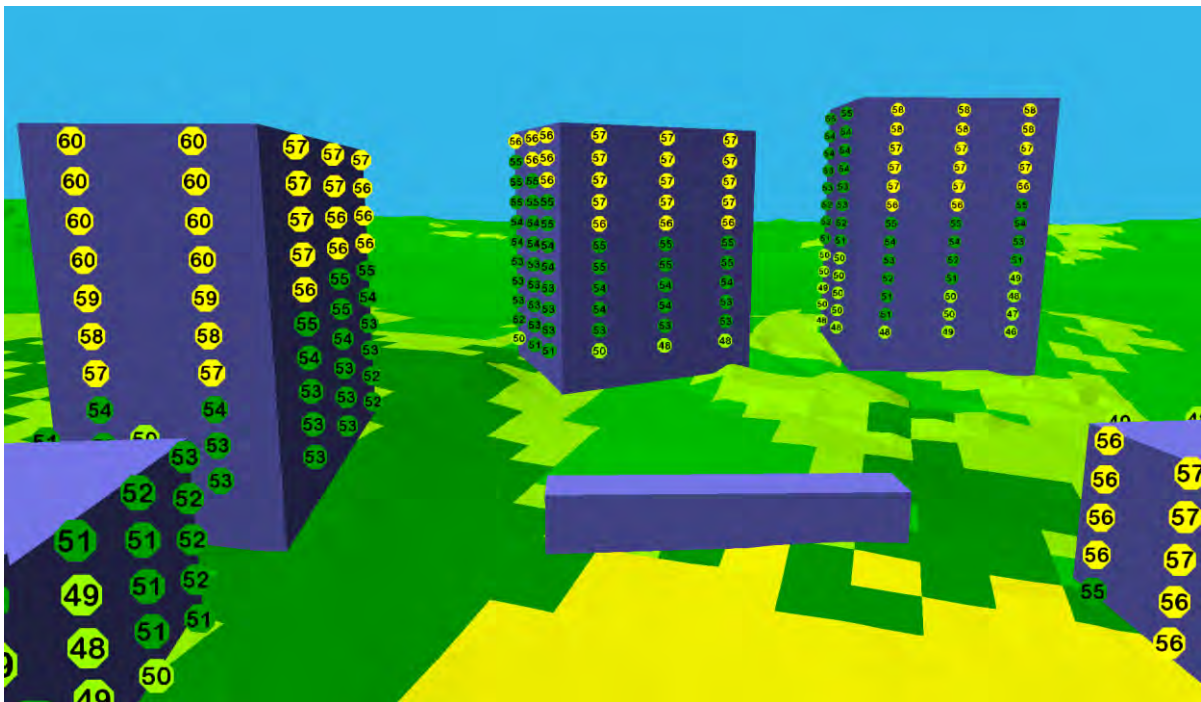


TAMPEREEN KAUPUNKI

KAUPUNLAAKSO 1, ASEMAKAAVA NRO 8618, TAMPERE

MELU-, RUNKOMELU JA TÄRINÄSELVITYS

9.4.2024



317598

9.4.2024

Sisällysluettelo

1.	Johdanto	4
2.	Lähtötiedot ja menetelmät	4
2.1.	Asemakaava-alue	4
2.2.	Meluseelvitys	5
2.2.1.	Laskentamalli.....	5
2.2.2.	Laskentamallin maastomallin muodostaminen	6
2.2.3.	Laskentamallissa käytetyt liikennemäärät	6
2.2.4.	Laskentamallin epävarmuus	7
2.3.	Runkomeluseelvitys.....	8
2.3.1.	Maaperäolosuhteet asemakaava-alueella.....	8
2.3.2.	Runkomelun arviointi VTT:n menetelmällä.....	8
2.3.3.	Runkomelutason arviointi FEM-laskentaa käyttäen.....	9
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	13
2.5.4.	Tärinän suositusarvot	14
3.	Melulaskentojen tulokset	16
3.1.	Ulkoalueiden melutasot.....	16
3.2.	Rakennusten julkisivuihin kohdistuvat melutasot	16
4.	Runkomelulaskennan tulokset	17
4.1.	Arviointi VTT:n menetelmällä	17
4.2.	Arviointi FEM-laskentaan perustuvalla menetelmällä	18
5.	Tärinälaskennan tulokset	19
6.	Johtopäätökset	20
6.1.	Ulkoalueiden ja rakennusten julkisivuihin kohdistuvat melutasot	20

9.4.2024

6.2. Arvioidut runkomeluvaikutukset	21
6.3. Arvioidut tärinävaikutukset	22
7. Ehdotukset melua koskevista kaavamääräyksistä	22
8. Viitteet	23

Liitteet

Liite 1. Runkomeluarvioinnissa käytetyt korjaustekijät.

Liite 2. Raitiovaunuliikenteen aiheuttamat melutasot, päivä- ja yöaikaiset keskiäänitasot ($L_{Aeq\ 7-22}$ ja $L_{Aeq\ 22-7}$) ja melun hetkelliset maksimitasot (L_{AFmax})

Liite 3. Raitiotie- ja tieliikenteen yhdessä aiheuttamat päivä- ja yöaikaiset keskiäänitasot ($L_{Aeq\ 7-22}$ ja $L_{Aeq\ 22-7}$)

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

9.4.2024

1. Johdanto

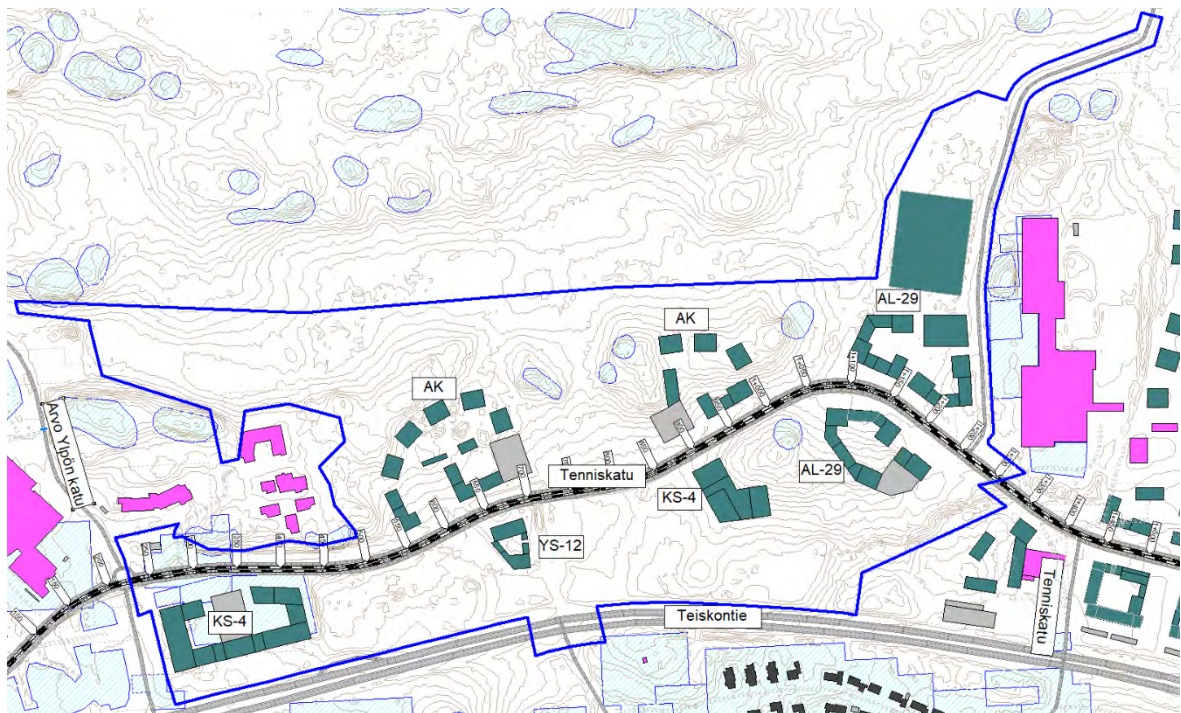
WSP Finland Oy on laatinut Tampereen kaupungin toimeksiannosta melu-, runkomelu- ja tärinäselvityksen Kaupinlaakso 1 asemakaavaan nro 8618 suunnitteluun. Tämä raportti on päivitys aikaisemmin laadittuun selvitykseen, joka oli päivätty 2.10.2022.

Selvityksessä on tarkasteltu tie-, katu- ja raitiotieliikenteen aiheuttamia melun päivä- ja yöajan keskiäänitasoja ($L_{Aeq07-22}$ ja $L_{Aeq22-07}$) asemakaava-alueella sekä raitiotieliikenteen aiheuttamia meun hetkellisiä maksimitasoja (L_{AFmax}). 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 Tenniskadun, Ali-Huikkaantien, Lääkärinkadun, Lääkärintien, Ritakadun, Toimelankadun, Alasjärven länsipuolen uuden kadun ja Teiskontien autoliikenteen sekä raitiotien liikennöinnin aiheuttamia ympäristömelutasoja laskentamallin avulla.



9.4.2024

Kuva 1. Tarkastelualueen sijainti, asemakaava-alueen mukaiset rakennusmassat, korttelien toiminnot, raitiotielinjaus ja asemakaava-alueen raja. Korttelien toiminnot: KS-4 on liike- ja toimistorakennusten korttelialue, YS-12 on sosiaalitointa ja terveydenhuoltoa palvelevien rakennusten korttelialue, AK on asuinkerrostalojen korttelialue, AL-29 on asuin-, liike- ja toimistorakennusten korttelialue.

Kaava-alue on pääosin jo kaavoitettua yritystoimintojen aluetta ja puistoaluetta, jonka keskellä on noin 190 metriä leveä kaavoittamaton alueen osa. 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.

Kaupunlaakso 1 alueen suunnittelun tavoitteena ovat palvelut, opetus- ja toimitilat mm. lääketieteen ja tutkimuksen toiminnoille sekä terveysteknologian tarpeisiin. Samalla tutkitaan asumisen eri muotojen sijoittamista sekä liikuntarakentamista ja pienimuotoisen liikerakentamisen sijoittamista (Tampereen kaupunki 2022. Kauppi, Kaupin Kampus, Medi-Park IV, asemakaava nro 8618 – Asemakaavan ja asemakaavamuutoksen osallistumis- ja arviointisuunnitelma, [Microsoft Word - OAS_191114.docx \(tampere.fi\)](#)).

Raitiotien varrelle suunnitellut asuinrakennukset sijoittuvat lähimmillään noin 10 metrin etäisyydelle lähimmästä raiteesta ja useita rakennuksia sijoittuu 17–24 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.

9.4.2024

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

2.2.2. Laskentamallin maastomallin muodostaminen

Melun laskentamalli on muodostettu maanmittauslaitoksen avoimen datan laserkeilausaineistoista ja Tampereen kaupungin laserkeilausaineistoista. Asemakaava-alueelle suunnitellut rakennusmassat on tuotu laskentamalliin asemakaavan muutos-ehdotuksen aineistoista (Tampereen kaupunki 2023). Raitiotielinjauksen sijainti ja korkeusasema on tuotu laskentamalliin raitiotieallianssin toimittamasta tiedostosta (AFRY 2024).

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

2.2.3. 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 liikenneverkko selvityksestä 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 Artic-vaunun melupäästöä (Tampereen kaupunki 2021).

Tenniskadulla, Ail-Huikkaantiellä, Lääkärintielle, Lääkärintielle ja Ritakadulla on 30 km/h, Toimelankadulla on 40 km/h (Tampereen Oskari-karttapalvelu). Teiskontien nopeusrajoituksena melulaskennoissa on käytetty nopeutta 60 km/h.

Taulukko 1. Melulaskennassa käytetyt liikennemäärät ennusteliikennemäärät vuonna 2040.

	KVL (ajon/vrk) ennuste 2040	Raskaan liikenteen osuus (%)	Nopeusrajoitus (km/h)
--	--------------------------------	------------------------------------	--------------------------

9.4.2024

Teiskontie (Lääkärinkadulta länteen)	57880	6,0	60
Teiskontie (välillä Lääkärinkatu–Ali-Huikkaantie)	33720	5,0	60
Teiskontie (välillä Ali-Huikkaantie–Jaakonmäenkatu)	32900	5,0	60
Teiskontie (Jaakonmäenkadulta itään)	34490	7,0	60
Tenniskatu (välillä Lääkärinkatu–n.400 metriä Lääkärinkadulta itään)	7260	2,0	30
Tenniskatu (välillä Toimelankatu–n.800 metriä Toimelankadulta länteen)	2840	1,0	30
Ali-Huikkaantie	2820	1,0	30
Lääkärinkatu	21340	2,0	30
Lääkärintie	14540	3,0	30
Ritakatu	3630	2,0	30
Toimelankatu	10100	2,0	40
Alasjärven länsipuolen uusi katu (välillä Toimelankatu–n.370 metriä Toimelankadulta itään)	3860	0,0	30

Taulukko 2. Raitiotieliikennettä koskevat tiedot melulaskennassa.

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

2.2.4. 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.

9.4.2024

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.

2.3. Runkomeluselvitys

2.3.1. Maaperäolosuhteet asemakaava-alueella

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).

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).

Asemakaava-alueelle suunnitellut rakennusmassat, uudet katulinjaukset ja raitiotielinjaus sijoittuvat savi-, moreeni- ja kalliomaa-alueille. Pohjatutkimustietojen perusteella kallionpinta on lähes koko suunnittelualueella lähellä maanpintaan ja osittain täysin pinnassa.

Raitiotielinjaukseen on suunniteltu massanvaihoilla toteutettavia pohjanvahvistuksia neljälle osuudelle asemakaavan alueella. Näillä toimenpiteillä ei arvioida olevan merkittävää vaikutusta arvioituihin runkomelutasoihin, sillä arvioinnin lopputulokseen vaikuttaa ennen kaikkea kalliopinnan korkeus. Edellä esitettyjen kuvausten perusteella suunnittelualueen rakennusten arvioidaan olevan alttiita raitiovaunuliikenteen aiheuttamalle värinälle ja runkomelulle.

2.3.2. 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).

9.4.2024

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}). VTT:n menetelmässä runkomelun arvioinnissa käytetään +6 dB varmuusmarginaalia. Runkomelulaskennassa käytetyt muut korjaustekijät on esitetty raportin liitteessä 1.

Runkomelulaskenta VTT:n menetelmällä on tehty 11 rakennukseen, jotka sijaitsevat raitiotien varrella.

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

2.3.3. Runkomelutason arviointi FEM-laskentaa käyttäen

Runkomelutasoja arvioitiin yhteen poikkileikkauskohtaan myös FEM-laskentaa käyttäen.

Laskennassa käytettiin samaa värähtelyn herätettä kuin värinälaskennoissa.

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,

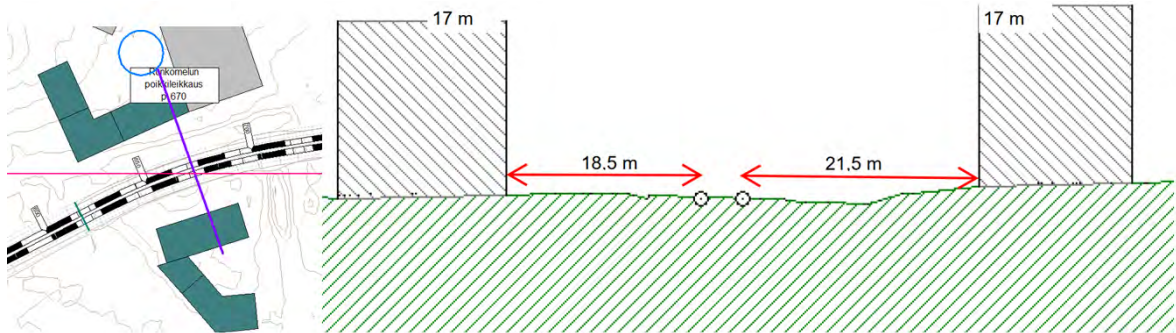
$$L_{A,eq} = C_1 + C_2 \times L_{v,A},$$

jossa $L_{A,eq}$ 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 sekä ratarakenteen rousteristeelle arvioidun –10 dB vaimennuksen.

Poikkileikkaustarkastelu on tehty paalulukeman 650 kohdalle radan eteläpuolelle suunniteltuun rakennukseen, joka sijaitsee noin 19 metrin etäisyydellä lähimmästä raiteesta (kuva 2). Pohjatutkimusten perusteella kalliopinta on lähellä maanpintaa raitiotielinjauksen sekä rakennusten kohdalla.

9.4.2024



Kuva 2. Runkomelun FEM-laskennan poikkileikkaus raitiotielinjauksen paalun 650 kohdalla.

2.4. Värinäselvitys

2.4.1. Värinäselvityksen menetelmät

Värinäselvitys perustuu maaperätietoihin sekä FEM-laskentaan perustuvaan arviointiin raitioliikenteen 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 myötäehtoa
 - 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

9.4.2024

- o 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
- o mallin reunat ja pohja ovat reunaehdoiltaan energiaa absorboivia
- o rakennusten jäykistyksen oletetaan tapahtuvan hissikuilun ja osittaisen runkojäykistämisen kautta
- o rakennukset perustetaan paaluille ja rakennusten rungot ovat betonia
- o rakennusrunkoihin on oletettu tehtäväksi kellarikerros

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.

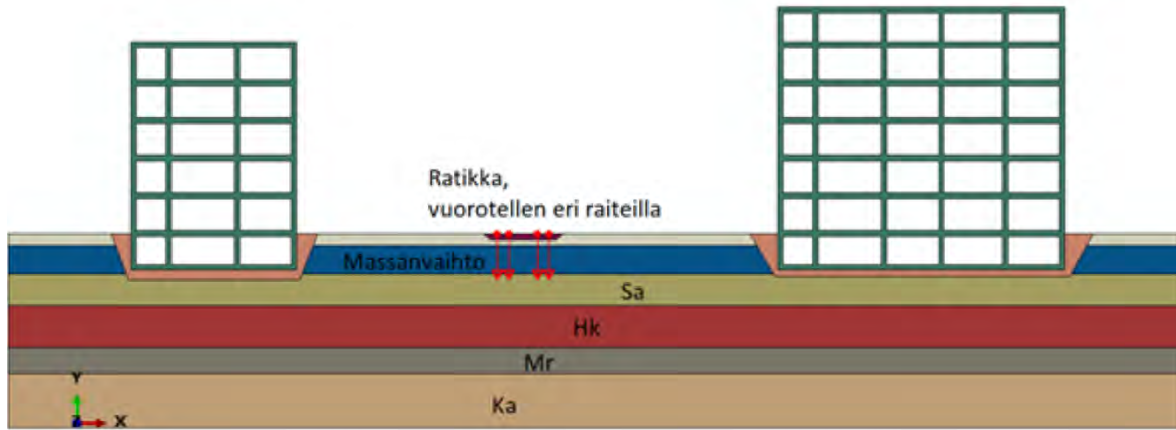
Laskennallisesti arvioituja tärinätasoja heilahdusnopeuksia verrataan VTT:n julkaisussa ”Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa” (VTT 2006) esitettyihin tärinän asumisviihtyisyyden suositusarvoihin sekä tärinän aiheuttaman rakennusten vaurioitumisriskin arviointiin (RIL 2010).

2.4.2. Tärinälaskennan poikkileikkaus

Tärinälaskennalla tarkastelut on tehty suunnittelualueen itäisessä osaan sijoittuvaan kohtaan (raitelinjauksen paalulukema 1140), jossa asuinkerrostalot sijoittuvat raitiotien molemmin puolin noin 20 metrin etäisyydelle lähimmästä raiteesta

Maaperätutkimusten perusteella poikkileikkauksen kohdalla maan ylimmät kerrokset ovat savea, jonka alapuolella ohut moreenikerros. Kalliopinta poikkileikkauksen kohdalla on suhteellisen lähellä maanpintaa (kuva 3).

9.4.2024



Kuva 3. Tärinälaskennan mallipoikkileikkaus paalulukeman 1140 kohdalta.

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 5).

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)}

9.4.2024

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.

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.

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.

2.5.3. 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.

9.4.2024

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 ääneneristäväydestä.

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

Rakennustyyppi	Runkomelutaso, L_{prm} (dB)
Radio-, tv- ja äänitysstudio, konserttisalit	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"> - luokahuoneet, 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 ilmaääneneristäväydestä, 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 värähtelyluokituksista, jota käytetään yleisesti ohjearvona maankäytön suunnittelussa. Suosituksissa uusille rakennuksille ja

9.4.2024

väylille on annettu matalampi suositusarvo kuin vanhoille asuinalueille (taulukko 5). Taulukossa esitetty luokitus perustuu ihmisen kokeman 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 värähtelyluokituksesta (VTT 2006).

Värähtelyluokka	Kuvaus olosuhteista	$V_{v,95}$ (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.	$\leq 0,15$
C	Suositus uusien rakennusten ja väylien suunnittelussa. Keskimäärin 15 % asukkaista pitää värinää häiritsevänä ja voi valittaa häiriöstä.	$\leq 0,30$
D	Olosuhteet, joihin pyritään vanhoilla asuinalueilla. Keskimäärin 25 % asukkaista pitää värinää häiritsevänä 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 $V_{rms,95}$ (mm/s)
V	Kohonneen värinäalttiuden alue Rakenteiden vauriot mahdollisia	$\geq 3,0$	$\geq 5,0$

9.4.2024

H	Vähäisen värinäalitiuden alue Rakenteiden haitat mahdollisia	≤ 3,0	≤ 5,0
E	Rakenteiden vaurioitumisriski epätodennäköinen	≤ 1,0	≤ 1,6

3. Melulaskentojen tulokset

3.1. Ulkoalueiden melutasot

Raitiovaunuliikenne aiheuttaa laskennallisen arvioinnin perusteella katutilaan noin 20 metrin levyisen alueen, jolla raitiovaunut aiheuttavat 55 dB ($L_{Aeq\ 7-22}$) keskiäänitason ylittymisen. Raitiovaunuliikenteen aiheuttama melu ulottuu lähimpien asuinrakennusten julkisivujen etäisyydelle 51 – 53 dB ($L_{Aeq\ 7-22}$) tasoisena. Raitiovaunuliikenteen aiheuttamat keskiäänitasot ($L_{Aeq\ 7-22}$) Tenniskadun puoleisilla julkisivuilla ovat suurimmillaan 54 dB (liite 2, sivu 1). Raitiovaunuliikenteen aiheuttamat melun yöaikaisen keskiäänitasot ovat noin 5 dB pienemmät pienemmät kuin päiväaikaiset keskiäänitasot (liite 2, sivu 2).

Teiskontien ja Tenniskadun auto- ja raitiovaunuliikenne aiheuttavat Teiskontien ja Tenniskadun väliselle alueelle alueita, joilla päiväaikainen keskiäänitaso ylittää 60 dB tason ($L_{Aeq\ 7-22}$). Samoilla alueilla yöaikainen keskiäänitaso vaihtelee välillä 52 – 60 dB (liite 3, kuvat 1 ja 2). Tenniskadun pohjoispuolella tie- ja raideliikenteen aiheuttama 55 dB meluvyöhyke ulottuu esteettömillä kohdilla noin 120 metrin etäisyydelle katualueen reunasta.

Suunnitelluilla rakennusmassoilla saadaan rakennusten läheisyyteen muodostettua suojaisia alueita, joissa ulkoalueiden melutasot alittavat valtioneuvoston päätöksen (Vnp 993/1992) mukaiset ohjearvotasot.

3.2. Rakennusten julkisivuihin kohdistuvat melutasot

Teiskontien ja Tenniskadun väliin sijoittuvissa rakennuksissa melutasot Teiskontien puoleisilla julkisivuilla ovat merkittävästi suuremmat kuin Tenniskadun puoleisilla julkisivuilla. Teiskonkadun puolella julkisivuihin kohdistuvat päiväaikaiset keskiäänitasot vaihtelevat välillä 58 - 67 dB ($L_{Aeq\ 7-22}$). Tenniskadun puoleisilla julkisivuilla auto- ja raitiovaunuliikenteen yhdessä aiheuttamat päiväaikaiset keskiäänitasot vaihtelevat välillä 56 – 63 dB riippuen rakennuksen ja katualueen välisestä etäisyydestä (liite 3, sivu 1).

9.4.2024

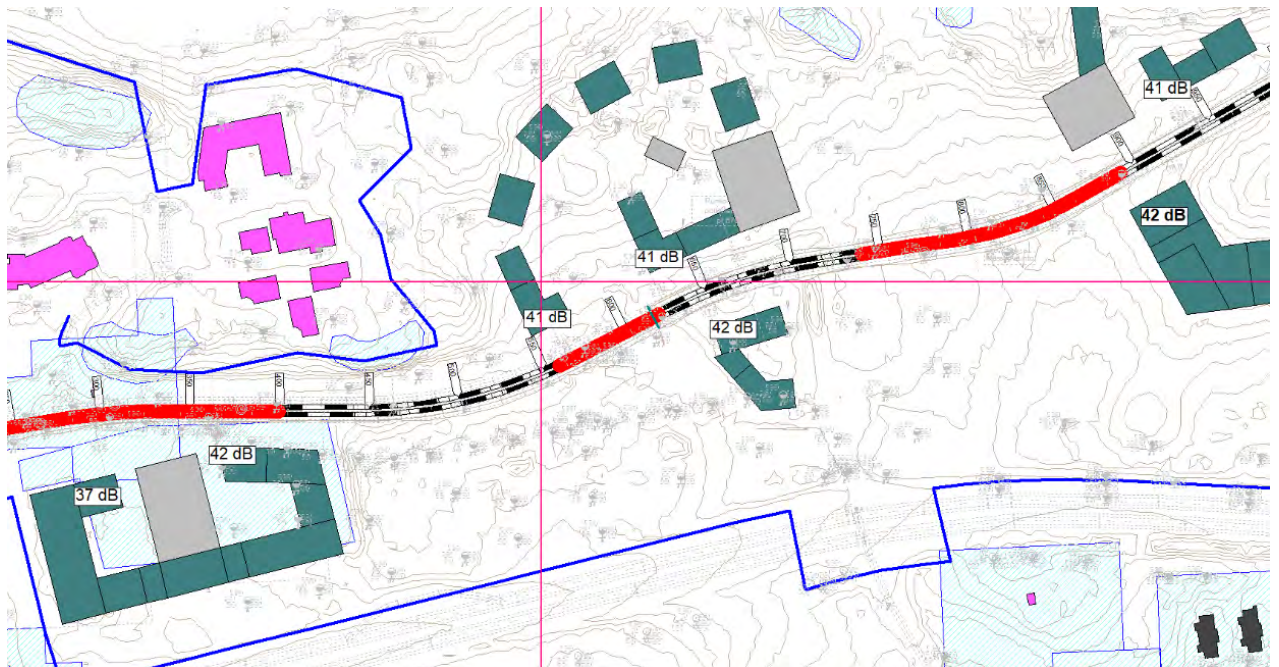
Rakennusten julkisivuihin kohdistuvat yöaikaiset keskiäänitasot ovat 6 – 7 dB pienemmät kuin päiväaikaiset keskiäänitasot (liite 3, sivu 2).

Raitiovaunujen ohitusten aiheuttamat melun hetkelliset maksimitasot Tenniskadun puoleisilla julkisivuilla vaihtelevat välillä 66 – 73 dB (L_{AFmax}). Yli 70 dB melun hetkellisiä maksimitasoja (L_{AFmax}) kohdistuu melulaskennan perusteella julkisivuille, jotka sijaitsevat alle 20 metrin etäisyydellä lähimmästä raiteesta (liite 2, kuva 3).

4. Runkomelulaskennan tulokset

4.1. Arviointi VTT:n menetelmällä

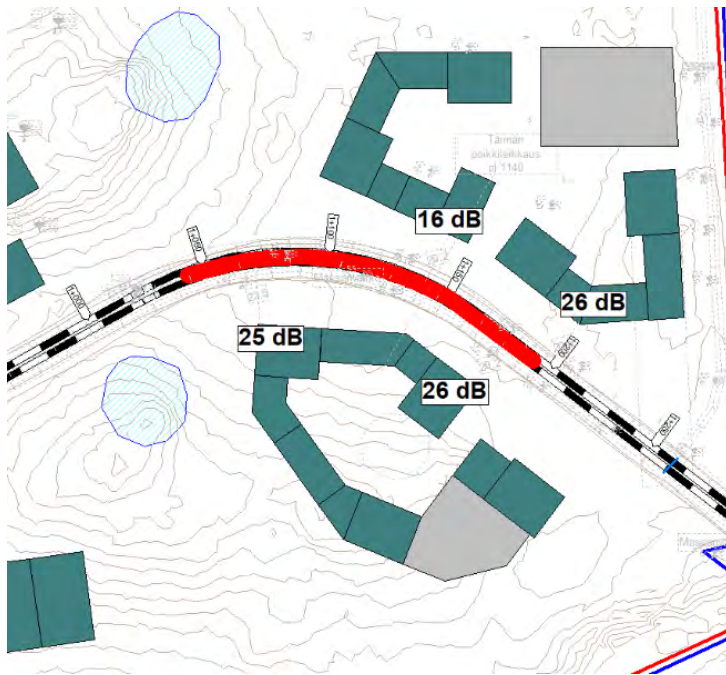
Tenniskadun varrella sijaitseviin rakennuksiin arvioidut runkomelutasot vaihtelevat välillä 16 – 42 dB. Raitiotielinjauksen paaluvälillä 250 – 1000 raitiotie sekä sen varrelle suunnitellut rakennukset sijoittuvat pohjatutkimusten perusteella alueille, jossa maakerrokset kalliopinnan päällä ovat ohuita. Laskennallisen arvioinnin perusteella runkomelutasot ylittävät edellä mainitulla paaluvälillä 35 dB runkomelutason kaikkien rakennusten kohdalla, vaikka laskennassa on otettu huomioon ratarakenteella saavutettava -10 dB vaimennus (kuva 4) .



9.4.2024

Kuva 4. Laskennallisesti arvioidut runkomelutasot paaluvälillä 250 – 1000. Tarkastelussa on huomioitu ratarakenteen vaimennus -10 dB. Raitiotierakenteen pohjanvahvistukset on merkitty punaisella viivalla.

Asemakaava-alueen itäreunalla kallion päälliset maakerrokset ovat paksuudeltaan yli 3 metriä raitiotielinjauksen kohdalla, jolloin laskennalliset runkomelutasot muodostuvat pienemmiksi ja runkomelutasot ovat alle 30 dB (kuva 5).



Kuva 5. Laskennallisesti arvioidut runkomelutasot raitiotien paaluvälillä 1000 – 1250. Tarkastelussa on huomioitu ratarakenteen vaimennus -10 dB. Raitiotierakenteen pohjanvahvistukset on merkitty punaisella viivalla.

4.2. Arviointi FEM-laskentaan perustuvalla menetelmällä

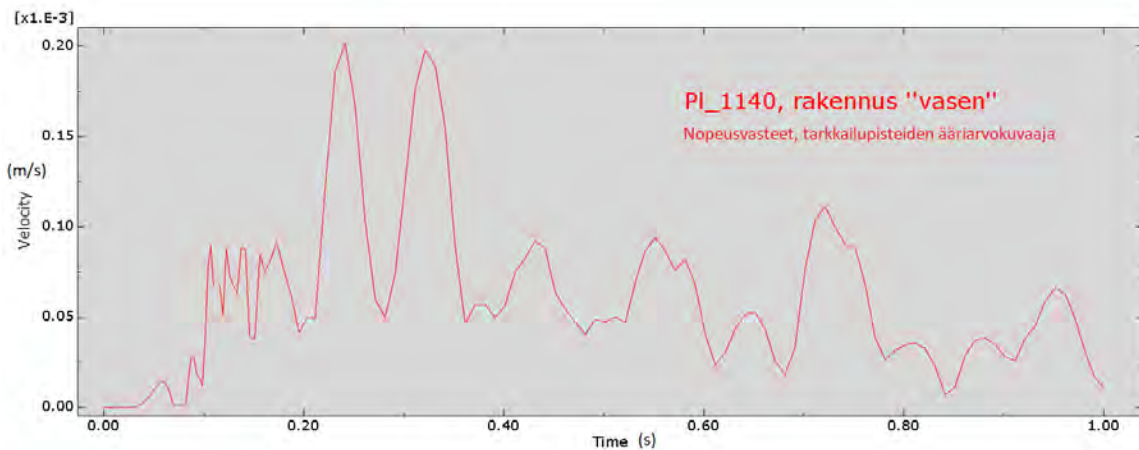
Raitiotielinjauksen paalun 650 kohdalla linjauksen eteläpuolella sijaitsevaan rakennukseen kohdistuvaa runkomelua arvioitiin myös FEM-laskentaa perustuvalla menetelmällä. Rakennukseen kohdistuvaksi runkomelutasoksi arvioitiin 44 dB. Tämä tulos edustaa runkomelutasoa ilman ratarakenteelle arvioitua vaimennusta (VTT:n menetelmässä -10 dB) sekä ilman epävarmuusmarginaalia (VTT:n menetelmässä +6 dB). Kohteeseen arvioitu runkomelun vallitsevin taajuusalue sijoittui 125 Hz oktaavikaistalle.

9.4.2024

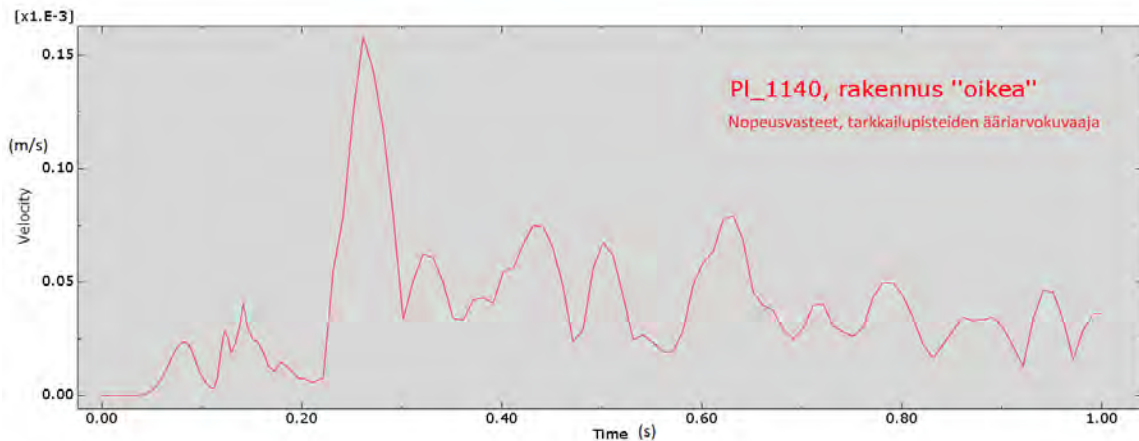
FEM-laskennalla arvioitu runkomelutaso on 2 dB pienempi kuin VTT:n laskentamenetelmällä saatu tulos, kun siitä on poistettu ratarakenteen vaimennuksen ja varmuusmarginaalin korjaustekijät.

5. Värinäselvityksen tulokset

Laskennallisen arvioinnin perusteella raitiovaunuliikenteen aiheuttaman värinän heilahdusnopeuden maksimiarvot ovat noin 0,2 mm / s (raitiotien pohjoispuoleinen rakennus) ja 0,16 mm/s (raitiotien eteläpuoleinen rakennus) paalun 1140 kohdalla (kuva 6 ja 7). Tarkastellussa tilanteessa raitiovaunun aiheuttama kuorma on vain toisella rakennusta lähempänä sijaitsevalla raiteella.



Kuva 6. Raitiovaunujen ohitusten aiheuttamat värinän heilahdusnopeuden dynaamiset vasteet raitietelinjauksen eteläpuolella sijaitsevassa rakennuksessa paalulukeman 1140 kohdalla. Tehollinen vertailuarvo (vw,95) on puolet laskennallisesta huippuarvosta.



9.4.2024

Kuva 7. Raitiovaunujen ohitusten aiheuttamat värinän heilahdusnopeuden dynaamiset vasteet raitietielinjauksen pohjoispuolella sijaitsevassa rakennuksessa paalulukeman 1140 kohdalla. Tehollinen vertailuarvo (vw,95) on puolet laskennallisesta huippuarvosta.

Laskennallisen tarkastelun perusteella värinän ohjearvoon verrannolliset värähtelynopeudet alittavat selvästi uusille asuinrakennuksille esitetyt värinän heilahdusnopeudet (suluissa suhteellinen osuus ohjearvosta):

- o raitiotien etelän puoleinen rakennus, 0.1 mm/s (33 %),
- o raitiotien pohjoisen puoleinen rakennus, 0.08 mm/s (13 %).

Laskennalliseen tarkasteluun valittu poikkileikkaus edustaa asemakaava-alueella aluetta, jossa rakennuksiin kohdistuvien värinän värähtelytasojen on arvioitu pohjaolosuhteiden ja rakennusten sijainnin suhteen suurimmat.

6. Johtopäätökset

6.1. Ulkoalueiden ja rakennusten julkisivuihin kohdistuvat melutasot

- Asumiseen käytettävien korttelien ulkoalueilla ulkoalueilla päivä- ja yöaikaiset melutasot alittavat ohjearvojen mukaiset melutasot.
- Asumiseen käytettävien kortteleiden alueella melutasot rakennusten julkisivuilla ylittävät yleisesti ulko-oleskelualueiden ohjearvotasot. Näille julkisivuille ja rakennuksille tulee antaa parvekkeiden lasittamista koskevat kaavamääräykset.
- Suunniteltujen asuinkerrostalojen kortteleiden sekä asuin-, liike- ja toimistorakennusten korttelialueilla rakennusten julkisivuilla päiväaikaiset keskiäänitasot ovat korkeimmillaan 63 dB ja yöaikaiset keskiäänitasot 56 dB. Melun keskiäänitasojen perusteella julkisivujen ääneneristävyyden vaatimukset jäävät alle 30 dB tason näissä kortteleissa. Kortteleihin ei ole tarpeen antaa julkisivujen ääneneristävyyttä koskevaa määräystä.
- Sosiaalitointa ja terveydenhuoltoa palvelevien rakennusten korttelialueelle sijoittuu pienasuntoja erityisryhmien käyttöön. Tämän korttelin rakennusten julkisivuun kohdituu suurimmillaan 65 dB päiväaikainen keskiäänitaso, jolloin julkisivun 30 dB ääneneristävyys (äänitasoero) on riittävä myös tämän korttelin rakennuksille. Kortteliin ei ole tarpeen antaa julkisivujen ääneneristävyyttä koskevaa määräystä.

9.4.2024

Korttelin Teiskontien puoleiseen julkisivulle tulee antaa kaavamääräys asuinhuoneistojen avautumista myös hiljaiselle julkisivulle. Tämä on tarpeen, jos asuinhuoneita sijoitetaan Teiskontien puoleiselle julkisivulle.

- Asumiseen käytettävien kortteleiden alueella raitiovaunuliikenteen aiheuttamat melun hetkelliset maksimitasot ovat suurimmillaan 71 dB (L_{AFmax}). Kun sisämelun hetkellisen maksimitason tavoitetaso on 45 dB (L_{AFmax}) muodostuu julkisivujen ääneneristävyyden vaatimukseksi 26 dB. Raitiovaunuliikenteen aiheuttamien melun hetkellisten maksimitasojen vuoksi ei ole tarpeen antaa ääneneristävyyttä koskevia kaavamääräyksiä.

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.
- Raitiotielinjauksen paaluvälillä 250 – 1000 raitiotie sekä sen varrelle suunnitellut rakennukset sijoittuvat pohjatutkimusten perusteella alueille, jossa maakerrokset kalliopinnan päällä ovat ohuita. Laskennallisen arvioinnin perusteella runkomelutasot ylittävät edellä mainitulla paaluvälillä 35 dB runkomelutason kaikkien rakennusten kohdalla, vaikka laskennassa on otettu huomioon ratarakenteella saavutettava -10 dB vaimennus.
- FEM-laskennan perusteella laaja-alaisessa arvioinnissa käytetty VTT-laskentamenetelmä yliarvio lievästi runkomelutasoja FEM-menetelmän tuloksiin verrattuna. Tämä mahdollinen yliarvio on vähäinen, eikä se muuta johtopäätöstä runkomeluvaimennuksen tarpeellisuudesta.
- Raitiotielinjauksen paaluvälillä 500 – 1050 raitiovaunuliikenteen aiheuttaman runkomelun vaimennukseen tarvitaan lisävaimennusta, jotta asuinkerrotalo kortteleissa ei ylitetä 35 dB runkomelutasoja. Lisävaimennuksen tulisi olla 6 – 7 dB, kun tarkastellaan VTT:n laskentamenetelmällä arvioituja tuloksia, joissa oletuksena on ratarakenteen routa- ja runkomelueristyksen vaimennus on -10 dB.
- Lisävaimennus saattaa olla toteutettavissa ratarakenteessa tehtävällä vaimennuksella, kun tarkastelussa otetaan VTT:n laskentamenetelmän

9.4.2024

mahdollinen lievä yliarviointi. Tämä edellyttäisi ratarakenteen runkomeluvaimennukselta noin -15 dB vaimennusta.

- Runkomelun vaimennuksen mitoitus ja vaimennusmateriaalien valinta tullaan tekemään raitiotien jatkosuunnittelussa. Asemakaava-alueen asuinkerrostalokorttelihin on syytä antaa runkomeluvaimennusta koskevat kaavamääräykset, mikäli raitiotien jatkosuunnittelussa ilmenee, että ratarakenteessa tehtävillä toimenpiteillä ei saavuteta riittävään vaimennusta.

6.3. Arvioidut värinävaikutukset

- Laskennallisen tarkastelun perusteella värinän ohjearvoon verrannolliset värähtelynopeudet alittavat uusille asuinrakennuksille esitetyt värinän heilahdusnopeudet.
- Laskennalliseen tarkasteluun valittu poikkileikkaus edustaa asemakaava-alueella aluetta, jossa rakennuksiin kohdistuvien värinän värähtelytasojen on arvioitu pohjaolosuhteiden ja rakennusten sijainnin suhteen suurimmat.

7. Ehdotukset melua koskevista kaavamääräyksistä

- 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.*”
- Sosiaalitointa ja terveydenhuoltoa palvelevien rakennusten korttelialueelle sijoittuville Teiskontien puoleisille pienasunnoille tulee antaa huoneistojen avautumista koskeva kaavamääräys. Paras vaihtoehto olisi sijoittaa asumiseen tarkoitettuja huoneita sisäpihan puolelle tai muille julkisivuille.
- Asuinkerrostalojen kortteleille sekä Sosiaalitointa ja terveydenhuoltoa palvelevien rakennusten korttelialueelle tulee antaa runkomeluvaimennusta koskeva kaavamääräys.

9.4.2024

Tampereella ja Helsingissä 9.4.2024

WSP Finland Oy



Ilkka Niskanen

Meluasiantuntija



Mauri Koskinen

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: Proceedings of ISMA. International Conference on Noise and Vibration Engineering.

Leuven, s. 3431–3440. isbn: 978-90-73802-87-2.

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 \(tampere.fi\)](#).

Tampereen kaupunki 2023: 8618 Medi Park IV asemakaavakartan luonnos, 24.4.2023.

9.4.2024

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.

Liite 1. Runkomelulaskenta VTT:n ohjeen Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi – Esiselvitys” arviointitason 2 mukaisella menetelmällä, värähtelyn siirtotiehen perustuva arviointi (Talja & Saarinen 2009). Laskennassa käytettyjen korjaustekijöiden arvot:

Arvioinnin korjaustekijöinä on käytetty seuraavia arvoja:

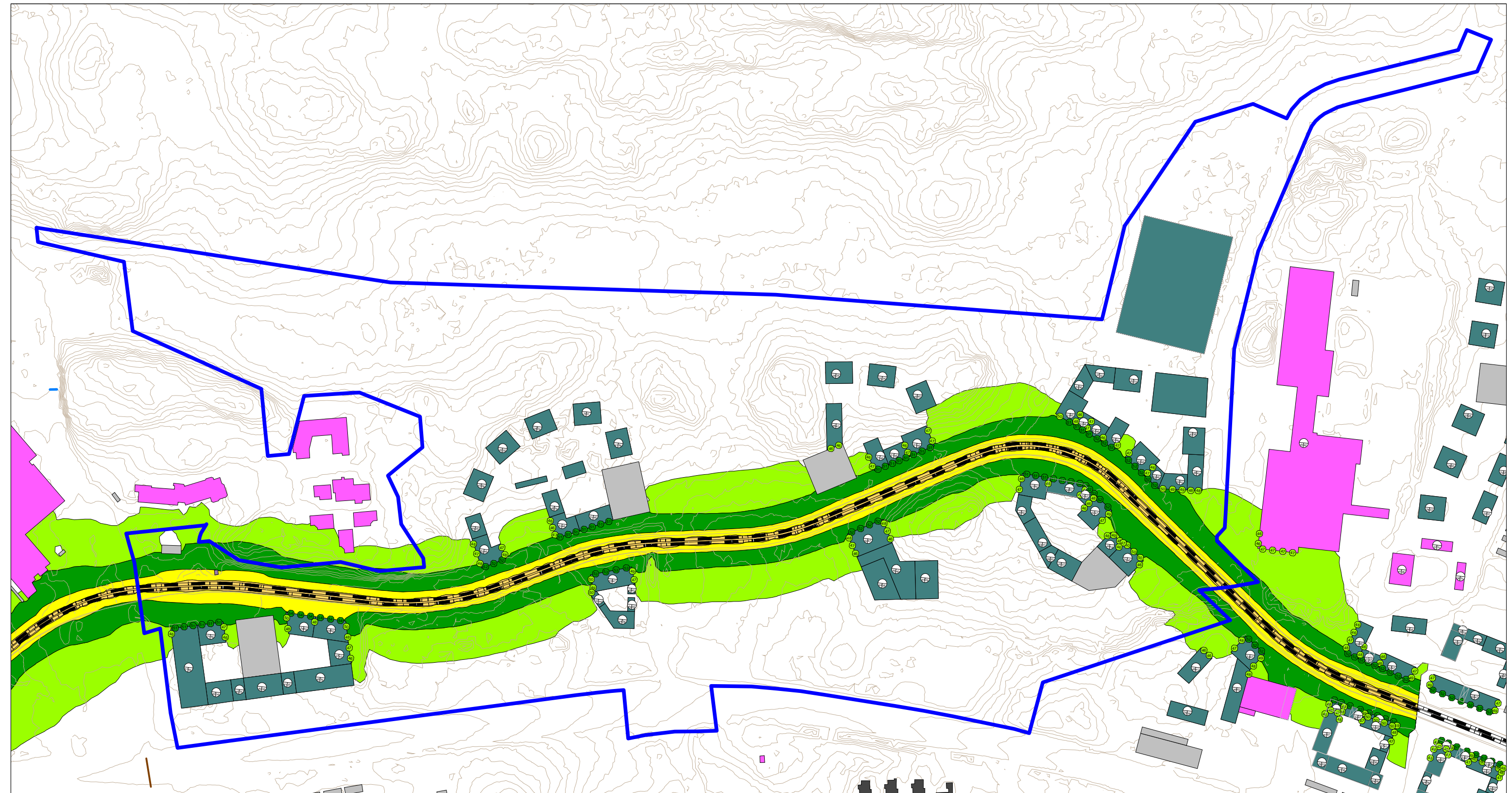
- liikennetyyppi, raitiovaunu,
 - korjausarvo 0 dB,
- ajoneuvon nopeuden vaikutus on huomioitu seuraavan kaavan mukaisesti, $\Delta L = 20 \times \log (v_s/v_{s0})$, jossa $v_{s0} = 100 \text{ km/h}$,
 - korjauksen arvo on määritetty raitotielinjaukselle esitettyjen nopeusrajoitusten mukaisesti nopeuksille 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,
 - 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)
 - korjauksen arvo – 2 dB
- rakenneosien resonanssin vaikutus,

9.4.2024

- 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 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.



KAUPINLAAKSO 1
ASEMAKAAVA 8618

MELUSELVITYS

Raitiotieliikennemelu
Ennustetilanne

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

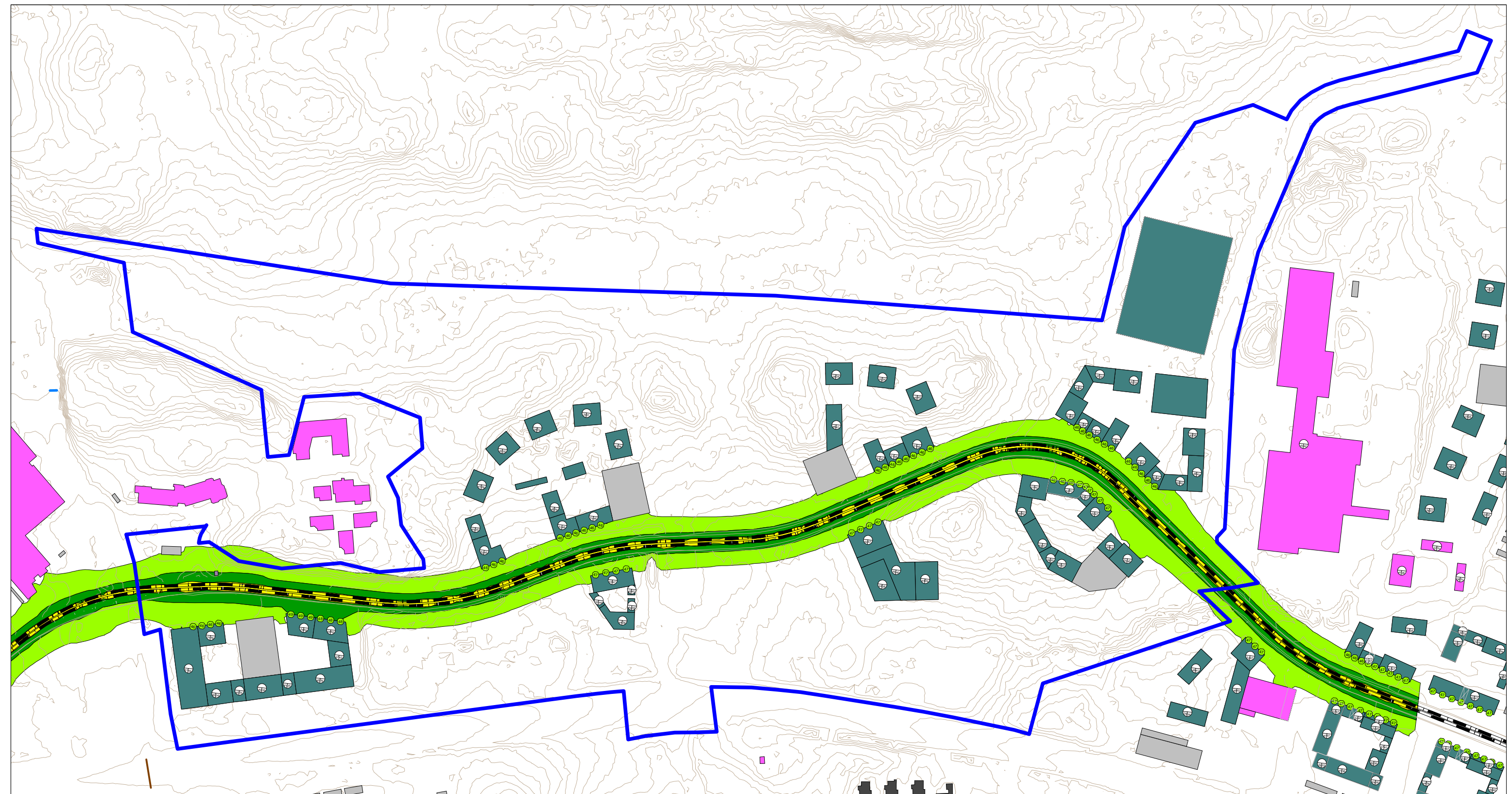
- Asuinrakennus
- Liike- tai julkinen rakennus
- Lomarakennus
- Teollinen rakennus
- Kirkollinen rakennus
- Muu rakennus
- Suunniteltu rakennus



Pohjoismainen
tie- ja raitieliikennemelumalli:
laskentakorkeus 2 m
laskentatiheys 5 x 5 m
Mittakaava: 1:3400 (A3)



WSP Finland Oy
9.4.2024

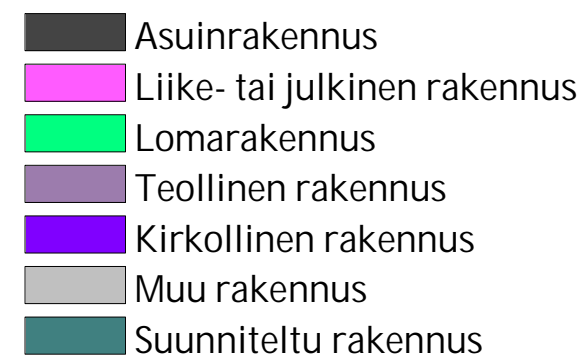
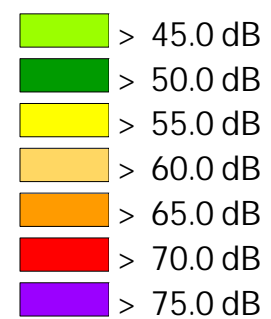


KAUPINLAAKSO 1
ASEMAKAAVA 8618

MELUSELVITYS

Raitiotieliikennemelu
Ennustetilanne

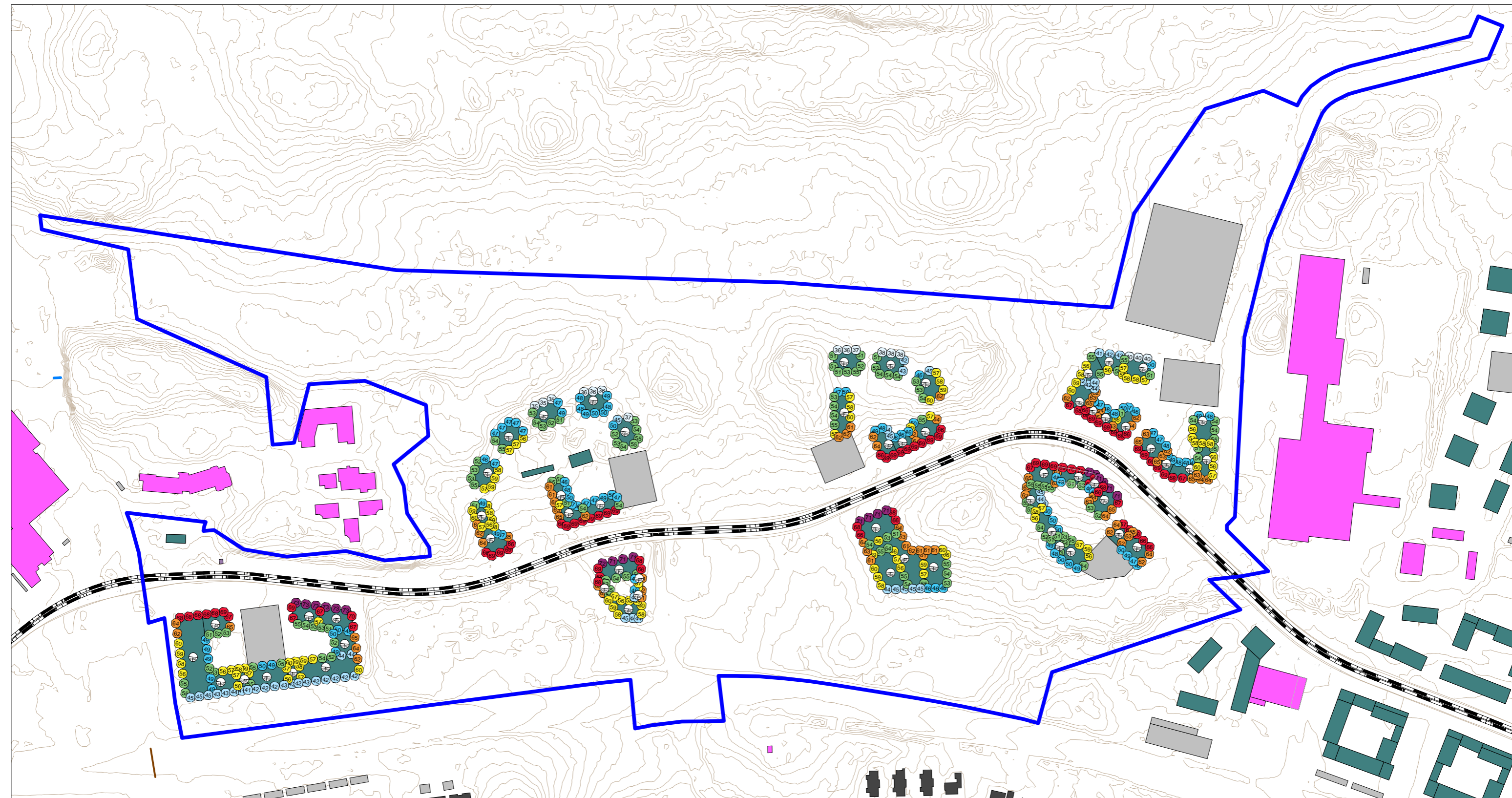
Yöajan keskiäänitaso
LAeq 22-07 [dB]



Pohjoismainen
tie- ja raideliikennemelumalli:
laskentakorkeus 2 m
laskentatiheys 5 x 5 m
Mittakaava: 1:3400 (A3)



WSP Finland Oy
9.4.2024

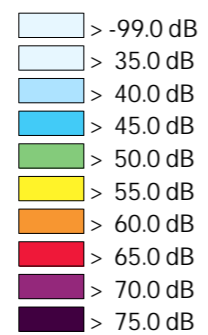


KAUPINLAAKSO 1
ASEMAKAAVA 8618

MELUSELVITYS

Raitiotieliikenteen aiheuttaman melun
hetkellinen maksimitaso LAFMax

Hetkellinen maksimitaso
LAFmax [dB]



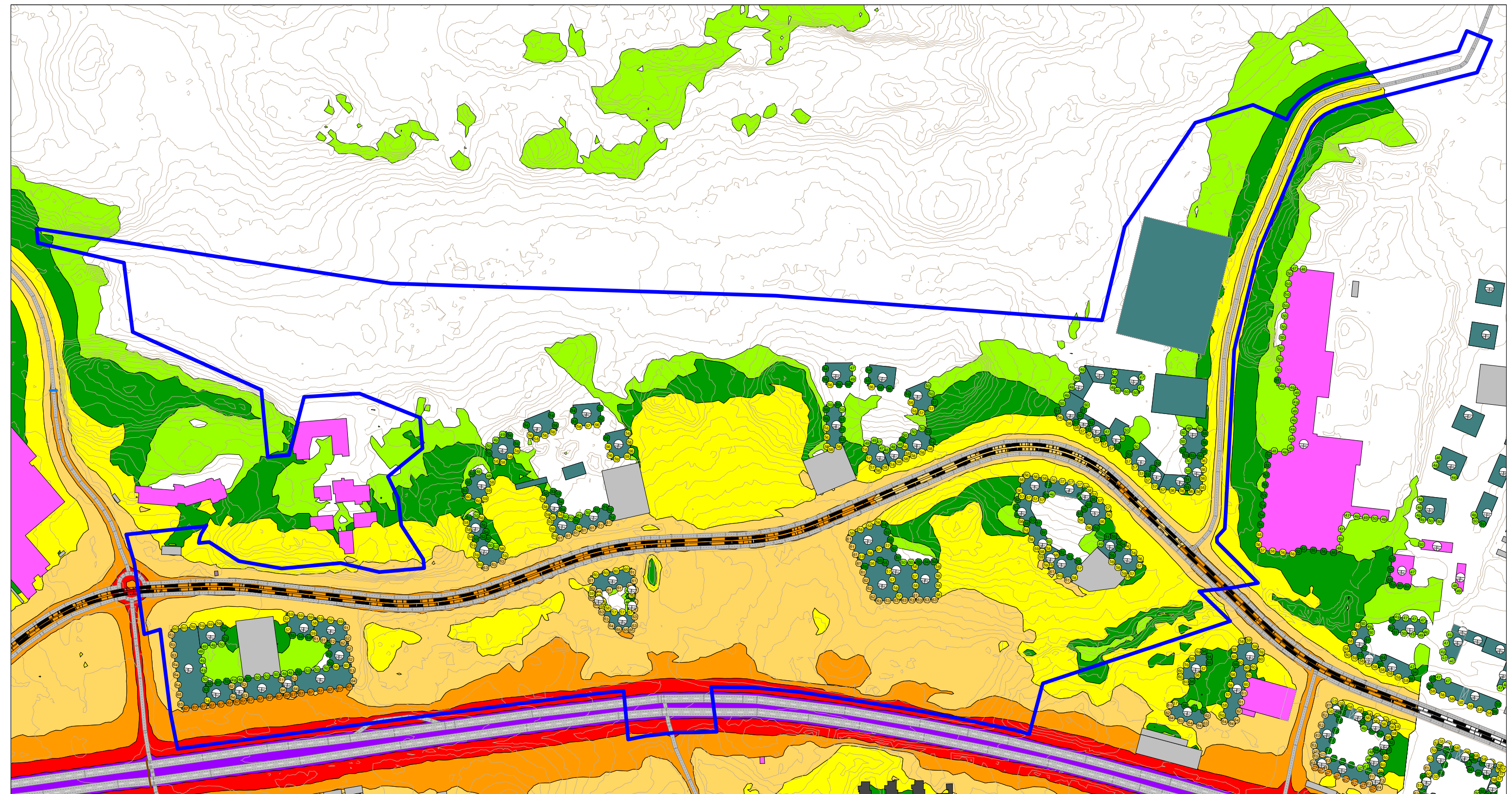
- Asuinrakennus
- Liike- tai julkinen rakennus
- Lomarakennus
- Teollinen rakennus
- Kirkollinen rakennus
- Muu rakennus
- Suunniteltu rakennus



Pohjoismainen
tie- ja raitieliikennemelumalli:
laskentakorkeus 2 m
laskentatiheys 5 x 5 m
Mittakaava: 1:3400 (A3)



WSP Finland Oy
9.4.2024



KAUPINLAAKSO 1
ASEMAKAAVA 8618

MELUSELVITYS

Tie- ja raitiotieliikennemelu
Ennustetilanne
Teiskontien nopeusrajoitus 60 km/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

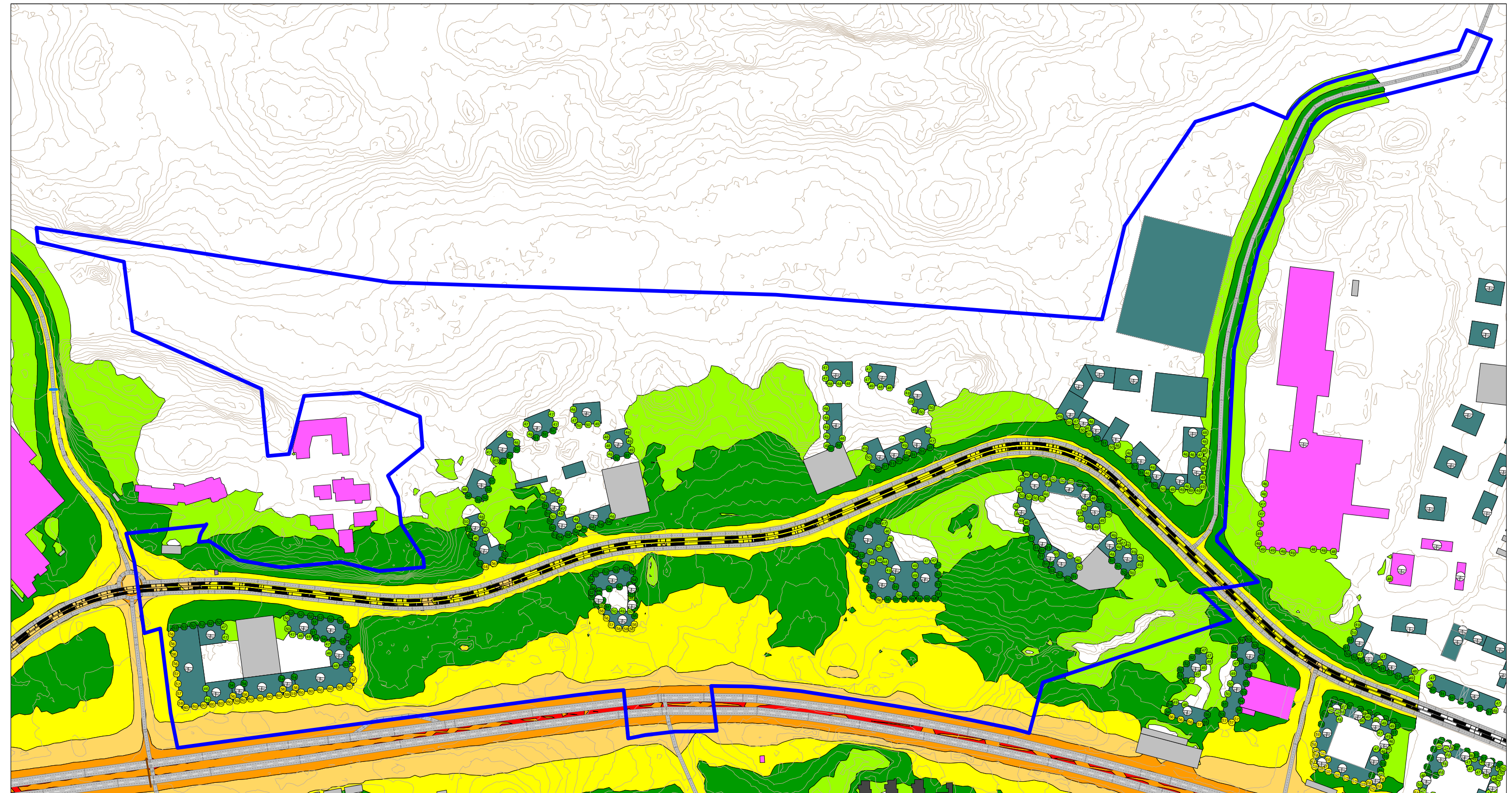
- Asuinrakennus
- Liike- tai julkinen rakennus
- Lomarakennus
- Teollinen rakennus
- Kirkollinen rakennus
- Muu rakennus
- Suunniteltu rakennus



Pohjoismainen
tie- ja raitieliikennemelumalli:
laskentakorkeus 2 m
laskentatiheys 5 x 5 m
Mittakaava: 1:3400 (A3)



WSP Finland Oy
9.4.2024



KAUPINLAAKSO 1
ASEMAKAAVA 8618

MELUSELVITYS

Tie- ja raitiotieliikennemelu
Ennustetilanne

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

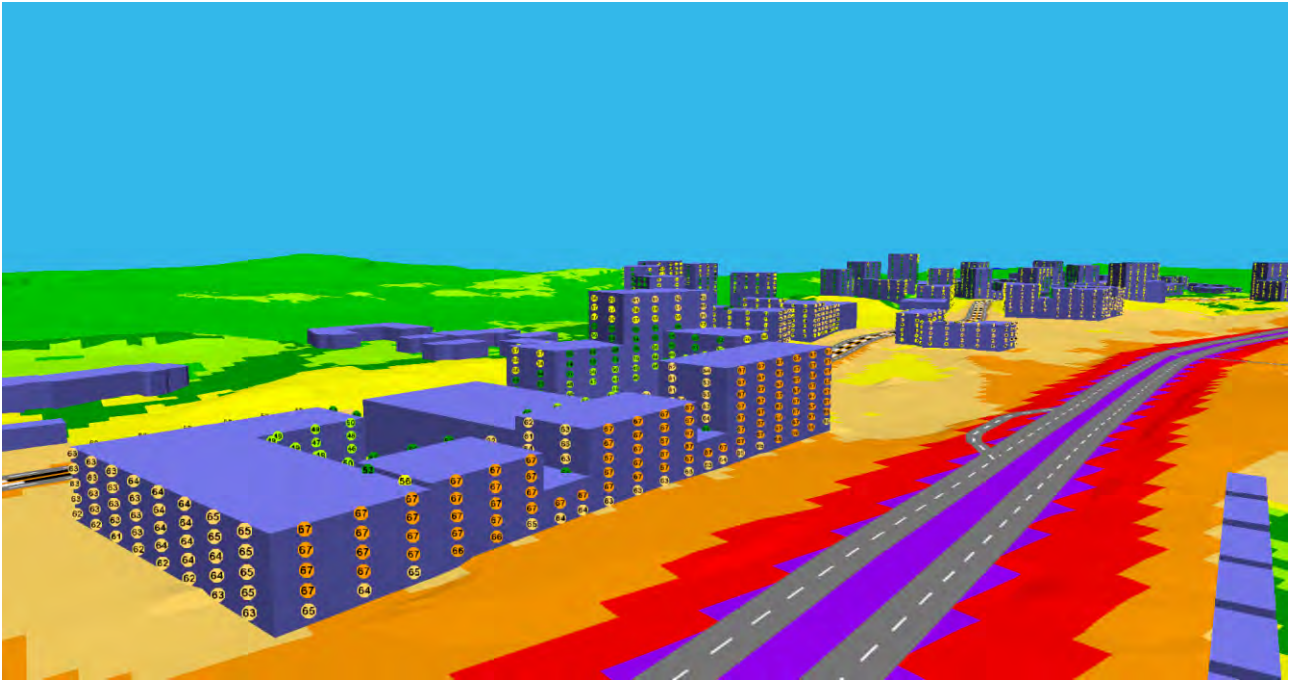
- Asuinrakennus
- Liike- tai julkinen rakennus
- Lomarakennus
- Teollinen rakennus
- Kirkollinen rakennus
- Muu rakennus
- Suunniteltu rakennus



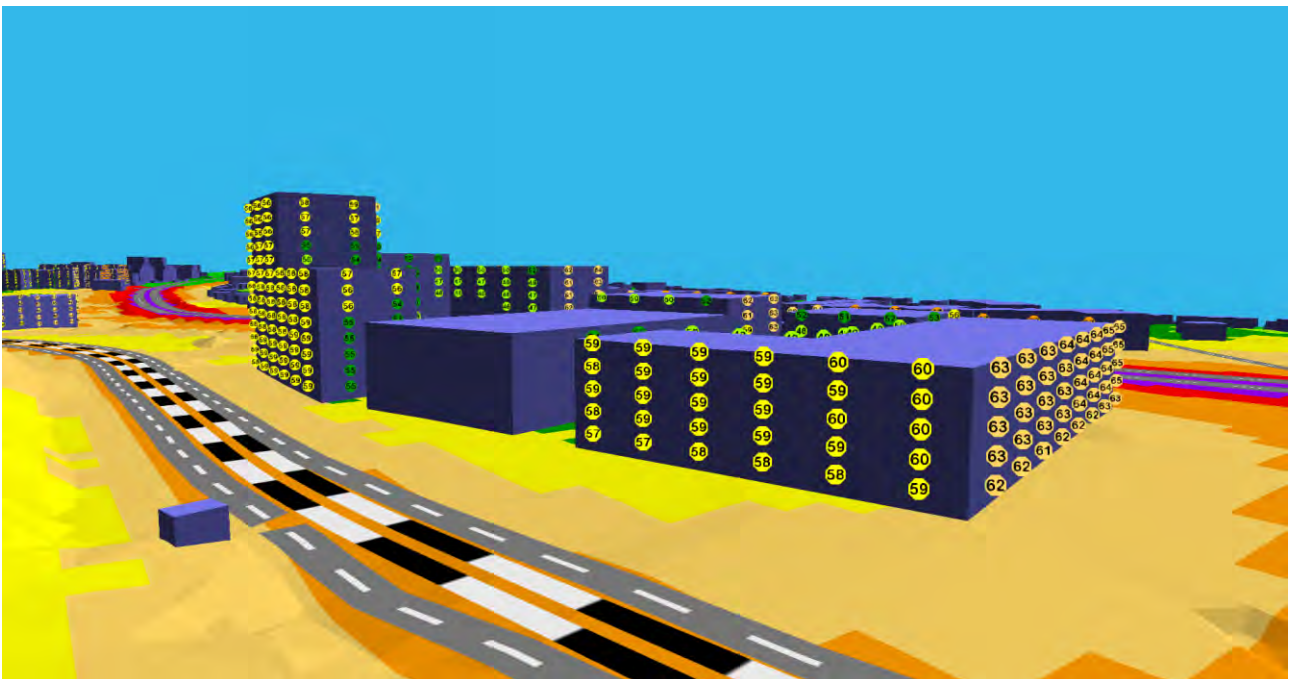
Pohjoismainen
tie- ja raitieliikennemelumalli:
laskentakorkeus 2 m
laskentatiheys 5 x 5 m
Mittakaava: 1:3400 (A3)



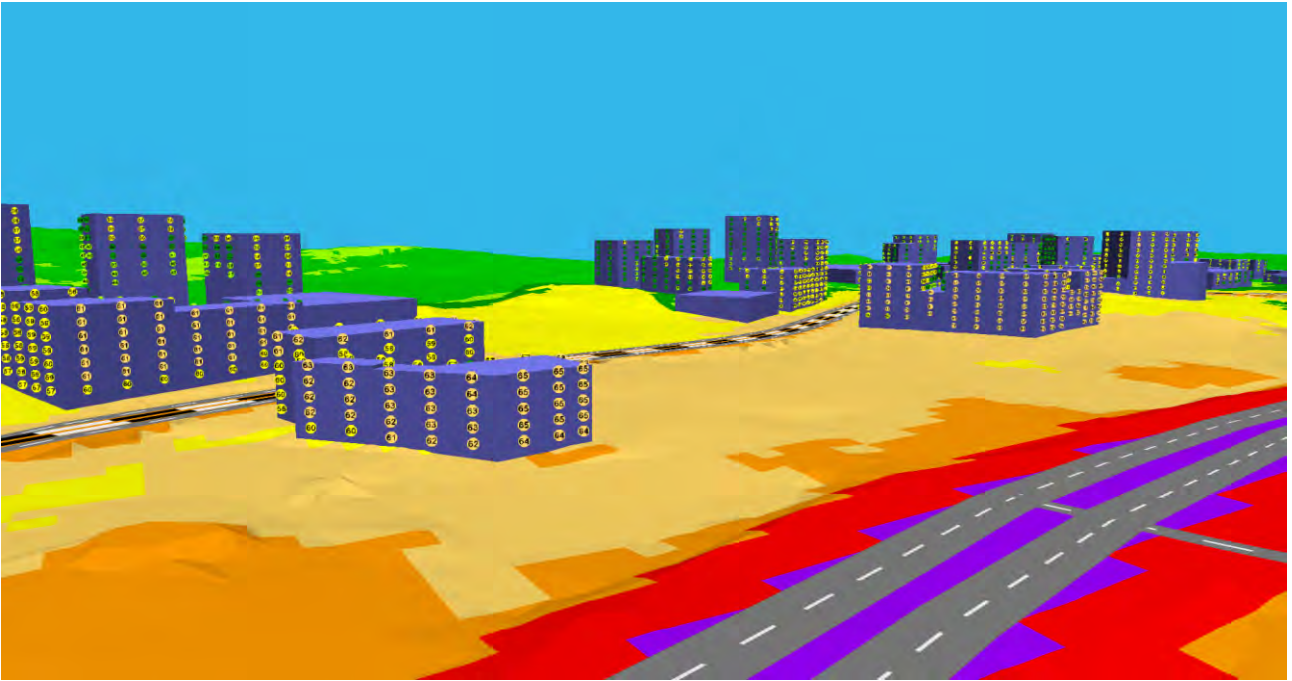
WSP Finland Oy
9.4.2024



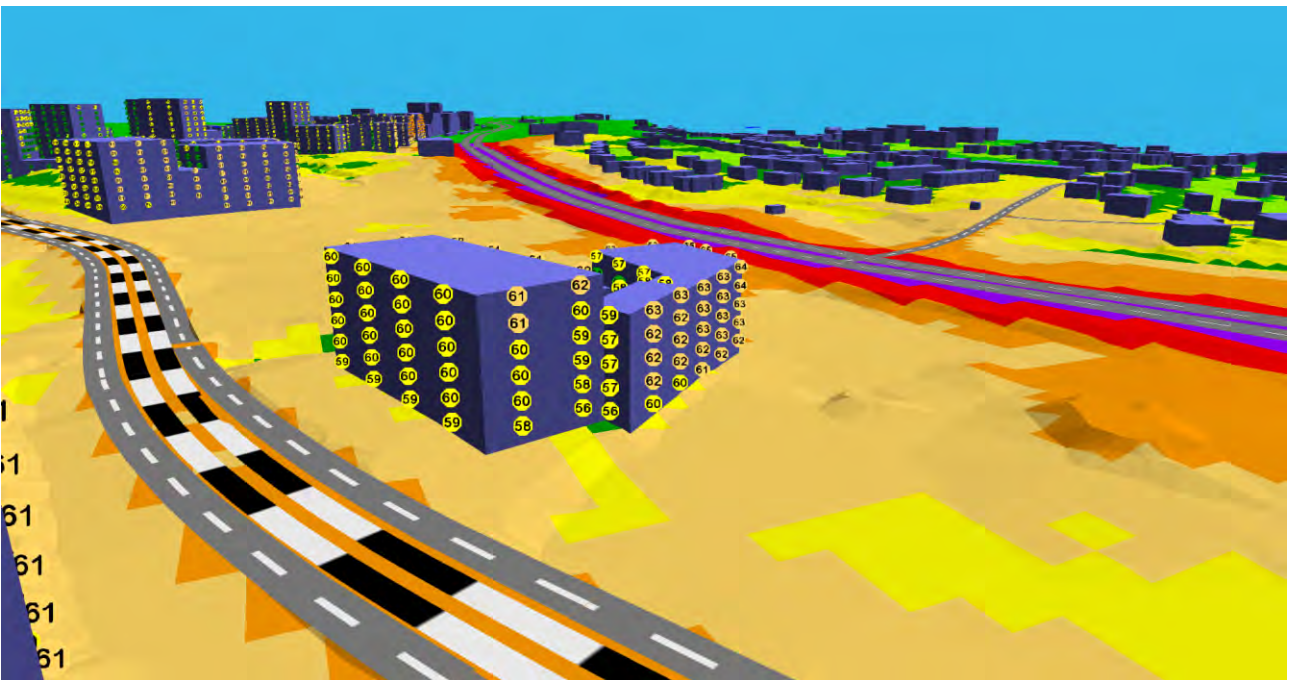
Kuva 1. Näkymä lounaan suunnasta, etualalla Teiskontie ja liike- ja toimistorakennusten korttelialue. Julkisivuihin ja ulkoalueille kohdistuvat päiväaikaiset keskiäänitasot (tie- ja raitiotieliikenne, L_{Aeq} 7-22).



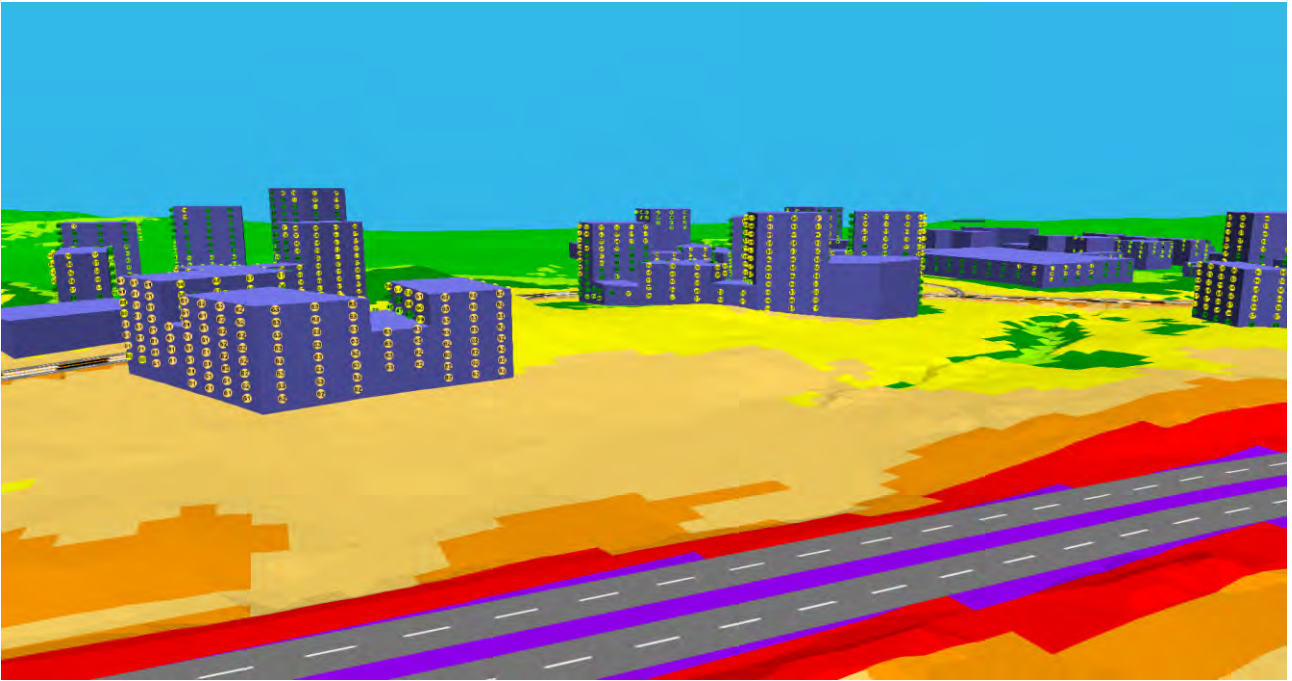
Kuva 2. Näkymä luoteen suunnasta, etualalla Tenniskatu ja liike- ja toimistorakennusten korttelialue. Julkisivuihin ja ulkoalueille kohdistuvat päiväaikaiset keskiäänitasot (tie- ja raitiotieliikenne, L_{Aeq} 7-22).



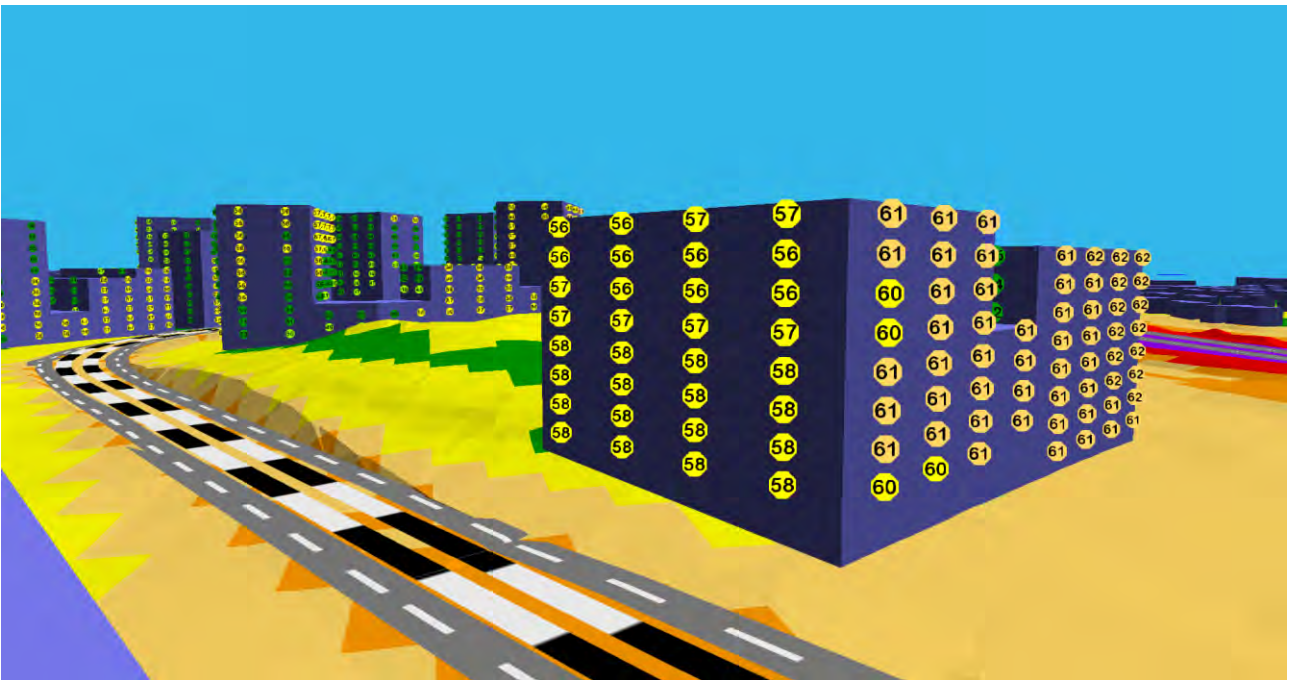
Kuva 3. Näkymä lounaan suunnasta, etualalla Teiskontie ja sosiaalitointa ja terveydenhuoltoa palvelevien rakennusten korttelialue. Julkisivuihin ja ulkoalueille kohdistuvat päiväaikaiset keskiäänitasot (tie- ja raitiotieliikenne, L_{Aeq} 7-22).



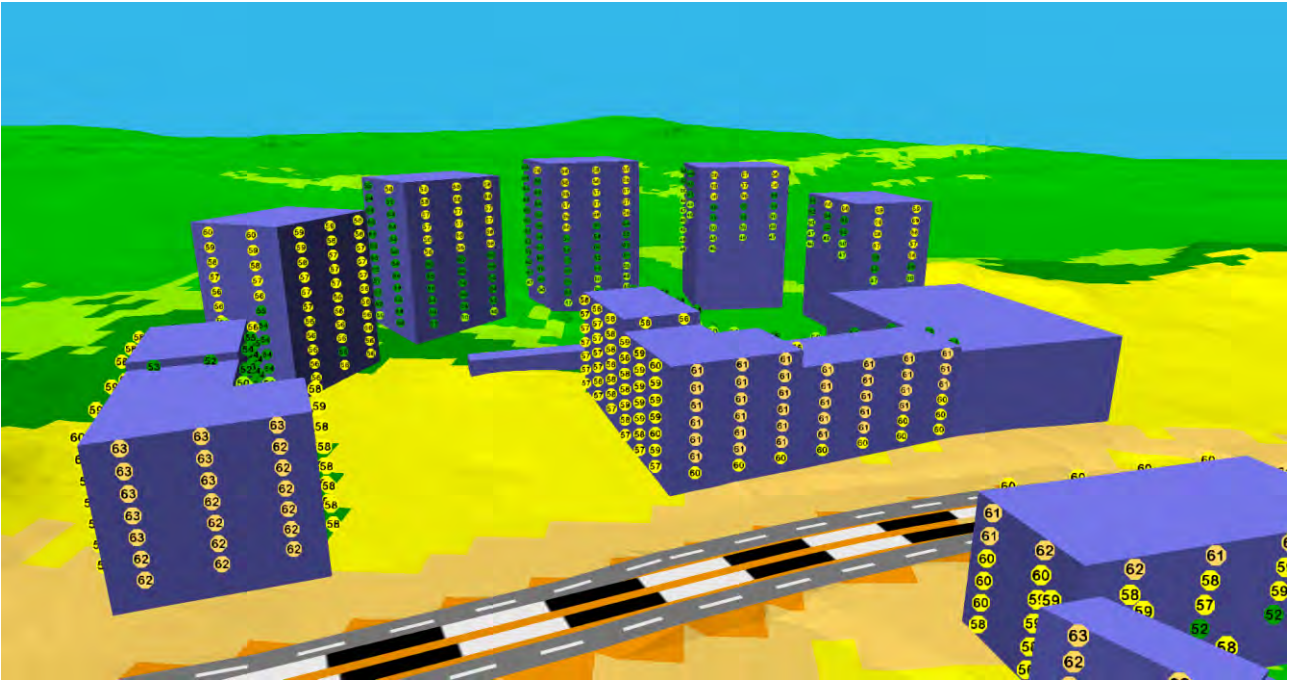
Kuva 4. Näkymä luoteen suunnasta, etualalla Tenniskatu ja sosiaalitointa ja terveydenhuoltoa palvelevien rakennusten korttelialue. Julkisivuihin ja ulkoalueille kohdistuvat päiväaikaiset keskiäänitasot (tie- ja raitiotieliikenne, L_{Aeq} 7-22).



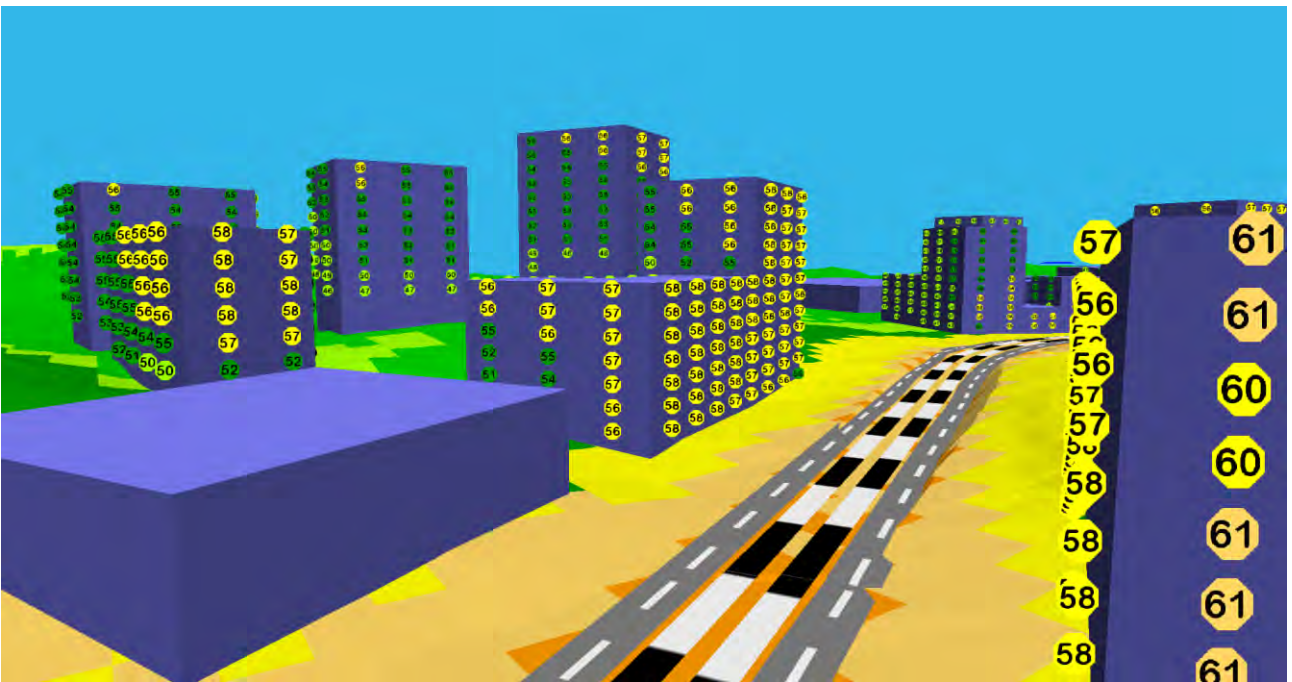
Kuva 5. Näkymä etelän suunnasta, etualalla Teiskontie, liike- ja toimistorakennusten korttelialue. Julkisivuihin ja ulkoalueille kohdistuvat päiväaikaiset keskiäänitasot (tie- ja raitiotieliikenne, L_{Aeq} 7-22).



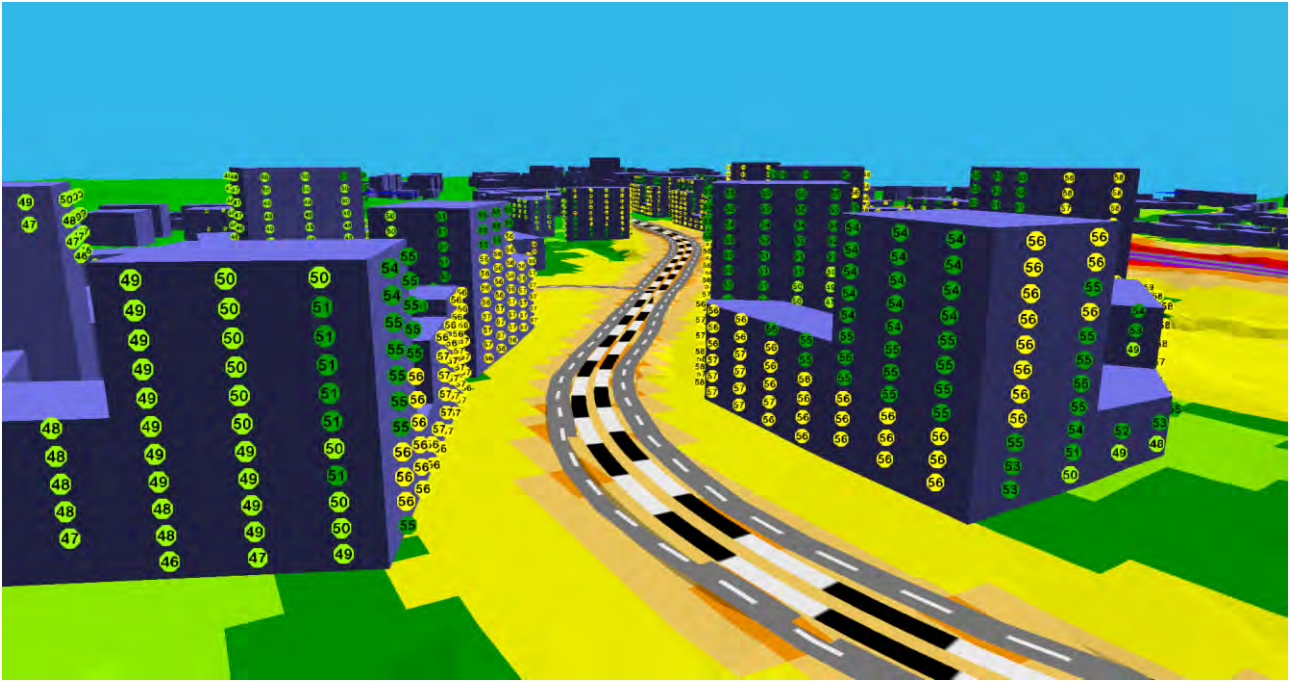
Kuva 6. Näkymä luoteen suunnasta, etualalla Tenniskatu, taustalla liike- ja toimistorakennusten korttelialue. Julkisivuihin ja ulkoalueille kohdistuvat päiväaikaiset keskiäänitasot (tie- ja raitiotieliikenne, L_{Aeq} 7-22).



Kuva 7. Näkymä etelän suunnasta, etualalla Tenniskatu ja asuinkerrostalojen korttelialue, vasemmassa alakulmassa sosiaalitointa ja terveydenhuoltoa palveleva korttelialue. Julkisivuihin ja ulkoalueille kohdistuvat päiväaikaiset keskiäänitasot (tie- ja raitiotieliikenne, L_{Aeq} 7-22).



Kuva 8. Näkymä lounaan suunnasta, etualalla Tenniskatu, pysäköintitalo ja asuinkerrostalojen kortteli. Julkisivuihin ja ulkoalueille kohdistuvat päiväaikaiset keskiäänitasot (tie- ja raitiotieliikenne, L_{Aeq} 7-22).



Kuva 9. Näkymä lännen suunnasta, etualalla Tenniskatu, jonka molemmin puolin asuin-, liike- ja toimistorakennusten korttelialueet. Julkisivuihin ja ulkoalueille kohdistuvat päiväaikaiset keskiäänitasot (tie- ja raitiotieliikenne, L_{Aeq} 7-22).