

Amurin asemakaava 9004, Tampere

TÄRINÄ- JA RUNKOMELUSELVITYS

15-1456.2
20.4.2026

Tiivistelmä

Tässä selvityksessä arvioidaan tie- ja raideliikenteen aiheuttamia tärinä- ja runkomelutasoja Tampereen Amurin asemakaavan 9004 kortteleissa 40, 41, 44 ja 45. Kaava-alue sijaitsee Tampere-Lielahdi junaradan varrella ja kaava-alueelle suunnitellut asuinrakennukset ovat lähimmillään noin 100 metrin etäisyydellä lähimmän junaraiteen keskilinjasta. Alueen vierestä kulkee Kortelahdenkatu, jonka osalta on arvioitu raskaan tieliikenteen aiheuttamia tärinätasoja rakennuksiin. Tärinä- ja runkomelutasoja on arvioitu ennustetilanteessa.

Tärinän ja runkomelun arviointi on tehty Vibmapper®-ohjelmistolla. Tärinän arviointi perustuu VTT:n julkaisussa *Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa* esitettyyn laskentamalliin, joka ottaa huomioon rakennusten etäisyyden radasta, junaliikenteen nopeuden, junien painon, radan kunnan sekä maaperän. Tieliikenteen aiheuttama tärinä on arvioitu niin ikään edellä mainitun julkaisun perusteella. Se ottaa huomioon, ajoneuvojen nopeuden, pinnan kunnan, maaperän ja etäisyyden tiestä. Runkomelun arviointi perustuu VTT:n julkaisun *Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi* laskentamalliin. Runkomelun arviointi perustuu VTT:n julkaisun *Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi* laskentamalliin. Runkomelun osalta on otettu huomioon radan ja talojen perustamistapa, radan kunto, maaperä talon alla, etäisyys junarataan, sekä junan tyyppin ja nopeuden vaikutus. Edellä mainitut mallit on kalibroitu alueella tehtyjen lähtötietomittausten perusteella.

Kaava-alueen tavoitearvona tärinän osalta käytetään tunnuslukua $v_{w,95}$ enintään 0,3 mm/s asuinrakennuksilla. Runkomelun tavoitearvona käytetään tunnuslukua $L_{pr,m}$ enintään 35 dB asunnoissa.

Liikennetiedot sekä alueen maaperä ja kohteen perustamistavat on kuvattu kappaleessa 4. Käytetyt laskennalliset arviointimenetelmät on kuvattu tarkemmin liitteessä 1 ja selvitystä varten tehdyt mittaukset liitteessä 2. Kappaleessa 5 on esitetty tärinän ja runkomelun tulokset ja liitteessä 3 tärinä- ja runkomelukartat.

Selvityksen perusteella riski runkomelun ja tärinän ohjearvojen ylittymiselle on pieni kaava-alueella. Kaavaan ei tarvita merkintää tärinästä tai runkomelusta.

Amurin asemakaava 9004

SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto	1
1.1	Tilaaaja.....	1
1.2	Tekijä.....	1
1.3	Kohde ja selvityksen tarkoitus.....	1
1.4	Käytetyt merkinnät ja lyhenteet.....	2
2	Tärinän ja runkomelun leviäminen maa- ja kallioperässä.....	3
3	Tärinää ja runkomelua koskevat ohjeavot.....	3
4	Lähtötiedot.....	4
4.1	Karttatiedot ja rakennukset	4
4.2	Rata ja liikennöinti.....	4
4.3	Raitiotieliikenne ja tieliikenne	5
4.4	Maaperä ja rakennusten perustamistapa	5
4.5	Suunniteltu maankäyttö	6
4.6	Mittaukset ja mallinnus.....	6
5	Tulokset.....	6
5.1	Tärinä	6
5.2	Runkomelu	6
6	Loppupäätelmä ja jatkosuunnittelu	6
	LÄHTEET	7
	LIITTEET	7

Amurin asemakaava 9004, Tampere
Tärinä- ja runkomeluserivitys

15-1456.2

1 Johdanto

1.1 Tilaaja

Tampereen kaupunki,
Kaupunkiympäristön suunnittelu
Asemakaavoitus

1.2 Tekijä

A-Insinöörit Suunnittelu Oy
Puutarhakatu 10, 33210 Tampere
puh. 0207 911 888

TkT Sakari Tervo
sakari.tervo@ains.fi

Dipl.ins. Timo Huhtala
timo.huhtala@ains.fi

Dipl.ins. Riku Tanila
riku.tanila@ains.fi

1.3 Kohde ja selvityksen tarkoitus

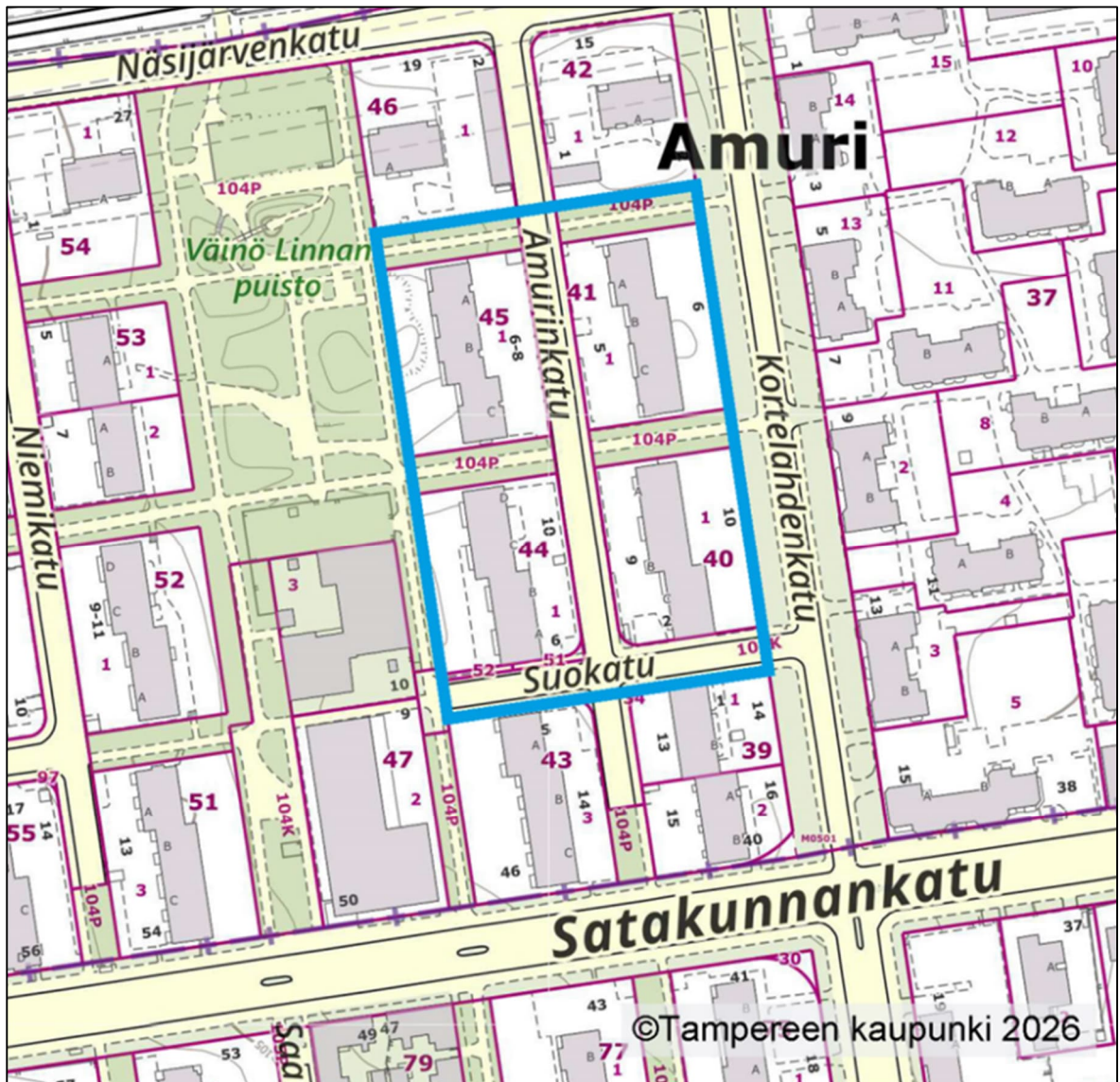
Kohde:	Amurin asemakaava 9004
Osoite:	33210, Tampere
Tehtävä:	Tärinä - ja runkomeluserivitys asemakaavamuutosta varten

Tässä selvityksessä arvioidaan raideliikenteen aiheuttamaa tärinää ja runkomelua Amurin asemakaava-alueella 9004, kortteleissa 40, 41, 44 ja 45. Arvio perustuu tärinän ja runkomelun laskentamalleihin, jotka on kalibroitu alueella tehtyjen mittausten perusteella.

Tärinä on arvioitu junan tyyppin, painon ja nopeuden yhteisvaikutuksesta, ja laskennallinen tulos vastaa värähtelyn tunnuslukua $v_{w,95}$. Runkomelu on arvioitu junan tyyppin ja nopeuden yhteisvaikutuksesta, josta on laskettu ohitusten aiheuttamien runkomelutaso, joka vastaa runkomelun tilastollista tunnuslukua L_{prM} . Lisäksi on arvioitu raskaan tieliikenteen aiheuttamaa tärinää rakennusten perustuksiin.

Selvityksessä esitetään tärinä- ja runkomelutilanne sekä nykyisten että suunniteltujen rakennusten osalta. Koko alueelle on laadittu kartat, joihin tärinä- ja runkomeluvyöhykkeet on merkitty.

Kaava-alue sijaitsee Tampereen keskustassa ja kohde on esitetty kartalla kuvassa 1.1.



Kuva 1.1. Kohteen sijainti kartalla. Kaava-alue on esitetty sinisellä viivalla.

1.4 Käytetyt merkinnät ja lyhenteet

Akustisista mitta- ja tunnusluvuista käytetään taulukon 1.1 mukaisia merkintöjä.

Taulukko 1.1. Akustiset mitta- ja tunnusluvut.

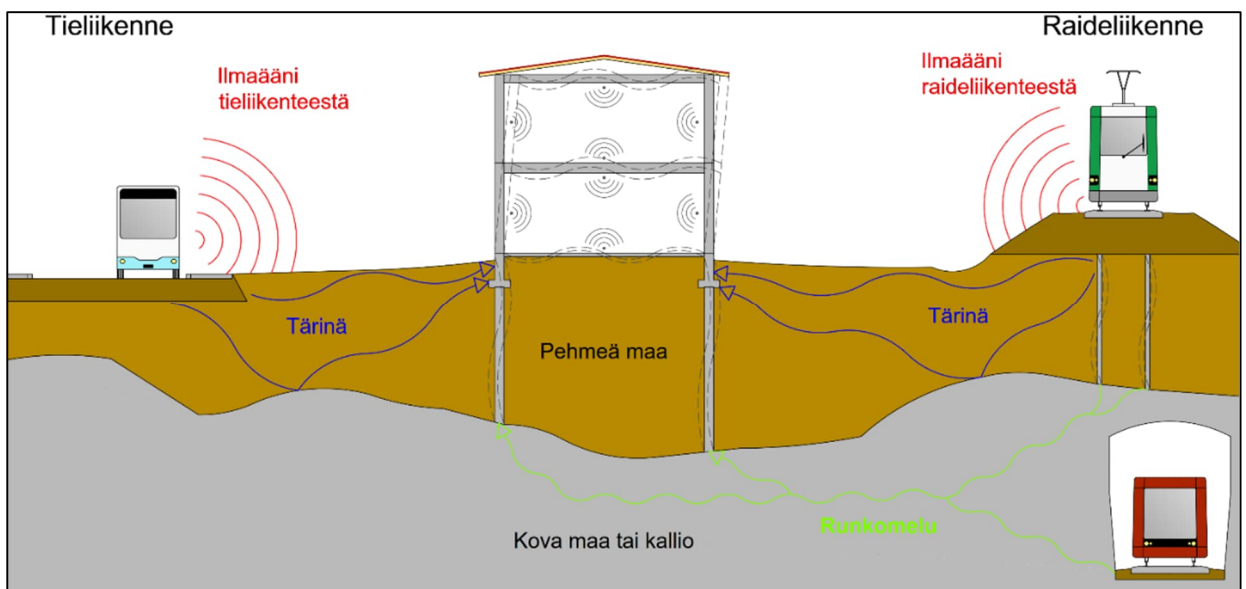
Merkintä	Selitys
$v_{w,95}$	Ohjearvoon verrannollinen tärinän tilastollinen enimmäisarvo [mm/s]
L_{prm}	Ohjearvoon verrannollinen runkomelun laskentasuure [dB]

2 Tärinän ja runkomelun leviäminen maa- ja kallioperässä

Raideliikenteen aiheuttama värähtely ilmenee pehmeillä maaperillä rakennusten liikkeenä, jonka ihminen aistii tärinänä (kuva 2.1). Eniten tärinää aiheuttavat yleensä raskaat tavarajunat. Kovilla maaperillä värähtely on suurempitaajuista ja pienempää, eikä se tavallisesti ylitä ihmisen havaintokynnystä.

Rakenteiden värähtely voi ilmetä rakennuksissa myös runkoäänenä, varsinkin kovilla maaperillä. Runkomelu kuuluu matalataajuisena äänenä, ja se kulkeutuu tehokkaasti ratarakenteesta ympäristöön erityisesti kalliota pitkin. Jos rata ja rakennukset on paalutettu kallioon, runkomelua voi esiintyä myös pehmeikköalueilla. Lyhyillä etäisyyksillä sekä tärinä että runkomelu voivat olla häiritseviä.

Tärinä- ja runkomelutasoihin voivat lisäksi vaikuttaa paikallisesti ratarakenteen ominaisuudet, kuten kaartteet, kallistukset sekä epäjatkuvuuskohdat – esimerkiksi vaihteet tai sillat ja alikulut, joissa tukirakenne muuttuu.



Kuva 2.1. Periaatekuva raide- ja tieliikenteen aiheuttaman tärinän ja runkomelun etenemisestä eri maalajeissa.

3 Tärinää ja runkomelua koskevat ohjearvot

Alueidenkäyttölaki (132/1999) sekä maankäyttö- ja rakennusasetus (895/1999) ohjaavat alueiden suunnittelua. Kaavoituksen yhteydessä on tarvittaessa selvítettävä, millaisia tärinä- ja runkomeluvaiikutuksia alueella esiintyy. Rakennusten teknisten vaatimusten arvioinnissa voidaan käyttää standardin SFS 5907:2022 Rakennusten akustinen suunnittelu ja luokitus ohjearvoja akustiselle luokalle A2, joka vastaa uudisrakentamisen vaatimuksia.

Asuinrakennuksissa avoradan varrella runkomelun ohjearvo on 35 dB. Tärinän arvioinnissa sovelletaan uusille asuinrakennuksille annettua ohjearvoa $v_{w,95}$ 0,30 mm/s (Talja *et al.*, 2008).

Tässä selvityksessä käytetyt runkomelun ja tärinän ohjearvot eri rakennustyypeille on koottu taulukkoon 3.1.

Tärinän tunnusluku $v_{w,95}$ ja runkomelun tunnusluku L_{prn} on määritelty siten, että 95 % mittaustuloksista alittaa kyseisen arvon.

Taulukko 3.1. Selvityksessä sovelletut runkomelun ja tärinän ohjearvot

Rakennustyyppi	Runkomelutaso L_{prn} [dB]	Tärinäarvo $v_{w,95}$ [mm/s]
Asuinhuoneistot	35	0,30

4 Lähtötiedot

4.1 Karttatiedot ja rakennukset

Selvitys perustuu Maanmittauslaitokselta saatuun avoimeen pohjakartta-aineistoon, joka sisältää alueen korkeustiedot ja liikenneväylien sijainnit. Selvityksessä on käytetty seuraavia Maanmittauslaitoksen CC BY 4.0 -lisenssin alaisia aineistoja:

- Maastotietokanta (sisältäen vesistöt), haettu 30.3.2026
- Taustakartat, haettu 30.3.2026

Kaava-alue ja suunnitellut rakennukset perustuvat Tampereen kaupungin 24.3.2026 toimittamaan suunnitelma-aineistoon.

4.2 Rata ja liikennöinti

Kaava-alue sijaitsee Tampereen keskustan ja Lielahden välisen rataosuuden eteläpuolella. Selvityksessä on käytetty seuraavia Väyläviraston latauspalvelusta ladattuja CC BY 4.0 -lisenssin alaisia aineistoja:

- Rataverkko, haettu 30.3.2026
- Sillat, haettu 30.3.2026

Suunnittelualueen lähetyvillä ei ole vaihteita tai raide-eristyksiä. Tampereelta Lielahteen päin rata kulkee Mustanlahdenkadun alikulkusillan ylitse ja jatkuu penkereen päällä koko alueen ohitse. Kaava-alueen kohdalla ratapenkereessä yksi kevyen liikenteen alikulkusilta.

Rataosuudella liikkuvien junien liikennetiedot on saatu Tampereen kaupungin materiaalipankista. Tavara- ja matkustajajunien ennuste on vuodelle 2040. Junien tyypit, lukumäärät, sekä arvioidut nopeudet kohteen kohdalla on esitetty erikseen yö- ja päiväajalle taulukossa 4.1. Paino on arvioitu henkilöliikennejunien osalta olemassa olevien tietojen perusteella ja tavarajunille Väylävirastolta 31.10.2024 saadun datan perusteella.

Taulukko 4.1. Junaliikennetiedot.

Junatyyppi	Junan paino, 95 % [t]	Junan nopeus [km/h]	Junien lukumäärä, Päivä / Yö	
			Nykytilanne	Ennuste v. 2040
Sm1 ja Sm2 paikallisliikenteen sähkömoottorijunat	106	100	8 / 2	10 / 3
Sr1- tai Sr2-veturin vetämät henkilöliikenteen junat	300	80	0 / 1	0 / 0
Pendolinot	205	100	8 / 1	11 / 1
IC 2 -junat	156	80	27 / 4	33 / 7
Suomalaisista vaunuista koostuvat tavarajunat	3600	80	10 / 8	10 / 9

4.3 Raitiotieliikenne ja tieliikenne

Saatujen liikennetietojen mukaan selvitysalueen kaduilla voi ajoittain kulkea raskasta tieliikennettä.

Raitiotien lähin etäisyys kaava-alueen reunaan on noin 330 metriä ja lähimpään asuinrakennukseen yli 340 metriä. Suuren etäisyyden ja verrattain pienen akselipainon vuoksi raitiotieliikenne aiheuttama runkomelu- ja värinärisä on pieni eikä sen tarkempi selvittäminen ole tässä tarpeellista.

4.4 Maaperä ja rakennusten perustamistapa

Maaperän lähtötietona toimi Geologian Tutkimuskeskuksen GTK:n maaperäkartta-aineistoa. Selvityksessä on käytetty seuraavaa GTK:n CC BY 4.0 -lisenssin alaista aineistoa:

- Maaperä 1:20 000/50 000, haettu 30.3.2026.

Maaperäkartassa kaava-alueen pohjamaa on tuntematon. Kuitenkin maapohjatutkimusten mukaan kortteleiden 39, 41, 42 ja 45 alueella pohjamaa on kalliota, soraa, hiekkaa ja moreenia (<https://gtkdata.gtk.fi/pohjatutkimukset/index.html>, haettu 30.3.2026). Korttelin 45 kohdalla kalliomaata on pinnassa ja Väinö Linnan puiston kohdalla tehtyjen kairausten mukaan alueella on myös jonkin verran silttiä. Näiden tutkimusten pohjalta tässä on oletettu, että pohjamaa on kaavamuuosalueella moreenia tai kalliota.

4.5 Suunniteltu maankäyttö

Tarkasteltavan kaava-alueen suunnitteilla olevien rakennusten tiedot on saatu Tampereen kaupungilta. Nämä rakennukset on merkitty liitteenä oleviin tulosteisiin. Kaavamuutosalueelle suunnitellut rakennukset ovat asuinrakennuksia.

4.6 Mittaukset ja mallinnus

Alueella toteutettiin tärinä- ja runkomelumittaukset 30-31.3.2026. Mittaustuloksilla kalibroitiin junaliikenteen runkomelun ja tärinän mallit, jotka on esitetty liitteessä 1. Mittaustulokset on esitetty liitteessä 2.

Alueen junaradan pohjoispuolella on tehty mittauksia vuonna 2018 joiden tulokset ovat samansuuntaisia tässä esitettyjen kanssa.

5 Tulokset

5.1 Tärinä

Tärinämallinnuksen tulokset on esitetty tärinäkartassa liitteessä 3 tärinävyöhykkeenä. Tärinän kannalta merkitsevin junatyyppejä on tavarajuna. Kaavamuutosalueelle ei kohdistu junaliikenteestä tärinäriskiä asumiselle.

Raskaan tieliikenteen tärinä ei aiheuta riskiä asumiselle. Liitteen 1 laskentakaavan mukaan 0,3 mm/s ohjearvo alittuu yli 2 metrin päässä tiestä ja rakennusten lähimmät julkisivut ovat tätä kauempana. Näitä tuloksia ei ole esitetty tärinäkartoissa liitteessä 3.

5.2 Runkomelu

Runkomelutulokset on esitetty runkomelukartassa liitteessä 3 runkomeluvyöhykkeenä. Runkomelun suhteen merkitsevä junatyyppejä on tavarajuna. Kaavamuutosalueelle ei kohdistu junaliikenteestä runkomeluriskiä asumiselle.

6 Loppupäätelmä ja jatkosuunnittelu

Koska suositellut runkomelun ja tärinän ohjearvot alittuvat suunnittelualueen asuinrakennuksissa, kaavan ei tarvita erillistä määräystä runkomelusta tai tärinästä.

LÄHTEET

- AINS 1620260.6 (2023). Tampereen henkilöratapiha. Eristysjatkosten akustiset mittaukset. A-Insinöörit Suunnittelu Oy.
- Kylliäinen, M. Tervo, S. ja Yli-Pietilä, A. (2022). Talonrakentamisen akustiikka. Tampereen yliopisto.
- Alueidenkäyttölaki (132/1999). <https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/1999/132>
- Maankäyttö- ja rakennusasetus (895/1999). <https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/1999/895>
- SFS 5907. 2022. Rakennusten akustinen suunnittelu ja laatuluokitus. Helsinki, Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
- Talja, A. 2004. Suositus liikennetärinän mittaamista ja luokituksesta. Espoo, VTT Tiedotteita 2278.
- Törnqvist, J. ja Talja, A. 2006. Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa. Espoo, VTT Working papers 50.
- Talja, A., Vepsä, A., Kurkela, J. ja Halonen, M. 2008. Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi. Espoo, VTT tiedotteita 2425.
- Talja, A. ja Saarinen, A. 2009. Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi. Esiselvitys. Espoo, VTT Tiedotteita 2468.
- Väyläviraston ohjeita 27/2021, Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 20 Ympäristö ja rautatiealueet, 2021.
- Väyläviraston ohjeita 23/2023, Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 11, Radan päällysrakenne, 2023.
- Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä, nro 796/2017.
- Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. 2018. Helsinki, ympäristöministeriö.

LIITTEET

- 1) Tärinän ja runkomelun laskentamallit sekä epävarmuudet (4 s.)
- 2) Mittausraportti (10 s.)
- 3) Tärinä- ja runkomelukartta (1 s.)

Liite 1

Tärinän ja runkomelun laskenta toteutettiin Vibmapper®-ohjelmistolla. Vibmapper'in laskenta perustuu VTT:n julkaisuissa esitettyihin laskentamalleihin, joita on tarkennettu tutkimuskirjallisuuden, mittaustulosten sekä toisista hankkeista saatujen kokemusten perusteella.

Laskentamalleilla arvioidaan raideliikenteestä aiheutuvat tärinä- ja runkomelutasot rakennuksissa, jotka sijaitsevat radan läheisyydessä. Lisäksi arvioidaan tieliikenteen aiheuttama tärinä- ja runkomelutaso rakennuksissa. Tieliikenteen aiheuttama runkomeluriski on yleisesti ottaen niin pieni, että sitä ei arvioida kuin erittäin harvinaisissa tapauksissa. Näihin tapauksiin kuuluvat erittäin lähelle asuinrakennuksia sijoittuvat tien epäjatkuvuuskohdat, joita ovat esimerkiksi hidastetöyryt, korotetut risteysalueet, kaivonkannet ja väliaikaiset siltarakenteet.

Laskennassa hyödynnetään edellisessä kappaleessa esiteltyjä lähtötietoja. Junaliikenteen runkomelun ja tärinän osalta määräävä junatyyppejä on tavarajuna, jolle laskenta on esitetty. Koska tavarajunan nopeudessa ja painossa ei ole oletettavasti muutoksia, laskenta edustaa sekä nykytilannetta, että ennustetilannetta olettaen, että muut lähtötiedot eivät muutu. Seuraavaksi tärinän ja runkomelun laskentamallit esitellään tarkemmin.

Junaliikenteen aiheuttaman tärinän laskentamalli

Tärinätasojen arviointi maaperässä ja rakennuksissa perustuu julkaisussa *Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa* esitettyyn laskentamalliin (Törnqvist & Talja, 2006). Laskentamalli arvioi pystysuuntaisen heilahdusnopeuden maksimin odotusarvon maaperässä kaavalla

$$v_{z,max} = v_{z,15} k_D k_S k_G k_R k_E F. \quad 9 \quad (1)$$

Laskentamallin muuttujat ovat

- pystysuora vertailuheilahdusnopeus 15 m etäisyydellä raiteen keskilinjasta $v_{z,15}$.
- etäisyyskerroin k_D . Värähtelyn vaimeneminen riippuu maalajin ominaisuuksista.
 - $k_D = \left(\frac{D_0}{D}\right)^B$, missä $D_0 = 15$ ja etäisyyspotenssikerroin B :n arvo riippuu maalajista
- nopeudesta riippuva kerroin k_S . Laskentamallissa yli 70 km/h nopeudet kasvattavat tärinätasoja.
 - Laskentamalli ei lähteessä (Törnqvist & Talja, 2006) esitettyssä muodossa tunne alle 70 km/h nopeuksia. Alle 70 km/h nopeuksissa tärinä- ja runkomelutasot voivat pienentyä, mutta niiden arviointi on epävarmaa.
- painosta riippuva kerroin k_G

- radan kunnosta riippuva kerroin k_R
- vaihteista ja eristysjatkoksista aiheutuvaa tärinän vahvistumista kuvaava kerroin k_E (AINS, 2023)
- varmuuskerroin F .

Edellä mainittujen muuttujien arvot on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1 Raideliikenteen tärinän laskentaparametrit.

	Maalaji
	Hiekka ja sora
$v_{z,15}$ [mm/s]	0,6
B	2
k_R	1,3
k_E	1,33

Tärinän vaimentuminen radalta rakennukseen päin on laskettu rakennuksen ja radan välillä sijaitsevien maalajien perusteella. Rakennuksissa esiintyvä tärinä on arvioitu maaperän pystysuuntaisesta heilahdusnopeudesta. Pystysuuntaisen tärinän tehollisarvon suuruus on arvioitu huippuarvosta kertoimella 0,55 (Törnqvist & Talja, 2006).

Maaperästä rakennuksen perustuksiin siirtyminen on arvioitu kertoimella (Talja *et al.*, 2008)

$$k_{per} = -\frac{\log_{10}\left(\frac{f_0}{80}\right)}{\log_{10}(8)}, 0 \leq k_{per} \leq 1. \quad 12 \quad (2)$$

Tärinä voi ilmetä rakennuksessa esitettyä lukuarvoa vielä suurempana, mikäli rakennuksen resonanssit vahvistavat värähtelyä. Rungon resonanssi voi voimistaa tärinätasoa 1–10 kertaiseksi. Rakennuksen resonanssin vaikutuksen arviointi on epävarmaa ja sitä ei tässä sen suuren epävarmuuden vuoksi ole sisällytetty tarkasteluun.

Tieliikenteen aiheuttaman tärinän laskentamalli

Tieliikenteen tärinätasojen arviointi maaperässä ja rakennuksissa perustuu julkaisussa *Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa* esitettyyn laskentamalliin (Törnqvist & Talja, 2006). Laskentamalli arvioi pystysuuntaisen heilahdusnopeuden maksimin odotusarvon maaperässä kaavalla

$$v_{z,max} = 0,006 a v g p \left(\frac{r}{6}\right)^x M \quad 15 \quad (3)$$

Laskentamallin muuttujat ovat

- $a = 2$ mm on epätasaisuuden kerroin
- $v = 30$ km/h on ajoneuvon nopeus
- g on maaperäkerroin

- r on tarkastelupisteen etäisyys ajoradasta
- x maaperästä riippuva eksponentti
- $M = 2$ suurennuskerroin

Pystysuuntaisen tärinän tehollisarvon suuruus on arvioitu huippuarvosta kertoimella 0,55 (Törnqvist & Talja, 2006). Edellä mainittujen muuttujien maaperäparametrien arvot on esitetty taulukossa 2. Huippuarvo muutetaan tehollisarvoksi edellä mainitulla tavalla, kuten junaliikenteelle.

Taulukko 2. Tieliikenteen tärinän maaperän laskentaparametrit.

	Maaperä
	Moreeni
g	0,2
x	-0,95

Runkomelun laskentamalli

Runkomelun laskentamalli perustuu VTT:n julkaisuun (Talja & Saarinen, 2009). Laskennassa oletetaan, että runkomelun herätetaso vaimenee etäisyyden suhteen seuraavasti:

$$L_v = A - B \log_{10} \left(\frac{d}{d_{\text{ref}}} \right) - C(d - d_{\text{ref}}), \quad 18 \quad (4)$$

missä d on tarkasteluetaisyys radan keskipisteestä ja d_{ref} on referenssietäisyys. Kertoimet A ja B ovat vakioita ja kerroin C riippuu radan alla sijaitsevasta maaperästä. Tässä esitetty laskentakaava (3) poikkeaa VTT:n ohjeesta viimeisen termin osalta. Viimeinen termi vaikuttaa kaukokentässä tapahtuvaan vaimenemiseen, joka aikaisempien mittausten perusteella oli VTT:n mallissa hieman liian pieni.

Lopullinen runkomelun äänitaso lasketaan etäisyysvaimennuksen ja korjaustekijöiden summana:

$$L_p = L_v + \sum \Delta L_{v,i},$$

missä $\Delta L_{v,i}$ korjaustermit määräytyvät rakennuksen, radan, maaperän ja kaluston kunnon mukaan (Talja & Saarinen, 2009).

Laskenta on suoritettu seuraavilla oletuksilla:

- vaihteiden, siltojen ja eristinjatkosten kohdalla on epäjatkuvuuskohta, joka tuottaa D :n suuruisen, runkomelutasoa korottavan vaikutuksen 15 m etäisyydellä epäjatkuvuuspisteestä; tätä kauempana vaikutus vaimenee pistelähteen tavoin (lasketaan käyttäen (3) ja asettamalla $B = 20$ dB) (AINS, 2023)
- junan nopeus ja tyyppi sekä talojen perustustapa ja maaperä vaikuttavat runkomelutasoon kuten on esitetty lähteessä (Talja & Saarinen, 2009).

Edellä mainittujen laskentaparametrien arvot on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3 Runkomelun laskentaparametrit.

	Maaperä
	Moreeni tai kallio
<i>A</i> [dB]	51
<i>B</i> [dB]	14
<i>C</i> [dB/m]	0.17
<i>D</i> [dB]	6
d_{ref} [m]	15

Epävarmuudet

Epävarmuudet värähtelyn laskennallisessa arvioinnissa liittyvät maaperän ominaisuuksien vaihteluun, tärinälähteen etäisyyteen, kalustoon ja radan kuntoon, sekä värähtelyn siirtymisen arviointiin rakennustyypin mukaan.

Värähtelyn laskennallisessa arvioinnissa maaperän ominaisuudet ja niiden vaihtelu radan ja tarkasteltavan kohteen välillä vaikuttavat suuresti värähtelyn esiintymiseen rakennuksessa. Maaperän ominaisuudet voivat mallissa poiketa hyvinkin paljon todellisista ominaisuuksista. Radan ja tarkasteltavan rakennuksen väliin jäävien muiden rakennusten värähtelyä vaimentavaa vaikutusta ei voida laskentamallilla luotettavasti arvioida.

Tärinätasot on laskettu rakennuksen perustuksiin. Kuitenkin rakennuksen pysty- ja vaakasuuntaiset tärinätasot voivat olla arvioitua suurempia silloin, kun rakennuksen rungon resonanssi voimistaa tärinää. Mahdollinen tärinän voimistuminen riippuu rakennuksen rungon dynaamisista ominaisuuksista, maaperästä sekä tärinän taajuussisällöstä.

Runkomelun osalta kalliomailla sijaitsevat rakennukset on oletettu kalliolle perustetuiksi, mikä vastaa runkomelun kannalta pahinta tilannetta. Lisäksi on oletettu, että radan kohdalla pohjamaa ei erityisesti vaimenna värähtelyn kytkeytymistä koviin maakerrokseen tai kallioperään.

Värähtelyn vaimeneminen etäisyyden kasvaessa on suuresti riippuvainen maaperäolosuhteista. Suuremmilla etäisyyksillä arvioinnin epävarmuus kasvaa.

Liikennöivän kaluston osalta tärinään vaikuttavia asioita ovat erityisesti junien paino ja kaluston kunto. Runkomelun osalta on vastaavasti vaikuttavia tekijöitä ovat junien nopeus ja junatyppi.

MITTAUSRAPORTTI

Runkomelu mitattiin standardien ISO 14837-1 & VTT 2468 mukaisesti
 Tärinä mitattiin standardien ISO 8041 & VTT 2425 mukaisesti

1 Projektitiedot

Tilaja	Tampereen kaupunki Frenckelinaukio 2 B 33100 Tampere Altti Moisala	Tekijä	A-Insinöörit Suunnittelu Oy Puutarhakatu 10 33210 Tampere
Projektinnumero	15-1456.2	Mittauspäivät	30.-31.3.2026
Kohde	Amuri, asemakaava 9004	Mittaajat	Sakari Tervo ja Riku Tanila
Kohteen osoite	Amurinkatu 6-8	Tarkastaja	Benjamin Oksanen
		Päivämäärä	1.4.2026

1.1 Epävarmuus

Raportoitu laajennettu mittausepävarmuus perustuu normaaliin epävarmuuteen, joka on kerrottu kertoimella $k = 2$, joka vastaa noin 95 % todennäköisyyttä. Mittausepävarmuus on arvioitu EA-4/02 ohjeen mukaisesti ja se ottaa huomioon olosuhteista ja mittalaitteista johtuvat epävarmuudet.

1.2 Sääolosuhteet

Suure	Keskiarvo	Pienin	Suurin
Lämpötila	1° C	-2° C	5° C
Routa	0-1 cm	-	-

Lähde: FMI, Tampere Siilinkari

2 Mittalaitteet

Mittauspiste	Laite	Tyyppi	Sarjanumero	Kalibrointi
R1z, R2z, R3z	datatallennin	RION-DA21	500753	16.03.2026
R1z	kiihtyvyyssanturi	WR 793L	11353	29.01.2026
R2z	kiihtyvyyssanturi	WR 793L	11424	29.01.2026
R3z	kiihtyvyyssanturi	WR 793L	11425	29.01.2026

z: pystysuunta, x: vaakasuunta, y: pituussuunta

2.1 Mitatut liikennetapahtumat

Liikennetietojen lähde [Fintraffic](#) / [Digitraffic](#), CC 4.0 BY

Junien lukumäärä per raideosuudet. TPE 771 on aluetta lähempi raide ja TPE 772 on kauempi raide.

	TPE 771	TPE 772
HL	14	0
IC	3	16
PYO	3	3
S	2	4
T	4	10
VET/MUU	1	0

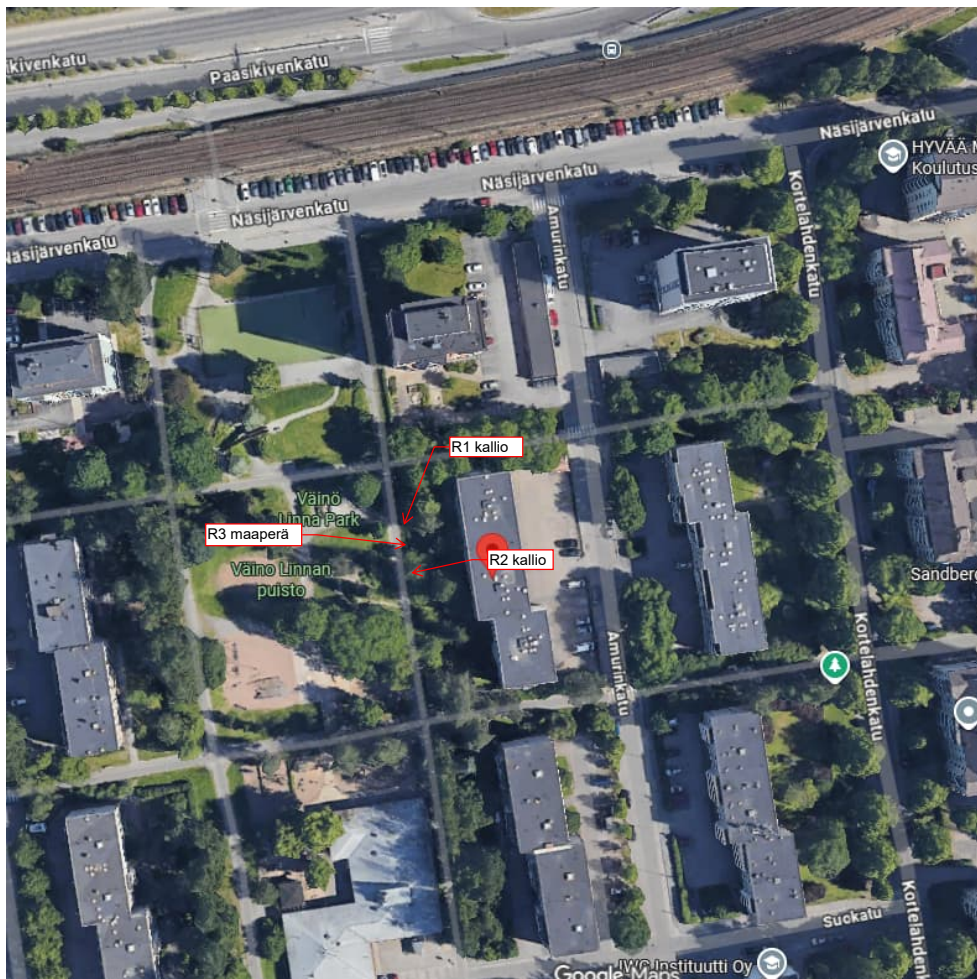
Junien lukumäärä, keskimääräiset pituudet ja nopeudet.

	Lukumäärä	Pituus k.a. [m]	Nopeus k.a. [km/h]
HL	14	81	77
IC	19	146	72
PYO	6	365	67
S	6	174	75
T	14	-	53
VET/MUU	1	-	72

HL: Lähijuna, IC: InterCity-juna, PYO: Yöjuna (IC), S: Pendolino, T: Tavarajuna, VET/MUU: Veturi tai muu

3 Mittauspisteet

Mitattu suure	Mittauspiste	Suunta	Asennus	GPSy	GPSx	Etäisyys rataan
kiihtyvyys	R1	z	magneetti	61.5012652	23.7433997	110 m
kiihtyvyys	R2	z	magneetti	61.5012652	23.7433997	116 m
kiihtyvyys	R3	z	maakiila	61.5012652	23.7433997	113 m



Kuva 1: Mittauspisteet ilmakuvassa/kartalla.

4 Mittaustulokset

Runkomelu

Piste	Kuvaus	Suunta	$L_{v,rm}$ [dB]	C_{b1} [dB]	C_{b2} [dB]	$L_{p,rm}$ [dB]	$\max(L_{p,rm}(f_c))/f_c$	Ohjearvo [dB]
R1z	kallio	z	10	0	15	25	25 dB / 501.19 Hz	35
R2z	kallio	z	-4	0	15	11	9 dB / 316.23 Hz	35
R3z	maa	z	15	-10	15	20	17 dB / 100.00 Hz	35

$$\bar{L}_{p,rm} = L_{v,rm} + C_{b1} + C_{b2}$$

$L_{p,rm}$: Runkomelutaso

$L_{v,rm}$: Runkomelun herätetaso

$C_{b,1}$: Maaperästä rakennusrunkoon kytkeytyminen

$C_{b,2}$: Värähtelystä ilmaääneksi kytkeytyminen

Tärinä

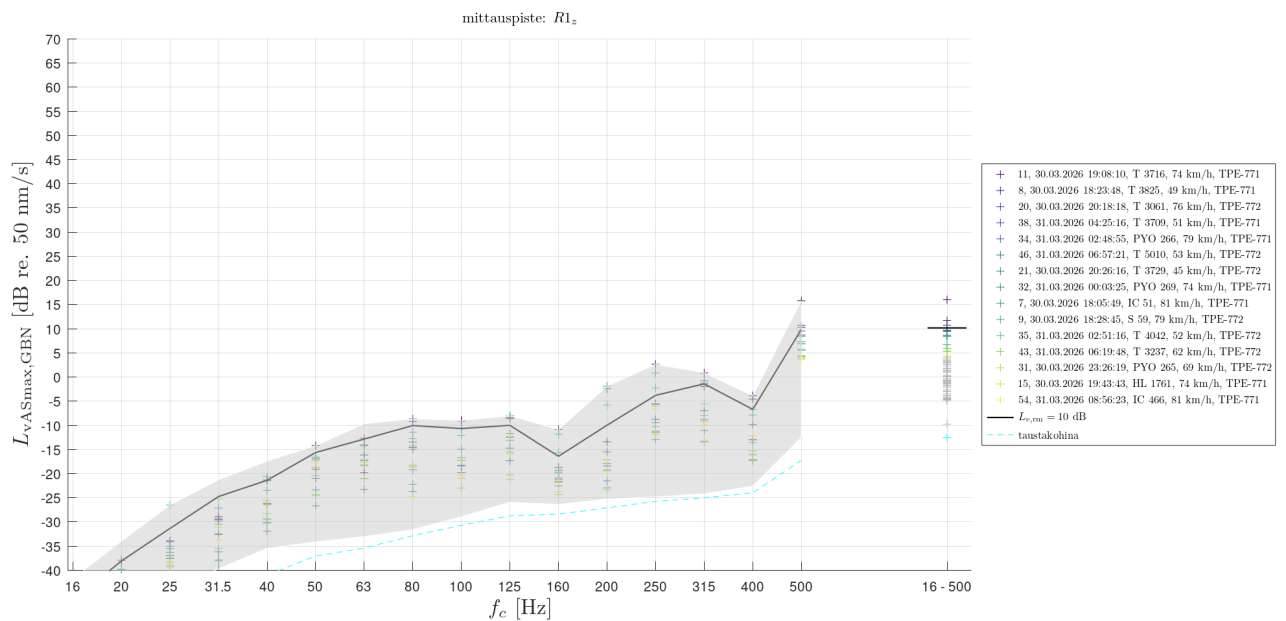
Piste	Kuvaus	Suunta	$v_{w,95}^{maa}$, [mm/s]	$v_{w,95}^{per}$, [mm/s]	v_{w1} [mm/s]	$v_{w2}(f_c)/f_c$	Ohjearvo [mm/s]
R1z	kallio	z	-	0.00	0.01	0.01 mm/s / 1.26 Hz	0.3
R2z	kallio	z	-	0.01	0.01	0.01 mm/s / 1.00 Hz	0.3
R3z	maa	z	0.00	0.00	0.01	0.01 mm/s / 1.26 Hz	0.3

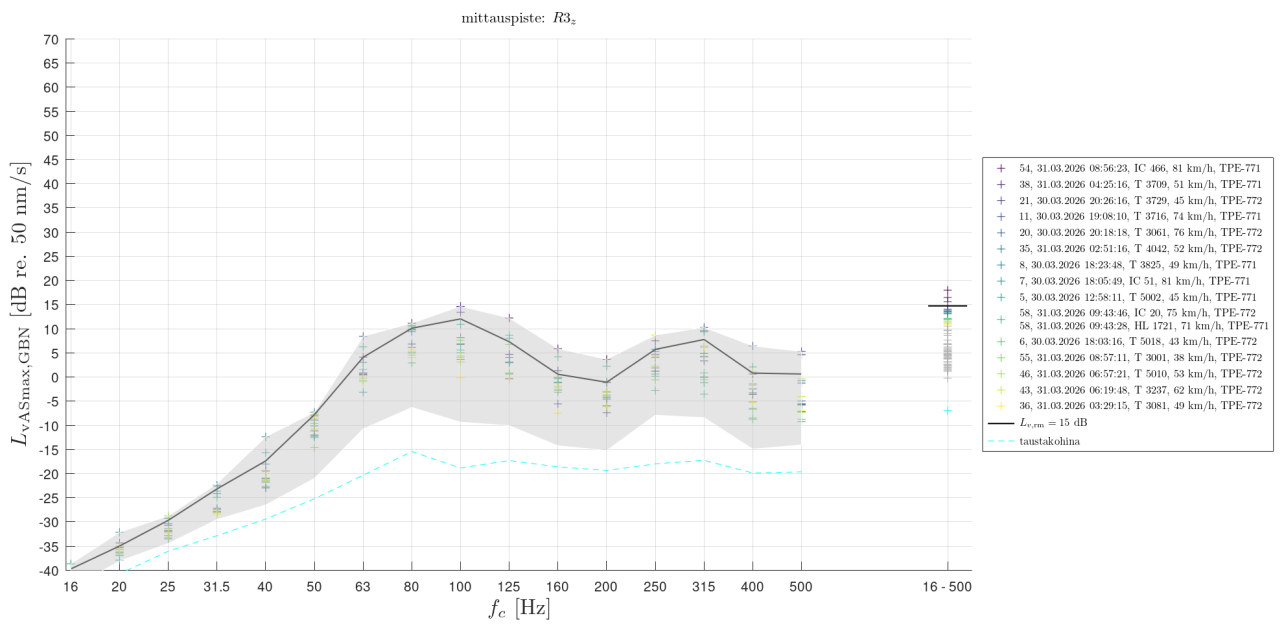
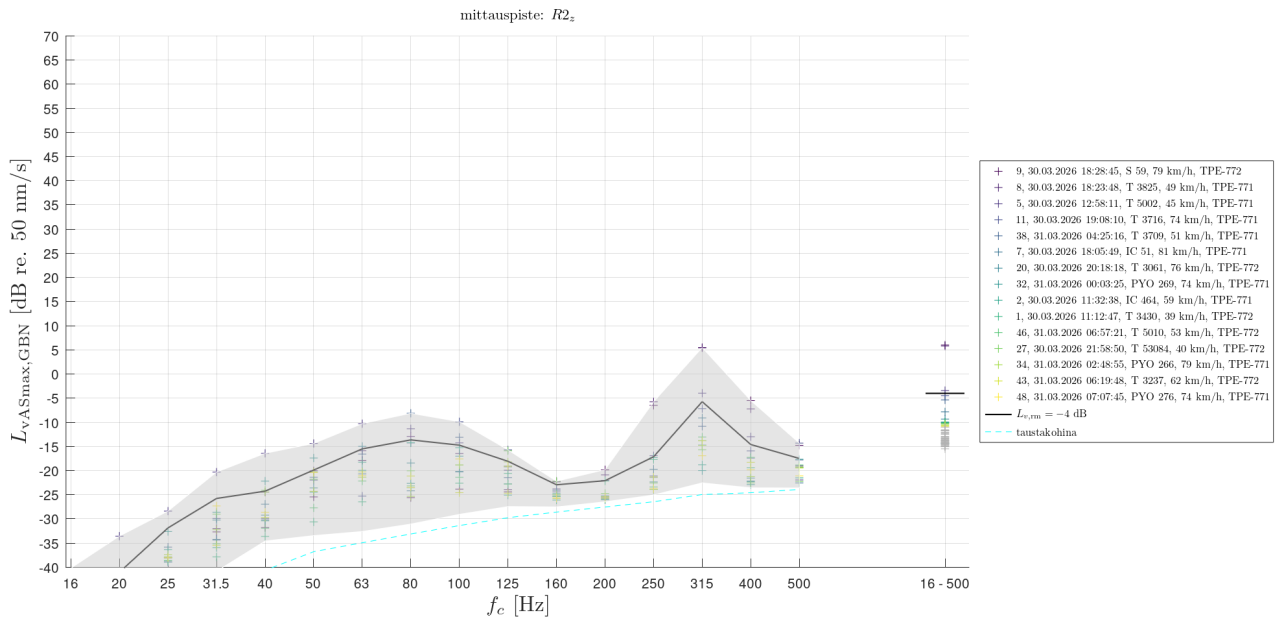
$v_{w,95}^{maa}$: tärinä maaperästä mitattuna

$v_{w,95}^{per}$: tärinä perustuksista mitattuna tai arvioituna

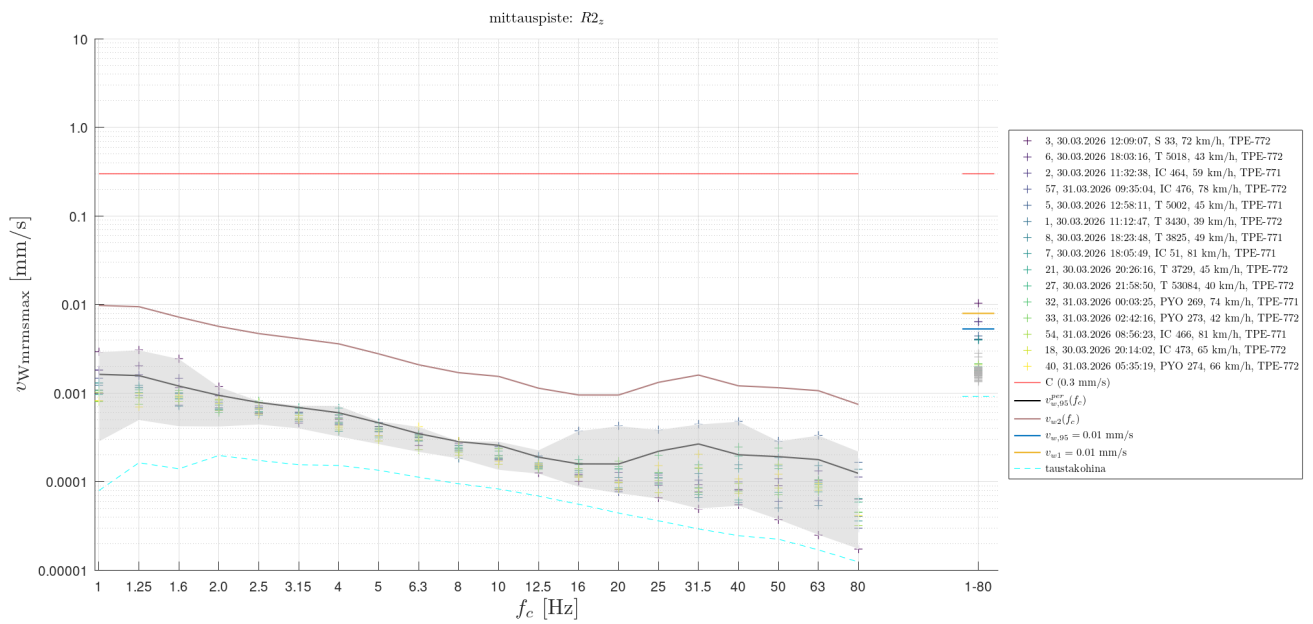
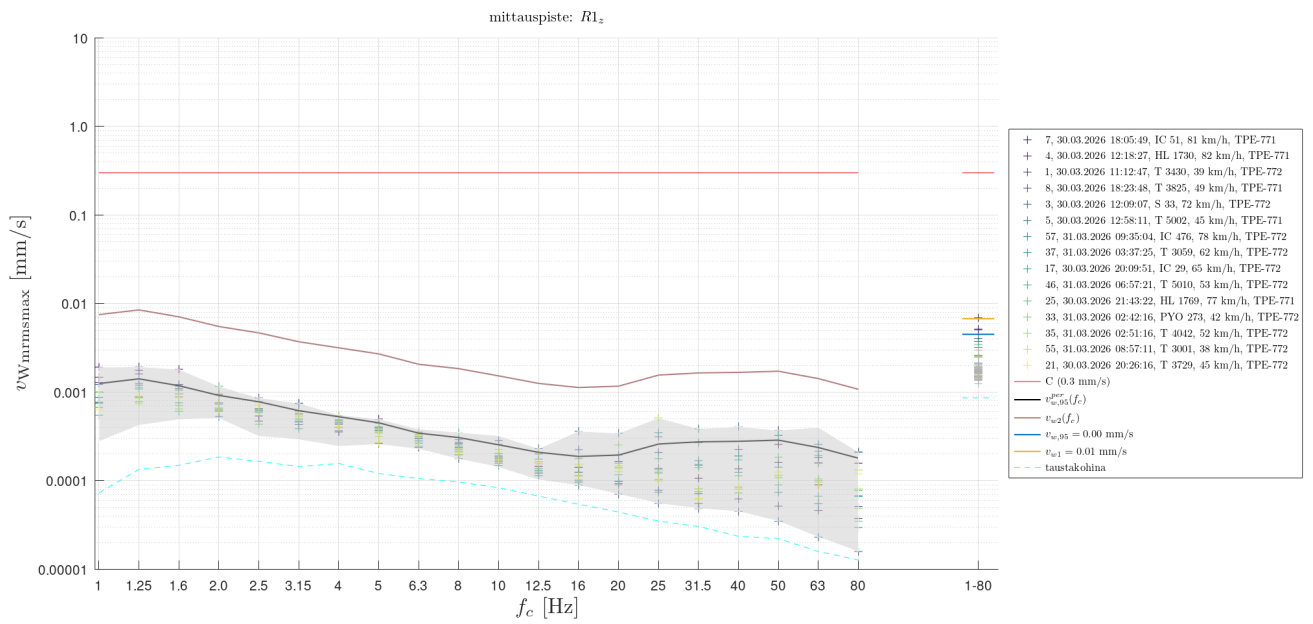
v_{w1} : laajakaistainen tärinä rakennuksessa

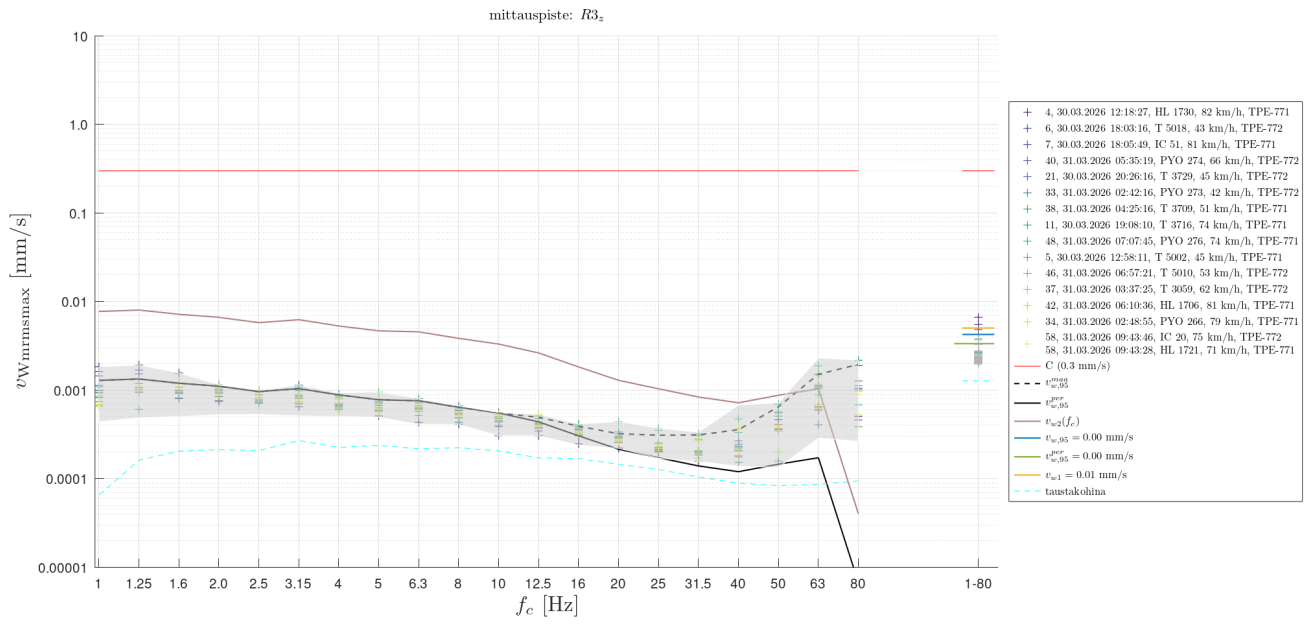
v_{w2} : terssikaistainen tärinä rakennuksessa

4.1 $L_{vAS,max,GBN}$




4.2 $v_{Wmrms,max}$





4.3 Kuvia mittauksista



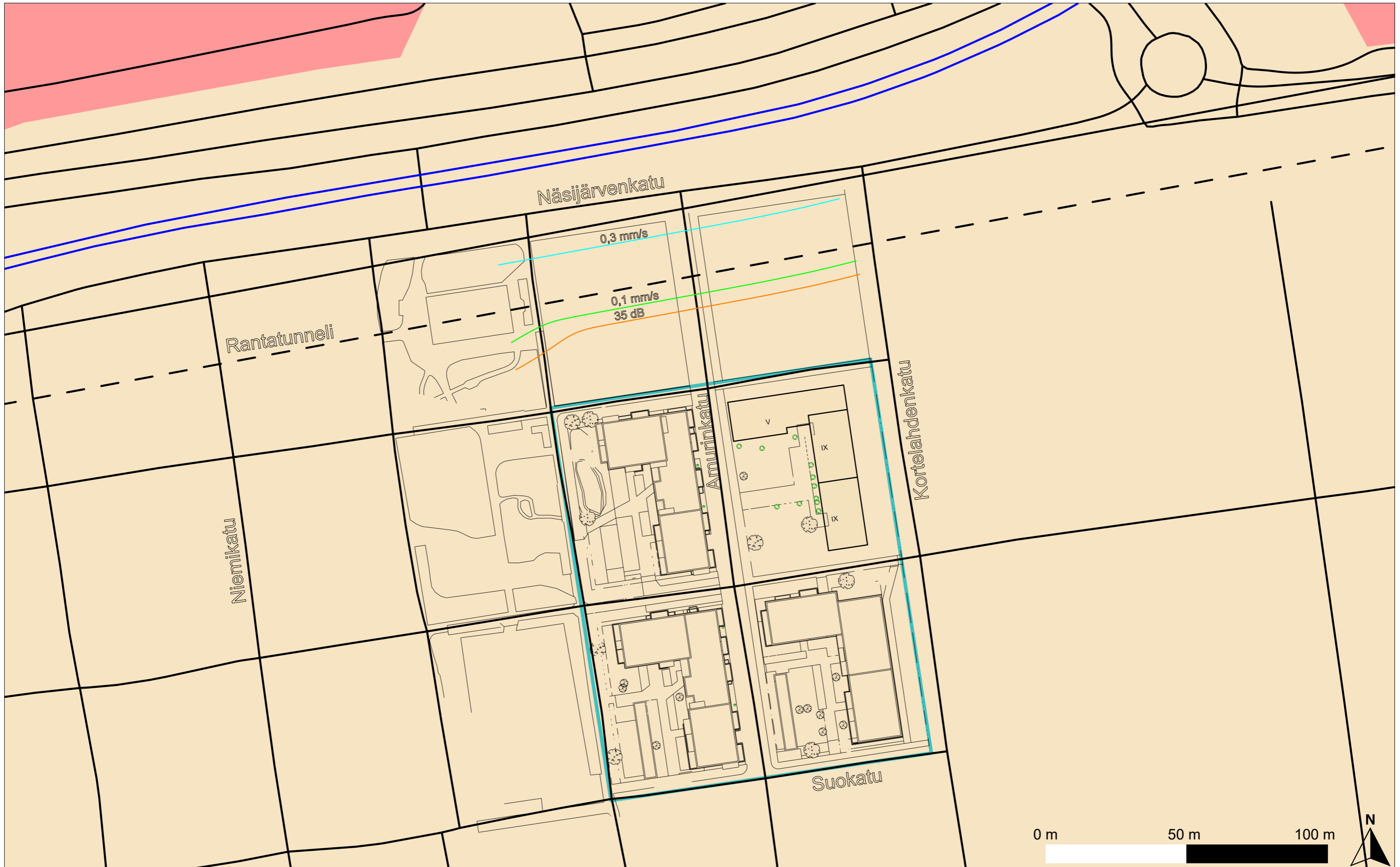
Kuva 2: Mittauspiste R1 kalliolla



Kuva 3: Mittauspiste R2 kalliossa



Kuva 4: Mittauspiste R3 maaperässä



<p>Runkomelu- ja tärinäselvitys</p> <p>Tavarajuna paino 3600 tn nopeus 80 km/h</p> <p>Ennustetilanne</p>	<p>Runkomelu ja tärinä rakennuksissa</p> <p>— Tärinä 0,3 mm/s — Tärinä 0,1 mm/s — Runkomelu 35 dB</p>	<p>Maaperä</p> <p>Moreeni</p>	<p>Raiteet ja maankäyttö</p> <p>— Raidegeometria — Tiet — Talot — Kaava-alueen raja</p>	<p>Rataosa Tampere-Seinäjoki kmv 189+600...190+000</p>	<p>TILAAJA TAMPERE</p> <p>SUUNNITTELIJA A-INSINÖÖRIT</p> <p>PIIRT. 20.4.2026 Sakari Tervo SUUN. 20.4.2026 Sakari Tervo TARK. 20.4.2026 Timo Huhtala HYV. 20.4.2026 Timo Huhtala</p>	<p>SUUNNITTELUVAIHE Asemakaavan muutos</p> <p>MITTAKAAVA 1:810</p> <p>KOORDINAATTI- JA KORKEUSJÄRJ. ETRS-GK24/N2000</p>	<p>HANKE Amurin asemakaava 9004</p> <p>PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ Ennustetilanne</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>PAIKKA</th> <th>LAJI</th> <th>PIIR.NRO</th> <th>MUUT</th> <th>LEHTI</th> <th>LEHTIÄ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	PAIKKA	LAJI	PIIR.NRO	MUUT	LEHTI	LEHTIÄ					1	1
PAIKKA	LAJI	PIIR.NRO	MUUT	LEHTI	LEHTIÄ														
				1	1														