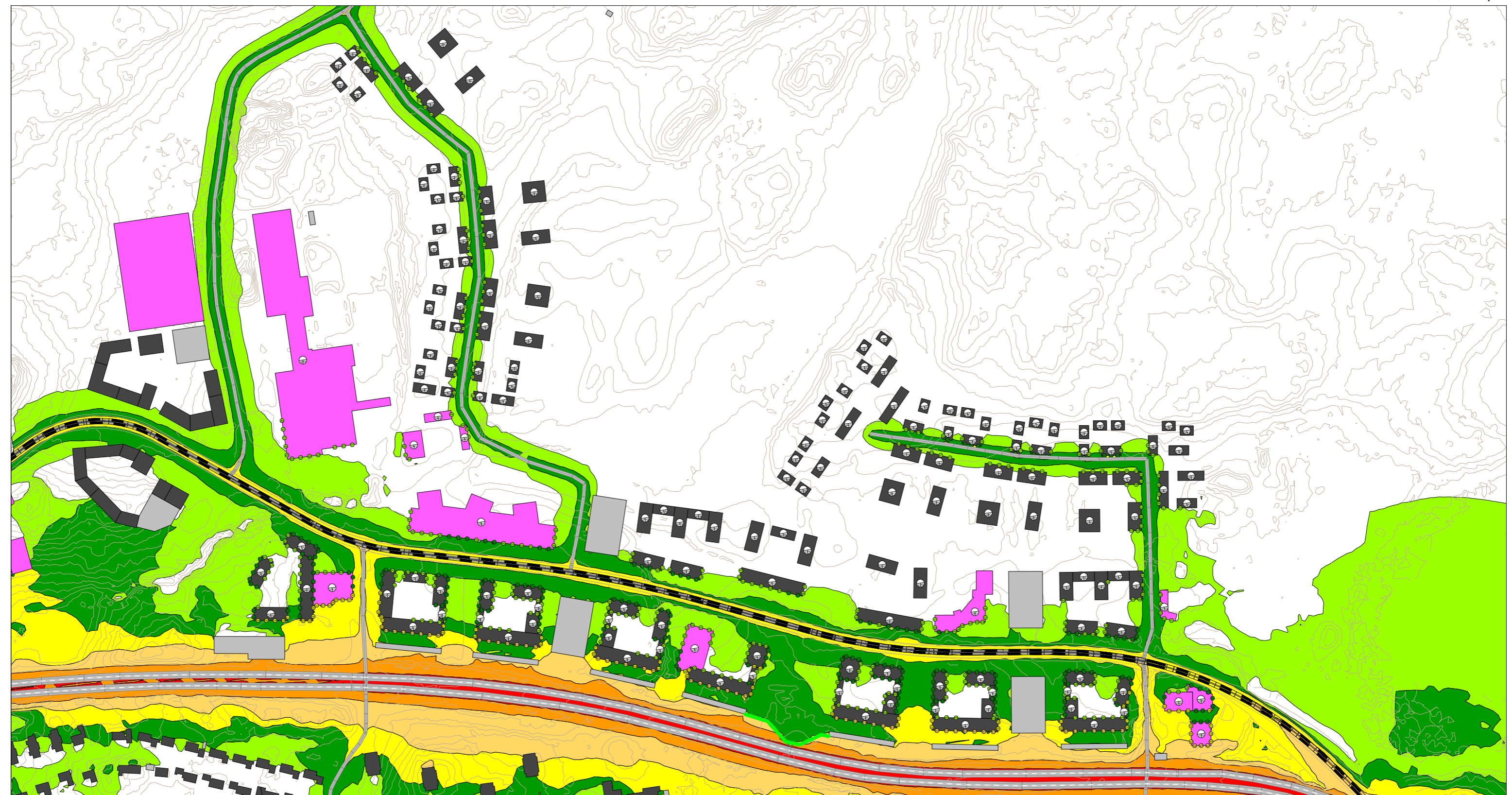
	Asuinrakennus
	Liike- tai julkinen rakennus
	Lomarakennus
	Teollinen rakennus
	Kirkollinen rakennus
	Muu rakennus



Pohjoismainen
tie- ja raitieliikennemelumalli:
laskentakorkeus 2 m
laskentatiheys 5 x 5 m
Mittakaava: 1:3900 (A3)



WSP Finland Oy
16.11.2022
















**ALASJÄRVEN LÄNSIPUOLEN
ASEMAKAAVA 8931**

MELUSELVITYS

Tie- ja raitiotieliikennemelu
Ennustetilanne
Teiskontien nopeus 70km/h

**Yöajan keskiäänitaso
L_{Aeq} 22-07 [dB]**

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

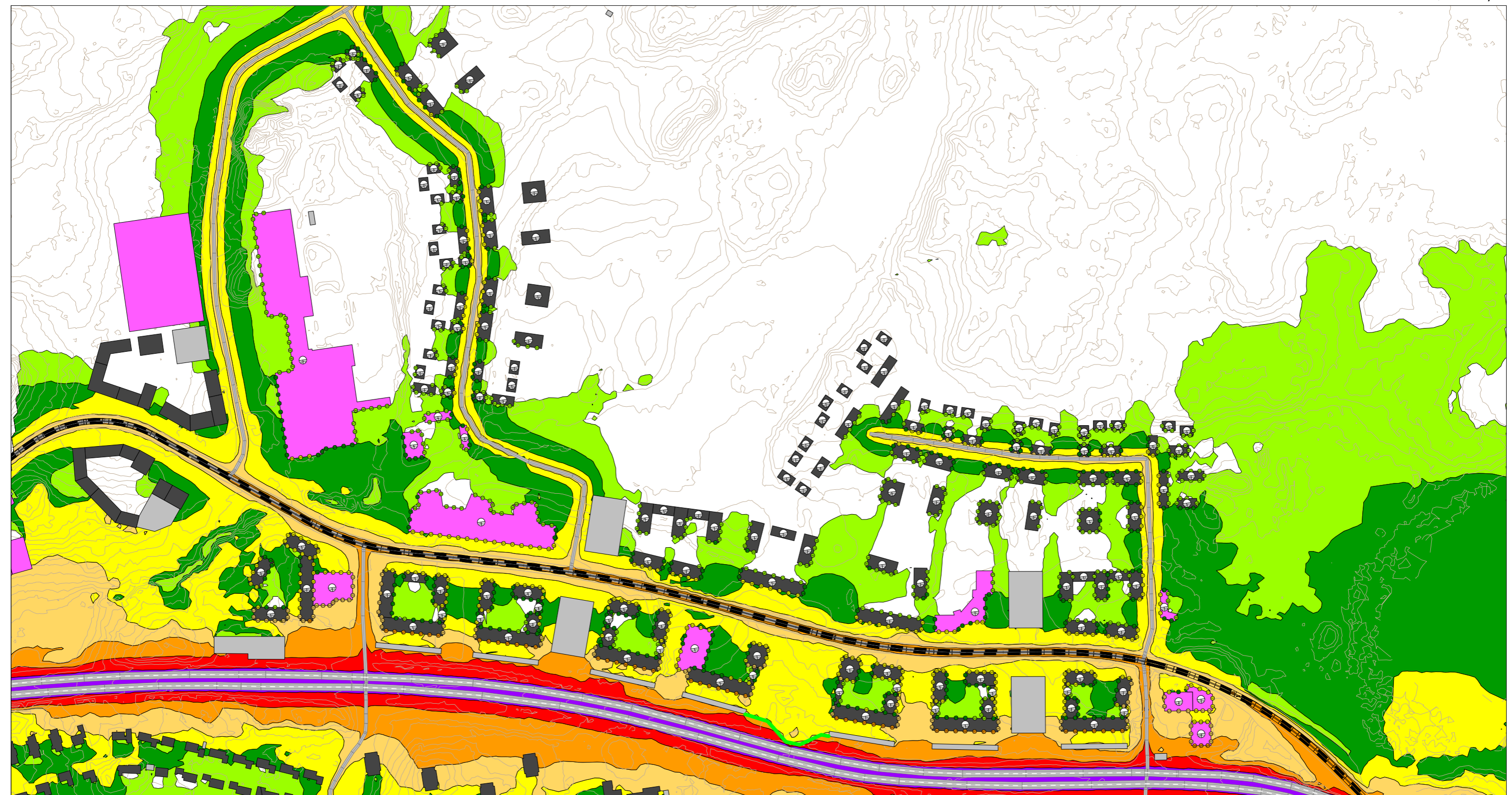
	Asuinrakennus
	Liike- tai julkinen rakennus
	Lomarakennus
	Teollinen rakennus
	Kirkollinen rakennus
	Muu rakennus



Pohjoismainen
tie- ja raitieliikennemelumalli:
laskentakorkeus 2 m
laskentatiheys 5 x 5 m
Mittakaava: 1:3900 (A3)

wsp

WSP Finland Oy
16.11.2022
















**ALASJÄRVEN LÄNSIPUOLEN
ASEMAKAAVA 8931**

MELUSELVITYS

Tie- ja raitiotieliikennemelu
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

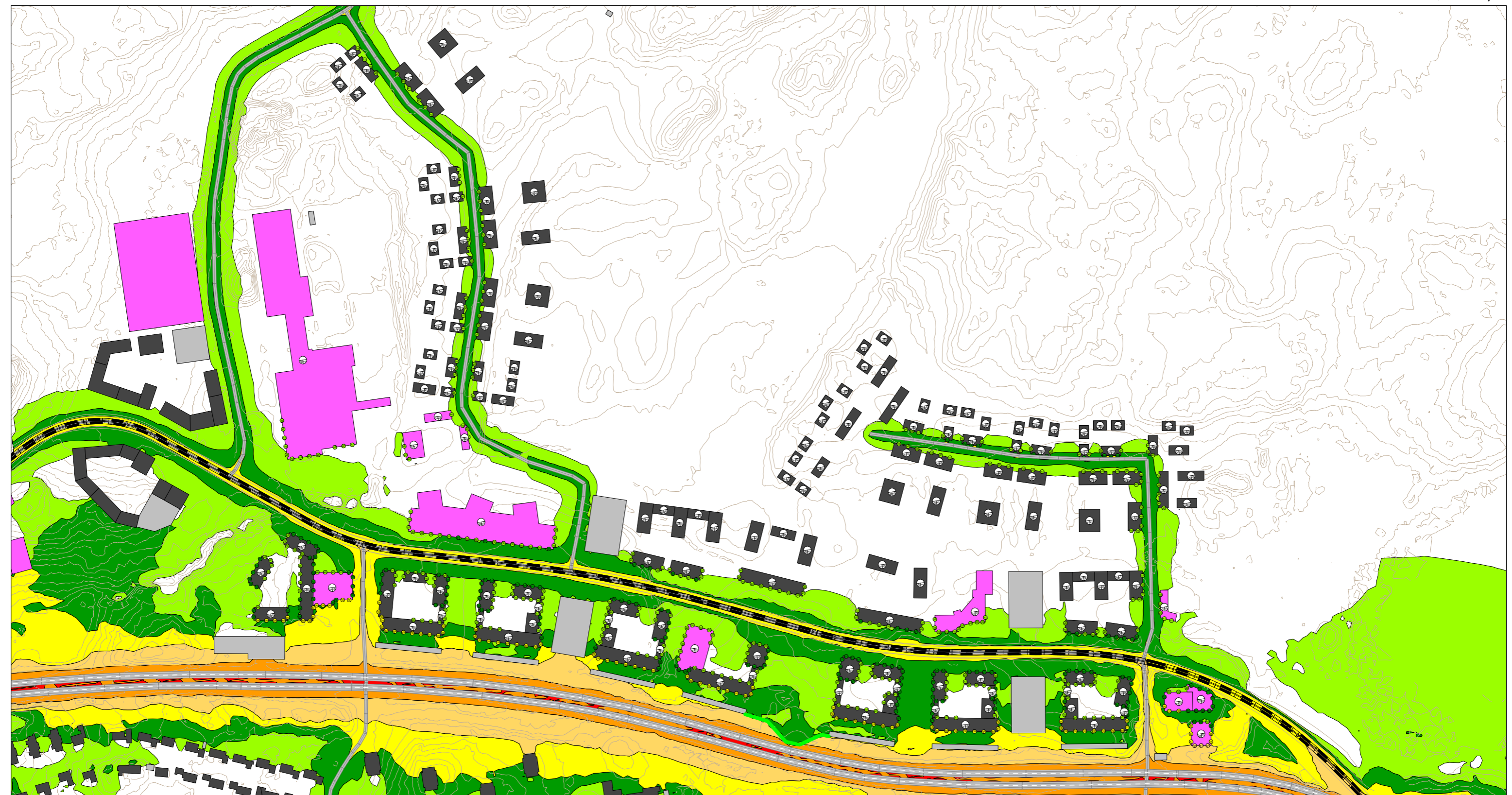
	Asuinrakennus
	Liike- tai julkinen rakennus
	Lomarakennus
	Teollinen rakennus
	Kirkollinen rakennus
	Muu rakennus



Pohjoismainen
tie- ja raitieliikennemelumalli:
laskentakorkeus 2 m
laskentatiheys 5 x 5 m
Mittakaava: 1:3900 (A3)

wsp

WSP Finland Oy
13.12.2022
















**ALASJÄRVEN LÄNSIPUOLEN
ASEMAKAAVA 8931**

MELUSELVITYS

Tie- ja raitiotieliikennemelu
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

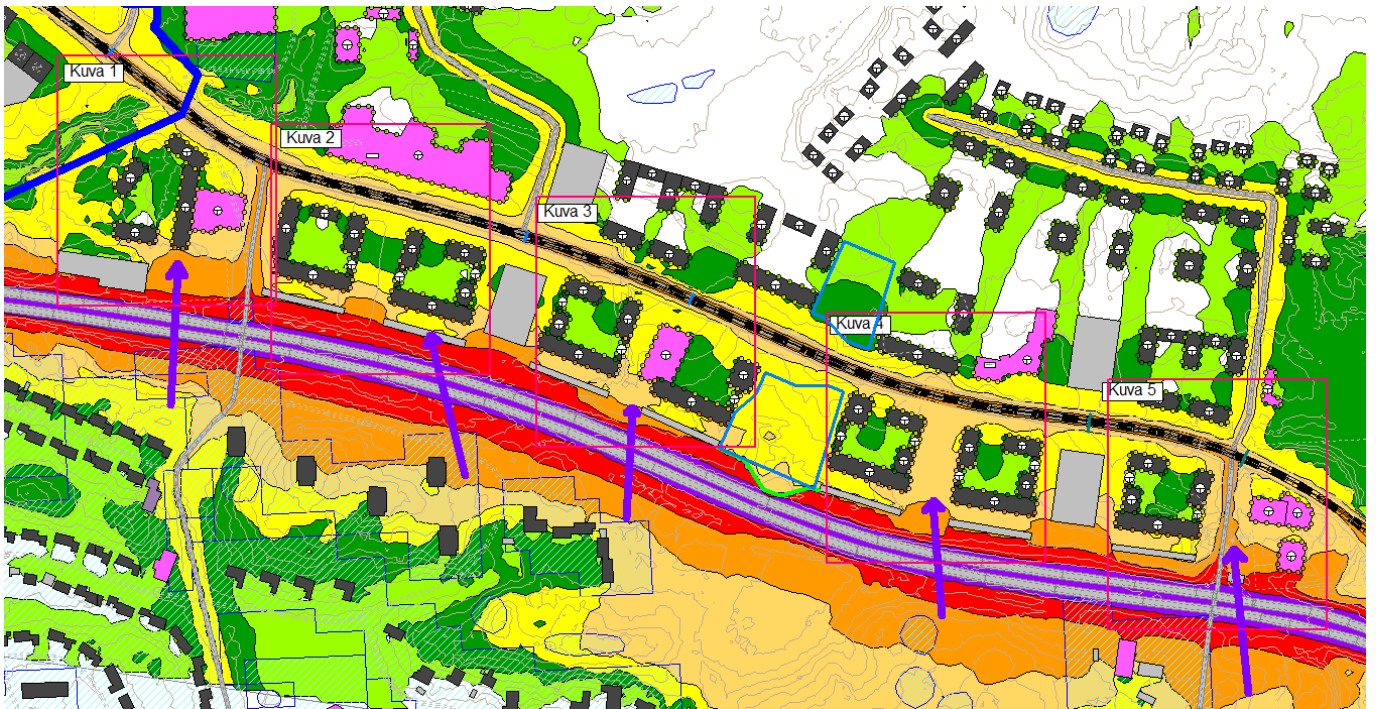
	Asuinrakennus
	Liike- tai julkinen rakennus
	Lomarakennus
	Teollinen rakennus
	Kirkollinen rakennus
	Muu rakennus



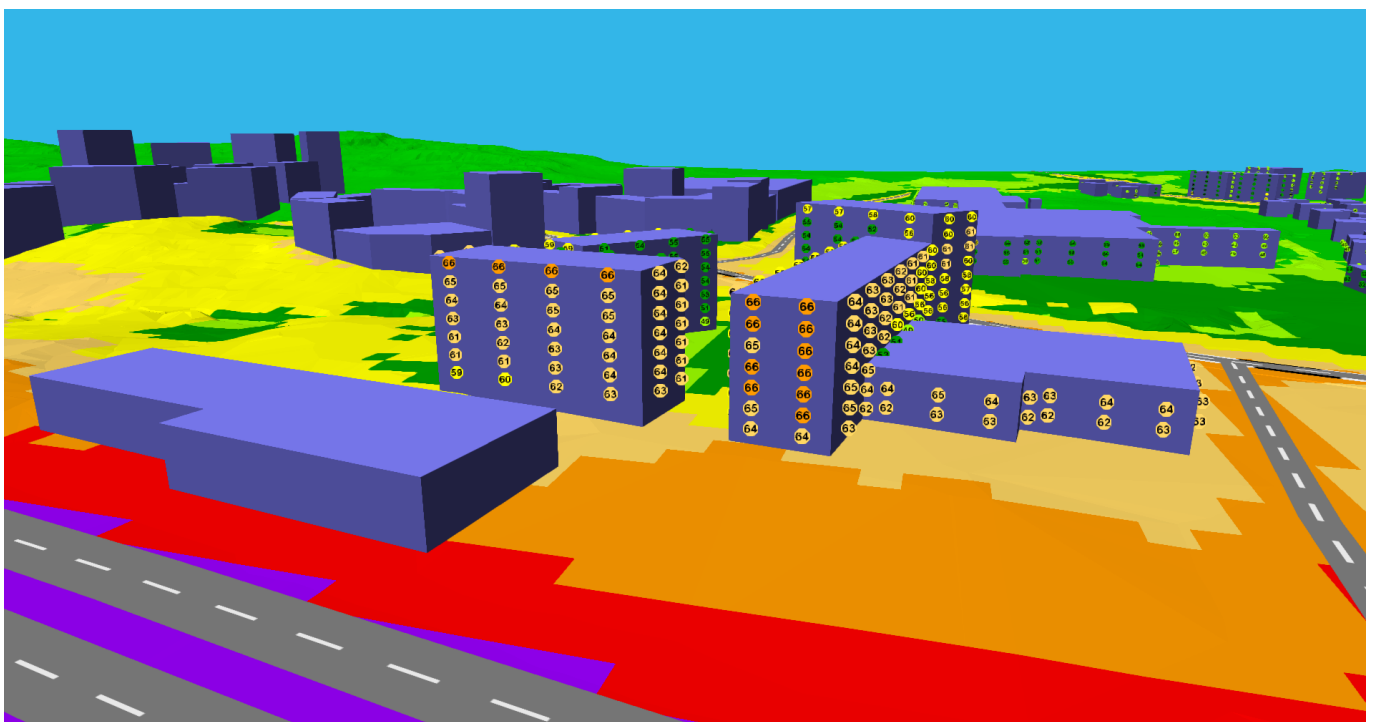
Pohjoismainen
tie- ja raitieliikennemelumalli:
laskentakorkeus 2 m
laskentatiheys 5 x 5 m
Mittakaava: 1:3900 (A3)



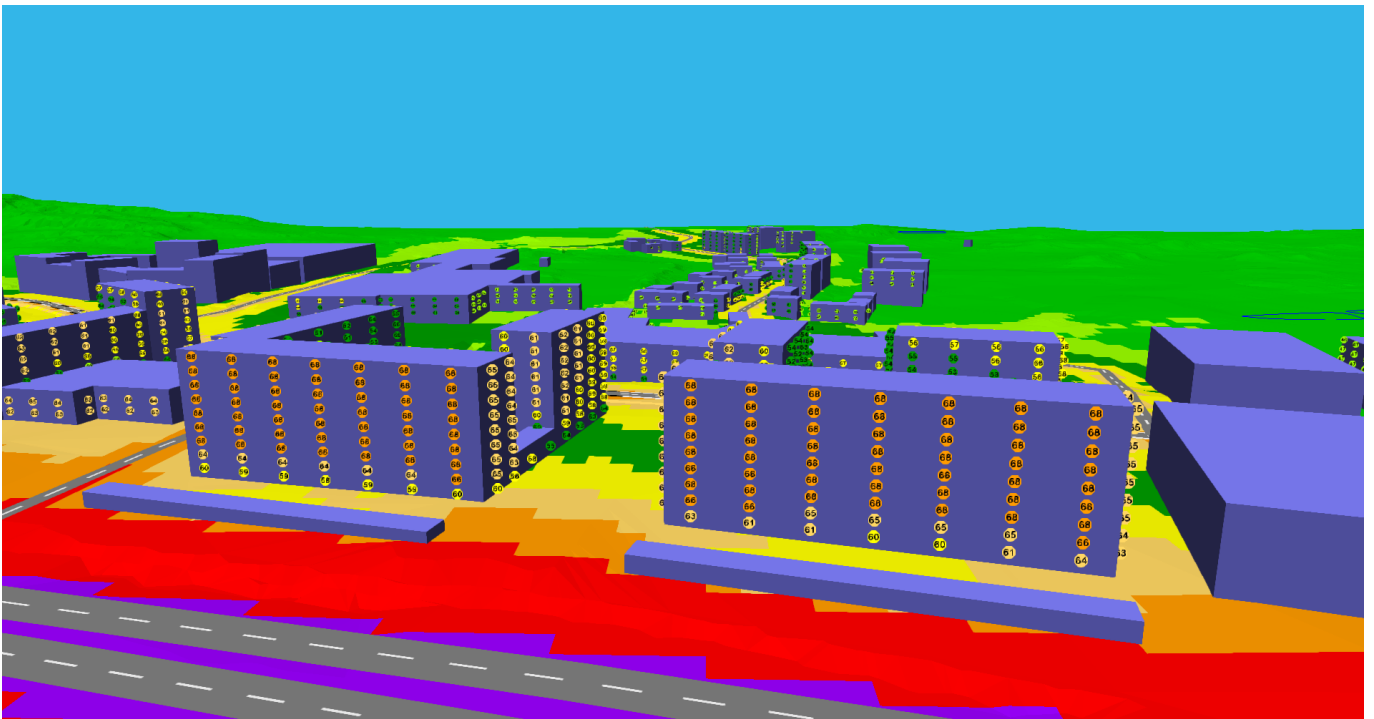
WSP Finland Oy
13.12.2022



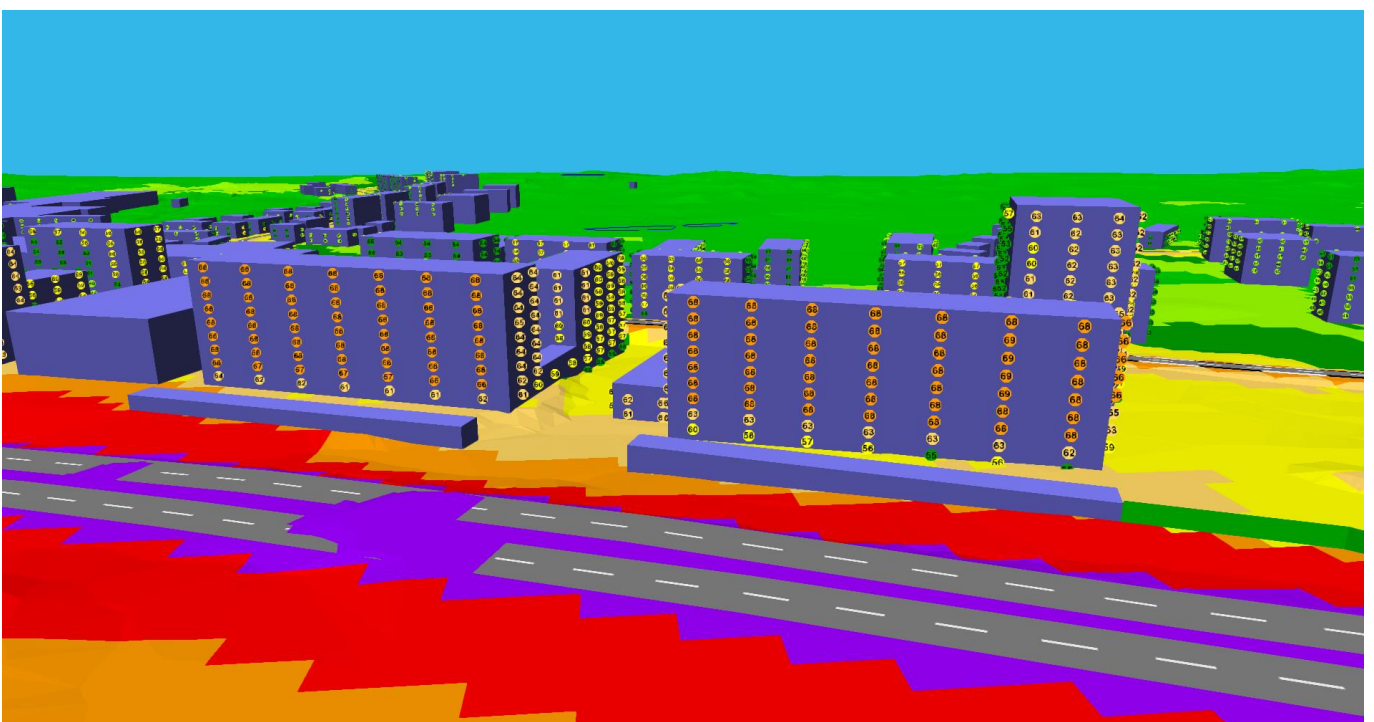
Kuva 1. Kuvien numerointi ja näkymän katselusuunta.



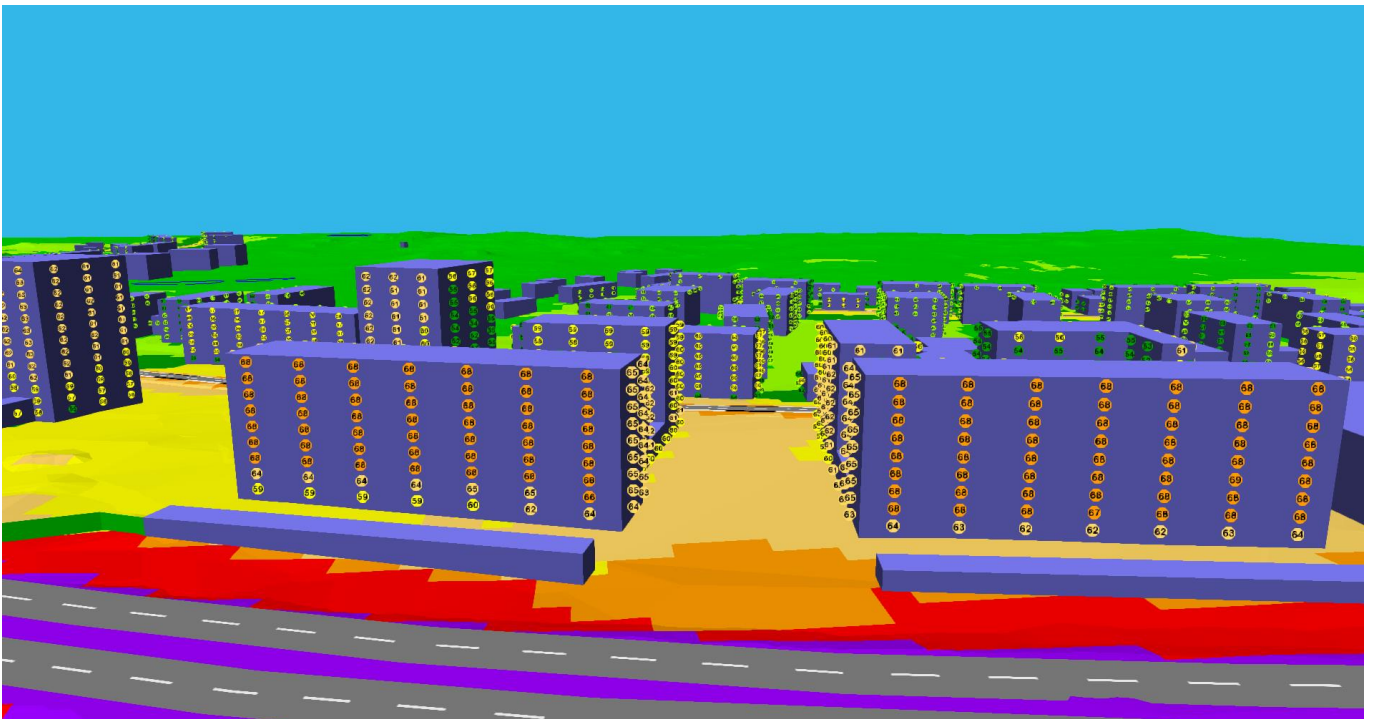
Kuva 2. Rakennusten julkisivuihin kohdistuvat melutasot (LAeq 7-22).



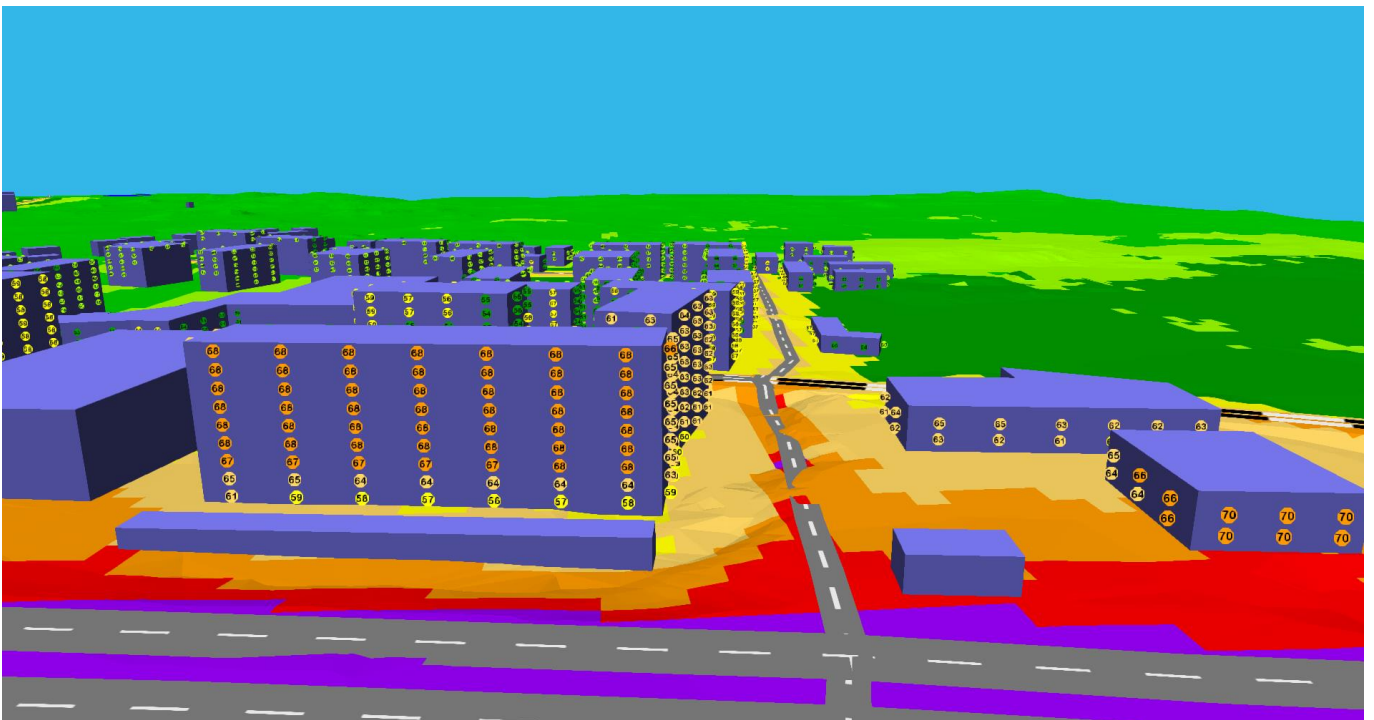
Kuva 3. Rakennusten julkisivuihin kohdistuvat melutasot (LAeq 7-22).



Kuva 4. Rakennusten julkisivuihin kohdistuvat melutasot (LAeq 7-22).



Kuva 5. Rakennusten julkisivuihin kohdistuvat melutasot (LAeq 7-22).



Kuva 6. Rakennusten julkisivuihin kohdistuvat melutasot (LAeq 7-22).