

Ratapihankadun asemakaava 9020, Tampere

Tärinä- ja runkomeluselvitys

15-1132.2

Tiivistelmä

Tässä selvityksessä tutkitaan raideliikenteen aiheuttamia tärinä- ja runkomelutasoja osoitteessa Ratapihankatu 45, Tampere. Kohde sijaitsee Tampereen henkilöratapihan läheisyydessä ja sen lähin julkisivun on noin 45 metrin etäisyydellä lähimmän raiteen keskilinjasta. Selvitystä varten on kohteessa toteutettu värähtelymittaukset 6.–10.2.2025.

Kohteen hotellihuoneiden tavoitearvona tärinän osalta käytetään tunnuslukua $v_{w,95}$ enintään 0,30 mm/s. Runkomelun tavoitearvona käytetään tunnuslukua L_{prm} enintään 35 dB. Toimistoissa ja liiketiloissa tärinän tavoitearvona on 0,6 mm/s ja runkomelulla 40 dB ja 45 dB.

Mittausmenetelmät ja -tulokset on esitetty selvityksen liitteessä 1. Tulosten perusteella pahimmassa tapauksessa, resonanssin voimistaessa tärinätasoa pystysuuntaisesti, rungon värähtely voi olla 0,22 mm/s. Runkomelutaso on kaavassa ehdotetun rakennuksen kohdalla enimmillään noin 37 dB.

Selvityksen perusteella riski runkomelun ohjearvojen ylittymiselle on kohtalainen. Kaavaan tulee merkitä määräys runkomelun ohjetasoista. Selvityksessä on esitetty suositukset kaavamääräyksiksi. Runkomelun ohjearvot voidaan saavuttaa tavanomaisin rakennusten perustuksiin suunniteltavien runkomelunvaimentimien avulla.

Mittaustuloksista lasketut arviot tärinä- ja runkomelutasoista perustuvat mittausajankohdan olosuhteisiin ja liikennöintiin. Tässä selvityksessä on lisäksi arvioitu Tampereen henkilöratapihan muutosten vaikutusta kohteen tärinä- ja runkomeluolosuhteisiin.

RATAPIHANKADUN ASEMAKAAVA 9020, TAMPERE

Sisällysluettelo

1	Johdanto	4
1.1	Tilaaaja	4
1.2	Tekijä	4
1.3	Kohde.....	5
2	Tärinän ja runkomelun leviäminen maa- ja kallioperässä.....	6
3	Tärinää ja runkomelua koskevat ohjeavot.....	7
4	Lähtötiedot.....	8
4.1	Rata ja liikennöinti.....	8
4.2	Maaperä.....	8
4.3	Suunnitellut rakennukset.....	8
5	Mittaukset.....	9
5.1	Mittauspisteet.....	9
5.2	Mitatut junien ohiajot.....	10
6	Mittaustulosten analyysi.....	11
6.1	Tärinäarvon, värähtelytason ja runkomelutason laskenta	11
7	Runkomelun ja tärinän arviointi.....	11
7.1	Rakennuksissa arvioidut runkomelutasot ja tärinäarvot	12
7.2	Tampereen henkilöratapihan muutosten arvioidut vaikutukset tärinään ja runkomeluun	15
7.3	Suositus kaavamääräyksistä.....	15
	LIITTEET	16
	LÄHTEET	16

Ratapihankadun asemakaava 9020, Tampere
Tärinä- ja runkomeluseelvitys**15-1132.2****1 Johdanto****1.1 Tilaaja**

Tampereen kaupunki, Kaupunkiympäristön suunnittelu
Frenckellinaukio 2 B
33101 Tampere

Paula Franck
paula.franck@tampere.fi

1.2 Tekijä

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

Ins. AMK Ville Grekula
ville.grekula@ains.fi

TkT Sakari Tervo
sakari.tervo@ains.fi

DI. Timo Huhtala
timo.huhtala@ains.fi

1.3 Kohde

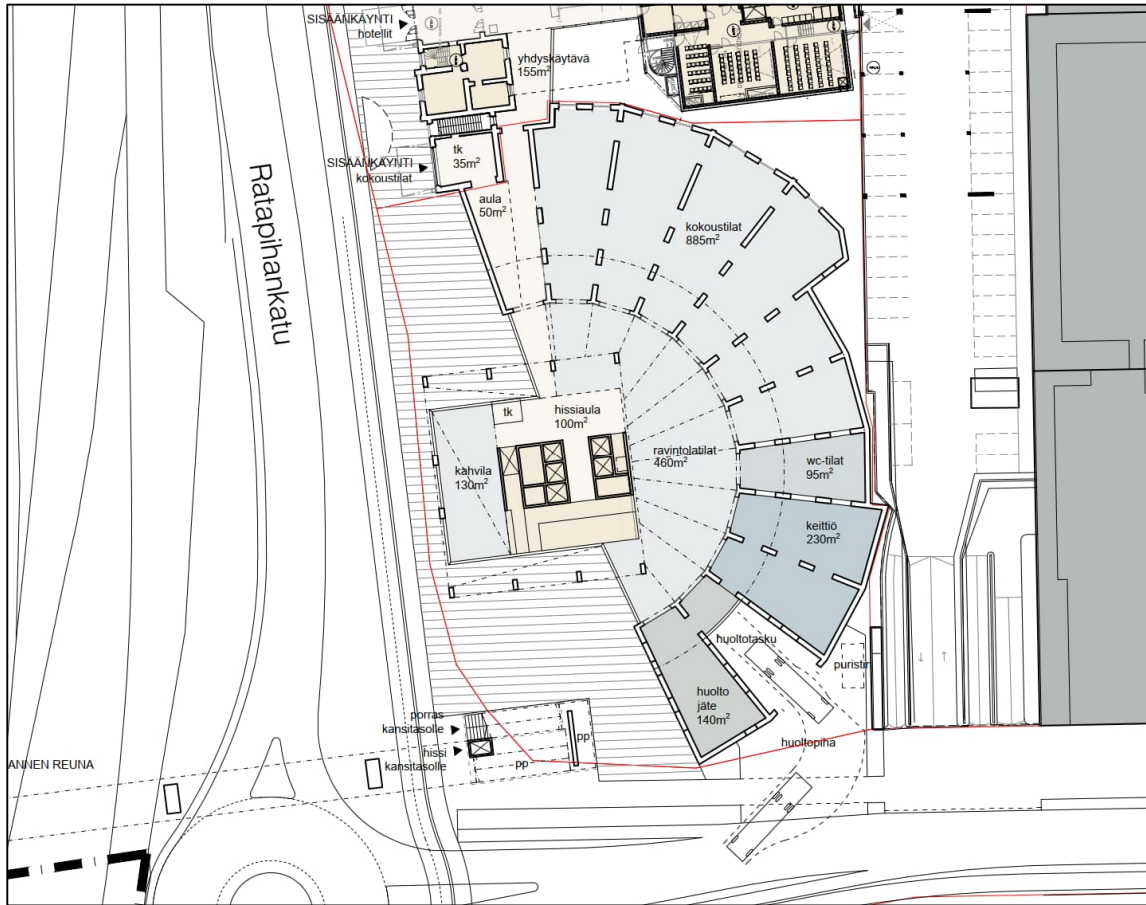
Rakennuskohde: Ratapihankatu 45

Osoite: Ratapihankatu 45
33100 Tampere

Tehtävä: Asemakaavamuutoksen tärinän ja runkomelun mit-
tausselvitys

Tässä selvityksessä arvioidaan raideliikenteen tuottamia tärinä- ja runkomelutasoja Tampereen henkilöratapihan läheisyydessä osoitteessa Ratapihankatu 45. Selvitys perustuu suunnittelualueella 6.–10.2.2025 tehtyihin värähtelymittauksiin sekä arvioon tulevasta liikenteestä Tampereen henkilöratapihalla.

Kohteeseen on suunniteltu hotellirakennusta, jonka sijoittuminen kaava-alueelle on esitetty kuvassa 1.1.



Kuva 1.1. Kohteen katutasen pohjapiirros, vaihtoehto C1 (Tornihotellin laajennus. Sarc+Sigge. 18.2.2024, https://www.tampere.fi/sites/default/files/2024-12/9020_valmisteluaineistoa_20241205.pdf)

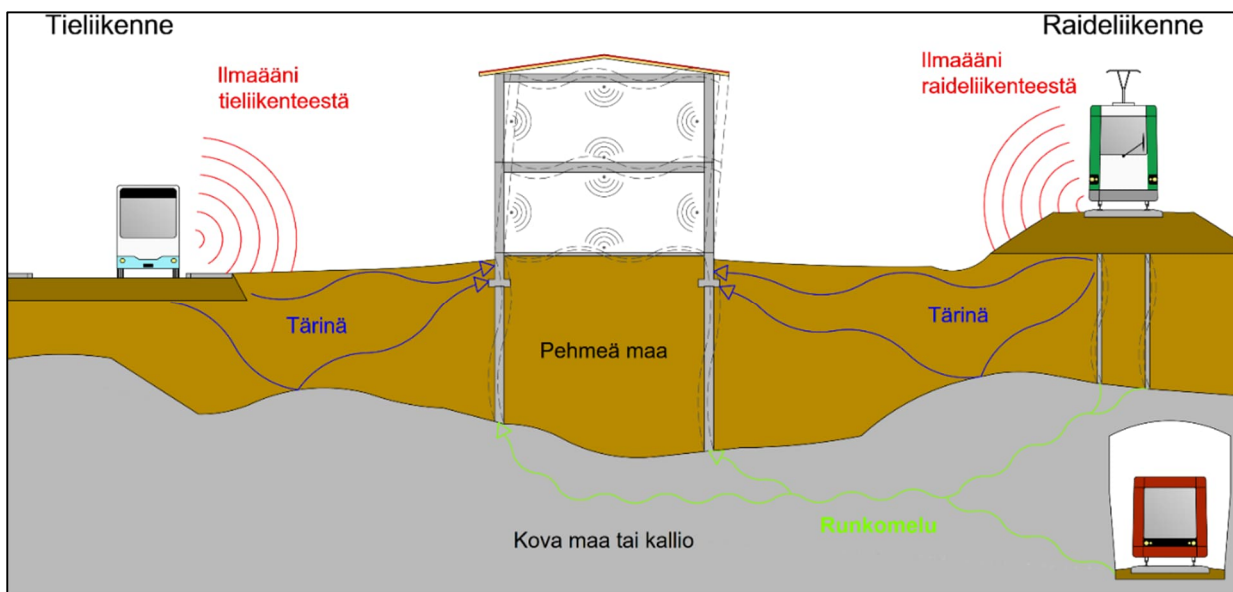
2 Tärinän ja runkomelun leviäminen maa- ja kallioperässä

Raideliikenteen maaperään aiheuttama värähtely ilmenee pehmeiden maalajien alueilla rakenteiden liikkeenä, jonka ihminen aistii tuntoaistinsa välityksellä tärinänä (kuva 2.1). Tärinän kannalta ongelmallisimpia ovat yleensä raskaimmat tavarajunat. Kovilla maala-jeilla maaperän värähtelysisältö on suurempitaajuista ja amplitudiltaan pienempää, jolloin tärinä ei yleensä ylitä ihmisen havaintokynnystä.

Rakenteiden värähtely saattaa ilmetä rakennuksissa runkoääninä silloin, kun maalaji on kovaa. Runkoäänien ihminen aistii kuuloaistinsa välityksellä pienitaajuisena meluna. Runkomelu leviää tehokkaimmin ratarakenteesta ympäristöön kalliota pitkin. Mikäli ratarakenne sekä rakennukset on paalutuksin tuettu kallioperään, runkomelua voi ilmetä

myös pehmeiden maalajien alueilla. Hyvin lyhyillä etäisyyksillä sekä tärinä että runkomelu voivat olla häiritseviä.

Maaperän lisäksi tärinä- ja runkomelutasoihin voivat paikallisesti vaikuttaa huomattavasti ratarakenteen mahdolliset kaarteet, kallistukset sekä epäjatkuvuuskohdat kuten esimerkiksi vaihteet tai tukirakenteen muutokset siltojen ja alikäytävien yhteydessä.



Kuva 2.1. Periaatekuva raideliikenteen aiheuttaman tärinän ja runkomelun etenemisestä eri maalajeissa.

3 Tärinää ja runkomelua koskevat ohjearvot

Alueidenkäyttölaki (132/1999) sekä maankäyttö- ja rakennusasetus (895/1999) ohjaavat alueiden käytön suunnittelua. Kaavoituksessa tulee tarvittaessa selvittää tärinä- ja runkomeluvaikutukset kaavoitettavalla alueella. Tärinän ja runkomelun osalta sovellettavina ohjearvoina, joilla rakennusten tekniset vaatimukset täyttyvät, voidaan käyttää standardissa SFS 5907:2022 *Rakennusten akustinen suunnittelu ja laatuluokitus* esitettyjä ohjearvoja akustiselle luokalle A2. Akustinen luokka A2 vastaa uudisrakennuksille asetettuja vaatimuksia. Standardissa esitettyjen ohjearvojen lisäksi liiketiloille voidaan soveltaa ohjearvona L_{prm} 45 dB avoradan osalta (Talja & Saarinen, 2009). Runkomelun ja tärinän ohjearvot eri rakennustyypeille on esitetty taulukossa 1.

Tärinän tunnusluku $v_{w,95}$ on määritelty tilastollisesti siten, että satunnaisesti ohi ajavan junan aiheuttama värähtely ei ylitä ylärajaa 95 % todennäköisyydellä. Runkomelun

tunnusluku L_{prm} on määritelty tilastollisesti siten, että 95 % mittaustuloksista alittaa kyseisen arvon.

Taulukko 1. Runkomelun ja tärinän ohjearvot eri rakennustyypeille.

Rakennustyyppi	Runkomelutaso L_{prm} [dB]	Tärinäarvo $v_{w,95}$ [mm/s]
Hotellit	35	0,30
Toimistot	40	0,60
Liiketilat	45	-

4 Lähtötiedot

4.1 Rata ja liikennöinti

Raideliikennetiedot on saatu Tampereen Henkilöratapihan kehittämisen ratasuunnitelmasta ja ne on esitetty kohteesta laaditussa meluselvityksessä (AINS 15-1132.1 Ratapihankadun asemakaava 9020, liikennemeluselvitys, liite 3, päivätty 17.2.2025). Liikennöinti muodostuu päivittäisistä tavarajunista sekä lähi- ja kaukoliikenteen matkustajajunista.

4.2 Maaperä

GTK:n maapohjatutkimusten mukaan (<https://gtkdata.gtk.fi/pohjatutkimukset/index.html>, 18.2.2025) kohteen alueella maaperä on pinnassa täyttömaata ja sen alla hiekkaa sekä moreenia.

4.3 Suunnitellut rakennukset

Kaava-alueelle on suunniteltu yksi yli 20 kerroksinen hotellirakennus kahdella kellari-kerroksella. Lisäksi kaava-alueella sijaitseva vanha veturitalli on suunniteltu muunnettavan kokous- ja ravintolatiloiiksi.

5 Mittaukset

Mittaukset suoritettiin kohteessa 6.–10.2.2025 välisenä aikana. Mittaukset tehtiin ja tulokset analysoitiin akkreditoidun tärinä- ja runkomelumittausmenetelmän mukaisesti. Mittausmenetelmät ja -tulokset on esitetty raportin liitteessä 1.

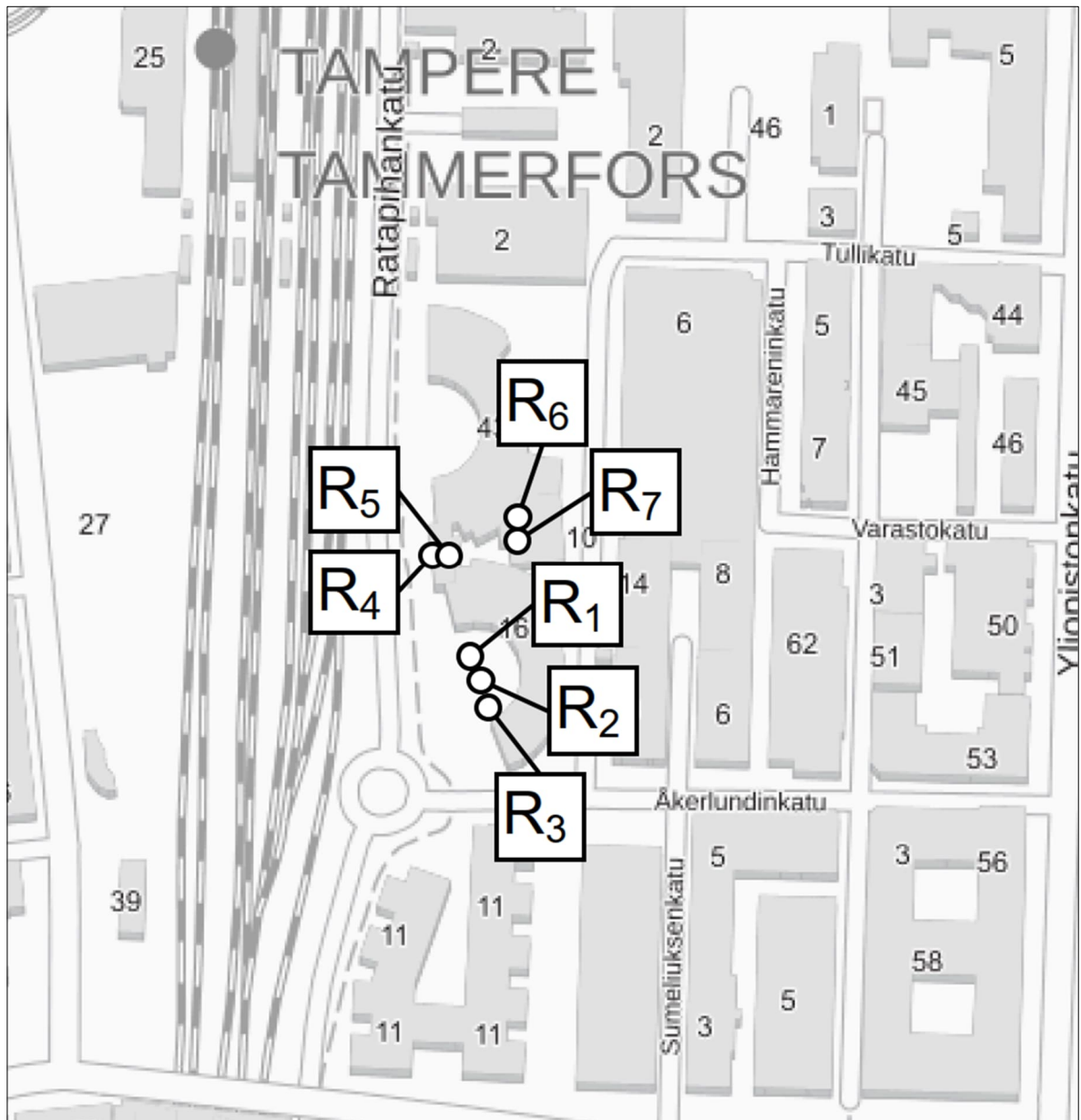
5.1 Mittauspisteet

Mittauspisteet (R_1 – R_7) on esitetty kuvassa 4.1 kohteen karttatulosteeseen merkittynä. Mittauspisteiden tiedot on esitetty tarkemmin liitteessä 1.

Mittauspisteet R_1 – R_3 sijaitsevat veturitallin edessä maaperässä. Anturit kiinnitettiin maaperässä kiinni olleisiin teräspalkkeihin.

Mittauspisteet R_4 – R_5 sijaitsevat vanhan veturitallin toimistorakennuksessa, Hotelli Tornin sisäänkäynnin vieressä. Anturit kiinnitettiin rakennusrunkoon liimaamalla.

Mittauspisteet R_6 – R_7 sijaitsevat Hotelli Tornin alimman kellarikerroksen maanvaraisessa lattiassa, joka on väestönsuojan alapohja. Anturit kiinnitettiin alapohjaan liimaamalla.



Kuva 4.1. Mittauspisteet alueen karttatulosteeseen merkittynä (kuvan lähde: Tulostettu Maanmittauslaitoksen palvelusta 13.2.2025)

5.2 Mitatut junien ohiajot

Mittausajanjakson aikana mittauspaikan ohittaneista junista analysoitiin 606 ohitusta. Yhteenvedo mitatuista junista on esitetty taulukossa 2. Taulukossa on esitetty mittausajan aikana ohiajaneet junat Tampereen henkilöratapihan raideosuuksilla TPE-001, TPE-002,...,TPE-008. Raideosuuksista TPE-008 on lähimpänä kohdetta ja TPE-001 on kauimpana kohteesta.

Taulukko 2: Mittausten aikana ohiajaneet junat. Lähde: <https://www.digitraffic.fi/rauta-tieliikenne/>

	TPE-001	TPE-002	TPE-003	TPE-004	TPE-005	TPE-006	TPE-007	TPE-008
HDM	0	0	0	0	20	0	0	0
HL	50	52	14	1	11	0	0	0
IC	59	61	60	71	22	0	0	0
MV	0	1	0	1	0	0	0	0
PYO	13	2	21	5	0	0	0	0
S	12	14	15	16	2	0	0	0
SAA	10	0	2	0	0	0	0	0
T	19	53	8	8	3	3	3	17
TYO	3	0	0	0	0	0	0	1
VET/MUU	18	7	17	13	25	33	18	49

HDM: Dm12 taajamajuna, HL: Lähijuna, IC: InterCity-juna, MV: Kalustonsiirto, PYO: Yöpikajuna, S: Pendolino, SAA: Saatto, T: Tavarajuna, TYO: Työjuna, VET/MUU: Veturi tai muu tunnistamaton juna.

6 Mittaustulosten analyysi

Mittauksissa tallennetut signaalit analysoitiin AI-NAVAT-ohjelmistolla (versio 1.0.4:1/2025). Ohjelmisto laskee signaaleista tarvittavat suureet sekä yhdistää mitatut värähtely- ja melutapahtumat junien kulkutietoihin.

6.1 Tärinäarvon, värähtelytason ja runkomelutason laskenta

Tärinäarvo laskettiin mitatuista signaaleista standardin IEC 14837 ja VTT:n ohjeen (Talja 2011) mukaisesti.

Värähtelytaso ja runkomelutaso laskettiin mitatuista signaaleista standardin IEC 14837 ja VTT:n ohjeen (Talja & Saarinen 2009) mukaisesti.

7 Runkomelun ja tärinän arviointi

Maa- tai kallioperästä mitattu värähtely ei edusta rakennuksessa saavutettavaa tärinää tai runkomelutasoa. Rakennuksen sisällä vallitsevat runkomelutaso ja tärinäarvo arvioidaan värähtelytasosta mallintamalla rakennuksen dynaamiset ominaisuudet ja värähtelyn siirtyminen maa- tai kallioperästä rakennuksen perustuksiin. Yksinkertaisessa empiirisessä mallissa tärinä voimistuu rakennuksen perustuksista rakennuksen resonanssin vaikutuksesta kuusinkertaiseksi (6x) jännevälin keskellä pystysuuntaan ja (4x) vaakasuuntaan (Talja, A., 2008). Resonanssitarkastelu tehdään taajuuskaistoittain.

Tärinän voimistumista rakennuksen rungossa ja lattioissa arvioidaan myös ns. yleisellä voimistumisella, sillä tärinä voimistuu tyypillisesti perustuksista rakennusrunkoon.

Runkomelun värähtelytaso L_{vrm} vahvistuu tyypillisesti noin 15 dB sisältäen muunnoksen värähtelytasosta L_{vrm} ilmaääneksi L_{prm} (Talja, A. & Saarinen, A., 2009). Runkomelutason arvioinnissa voidaan ottaa huomioon myös muita korjaustermejä.

Todellisuudessa rakennuksessa ilmenevien resonanssien aiheuttama vahvistus voi olla jopa yli 15 kertainen (> 20 dB). Resonanssien vaikutusten arviointi tärinään ja runkomeluun on rakennus- ja tapauskohtaista.

7.1 Rakennuksissa arvioidut runkomelutasot ja tärinäarvot

Taulukossa 4 on esitetty mittaustulokset runkomelulle. Värähtelymittauspisteiden osalta on esitetty runkomelun värähtelytason tilastollinen tunnusluku L_{vrm} sekä siitä arvioitu runkomelun tilastollinen tunnusluku L_{prm} . Suurimmat tasot mitattiin tavarajunille, jotka ohittivat kohteen raiteella TPE-008.

Taulukko 4. Mittaustulokset runkomelulle.

Mittauspiste	Runkomelun tilastollinen tunnusluku L_{prm} (re. 20 uPa), ($L_{prm} = L_{vrm}$ (re. 50 nm/s ²) + C_B)	Etäisyys lähimmästä raideosuudesta (TPE_008)
R_{1z}	24 dB -10 dB + 15 dB = 29 dB	48 m
R_{2z}	32 dB -10 dB + 15 dB = 37 dB	48 m
R_{3z}	30 dB -10 dB + 15 dB = 35 dB	48 m
R_{4z}	28 dB + 15 dB = 43 dB	37 m
R_{5z}	26 dB + 15 dB = 41 dB	37 m
R_{6z}	14 dB + 15 dB = 29 dB	65 m
R_{7z}	13 dB + 15 dB = 28 dB	65 m

Tuleva hotellirakennus sijoittuu mittauspisteiden $R_{1z} - R_{3z}$ kohdalle, ja noin 5 metriä lähemmäksi rataa. Etäisyyden pienentyessä runkomelutaso kasvaa. Mittausten ja etäisyysvaimennuksen perusteella runkomelutaso on tulevan hotellirakennuksen kellari-kerroksessa noin 40 dB.

Taulukossa 5 on esitetty mittaustulokset tärinälle. Tärinälle on esitetty mitattu tilastollinen tunnusluku v_{w95} sekä siitä arvioitu rakenteissa voimistunut tärinäarvo. Tärinälle suurimmat tasot aiheuttivat tavarajunat, jotka ohittivat kohteen raiteella TPE-008. Mitatut tärinäarvot ovat alle 0,3 mm/s tavoitearvon.

Taulukossa 6 on esitetty mittausten resonanssitarkastelu. Resonanssitarkastelussa suurin arvo on 0,22 mm/s rakennuksen kohdalla mitatussa maaperäpisteessä 20 Hz taajuuskaistalla.

Etäisyyden kasvaessa tärinätasot vaimenevat. Etäisyysvaimentumisen ja mittausten perusteella, tulevan hotellirakennuksen tärinätaso kellarikerroksessa ovat enimmillään 0,2 mm/s.

Resonanssista johtuvan voimistumisen takia ohjearvon 0,3 mm/s ylittymiseen välipohjissa on pieni riski, koska tuleva hotellirakennus on lähempänä rataa kuin mittauspisteet.

Vaakasuuntaisen tärinän resonanssit ovat 22 kerroksisella talolla ovat alle 1,6 Hz ja mittausten perusteella junaheräte esiintyy tätä suuremmilla taajuuksilla. Vaakasuuntaisen tärinän voimistumisen riski on näin ollen pieni.

Tässä esitetty tärinätarkastelu rajoittuu terssikaistoille 1 Hz ... 80 Hz. Korkeassa rakentamisessa rakennusrungon ominaistaajuus voi olla 1 Hz pienempi. Korkean rakentamisen riskitekijöitä suositellaan tarkasteltavaksi rakennuskohtaisessa jatkosuunnittelussa.

Taulukko 5. Mittaustulokset tärinälle, mitattu arvo ja yleisellä voimistumisella arvioitu tärinä rakennuksessa

Mittauspiste	Tärinän tilastollinen tunnusluku v_{w95} , mitattu	Tärinän tilastollinen tunnusluku rakennuksessa v_{w95} , x1.5	Etäisyys lähimmästä raideosuudesta (TPE_008)
R_{1z}	0,06 mm/s	0,06 mm/s	48 m
R_{2z}	0,08 mm/s	0,08 mm/s	48 m
R_{3z}	0,10 mm/s	0,09 mm/s	48 m
R_{4z}	0,05 mm/s	0,05 mm/s	37 m
R_{5z}	0,05 mm/s	0,05 mm/s	37 m
R_{6z}	< 0,01 mm/s	< 0,01 mm/s	65 m
R_{7z}	< 0,01 mm/s	< 0,01 mm/s	65 m

Taulukko 6. Tärinän resonanssitarkastelu

Mittauspiste	Tärinän tilastollinen tunnusluku resonanssissa v_{w95} , resonanssi	Resonanssin terssikaistat [Hz]
R_{1z}	0,14 mm/s	10
R_{2z}	0,18 mm/s	20
R_{3z}	0,22 mm/s	20
R_{4z}	0,02 mm/s	31,5
R_{5p}	0,02 mm/s	25
R_{6z}	< 0,01 mm/s	50
R_{7z}	< 0,01 mm/s	63

7.2 Tampereen henkilöratapihan muutosten arvioidut vaikutukset tärinään ja runkomeluun

Tampereen henkilöratapihan ratasuunnitelmassa on suunniteltu nopeuden nosto osalle ratapihan alueesta. Neljällä kaava-aluetta lähimpänä olevalla raiteella suurin sallittu nopeus säilyy nykyisellään 35 km/h. Raide TPE-007 kuitenkin poistuu kaava-alueen kohdalta ja raide TPE-009 rakennetaan. Kyseinen uusi raide sijoittuu noin 3–5 metriä lähemmäksi kaava-alueen länsirajaa kuin nykyinen TPE-008 raide. Pienenevä etäisyys raiteeseen voi lisätä runkomelutasoa kaava-alueella kohdalla noin 1–3 dB.

Maaperässä esiintyvä tärinä kohteen kohdalla voimistuu arviolta enintään kaksinkertaiseksi uuden raiteen lähenemisen takia. Resonanssivoimistumisen myötä ohjearvo 0,3 mm/s voi ylittyä rakennuksen välipohjissa.

7.3 Suositus kaavamääräyksistä

Arvion perusteella runkomelun ohjearvot ylittyvät ja tärinän ohjearvot voivat ylittyä välipohjien resonanssissa, on rakennukselle asetettava kaavavaatimukset. Hotellihuoneiden osalta kaavan esimerkkimääräys rakennuksille, joissa on riski runkomelun ohjearvojen ylittymisestä, on

”Hotellihuoneissa liikennetärinä $v_{w,95}$ saa olla enintään 0,30 mm/s ja runkomelu L_{prm} enintään 35 dB.”

Lisäksi toimitilarakennusten ja keskustatoimintojen osalta kaavaan suositellaan toimistorakennuksia koskevaa määräystä rakennuksille, joissa on riski runkomelun ohjearvojen ylittymisestä

”Toimistorakennusten toimisto, tauko- ja neuvottelutiloissa liikennetärinä $v_{w,95}$ saa olla enintään 0,60 mm/s ja runkomelu L_{prm} saa olla enintään 40 dB.”

sekä liiketiloja koskeva määräys rakennuksille

”Liiketiloissa runkomelu L_{prm} saa olla enintään 45 dB.”

Runkomelutason ohjearvot voidaan saavuttaa suunnittelualueella toteuttamalla rakennuksiin runkomeluvaimennus, jonka vaatimukset voidaan määrittää rakennuspaikalta mitattavan herätespektrin avulla. Mukaan lukien Tampereen henkilöratapihan

muutokset, arvioitu runkomelutaso on 41 dB - 43 dB. Arvioitujen runkomelutasojen perusteella tarvittava enimmäisvaimennus hotellihuoneiden osalta on näin ollen 6–9 dB. Tämä vaimennus pitäisi olla saavutettavissa tavanomaisin vaimennuskeinoin esimerkiksi toteuttamalla rakennusten perustukset kaksoisanturoin, joiden väliin asennetaan elastinen runkomelueristinmateriaali.

Arvion perusteella tärinä voi ylittää 0,3 mm/s välipohjien resonanssissa. Resonanssi-voimistumista voidaan välttää rakenteiden värähtelymitoituksessa jatkosuunnittelussa. Värähtelymitoituksessa varmistetaan, että maaperässä esiintyvä värähtelyn merkitsevin taajuuskaista ei ole samalla taajuusalueella välipohjan resonanssin kanssa. Ilman resonanssista johtuvaa voimistumista ohjearvot voidaan saavuttaa.

LIITTEET

1. Mittausraportti (13 s.)

LÄHTEET

Tampereen henkilöratapihan kehittäminen, ratasuunnitelma, Tampere. Meluselvitys. Proxion Oy ja WSP Finland Oy. 313383. 12.7.2021

Maankäyttö- ja rakennusasetus 895/1999. Annettu Helsingissä 10.9.1999.

Alueidenkäyttölaki 132/1999. Annettu Helsingissä 19.12.2024.

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. ja Saarinen, A. 2009. Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi. Esiselvitys. Espoo, VTT Tiedotteita 2468.

Talja, A., Vepsä, A., Kurkela, J. ja Halonen, M. 2008. Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi. Espoo, VTT tiedotteita 2425.

MITTAUSRAPORTTI

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

1 Projektitiedot

Tilaaaja	Tampereen Kaupunki Kaupunkiympäristön suunnittelu Frenckellinaukio 2 B 33101	Tekijä	A-Insinöörit Suunnittelu Oy Bertel Jungin aukio 9 33210 Tampere
Projektinumero	15-1132.2	Mittauspäivät	6-10.2.2025
Kohde	Ratapihankatu 45, kaavamuuos nro 9020	Mittaajat	Sakari Tervo ja Ville Grekula
Kohteen osoite		Tarkastaja	Benjamin Oksanen
		Päivämäärä	18.2.2025

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	-6.1° C	1.9° C	2.7° C
Routa	1-10 cm	-	-

Lähde: FMI Tampere, Härmälä

2 Mittalaitteet

Mittauspiste	Laite	Tyyppi	Sarjanumero	Kalibrointi	Kiinnitystapa + paikka
R6z, R7z	datatallennin	RION-DA21	500753	21.04.2023	
R4z, R5z	datatallennin	RION-DA21	500765	21.04.2023	
R1z, R2z, R3z	datatallennin	RION-DA21	1120979	21.04.2023	
R1z	kiihtyvyyssanturi	WR 793L	11424	11.12.2024	C+maaperä
R2z	kiihtyvyyssanturi	WR 793L	11425	11.12.2024	C+maaperä
R3z	kiihtyvyyssanturi	WR 793L	11428	11.12.2024	C+maaperä
R4z	kiihtyvyyssanturi	MMF KS48C	20099	21.03.2024	A+rakennusrunko
R5z	kiihtyvyyssanturi	MMF KS48C	22221	06.03.2024	A+rakennusrunko
R6z	kiihtyvyyssanturi	MMF KS48C	22222	06.03.2024	A+rakennusrunko
R7z	kiihtyvyyssanturi	MMF KS48C	22223	21.03.2024	A+rakennusrunko

z: pystysuunta, x: vaakasuunta, y: pituussuunta

A: Liimaus, B: Ruuvi, C: magneetti

2.1 Mitatut liikennetapahtumat

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

	TPE-001	TPE-002	TPE-003	TPE-004	TPE-005	TPE-006	TPE-007	TPE-008
HDM	0	0	0	0	20	0	0	0
HL	50	52	14	1	11	0	0	0
IC	59	61	60	71	22	0	0	0
MV	0	1	0	1	0	0	0	0
PYO	13	2	21	5	0	0	0	0
S	12	14	15	16	2	0	0	0
SAA	10	0	2	0	0	0	0	0
T	19	53	8	8	3	3	3	17
TYO	3	0	0	0	0	0	0	1
VET/MUU	18	7	17	13	25	33	18	49

HDM: Dm12 taajamajuna, HL: Lähijuna, IC: InterCity-juna, MV: Kalustonsiirto, PYO: Yöpikajuna, S: Pendolino, SAA: Saatto, T: Tavarajuna, TYO: Työjuna, VET/MUU: Veturi tai muu tunnistamaton juna.

3 Mittauspisteet

Mitattu suure	Mittauspiste	Suunta	Asennus	GPSy	GPSx	Huomioita
kiihtyvyys	R1	z	magneetti	61.4963919	23.7754876	
kiihtyvyys	R2	z	magneetti	61.4963919	23.7754876	
kiihtyvyys	R3	z	magneetti	61.4963919	23.7754876	
kiihtyvyys	R4	z	liima	61.4967414	23.7752149	
kiihtyvyys	R5	z	liima	61.4967414	23.7752149	
kiihtyvyys	R6	z	liima	61.4968437	23.7756914	
kiihtyvyys	R7	z	liima	61.4968437	23.7756914	

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	maa	z	24	-10	15	29	23 dB / 31.62 Hz	35
R2z	maa	z	32	-10	15	37	31 dB / 316.23 Hz	35
R3z	maa	z	30	-10	15	35	31 dB / 199.53 Hz	35
R4z	rakennus	z	28	0	15	43	36 dB / 158.49 Hz	35
R5z	rakennus	z	26	0	15	41	36 dB / 63.10 Hz	35
R6z	rakennus	z	14	0	15	29	22 dB / 100.00 Hz	35
R7z	rakennus	z	13	0	15	28	22 dB / 316.23 Hz	35

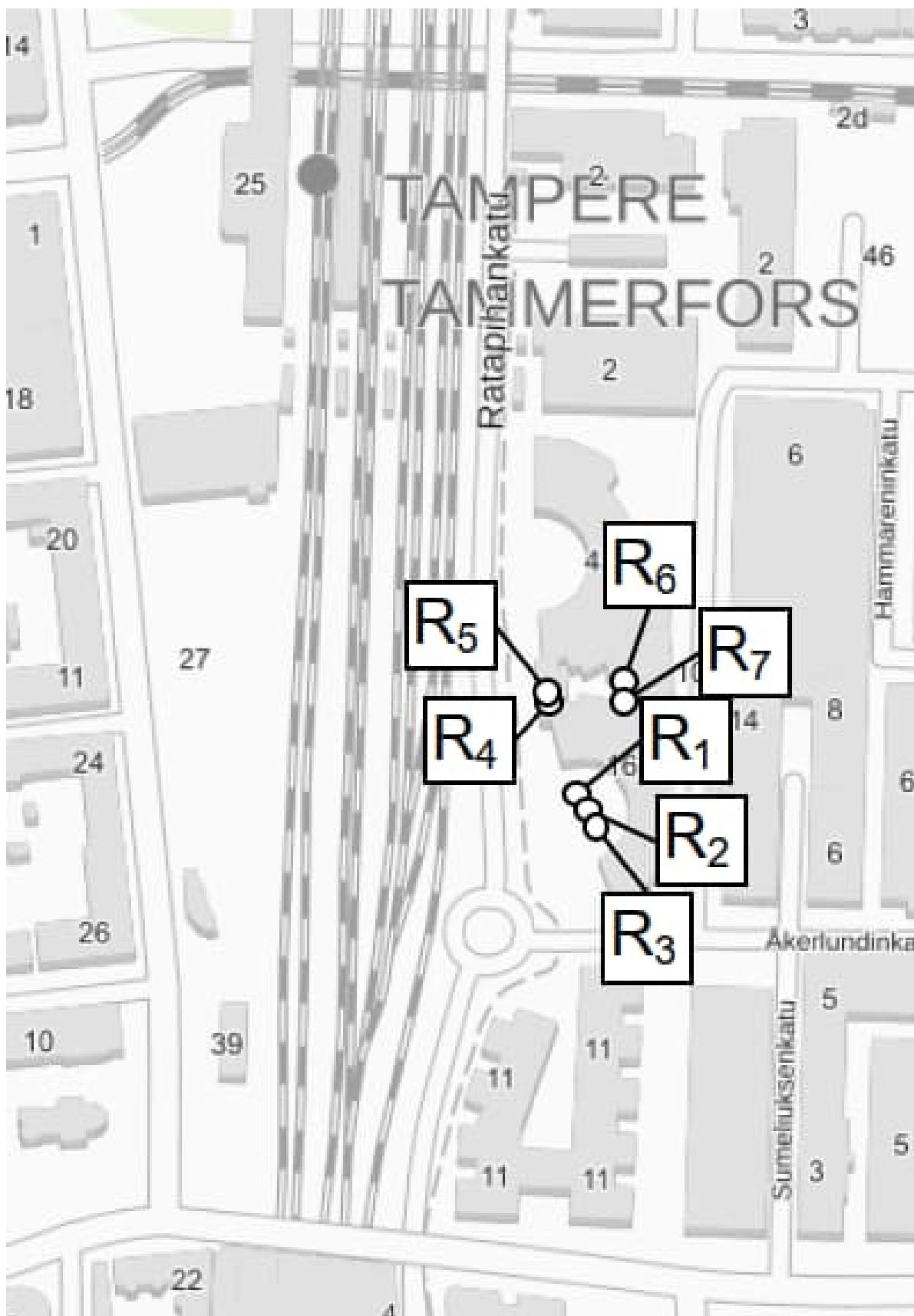
$$L_{p,rm} = L_{v,rm} + C_{b1} + C_{b2}$$

 $L_{p,rm}$: Runkomelutaso

 $L_{v,rm}$: Runkomelun herätetaso

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

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



Kuva 1: Mittauspisteet ilmakuvassa/kartalla.

Tärinä

Piste	Kuvaus	Suunta	$v_{w,95}^{maa}$, [mm/s]	$v_{w,95}^{per}$, [mm/s]	v_{w1} [mm/s]	$\max(v_{w2}(f_c))/f_c$	Ohjearvo [mm/s]
R1z	maa	z	0.06	0.04	0.06	0.14 mm/s / 10.00 Hz	0.3
R2z	maa	z	0.08	0.05	0.08	0.18 mm/s / 19.95 Hz	0.3
R3z	maa	z	0.10	0.06	0.09	0.22 mm/s / 19.95 Hz	0.3
R4z	rakennus	z	-	-	0.05	0.02 mm/s / 31.62 Hz	0.3
R5z	rakennus	z	-	-	0.05	0.02 mm/s / 25.12 Hz	0.3
R6z	rakennus	z	-	-	0.00	0.00 mm/s / 50.12 Hz	0.3
R7z	rakennus	z	-	-	0.00	0.00 mm/s / 63.10 Hz	0.3

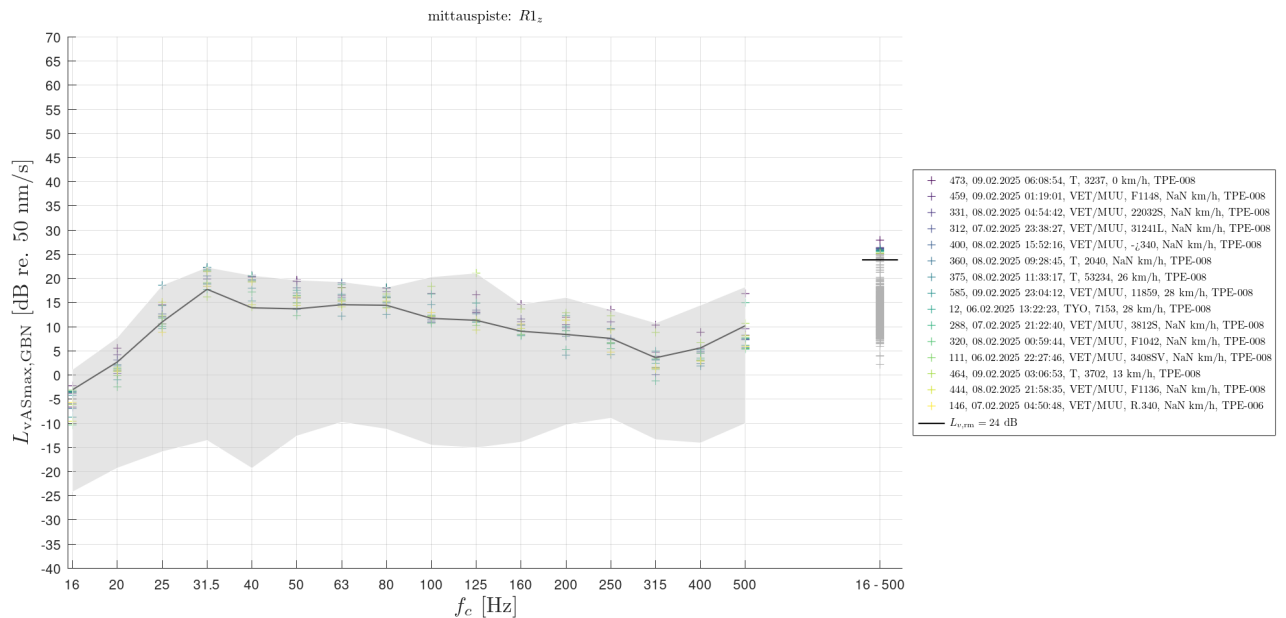
$v_{w,95}^{maa}$: tärinä maaperästä mitattuna

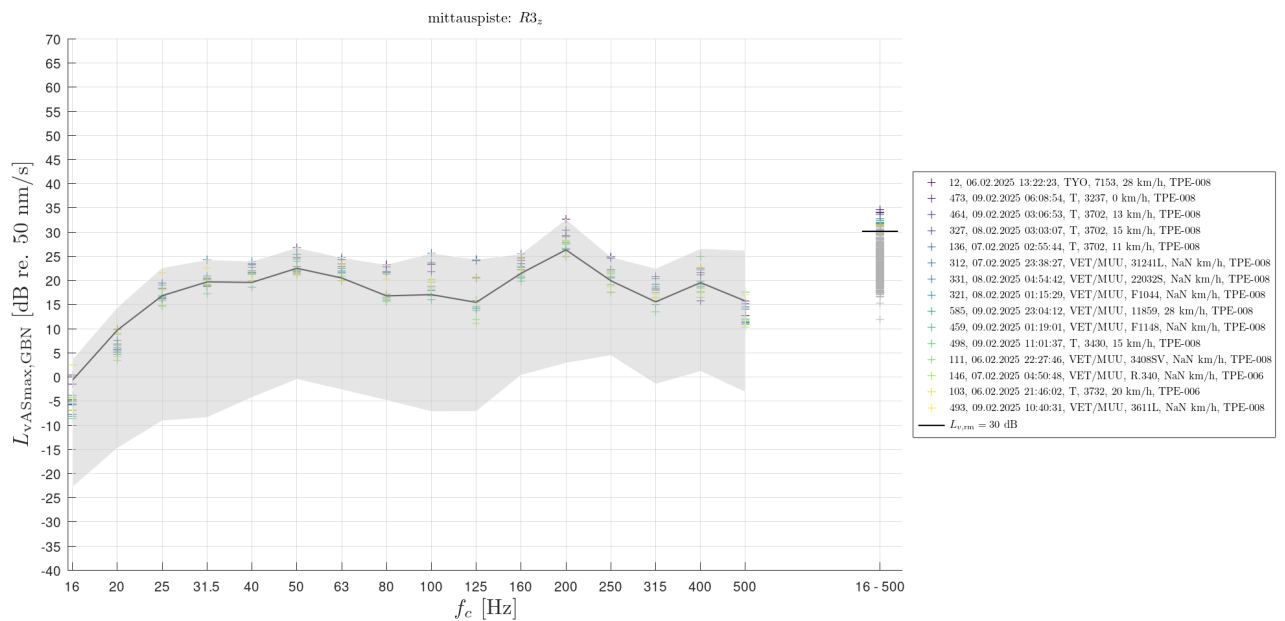
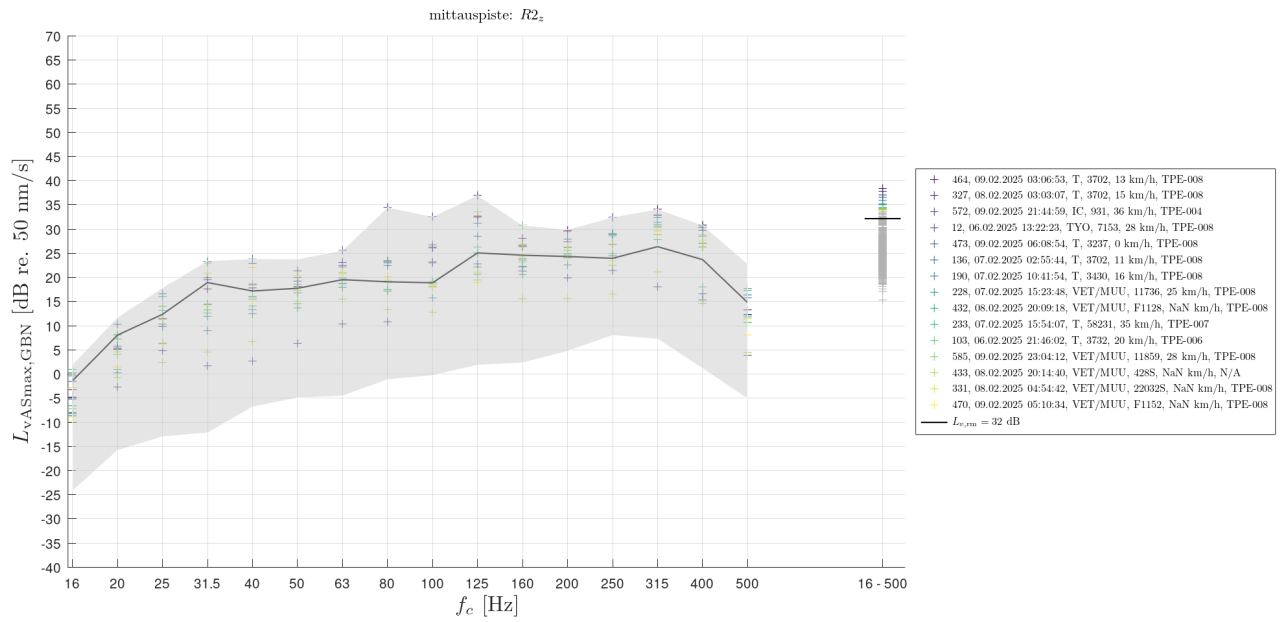
$v_{w,95}^{per}$: tärinä perustuksista mitattuna tai arvioituna

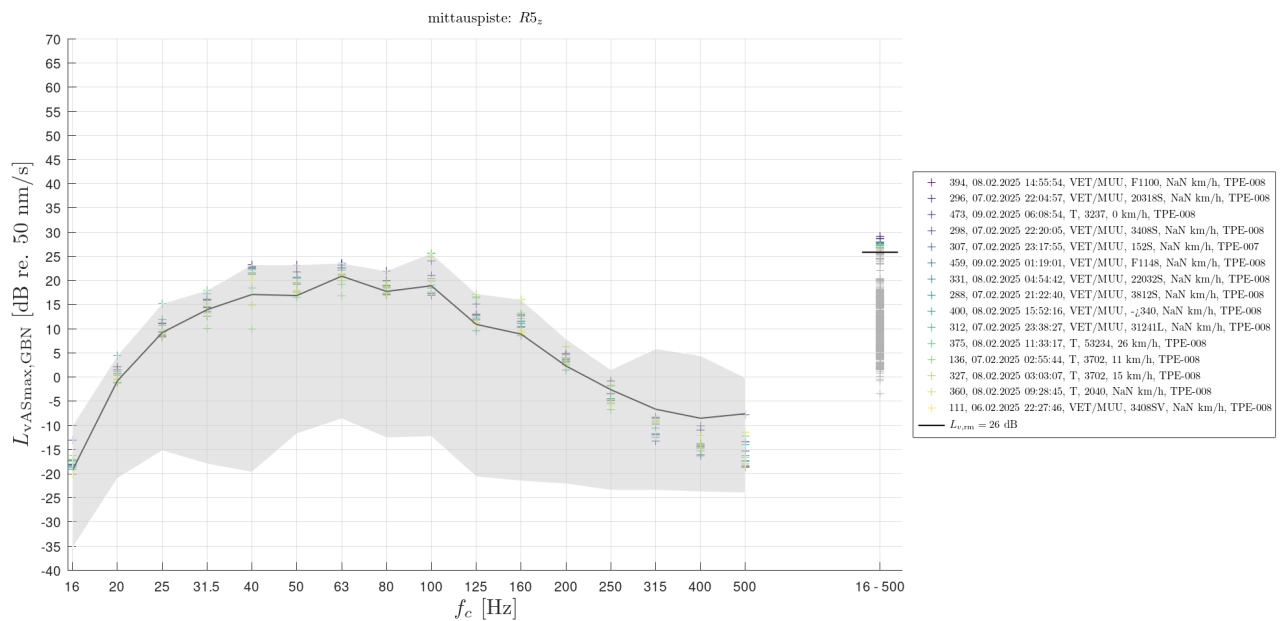
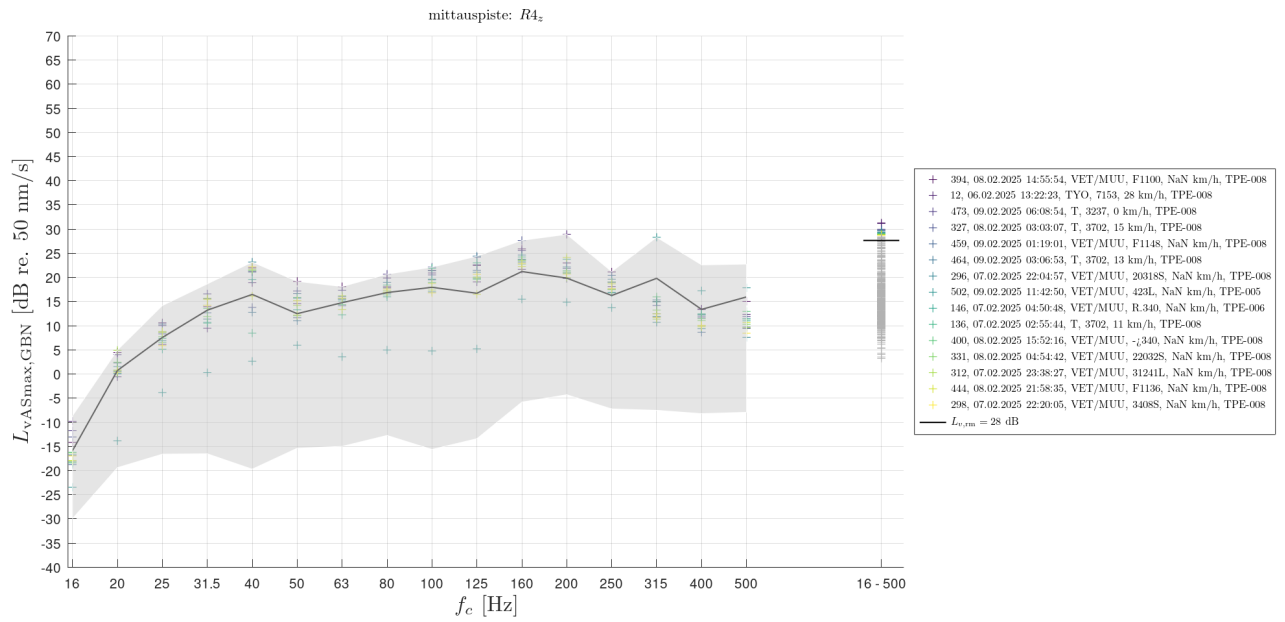
v_{w1} : laajakaistainen tärinä rakennuksessa

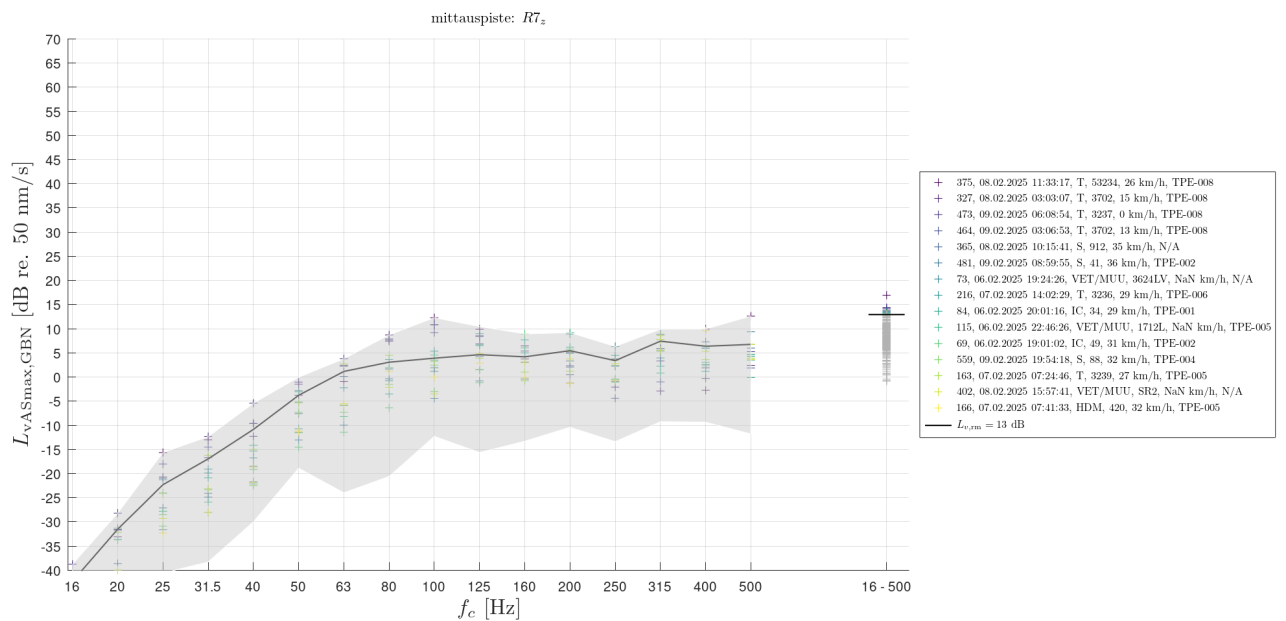
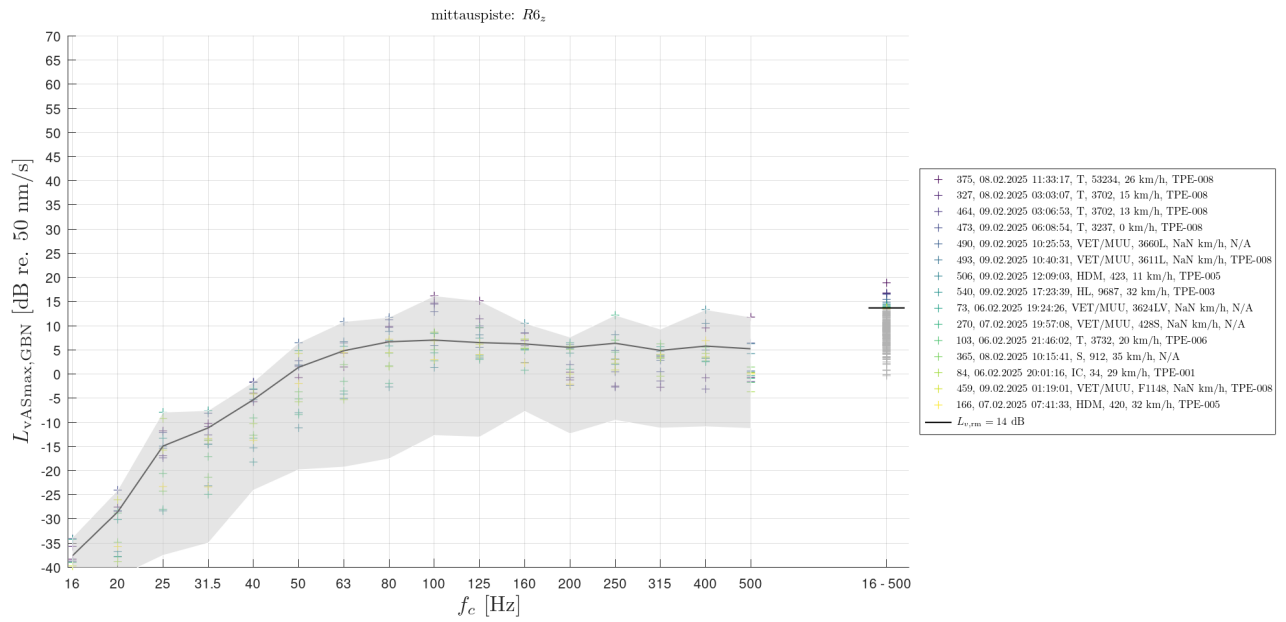
v_{w2} : terssikaistainen tärinä rakennuksessa

4.1 $L_{vAS,max,GBN}$

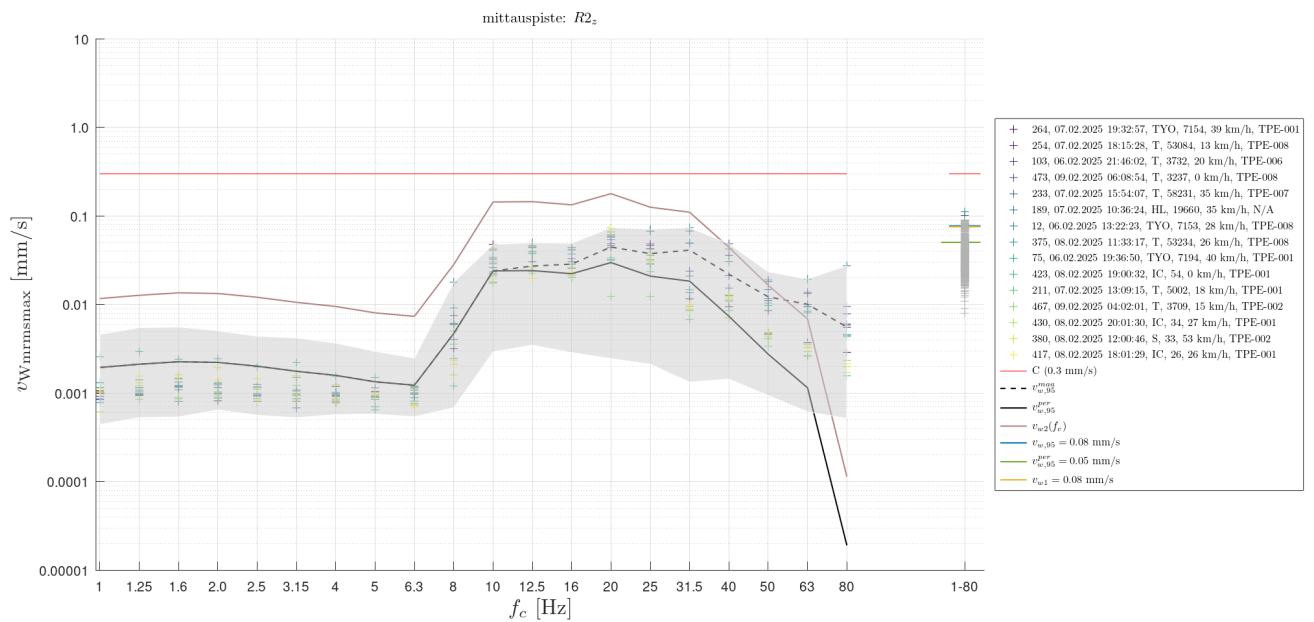
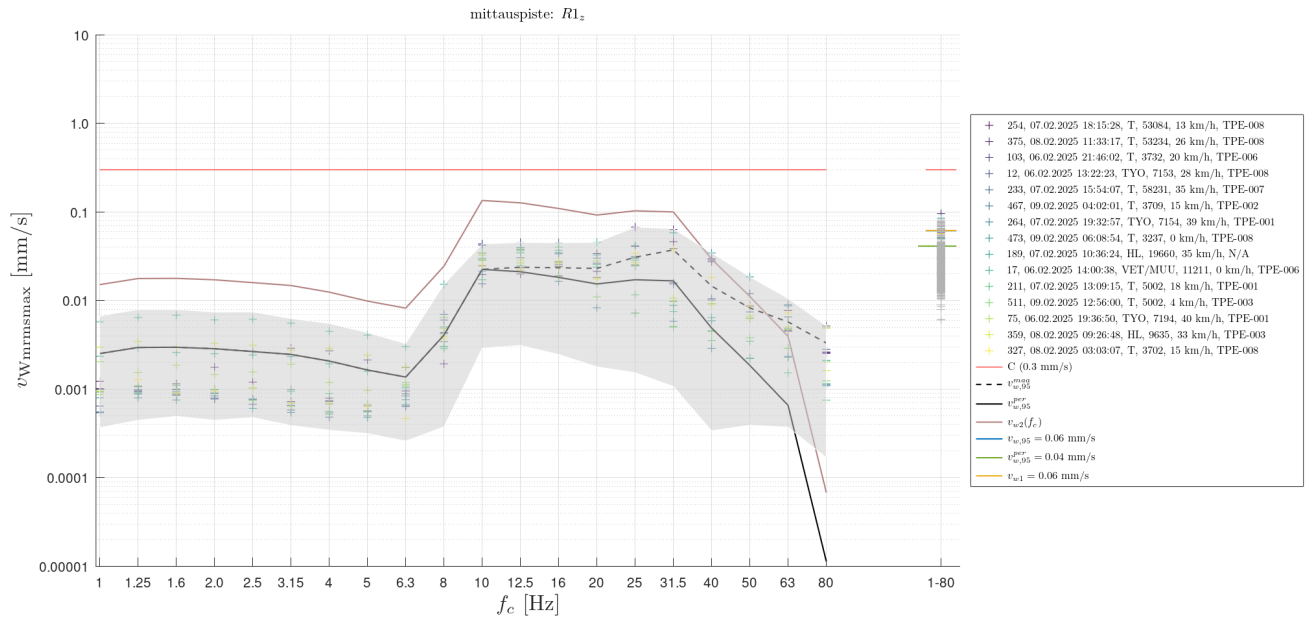


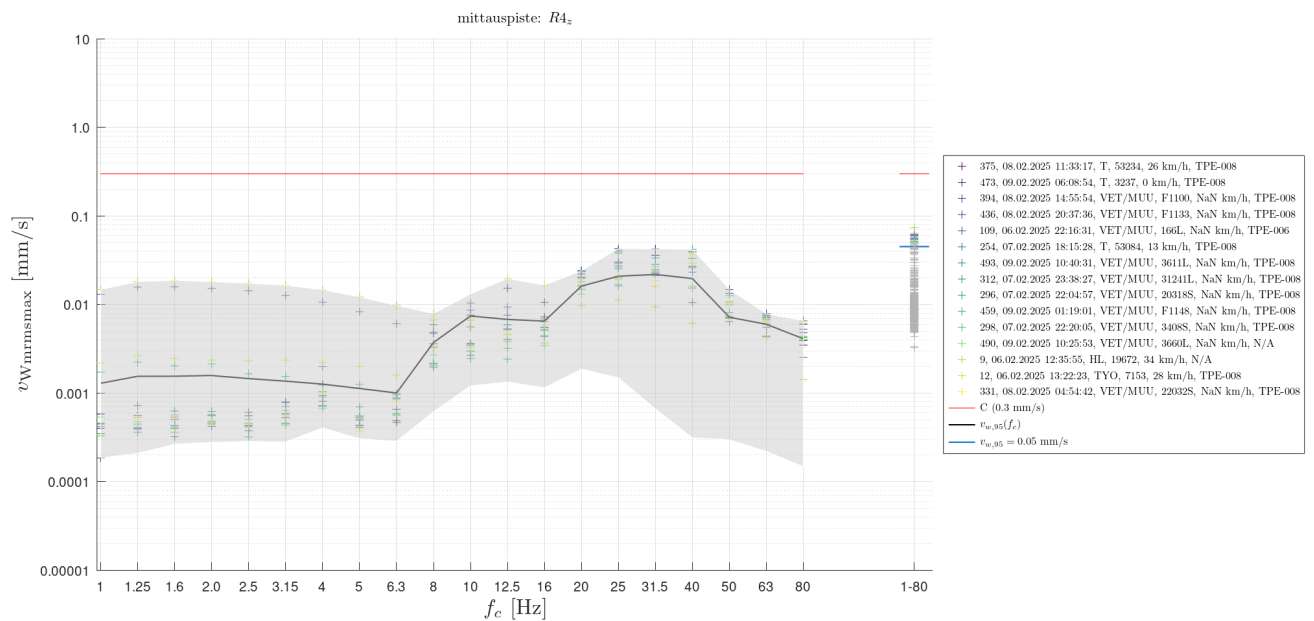
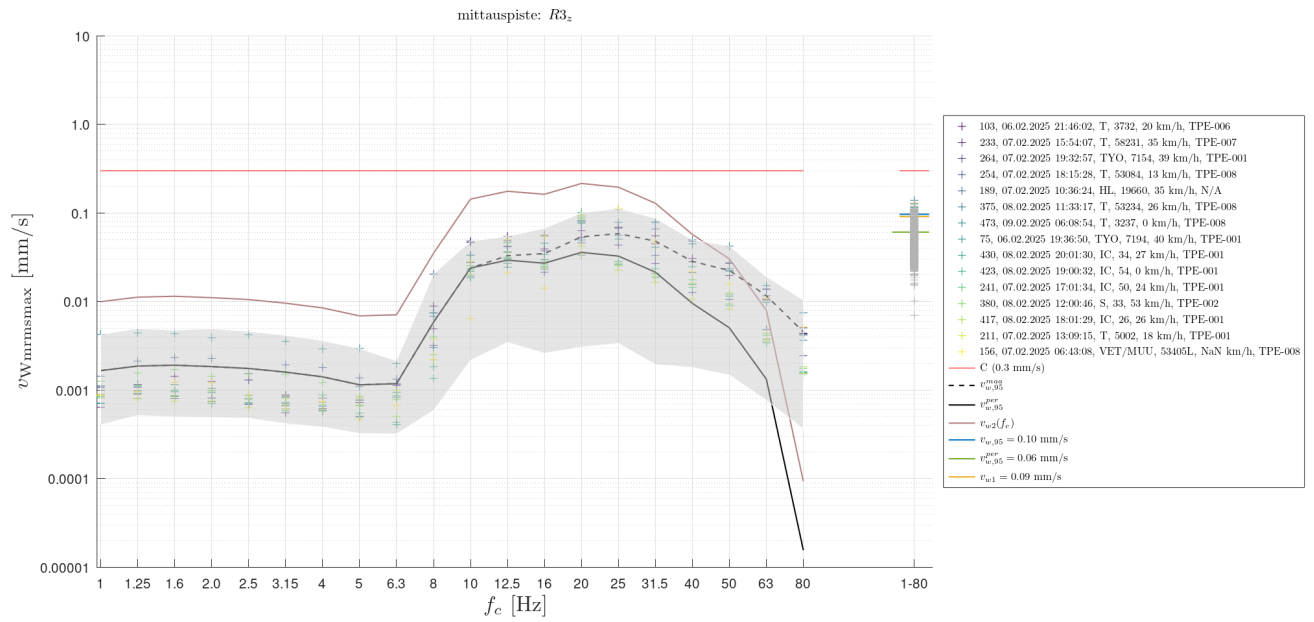


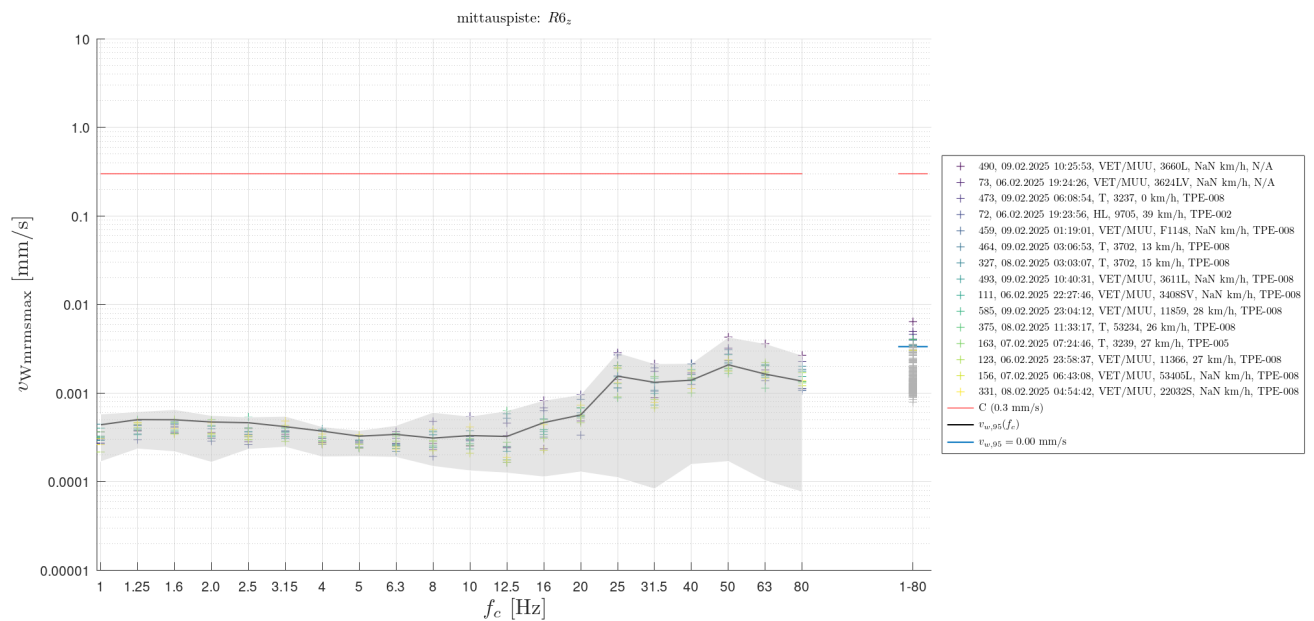
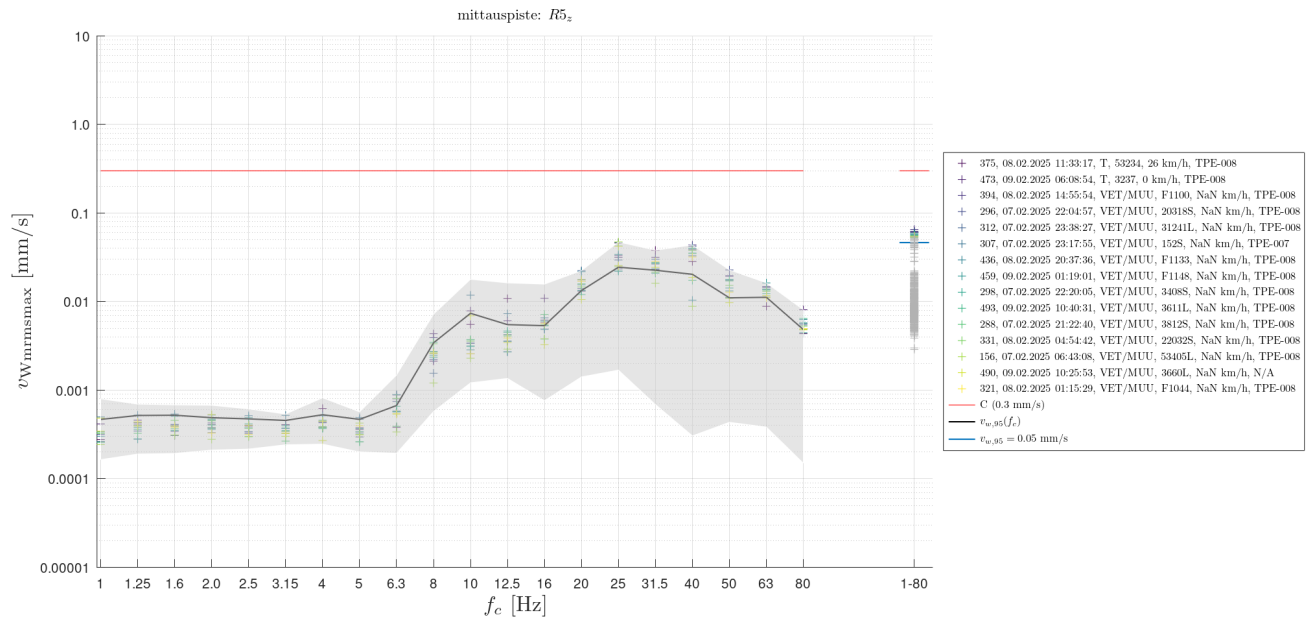


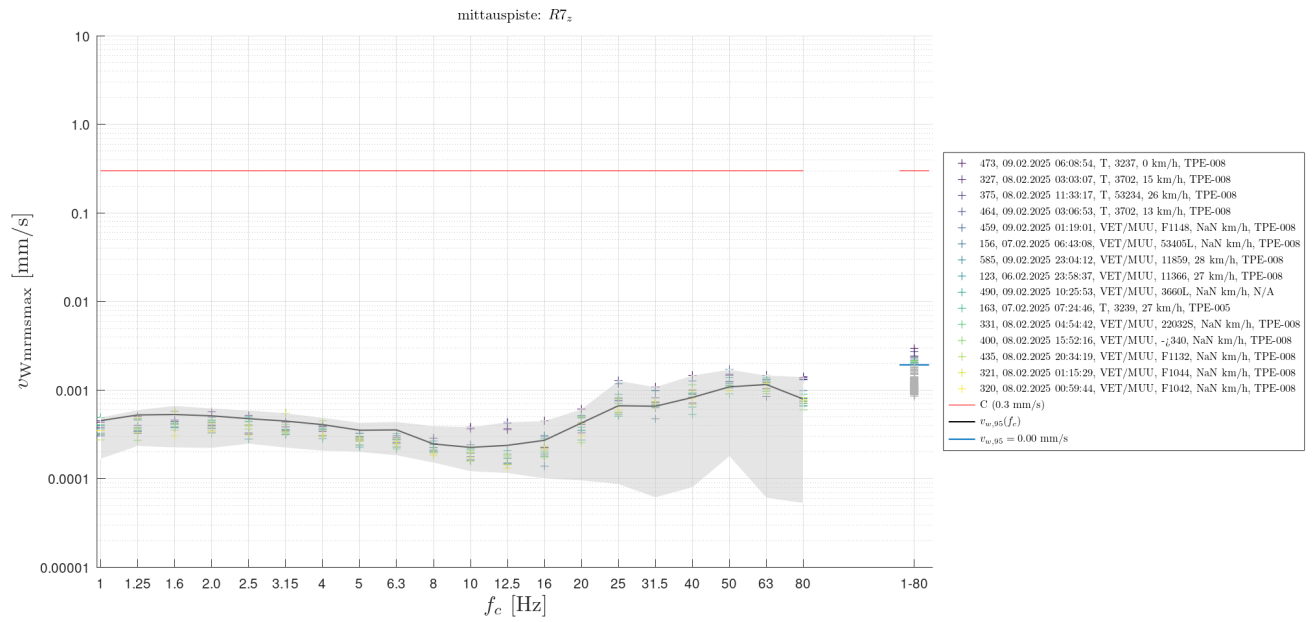


4.2 $v_{Wmrms,max}$









4.3 Kuvia mittauksista



Kuva 2: Mittauspiste R4



Kuva 3: Mittauspiste R5



Kuva 4: Mittauspiste R6



Kuva 5: Mittauspiste R7