

Lauri Vapalahti, Jukka Pätynen, Minna Santaholma, Mats Heikkinen, Timo Peltonen

11.11.2022

Jokelan asema-alue

Asiakas: Senaatin Asema-alueet Oy

Yhteyshenkilö: Janne Marttinen

RUNKOMELU- JA TÄRINÄSELVITYS

1 TAUSTA

Tuusulan Jokelaan on vireillä asemakaavan muutos. Tavoitteena on sijoittaa pääradan ja Puhelinkujan väliselle alueelle 4 kappaletta 6–8-kerroksisia asuin kerrostaloja. [1]

Kohteen vieressä on päärata, jolla kulkevien junien aiheuttama melu, värinä ja runkomelu voivat edellyttää erillisiä torjuntatoimenpiteitä asuinrakentamiselle. Lisäksi tieliikenne aiheuttaa kohteelle merkittävää meluhaittaa.

Asemakaavasuunnittelun pohjaksi tarvitaan liikenteen ympäristömelun sekä runkomelun ja värinän selvitykset. Selvitysten avulla voidaan liikenteen asuinrakentamiselle aiheuttamat melu- ja värinäriskit ottaa huomioon jo ennen asemakaavaprosessin käynnistämistä.

Tässä selvityksessä arvioidaan Jokelan Asemapolun alueelle kohdistuvia raideliikenteen runkomelu- ja värinävaikutuksia kaavamuutosta varten, hyödyntäen kohteessa maaperästä suoritettuja mittauksia, aiempien vastaavien kohteiden mittaustuloksia sekä VTT:n ohjeistukseen perustuvaa runkomelun ja värinän laskennallista mallinnusta [3,4,5,6].

2 RAIDELIIKENTEEN AIHEUTTAMA RUNKOMELU JA TÄRINÄ

Raideliikenne synnyttää ympäristöönsä värähtelyä, joka välittyy radan perustusten kautta ympäröivään maaperään. Värähtely etenee maaperän ja katujen kovien pintarakenteiden kautta rakennuksiin, joissa se leviää rakennusrungon välityksellä eri huonetiloihin. Huoneessa värähtely voi aiheuttaa kuultavissa olevaa runkomelua tai havaittavaa värinää. Värinä on tunto- tai tasapainoaistilla havaittavaa pienitaajuista värähtelyä (taajuusalue 1...80 Hz), ja runkomelu on värähtelyn aiheuttamaa korvin kuultavaa ilmaääntä (taajuusalue 16...500 Hz).

Pienitaajuinen värinä etenee pehmeässä maaperässä tehokkaasti radan ympäristöön, mutta vaimenee kitkamailla melko nopeasti.

Värinää suuremmilla taajuuksilla esiintyvä raideliikenteen runkomeluhuheräte voi aiheuttaa rakennusten sisätiloissa runkomelua. Toisin kuin värinä, runkomelu etenee kalliossa ja myös kitkamaalajeissa tehokkaasti. Kytkeytyminen rakennusrunkoon tapahtuu tyypillisesti rakennuksen perustusten kautta. Raideliikenteen varsilla runkomeluhuheräte voi lähietäisyyksillä kytkeytyä rakennukseen myös sivusuunnassa raidealueen ja rakennuksen väliin jäävän jäykän pintamaakerroksen ja kadun pintarakenteiden välityksellä.

3 OHJEARVOT JA TAVOITETASOT

Tärinän arvioinnin lähtökohtana käytetään Ympäristöministeriön asettamia liikennetärinän ohjearvoja [7,8]. Värähtelyn ohjearvot ilmoitetaan W_m -painotetun värähtelynopeuden enimmäisarvoina $v_{w,95}$, joita rakennuksen rakenteissa esiintyvä liikenteen ohiajoista aiheutuva tärinä ei saa säännöllisesti ylittää [3,4].

Asuin-, hoiva-, päiväkotij- ja toimistotilojen kohdalla suositellaan, että tiloissa esiintyvä tärinä jää alle 0,3 mm/s. Ravintola-, kahvila- ja liiketiloissa värähtelynopeuden ylärajan suositusarvona voidaan käyttää 0,6 mm/s. Asuinrakentamisen osalta uusien rakennusten ja väylien suunnittelussa on ohjeena, että asuintiloissa esiintyvä värähtely jää alle 0,3 mm/s, jolloin keskimäärin vain 15 % asukkaista pitää värähtelyä häiritseväenä. Hyvät asuinolosuhteet saavutetaan värähtelyn jäädessä alle 0,1 mm/s, jolloin ihmiset eivät yleensä havaitse tärinää.

Raideliikenteen **runkomelun** osalta kohteen sisätiloissa noudatetaan Ympäristöministeriön asetusta [7] ja sen soveltamisohjetta [8]. Lisäksi voidaan soveltaa SFS-standardia rakennusten akustisesta laatuokituksesta [10] sekä VTT:n esittämiä suositusarvoja runkomelun hetkellisille enimmäistasoille L_{ASmax} [6].

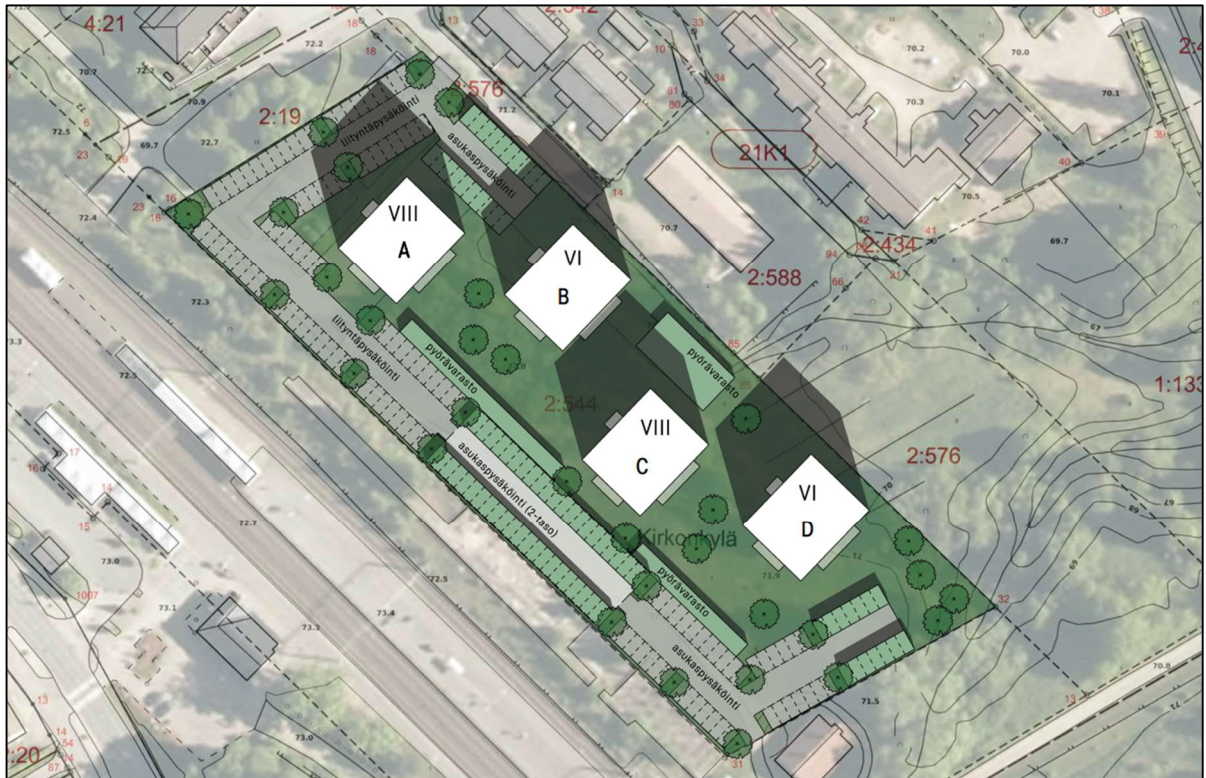
Asuinhuoneistoille avoradalta kantautuvan runkomelun ohjearvo on 35 dB [8]. Jos kohteessa tavoitellaan tavanomaista laadukkaampia ääniolosuhteita, suositeltuna ohjearvona voidaan pitää 30 desibeliä. Tällöin junien ohiajoista aiheutuvat hetkelliset runkomelun huiput eivät nouse tavanomaisen asuintilan taustamelutason yläpuolelle. [10]

4 LÄHTÖTIEDOT

Tässä selvityksessä raideliikenteen aiheuttamaa tärinää ja runkomelua on arvioitu pohjautuen kohteessa tehtyihin mittauksiin, vastaavissa kohteissa tehtyihin selvityksiin, alueen maaperätietoihin [2] ja hankesuunnitelmassa esitettyihin tilasijoitteluihin [1].

Kohteen rakennusmassat on esitetty *kuvassa 1*. Tontti sijaitsee savimaalla. Saatujen lähtötietojen mukaan kohteen perustustapa ja kalliopinnan esiintymissyvyys eivät ole vielä selvillä.

Alustavissa tilasuunnitelmissa [1] runkomelun torjuntatarpeen kannalta mitoittavat alimmat asuintilat sijaitsevat rakennusten 1. kerroksessa. Rakennusten lyhimmät etäisyydet radasta ovat 43...61 metriä.



Kuva 1: Kohteeseen suunnitellut rakennukset ja kohteen lounaispuolella kulkeva päärata [1].

5 RUNKOMELUN JA TÄRINÄN MITTAUKSET

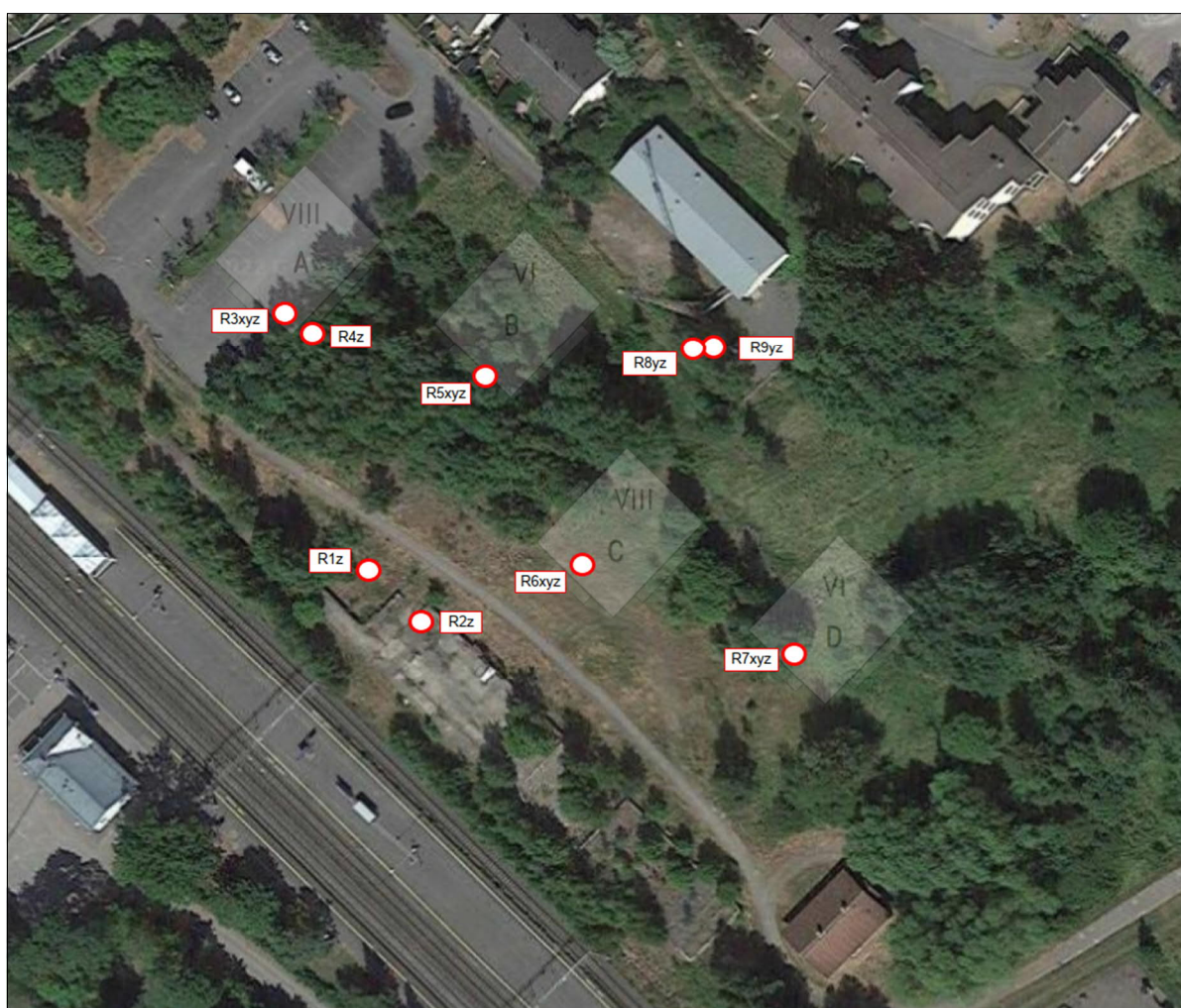
Raideliikenteen runkomelu- ja värinävaikutuksia Jokelan asema-alueella selvitettiin kohteessa tehtävien mittausten avulla. Runkomelu- ja värinämittaukset suoritettiin 3.10.2022 ja junien ohiajoja tallennettiin 8:36–16:19 välisenä aikana. Mittauksista vastasivat Lauri Vapalahti ja Jukka Pätynen.

Raideliikenteen aiheuttamaa värähtelyä esiintyvää runkomeluherätettä mitattiin *taulukossa 1* esitetyissä mittauspisteissä. Mittauspisteiden sijainnit on esitetty *kuvassa 2*. Mittauspisteiden sijainnit valittiin siten, että ne vastaisivat kohteen rakennusmassojen sijainteja. Näiden pisteiden lisäksi värähtelyä mitattiin lähellä junarataa ja kauempana tontin takarajalla. Yksityiskohtainen kuvaus mittauspisteistä valokuvineen on *liitteessä A*.

Värähtelyä mitattiin triaksiaalisesti eli kaikissa kolmessa mitaussuunnassa pisteissä R3 sekä R5–R7. Mittauspisteissä R1, R2 ja R4 värähtelyä mitattiin pystysuunnassa (z) ja pisteissä R8 ja R9 vaakasuunnassa y ja pystysuunnassa z. Vaakasunta x asetettiin radan suuntaisesti ja vaakasuunta y sitä vasten kohtisuoraan. Mittauspisteissä R1, R4–R6 ja R9 anturit kiinnitettiin mitattavaan rakenteeseen liimamalla, muissa mittauspisteissä käytettiin maaruuvia.

Taulukko 1: Mittauspisteiden sijainnit ja tarkastellut mittaussuunnat.

mittauspiste	mittaussuunnat	sijainti
R1	z	Vanhan asemarakennuksen perustus
R2	z	Maaruuvi vanhan asemarakennuksen vieressä
R3	x, y, z	Maaruuvi rakennuksen A kohdalla
R4	z	Asfaltti rakennuksen A kohdalla
R5	x, y, z	Kivi rakennuksen B kohdalla
R6	x, y, z	Kivi rakennuksen C kohdalla
R7	x, y, z	Maaruuvi rakennuksen D kohdalla
R8	y, z	Maaruuvi radiomaston vieressä
R9	y, z	Radiomaston vanha perustus

*Kuva 2: Mittauspisteiden sijainnit ja laitteet. Ilmakuvan päälle on asemoitu suunnitellut rakennusmassat.*

Mittausten herätteenä oli radalla kulkeva raideliikenne. Tallennetuista signaaleista laskettiin jokaiselle ohitukselle Slow-aikapainotettu ja A-taajuuspainotettu enimmäistaso $L_{V,AS,max}$ 16...500 Hz taajuusalueella sekä yksittäisille terssikaistoille. Lisäksi laskettiin värinän arviointia varten W_M -painotettu värähtelynopeuden terssispektri sekä laajakaistainen tunnusluku $v_{w,95}$ [3,4].

Mittausaineisto sisälsi 51 tunnistettua junan ohitusta. Osa junista pysähtyi Jokelan asemalla, joten niistä analysoitiin junan saapuminen ja lähteminen erikseen. Näistä tapahtumista voitiin hyödyntää

mittauspisteestä riippuen 55...86 tapahtumaa, kun aineistosta oli poistettu ympäristön häiriöitä sisältävät ohitukset. Aineisto voidaan katsoa riittävän kattavaksi ja monipuoliseksi antamaan tilastollisesti luotettavan arvion raideliikenteen aiheuttamasta värähtelyherätteestä ja sen enimmäistasoista asemakaavan muutosalueella.

6 MITTAUSTULOKSET

Alla on esitetty tiivistelmä mittausten tuloksista värinälle ja runkomelulle. Mittaustulokset on esitetty kokonaisuudessaan mittausraportissa *liitteessä A*.

6.1 Värinän esiintyminen maaperässä

Asema-alueella maaperästä mitatut värinän tunnusluvut $v_{w,95}$ alittavat kaikissa mittauspisteissä ohjearvon 0,3 mm/s. Laajakaistaiset mittaustulokset rakennusten alueella ovat 0,05...0,18 mm/s. Spektrien huiput eli maaperän ominaistajuudet esiintyvät taajuuksaistoilla 8...16 Hz.

Junien ohitusten aikaiset maaperän värinän tunnusluvut $v_{w,95}$ mittauspisteittäin on koottu *taulukkoon 2*. Mittaustulokset on esitetty kokonaisuudessaan *liitteessä A*.

Taulukko 2. Maaperästä mitattu värinän tunnusluku $v_{w,95}$ eri mittaussuunnissa mittauspistekohtaisesti.

mittauspiste	kiinnitystapa	$v_{w,95}$ [mm/s]		
		x	y	z
R1	Rakenne	-	-	0,18
R2	Maaruuvi	-	-	0,16
R3	Maaruuvi	0,09	0,08	0,11
R4	Asfaltti	-	-	0,15
R5	Kivi	0,07	0,08	0,09
R6	Kivi	0,07	0,07	0,11
R7	Maaruuvi	0,06	0,07	0,10
R8	Maaruuvi	-	0,07	0,05
R9	Rakenne	-	0,08	0,06

6.2 Runkomeluherätteen esiintyminen kohteessa

Junien ohiajojen aiheuttamien runkomeluherätteen enimmäistasojen 95-persentiilin tunnusluvut on koottu *taulukkoon 3*. Mittaustulokset on esitetty kokonaisuudessaan *liitteessä A*.

Mittauspisteen R3 vaakasuuntaiseen (x ja y) värähtelyyn vaikutti pisteen läheinen parkkipaikka, jonka kovaa pintakerrosta pitkin junaliikenteen värähtely siirtyi tehokkaammin verrattuna tavalliseen maastoon. Tästä syystä mittauspisteen R3 vaakasuuntaiset runkomelunherätetasot saattavat olla suurempia kuin ne olisivat ilman parkkipaikan vaikutusta, eikä niitä näin voi verrata suoraan muissa mittauspisteissä mitattuihin tuloksiin.

Junien ohitusten aikaiset runkomelun herätetasot olivat pystysuunnassa voimakkaimmillaan rataa lähimmässä mittauspisteessä R2 ($L_{vASmax,95} = 28$ dB). Voimakkaimmat runkomelun pystysuuntaiset herätetasot suunniteltujen rakennusten alueella havaittiin mittauspisteessä R5 ($L_{vASmax,95} = 24$ dB) eli rakennuksen B kohdalla.

Runkomeluherätteen spektrien huiput esiintyivät pääasiassa taajuuksaistoilla 63...100 Hz ja olivat selvempiä mittauspisteissä, joissa käytettiin maaruuvia (*liite A*).

Taulukko 3. Mittauspisteiden runkomeluherätteen tulokset.

mittauspiste	kiinnitystapa	$L_{vASmax,95}$ [dB]		
		x	y	z
R1	Rakenne	-	-	22
R2	Maaruuvi	-	-	28
R3	Maaruuvi	38*	38*	23
R4	Asfaltti	-	-	22
R5	Kivi	21	25	24
R6	Kivi	13	14	20
R7	Maaruuvi	19	24	17
R8	Maaruuvi	-	14	8
R9	Rakenne	-	7	6

*) Läheinen parkkipaikka on saattanut voimistaa vaakasuuntaisen runkomeluherätteen kytkeytymistä verrattuna pelkkään tavalliseen maastoon.

7 TÄRINÄ- JA RUNKOMELUVAIKUTUSTEN ARVIOINTI

7.1 Arvioidut värinätasot rakennuksissa

Maaperästä mitattujen värinäarvojen pohjalta arvioitiin suunnitelluissa rakennuksissa esiintyvää värinää RIVAS-projektin [9] ja VTT:n [4] esittämien menetelmien avulla. Värinää arvioitiin sekä rakennuksessa tapahtuvaan yleiseen voimistumiseen että rakenteiden ja maaperän väliseen resonanssiin pohjautuen [4].

Tarkastelun tulokset on esitetty mittauspistekohtaisesti taulukossa 4 mittauspisteille, jotka sijaitsivat suunniteltujen rakennusten kohdalla, sekä lähipisteelle R2 ja kaukopisteelle R8. Suure v_{w1} kuvaa värinän yleistä voimistumista kertoimella 1,5. Suure v_{w2} kuvaa resonanssitarkastelulla saatua spektrihiipun suurinta arvoa, kun pystysuuntaiselle värähtelylle käytetään lattioiden resonanssia varten kerrointa 6. Rakennusten on oletettu olevan betonirunkoisia.

Rakennusrungon vaakasuuntaisen resonanssin ei arvioida kohteessa olevan ongelma, mikäli rakennukset ovat vähintään 4-kerroksisia. Tällöin rungon ominaistaajuus on maaperän ominaistaajuuksia alhaisempi.

Taulukko 4: Värinän tilastolliset tunnusluvut v_{w95} sekä arvioidut rakennukseen kytkeytyvän värinän enimmäisarvot v_{w1} (yleinen voimistuminen) ja v_{w2} (resonanssitarkastelu) [4]. Asuintilojen ohjearvon ja opetustilojen suositusarvon 0,30 mm/s ylittävät arvot merkitty punaisella. Rakennusten on oletettu olevan **betonirunkoisia**.

mittauspiste	R2	R3 (rak A)	R5 (rak B)	R6 (rak C)	R7 (rak D)	R8
suunta	z	z	z	z	z	z
v_{w95} , mm/s	0,16	0,11	0,09	0,11	0,10	0,05
v_{w1} , mm/s	0,24	0,17	0,14	0,17	0,15	0,08
v_{w2} , mm/s	0,39	0,24	0,25	0,31	0,24	0,13
v_{w2} taajuus	12,5 Hz	12,5/16 Hz	12,5 Hz	10 Hz	10 Hz	16 Hz

Tarkastelun perusteella värinä on kohteessa riski, mikäli suunniteltujen rakennusten perustukset, rakennusrunko tai välipohjarakenteet vahvistavat värinää maaperän ominaistaajuuksialueella 8...12,5 Hz. Nykyisellä massoitelulla mittauspisteen R6 kohdalle suunnitellussa rakennuksessa värinä voi resonanssilanteessa hieman ylittää ohjearvon 0,3 mm/s. Värinäriskialue ulottuu noin 50 metrin

etäisyydelle asti lähimmästä raiteesta, mikäli rakennukset toteutetaan betonirunkoisina. Puurunkoisille rakennuksille tärinärisä on olemassa koko korttelin alueella.

Tärinäarvion lisäksi on kuitenkin huomioitava, että kohteessa ei ole tiedossa kalliopinnan syvyyttä eikä rakennusten perustamistapaa. Mikäli rakennukset perustetaan paaluilla kalliolle, tärinärisä voi pienentyä, minkä johdosta 0,3 mm/s ohjearvo voi alittua jo lähempänä raiteita.

7.2 Runkomelutasojen arviointi

Mittaustulokset osoittivat, että raiteita lähimmissä suunnitelluissa rakennusosissa raideliikenteen aiheuttama runkomeluheräte on selvästi erottuvaa. Runkomeluherätteen kytkeytyessä maaperästä rakennusten perustusten kautta betonirunkoisen rakennuksen huonetiloihin saattavat runkomelutasot olla rakenteista, maaperästä ja perustustavasta riippuen 6...20 dB herätetasoa suurempia. Puurunkoisessa rakennuksessa runkomelutasot voivat olla vielä tätä hieman suurempia.

Suunnitelluissa rakennuksissa esiintyviä runkomelutasoja L_{prm} arvioitiin perustuen aikaisemmista vastaavista alueista saatuihin kokemuksiin sekä RIVAS-projektin [9] havaintoihin. Mitatuista runkomeluherätteistä arvioidut äänenä kuultavat runkomelutasot rakennusten ensimmäisissä kerroksissa sijaitseville huonetiloille on esitetty taulukossa 5. Arvio on esitetty mittauspisteille, jotka sijaitsevat suunniteltujen rakennusten kohdalla, sekä lähipisteelle R2 ja kaukopisteelle R8. Arviossa on oletettu rakennusten olevan betonirunkoisia. Arviot perustuvat mittauksiksiin, eikä niihin ole sisällytetty erillistä varmuusvaraa.

Taulukko 5. Arvioidut runkomelutasot L_{prm} kunkin mittauspisteen kohdalla sijaitsevan rakennuksen 1. kerroksessa. Rakennusten on oletettu olevan betonirunkoisia.

mittauspiste	L_{prm} [dB]
R2	38
R3 (rak A)	28
R5 (rak B)	31
R6 (rak C)	31
R7 (rak D)	24
R8	15

Mittauspistekohtaisesti arvioituja runkomelutasoja L_{prm} käytettiin asunnoissa esiintyvän runkomelun tarkasteluun koko asema-alueella. Laskennallinen arvio runkomelun esiintymisestä asema-alueella on esitetty kuvassa 3. Arvioinnissa on mukana 5 dB varmuusvara. Runkomeluheräte tyypillisesti vaimenee rakennusrungossa kohti ylempiä kerroksia.

Alueen runkomeluarvion perusteella on todennäköistä, että nykyisellä rakennusmassoittelulla asuintilojen runkomelun ohjearvo $L_{prm} < 35$ dB täyttyy ainakin betonirunkoisilla rakennuksilla ja mahdollisesti myös puurunkoisilla. Rakennuksissa esiintyvän runkomelun taso riippuu kuitenkin voimakkaasti välipohjarakenteista: puiset välipohjat sekä tavanomaiset lämpölattiat voivat vahvistaa runkomelua merkittävästi, jolloin käytetty 5 dB varmuusvara ei riitä.

Runkomelun mahdollinen torjuntatarve on aiheellista huomioida tulevien rakennusten suunnittelussa. Lämpölattioita asuintiloissa käytettäessä tai puurunkoisilla rakennuksilla runkomelu tulee huomioida suunnittelussa koko kaavamuuosalueella. Betonirunkoisilla rakennuksilla runkomelu tulee huomioida välipohjarakenteesta riippumatta, mikäli rakennus tai sen osa on alle 40 metrin päässä lähimmästä raiteesta.



Kuva 3: Arvioidut runkomelutasot rakennuksen ensimmäisessä kerroksessa, sisältäen 5 dB varmuusvaran. Rakennusten on oletettu olevan **betonirunkoisia**.

8 SUOSITELTAVAT JATKOTOIMENPITEET

8.1 Lähtötietojen tarkentaminen

Jatkosuunnittelussa tulisi selvittää maaperän koostumus ja tämän kautta tulevien rakennusten perustamistavat korttelin eri osissa. Rakennusten perustamistapa vaikuttaa maaperästä rakennuksiin kytkeytyvään värähtelyyn eli huoneissa havaittavaan värinään ja runkomeluun.

Perustamistavan ja maaperän koostumuksen tarkennuttua suositellaan värinän ja runkomelun tarkastelua uudelleen mahdollisten torjuntatarpeiden tunnistamiseksi ja täsmentämiseksi.

8.2 Värinän torjuntaperiaatteet

Mikäli betonirunkoisia rakennuksia sijoitetaan lähelle rataa etäisyydelle, jolla värinän arvioidaan ylittävän asuintilojen ohjearvon $v_{w95} \leq 0,3$ mm/s, tai rakennukset ovat puurunkoisia, tulee kohde suunnitella värinähuomioiden yhdessä rakennesuunnittelijan ja tarvittaessa geosuunnittelijan kanssa.

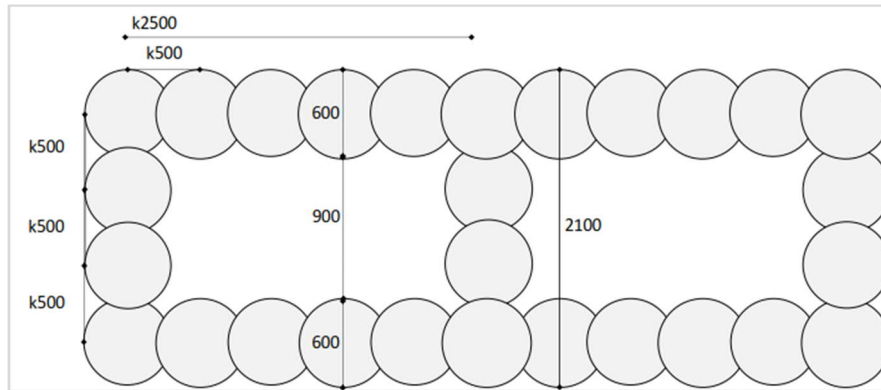
Värinää voidaan kohteessa torjua kahdella tavalla:

- 1) mitoittamalla perustusten, rakennusrungon ja välipohjien ominaistajuudet vältettävien maaperän ominaistajuuksien ulkopuolelle, tai
- 2) toteuttamalla rakennuksen ja radan väliin värinän torjuntaan soveltuva yhtenäinen ja riittävän leveä kalkkistabilointikaista.

Rakennuksen perustusten, rakennusrungon ja välipohjien mitoituksen arvioidaan olevan riittävä torjuntatoimi, sillä mittauksiin pohjautuvan arvion perusteella värinän ohjearvo ylittyy vain resonanssitilan-

teessa. Jos rakennusten eri osien ominaistajuudet poikkeavat maaperässä etenevän värähtelyn taajuuksista, ei resonanssitilannetta pääse syntyämään eikä tärinä näin juurikaan vahvistu rakennuksessa.

Tärinää vaimentavaa kalkkistabilointikaistaa saatetaan tarvita, mikäli rakennuksia halutaan sijoittaa hyvin lähelle rataa. Kaistan periaate vaakaleikkauksena on esitetty kuvassa 4. Kalkkistabilointikaistalla voidaan tyypillisesti saavuttaa noin 30...40 % vaimennusvaikutus pystysuuntaisen tärinän kannalta. Vaakasuuntaisen tärinän osalta vaimennusvaikutus jää yleensä vähäisemmäksi.



Kuva 4: Tärinän torjuntaan soveltuvan kalkkistabilointikaistan periaate, vaakaleikkaus.

8.3 Runkomelun torjuntaperiaatteet

Mikäli tulevia rakennuksia sijoitetaan lähelle rataa etäisyydelle, jolla runkomelun arvioidaan ylittävän asuintilojen ohjearvon $L_{prm} \leq 35$ dB, tulee suunnitella runkomelun torjuntatoimia yhdessä rakennesuunnittelijan kanssa.

Runkomelua voidaan kohteessa torjua kahdella tavalla:

- 1) asentamalla runkomeluvaimentimia perustuksiin, tai
- 2) huone-huoneessa-ratkaisuilla.

Huone-huoneessa-ratkaisu on sopiva, jos tulevassa rakennuksessa on vain vähän yksittäisiä huonetiloja, joissa tavoiteltu runkomelutaso ylittyy. Todennäköisesti vaimennusta vaativia tiloja on kuitenkin useampia ja ne voivat sijaita useammassa eri kerroksessa. Tällöin runkomeluvaimennuksen sijoittaminen rakennuksen perustuksiin on teknistaloudellisesti suositeltavampi vaihtoehto.

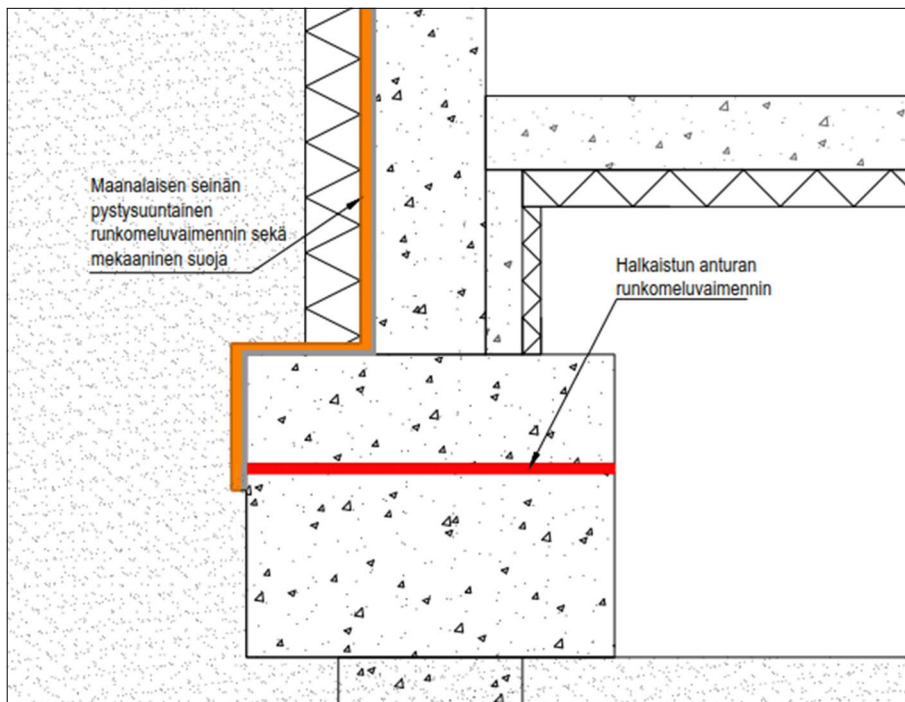
Runkomeluvaimentimien asentaminen perustuksiin vaimentaa runkomelua koko rakennuksessa. Perustukset toteutetaan halkaistuna kaksoisanturana, jonka osien väliin asennetaan vaakasuuntaiset runkomeluvaimentimet. Lisäksi junaradan puolella saatetaan tarvita perustuksen pystyosia vasten pystysuuntaisia vaimentimia, jotka vaimentavat rakennukseen kytkeytyvää, pintamaata pitkin etenevää runkomeluhäätettä. Perustusten vaimennuksen periaateleikkaus on esitetty kuvassa 5.

Vaakasuuntaisena vaimennusmateriaalina voidaan käyttää elastomeereja (esim. Getzner Sylomer SR, Kraiburg PuraSys Vibrafoam, Gerb Novodamp tai Eurofoam Eurolast). Materiaalien paksuus Sylomer-vaimentimien tapauksessa on alustavan arvion mukaan 12,5...25 mm riippuen etäisyydestä raiteisiin. Vaakasuuntaisten vaimentimien mitoituksessa tulee huomioida myös vältettävät maaperän ominaistajuudet 8...16 Hz, jotta runkomelun torjuntatoimet eivät vahvista tärinää.

Pystysuuntainen vaimenninmateriaali asennetaan perustusten pystyosia vasten maanpinnan alapuolelle ja mitoitus tehdään arvioidun maanpaineen perusteella. Vaimennus voidaan toteuttaa:

- 1) pystysuuntaisilla elastomeerikaistoilla, tai
- 2) materiaalilla/rakenteella, jonka dynaaminen jäykkyys vastaa elastomeereja, kun rakenteeseen ei kohdistu merkittäviä kuormia (esim. riittävän paksut salaojamatot, kuten Enkadrain ST 22 mm).

Runkomelun vaimennuksessa käytettävien materiaalien on säilytettävä dynaamiset ominaisuutensa rakennuksen käyttöajan ajan, koska useimpia niistä on hyvin vaikeaa tai mahdotonta myöhemmin vaihtaa.



Kuva 5: Periaatekuva runkomeluvaimentimien sijoittelusta vaaka- ja pystysuuntaan rakennuksen perustuksissa.

8.4 Lämpölattiat

Mikäli kohteen lämmitystapana käytetään lämpölattioita, tulee ne suunnitella runkomelu huomioiden. Tyypillisten kelluvien lämpölattioiden ominaistajuuudet (60...80 Hz) ovat samoilla taajuuksikaistoilla junnaliikenteen ominaistajuuksien kanssa, jolloin lämpölattia voi vahvistaa runkomelua merkittävästi.

Jotta lämpölattian vahvistava vaikutus voidaan välttää, tulee lattiarakenne toteuttaa siten, että lämpöeristeen päällä kelluvan betonilaatan resonanssitaajuuutta siirretään rakenteellisilla muutoksilla 200...250 Hz taajuuksille. Sopivan rakenneratkaisun löytäminen edellyttää akustiikkasuunnittelijan, rakennesuunnittelijan ja lämpölattiatuottajan välistä tiivistä yhteistyötä.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO

Jokelan asema-alueen suunnitellulla kaavamuutosalueella tehtiin värähtelymittauksia, jotta voitaisiin arvioida kohteen runkomelu- ja tärinäolosuhteita liittyen vieressä kulkevan pääradan raideliikenteeseen.

Tärinä tulee huomioida betonirunkoisten rakennusten suunnittelussa, jos rakennus tai sen osa sijaitsee alle 50 metrin etäisyydellä lähimmästä raiteesta. Mikäli rakennukset ovat puurunkoisia, tulee tärinä huomioida koko korttelin alueella. Rakennuksissa esiintyvä tärinä voi ylittää asuintilojen tärinän ohjearvon 0,3 mm/s, jos rakennuksen perustukset, rakennusrunko tai välipohjat vahvistavat maaperässä etenevää tärinää. Mikäli rakennukset toteutetaan puurunkoisina, tulee tärinään kiinnittää suunnittelussa erityishuomiota.

Runkomelu tulee huomioida suunnittelussa, mikäli betonirunkoinen rakennus tai sen osa sijaitsee alle 40 metrin etäisyydellä lähimmästä raiteesta. Puurunkoisella rakennuksella tai jos rakennuksen asuintilojen lämmitys toteutetaan lämpölattioilla, tulee runkomelu huomioida koko korttelin alueella. Nykyisen massoittelun mukaisissa rakennuksissa asuintilojen runkomelun ohjearvo 35 dB arvioidaan täyttyvän, jos rakennukset ovat betonirunkoisia ja lämmitystapa on muu kuin lämpö lattia tai jos lämpölattiarakenne suunnitellaan runkomeluntorjunta huomioiden.

Tärinän ja runkomelun yleisenä torjuntakeinona suositellaan sijoittamaan asunnot ja muut vastaavat tilat mahdollisimman kauas junaradasta. Mikäli runkomelulle ja tärinälle herkkiä rakennuksia kuitenkin halutaan sijoittaa lähemmäs rataa tai halutaan rakentaa puusta, tulee varautua torjuntatoimiin.

Tärinän torjuntatoimeksi suositellaan perustusten, rakennusrungon ja välipohjien ominaistuuksien mitoittamista välttämällä maaperän ominaistuuksia. Hyvin lähelle rataa rakennettaessa saatetaan tarvita lisäksi kalkkistabilointikaistaa rakennuksen ja radan väliin.

Runkomelun torjunta suositellaan toteutettavaksi vaimennetuilla perustuksilla. Perustukset toteutetaan halkaistuina kaksoisanturoina, jonka osien väliin asennetaan vaimenninmateriaalia. Tarvittaessa myös maan alle jääviä perustusten pystyosia vasten asennetaan runkomelua vaimentavia materiaaleja.

Mahdollisissa lämpölattioissa tulee käyttää kohdekohtaisesti suunniteltua ja mitoitettua erityisratkaisua, jolla vältetään kelluvan lattian resonanssin aiheuttama runkomelun vahvistuminen asuinhuoneissa.

Runkomelun torjuntasuunnittelussa on huomioitava, ettei runkomelun vaimennusratkaisuita mitoiteta liian lähelle maaperässä esiintyviä pienitaajuisten tärinän resonanssitaajuuksia.

Runkomelun ja tärinän torjuntasuunnittelu tulee tehdä yhteistyössä akustiikkasuunnittelijan, rakennesuunnittelijan ja tarvittaessa muiden suunnittelijoiden kesken.



Lauri Vapalahti
Akustikko, DI



Timo Peltonen
DI, FISE PV (akustiikka)

VIITTEET

1. Ark Brut, Tuusula Jokela, Asemakuja - Asemapiirros. 27.3.2020.
2. Tuusulan Karttapalvelu, <https://kartta.tuusula.fi/>, 17.10.2022
3. Talja A., Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta. VTT Tiedotteita 2278. Espoo, 2004.
4. Talja A., ym. Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi. VTT Tiedotteita 2425. Espoo 2008.
5. Talja A., Ohjeita liikennetärinän arviointiin. VTT Tiedotteita 2569. Espoo, 2011.
6. Talja A., Saarinen A. Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi. Esiselvitys. VTT Tiedotteita 2468. Espoo, 2009.
7. Ympäristöministeriön asetus 796/2017 rakennuksen ääniympäristöstä.
8. Ääniympäristö – Ympäristöministeriön soveltamisohje rakennuksen ääniympäristöstä. 1.1.2018.
9. RIVAS, Definition of appropriate procedures to predict exposure in buildings and estimate annoyance, 15.8.2012
10. SFS 5907:2002. Rakennusten akustinen suunnittelu ja laatuluokitus. SFS, julkaistaan 13.12.2022.

LIITTEET

Liite A: Mittauspöytäkirja Akukon 221125-M01-22111

Runkomelu- ja värinämittaus

ISO 14837-1:2005, ISO 8041:2005



Kohde

Projektin nimi Jokelan asema-alue - Kaavavaiheen YRMT-selvitykset
Akukon projektin numero - raportti 221125-02
Mittausten päivämäärä 2022-10-03

Asiakas

Senaatti Asema-alueet Oy Janne Marttinen

janne.marttinen@senaatti.fi

Mittausolosuhteet

Mittausolosuhteet on esitetty raportin osassa 2.

Määrittely

Runkomelu ja värinä on mitattu standardin ISO 14837-1:2005 mukaisesti ja mittauksista on johdettu L_{prm} ja $v_{w,95}$ ohjeiden VTT2468 ja VTT2425 mukaisesti.

Epävarmuus

Raportoitu laajennettu epävarmuus perustuu normaalille epävarmuudelle, joka on kerrottu kertoimelle $k = 2$. Epävarmuuden luottamusväli on näin ollen noin 95 %. Epävarmuustarkastelu on tehty EA-4/02 ohjeen mukaisesti, jossa on huomioitu kalibroinnin, mittalaitteiden, sääolosuhteiden ja mittausolosuhteiden aiheuttama epävarmuus.

Mittausraportti hyväksytty: 11. marraskuuta 2022

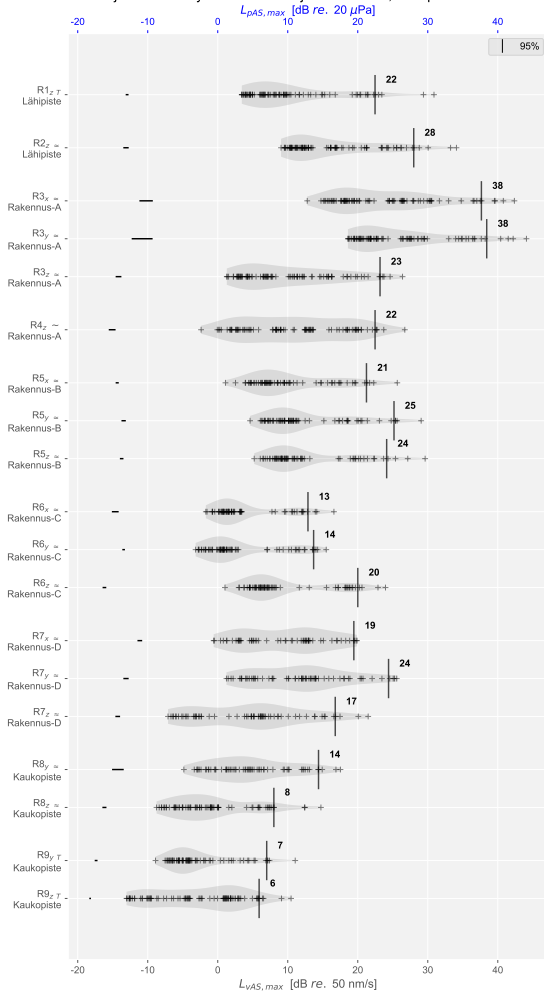
Lauri Vapalahti, DI
Dokumentin laatija

Jukka Pätynen, TkT
Valtuutettu allekirjoittaja

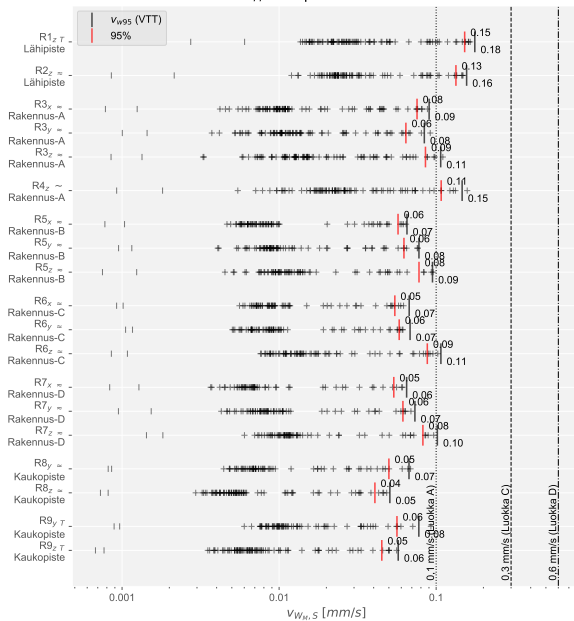
1 Tulosten yhteenveto

1.1 Tuloskuvien tiivistelmä

Runkomelu- ja tärinäselvitys: Runkomelun ja herätteen A, Slow-painotetut enimmäistasot



Tärinän W_M Slow-painotetut enimmäistasot



2 Jäljitettävyys

Mittaukset ovat jäljitettävissä kansallisiin mittanormeihin tai akkreditoituihin kalibrointilaboratorioihin, jotka mitaavat suureita kansainvälisen mittajärjestelmän mukaisesti (SI-järjestelmä). Vertailumittauksia toteutetaan muiden laboratorioden kanssa säännönmukaisesti toistettavuuden takaamiseksi.

laite	tyyppi	sarjanro.	kalibrointitodistus	pvm
6 1/2 num. yleismittari	Keysight 34465A	MY54503554	MIKES, FI	17.12.2021
mikrofoni	G.R.A.S. 40AU	282236	G.R.A.S., DK	21.01.2021
sääsena	Vaisala WXT520	L1350601	Zenner Oy, FI	20.03.2020
kiihtyvyyssanturi	PCB 301A11	3500	Mikes, FI	23.04.2021

Analyysi tehtiin Akukon RMT analyysi-ohjelmiston versiolla 0.9.8-20220927P / 0.9.8-20220927 .

3 Mittausolosuhteet

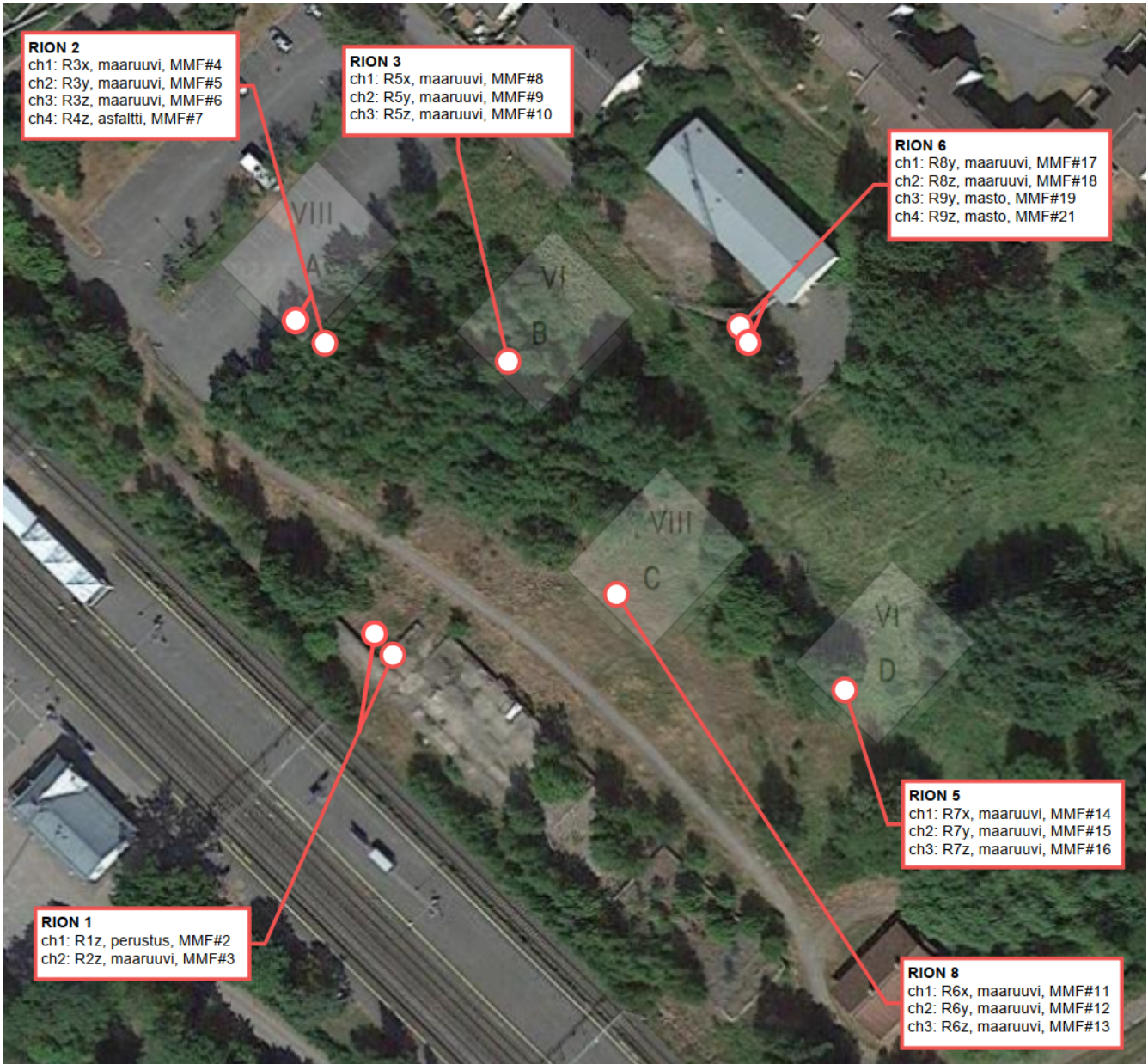
3.1 Säätilan yhteenveto

	Keskisarvo	Vaihteluväli	Sääsena
Tuulen nopeus [m/s]	2.7	1.1...4.7	Mäntsälä Hirvihaara
Tuulen suunta [°]	11	-	Mäntsälä Hirvihaara
Puuskat [m/s]	5.1	2.4...8.3	Mäntsälä Hirvihaara
Lämpötila [°C]	5.6	2.2...7.8	Hyvinkää Hyvinkäänkylä
Roudan arvioitu syvyys [m]	-		

3.2 Mittauspisteet ja mittalaitteet

nimi	suure	sijainti	kiinnitys	alusta	anturi	tallennin
R1 _z	a _z	Lähipiste	magnetti naulauslevyyn	perustus	MMF KS48C	RION DA-21 ch 1
R2 _z	a _z	Lähipiste	maaruuvi	pehmeä maa	MMF KS48C	RION DA-21 ch 2
R3 _x	a _x	Rakennus-A	maaruuvi	pehmeä maa	MMF KS48C	RION DA-21 ch 1
R3 _y	a _y	Rakennus-A	maaruuvi	pehmeä maa	MMF KS48C	RION DA-21 ch 2
R3 _z	a _z	Rakennus-A	maaruuvi	pehmeä maa	MMF KS48C	RION DA-21 ch 3
R4 _z	a _z	Rakennus-A	magnetti naulauslevyyn	asfaltti	MMF KS48C	RION DA-21 ch 4
R5 _x	a _x	Rakennus-B	magnetti naulauslevyyn	kivi	MMF KS48C	RION DA-21 ch 1
R5 _y	a _y	Rakennus-B	magnetti naulauslevyyn	kivi	MMF KS48C	RION DA-21 ch 2
R5 _z	a _z	Rakennus-B	magnetti naulauslevyyn	kivi	MMF KS48C	RION DA-21 ch 3
R6 _x	a _x	Rakennus-C	magnetti naulauslevyyn	kivi	MMF KS48C	RION DA-21 ch 1
R6 _y	a _y	Rakennus-C	magnetti naulauslevyyn	kivi	MMF KS48C	RION DA-21 ch 2
R6 _z	a _z	Rakennus-C	magnetti naulauslevyyn	kivi	MMF KS48C	RION DA-21 ch 3
R7 _x	a _x	Rakennus-D	maaruuvi	pehmeä maa	MMF KS48C	RION DA-21 ch 1
R7 _y	a _y	Rakennus-D	maaruuvi	pehmeä maa	MMF KS48C	RION DA-21 ch 2
R7 _z	a _z	Rakennus-D	maaruuvi	pehmeä maa	MMF KS48C	RION DA-21 ch 3
R8 _y	a _y	Kaukopiste	maaruuvi	pehmeä maa	MMF KS48C	RION DA-21 ch 1
R8 _z	a _z	Kaukopiste	maaruuvi	pehmeä maa	MMF KS48C	RION DA-21 ch 2
R9 _y	a _y	Kaukopiste	magnetti naulauslevyyn	perustus	MMF KS48C	RION DA-21 ch 3
R9 _z	a _z	Kaukopiste	magnetti naulauslevyyn	perustus	MMF KS48C	RION DA-21 ch 4

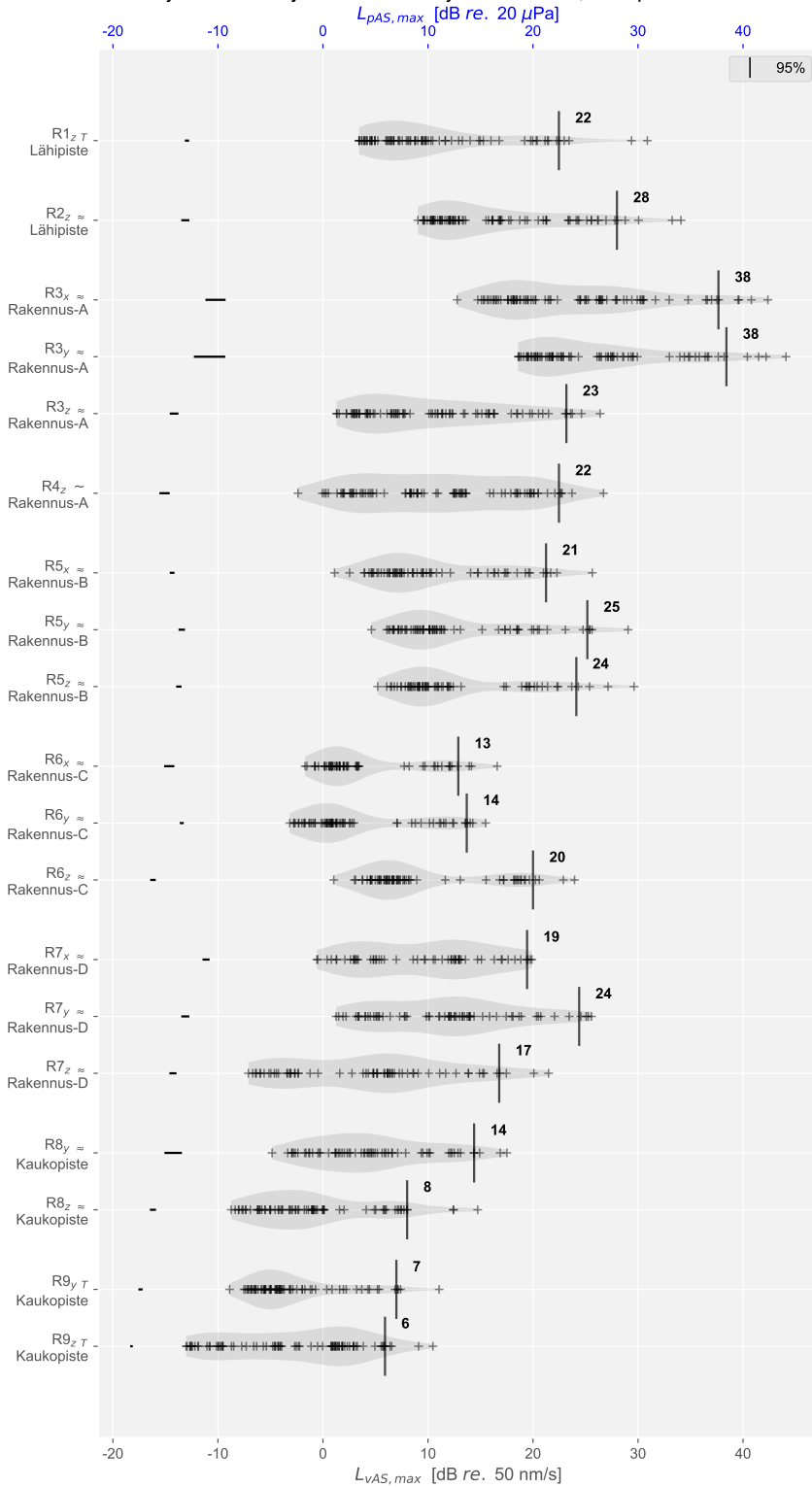
3.3 Mittauspisteiden sijainnit



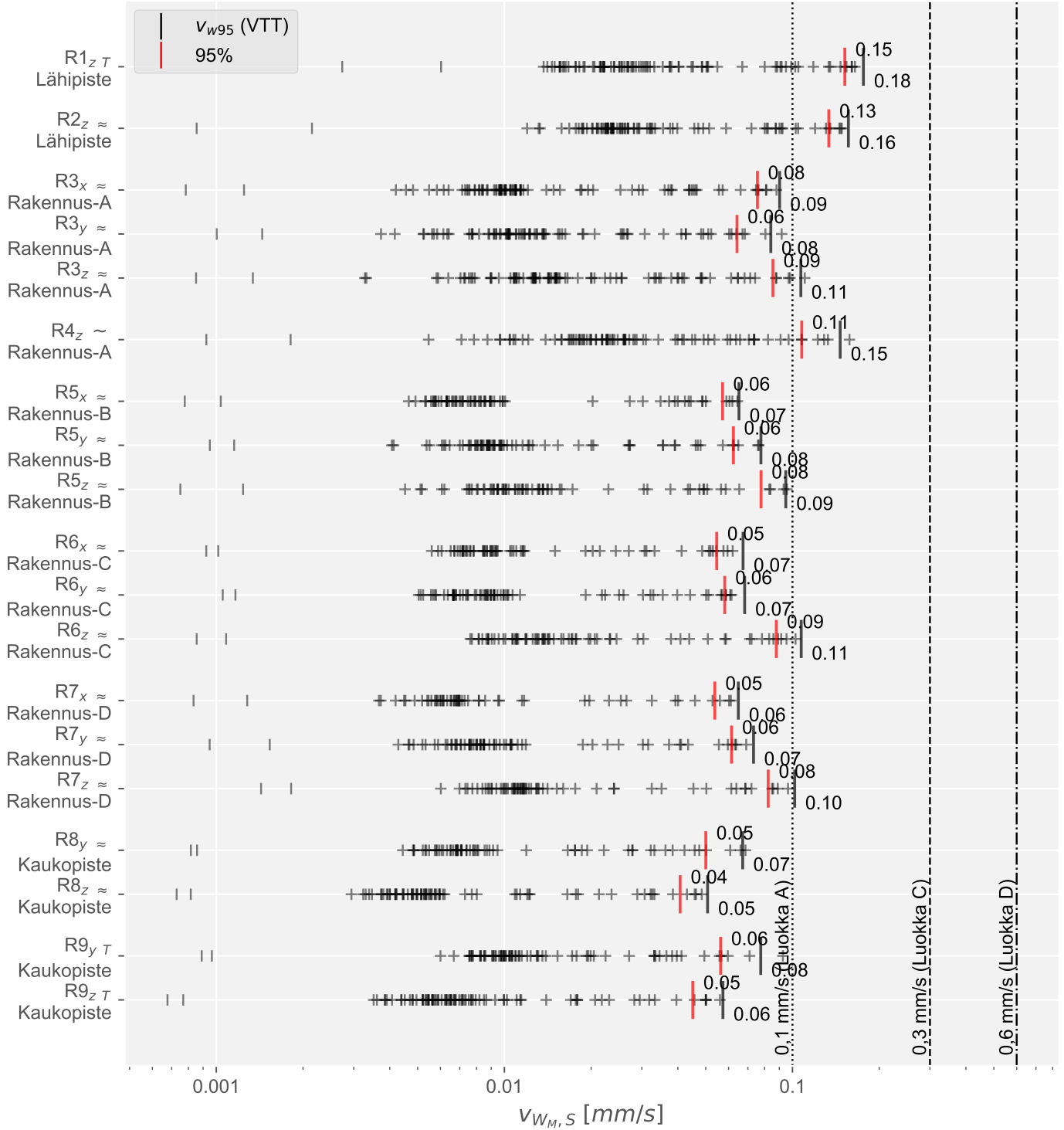
4 Tulokset

4.1 Runkomelun ja tärinän tulokset

Runkomelu- ja tärinäselvitys: Runkomelun ja herätteen A, Slow-painotetut enimmäistasot

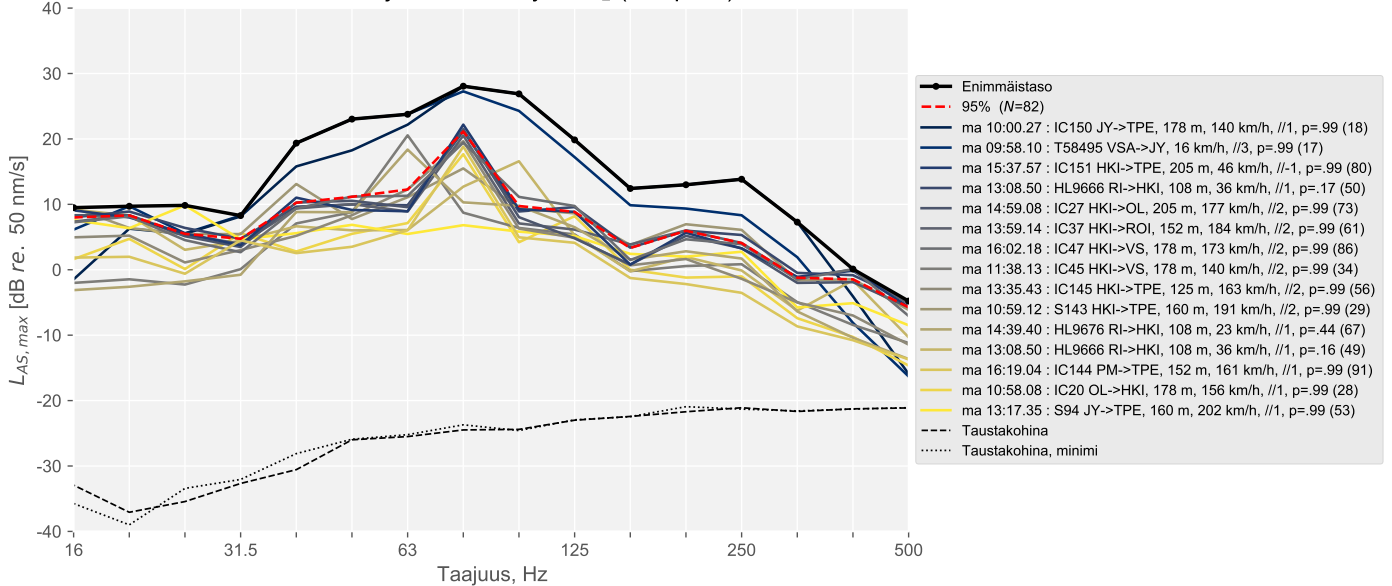


Tärinän W_M Slow-painotetut enimmäistasot

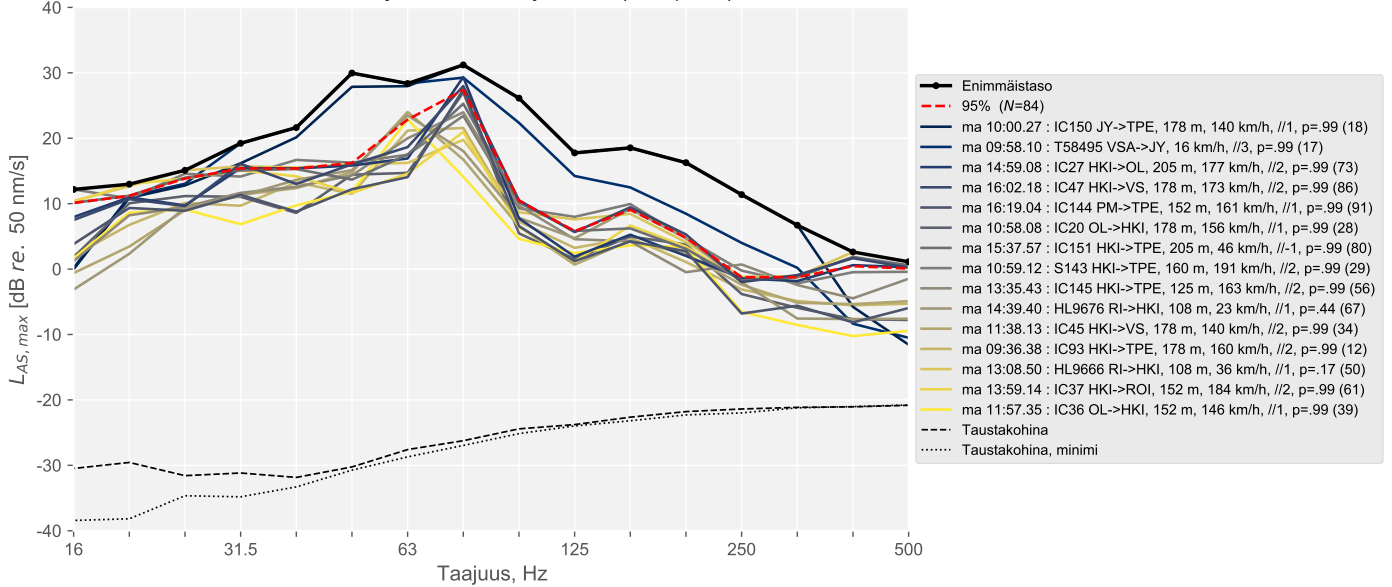


4.2 Runkomelun ja herätteen terssispektrit

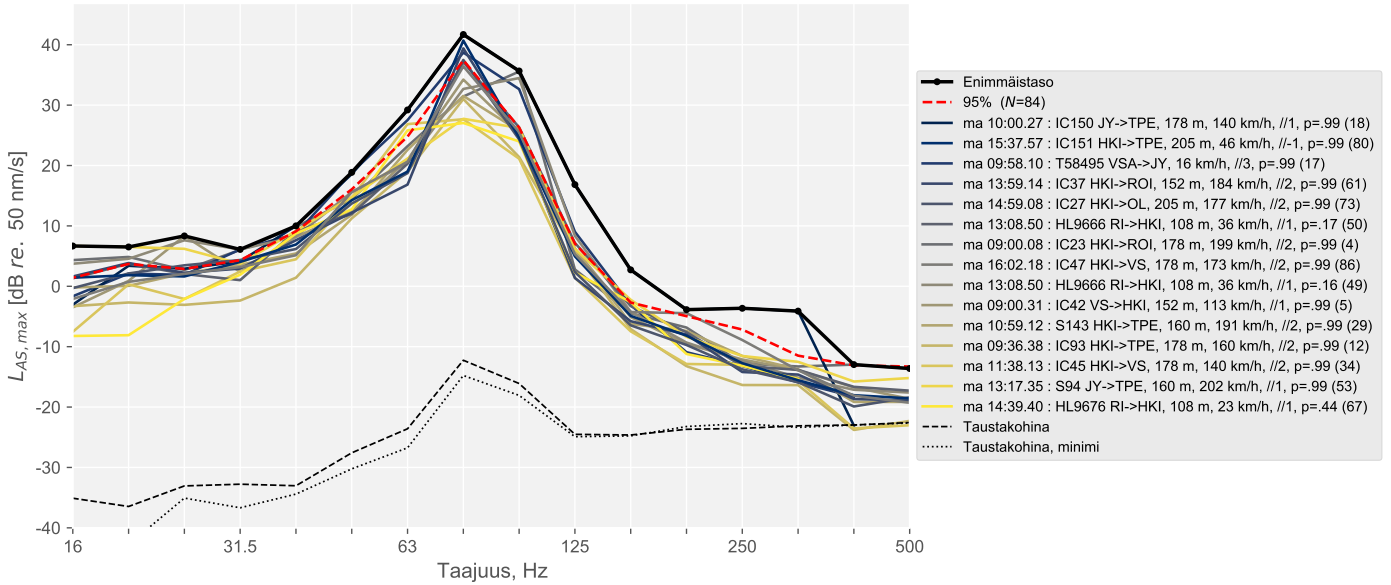
Runkomelu- ja tärinäselvitys: R1_z (Lähipiste)



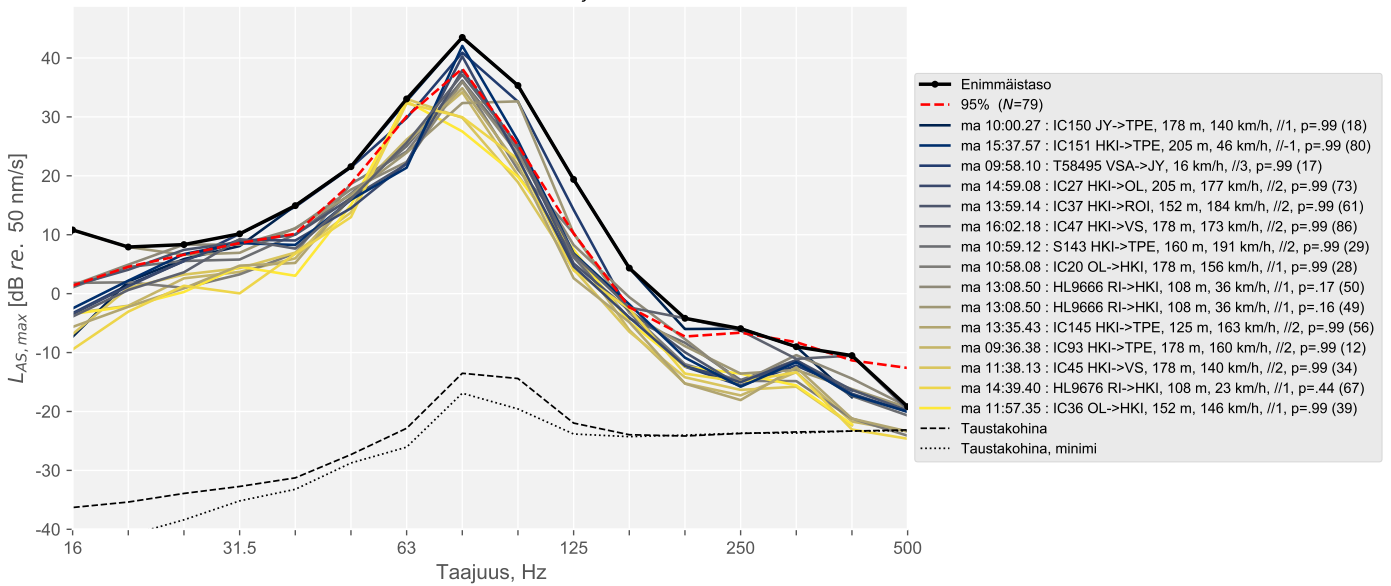
Runkomelu- ja tärinäselvitys: R2_z (Lähipiste)



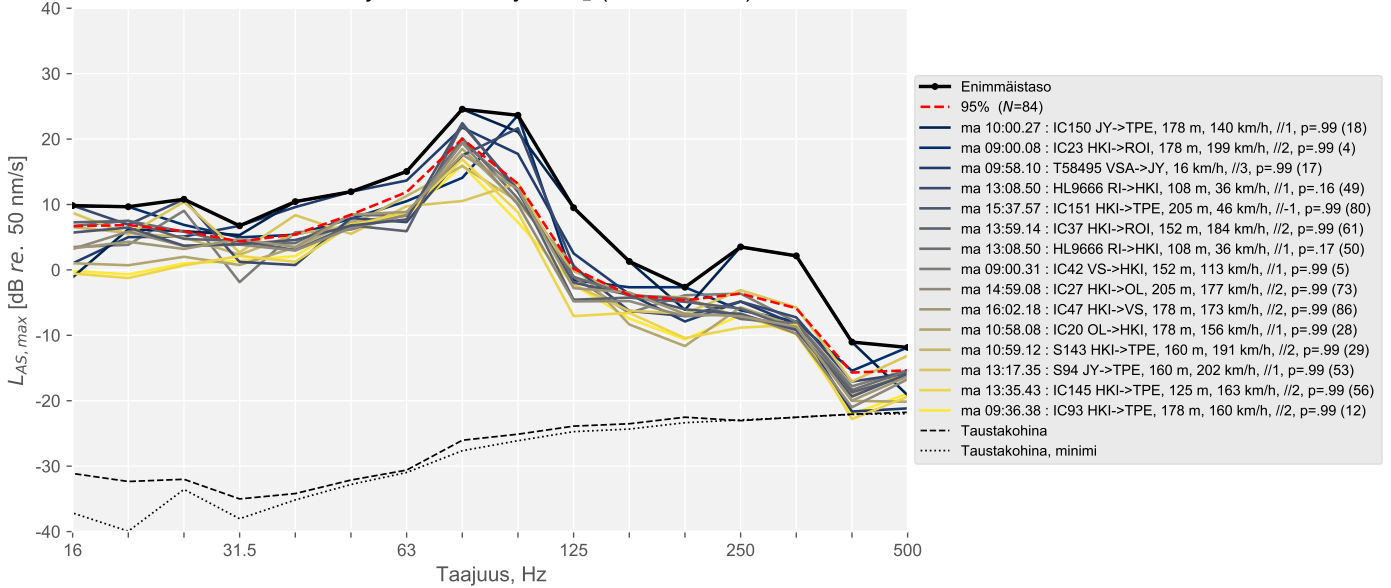
Runkomelu- ja tärinäselvitys: R3_x (Rakennus-A)



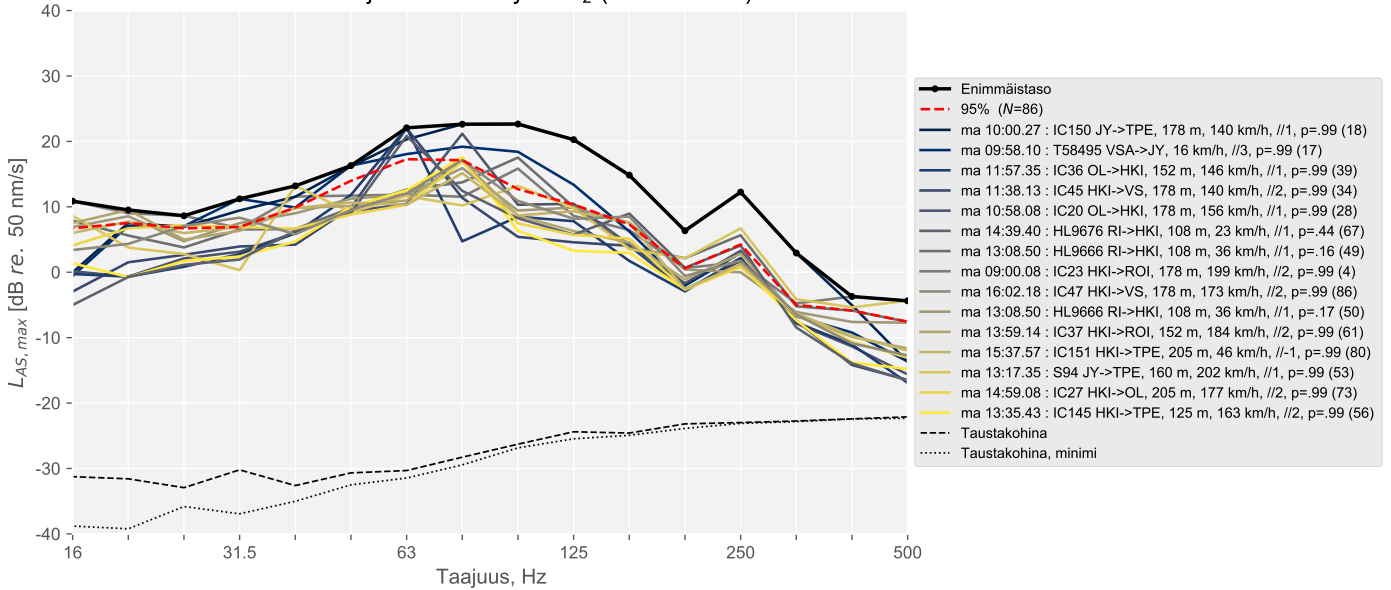
Runkomelu- ja tärinäselvitys: R3_y (Rakennus-A)



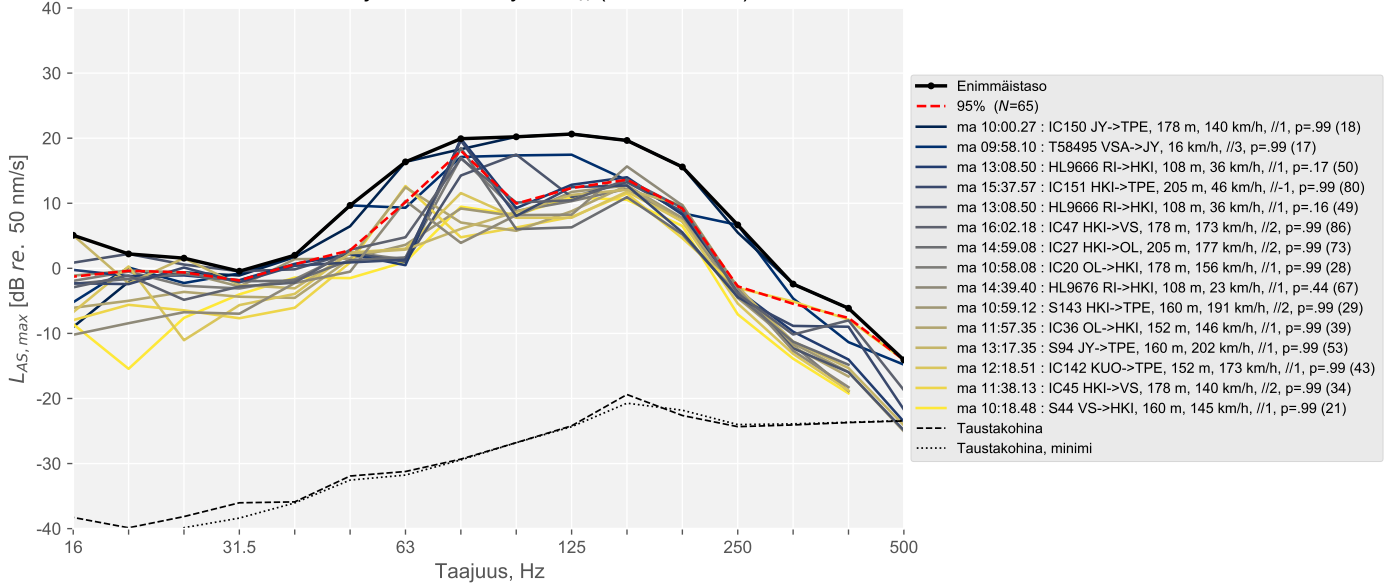
Runkomelu- ja värinäselvitys: R3_z (Rakennus-A)



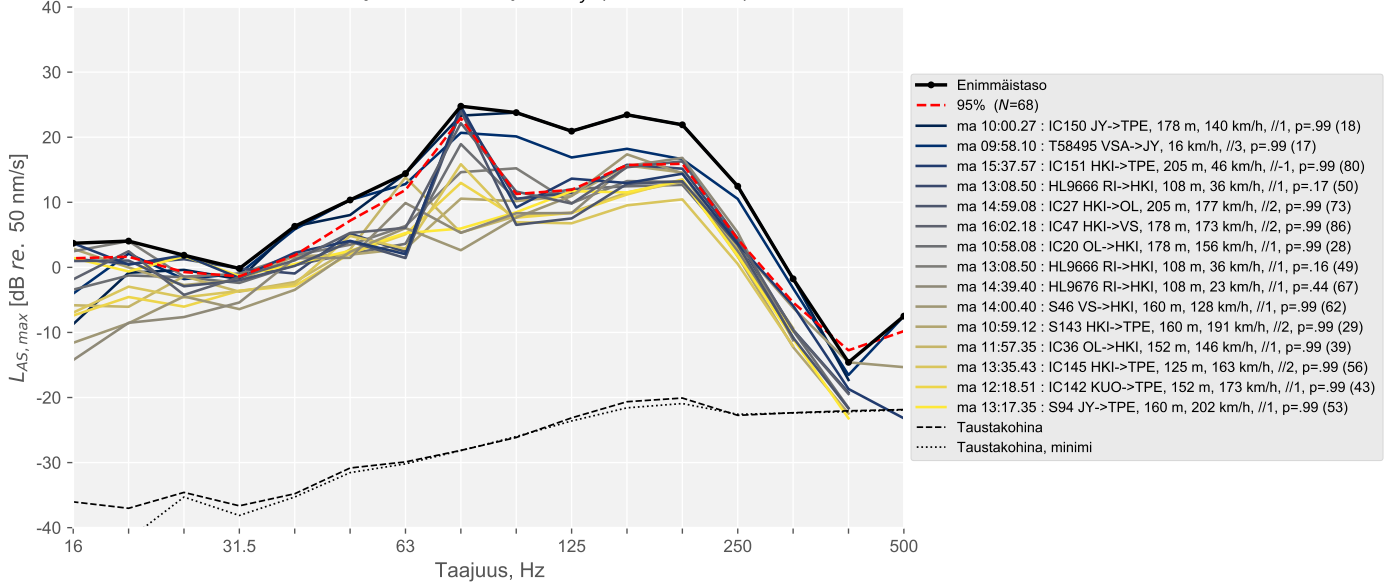
Runkomelu- ja värinäselvitys: R4_z (Rakennus-A)



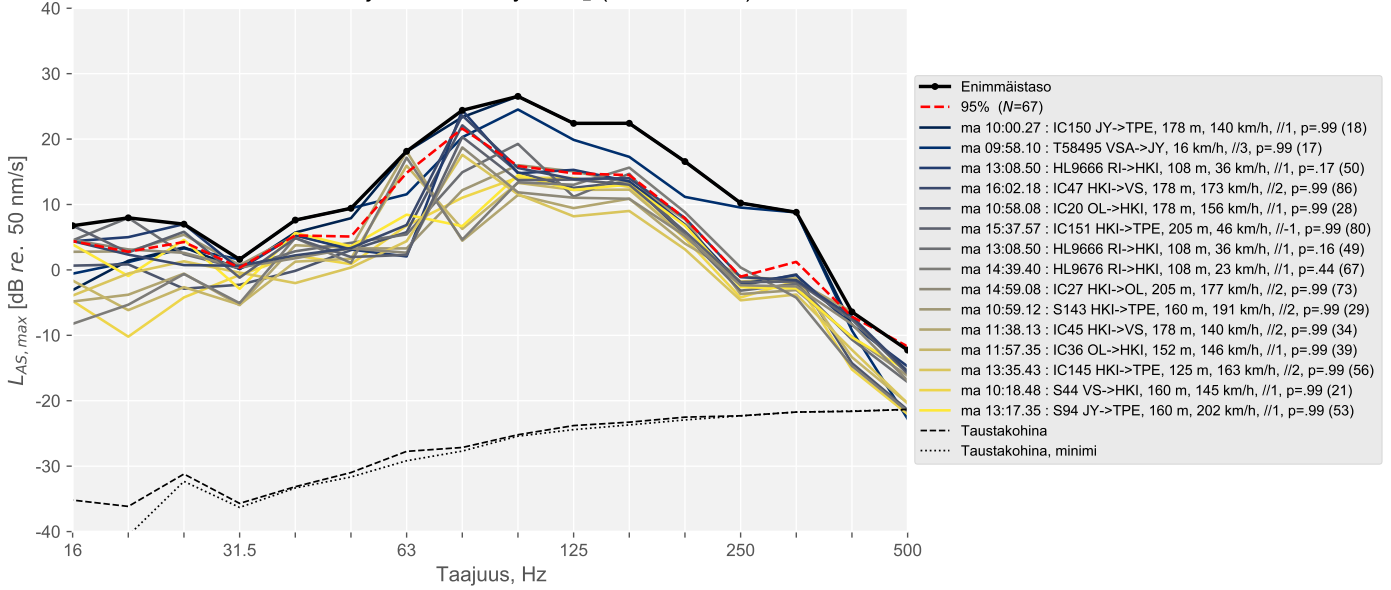
Runkomelu- ja värinäselvitys: R5_x (Rakennus-B)



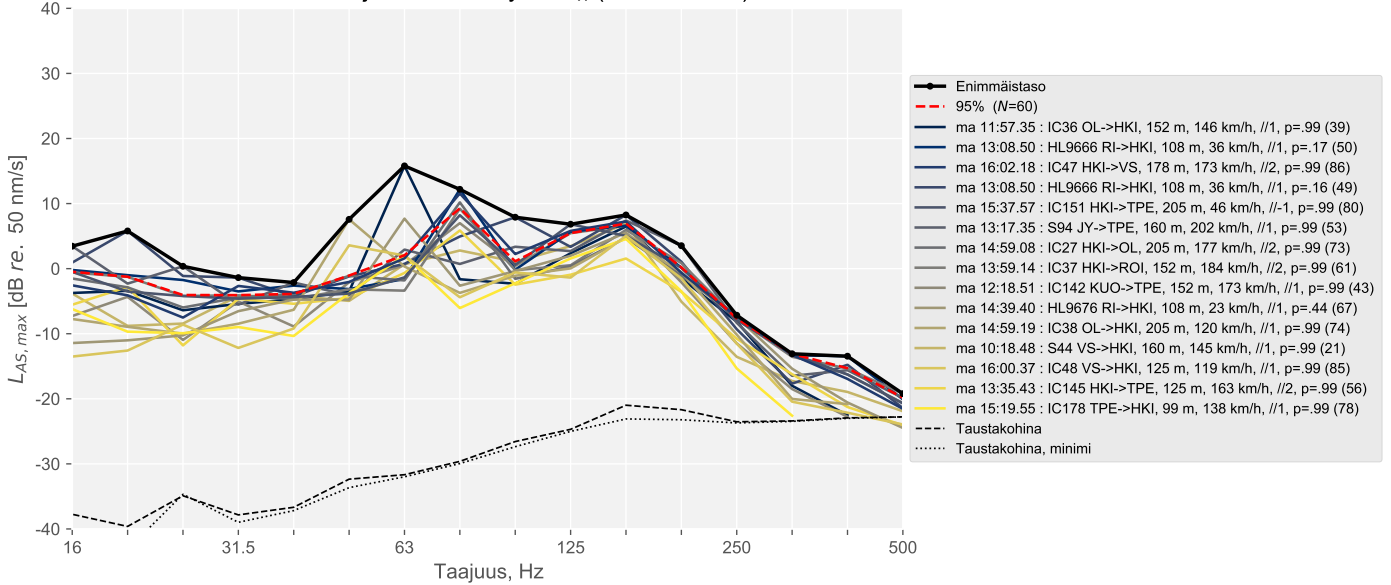
Runkomelu- ja värinäselvitys: R5_y (Rakennus-B)



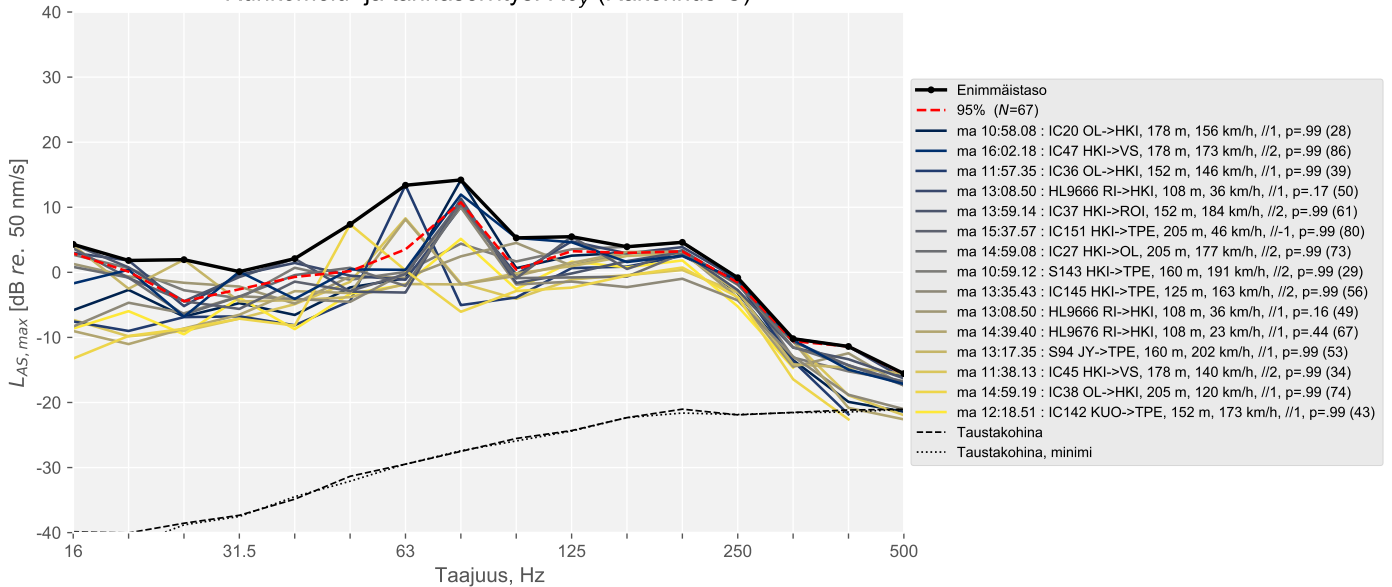
Runkomelu- ja tärinäselvitys: R5_z (Rakennus-B)



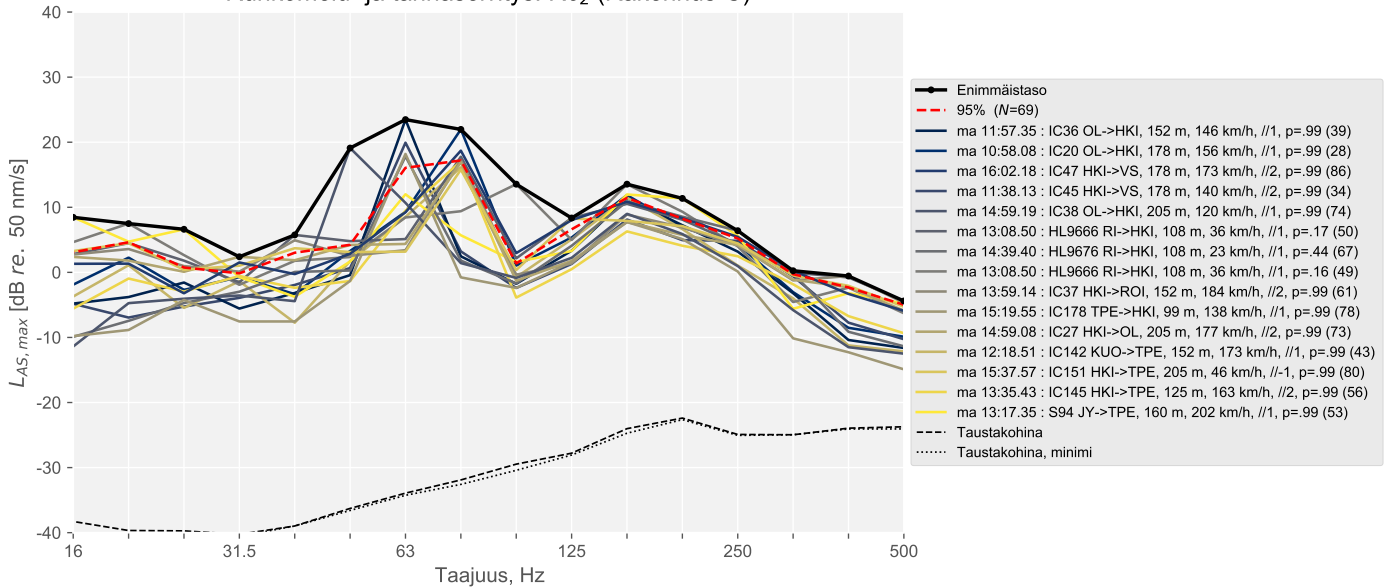
Runkomelu- ja tärinäselvitys: R6_x (Rakennus-C)



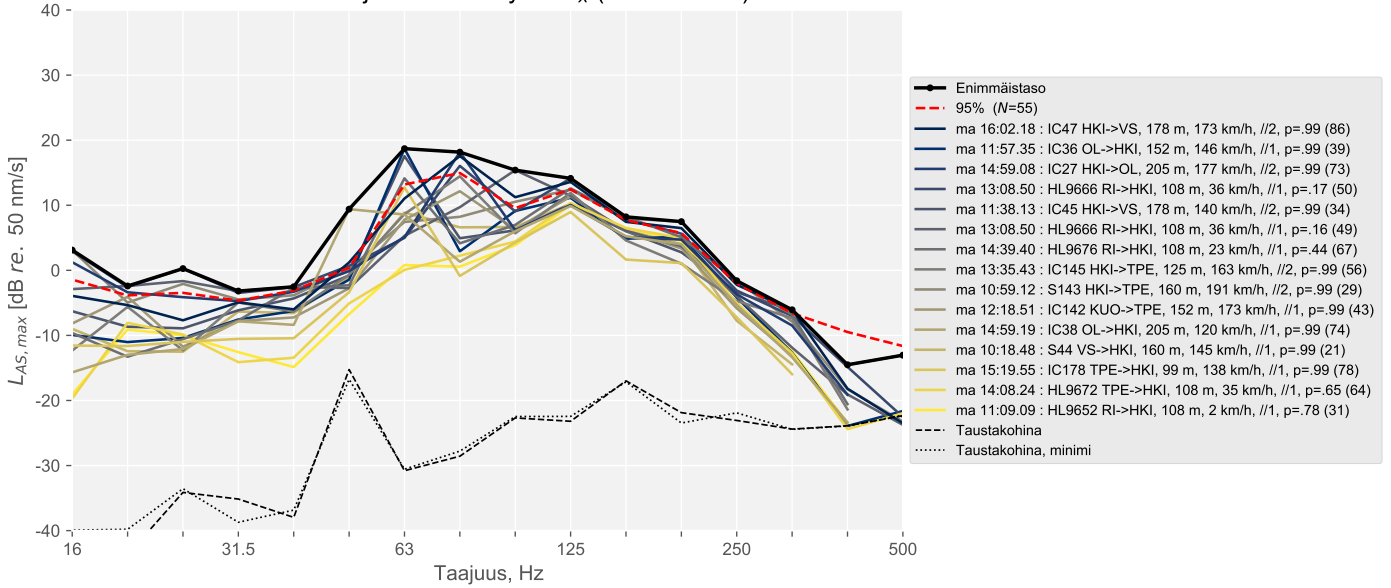
Runkomelu- ja tärinäselvitys: R6_y (Rakennus-C)



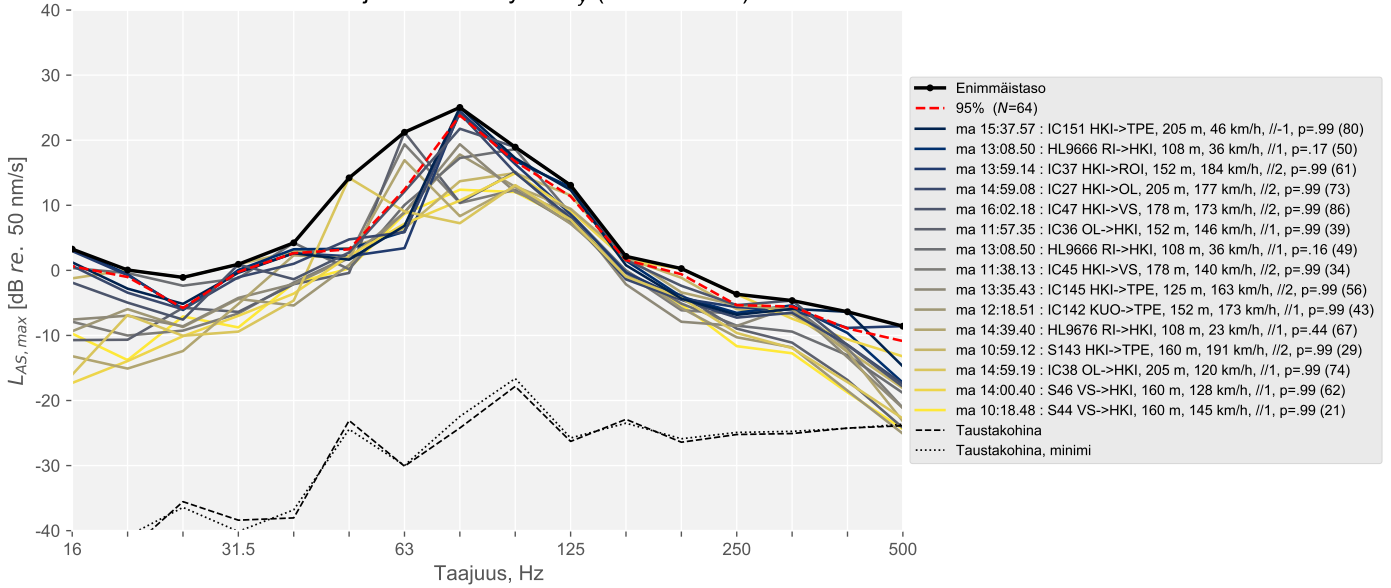
Runkomelu- ja tärinäselvitys: R6_z (Rakennus-C)



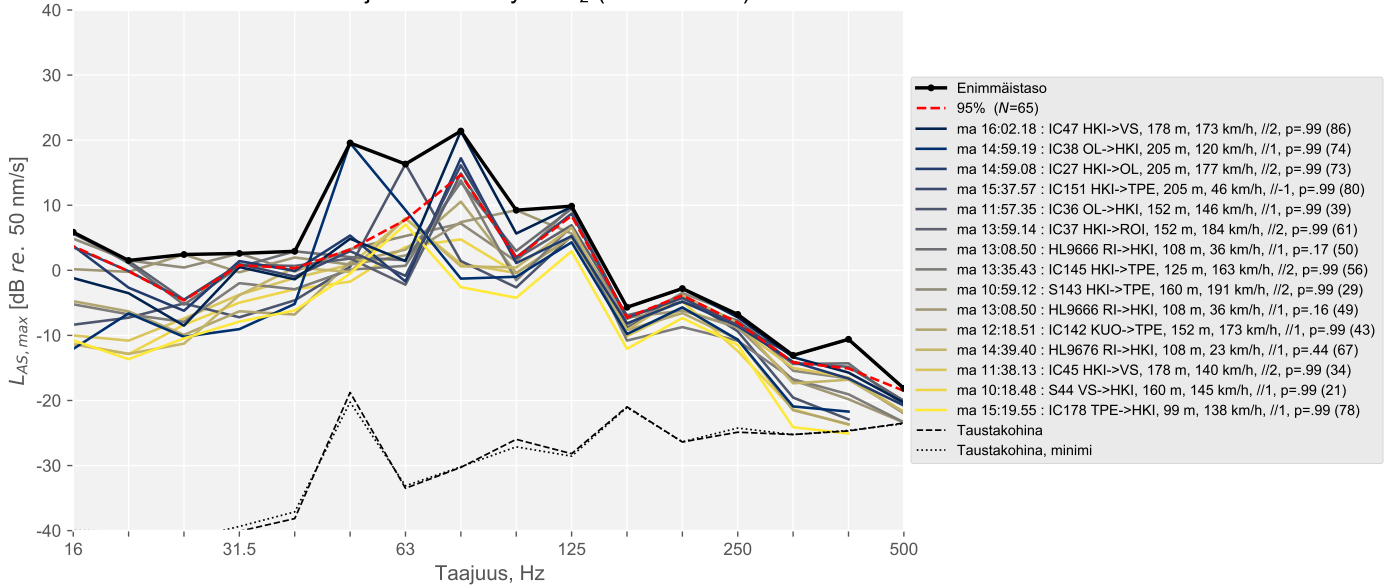
Runkomelu- ja tärinäselvitys: R7_x (Rakennus-D)



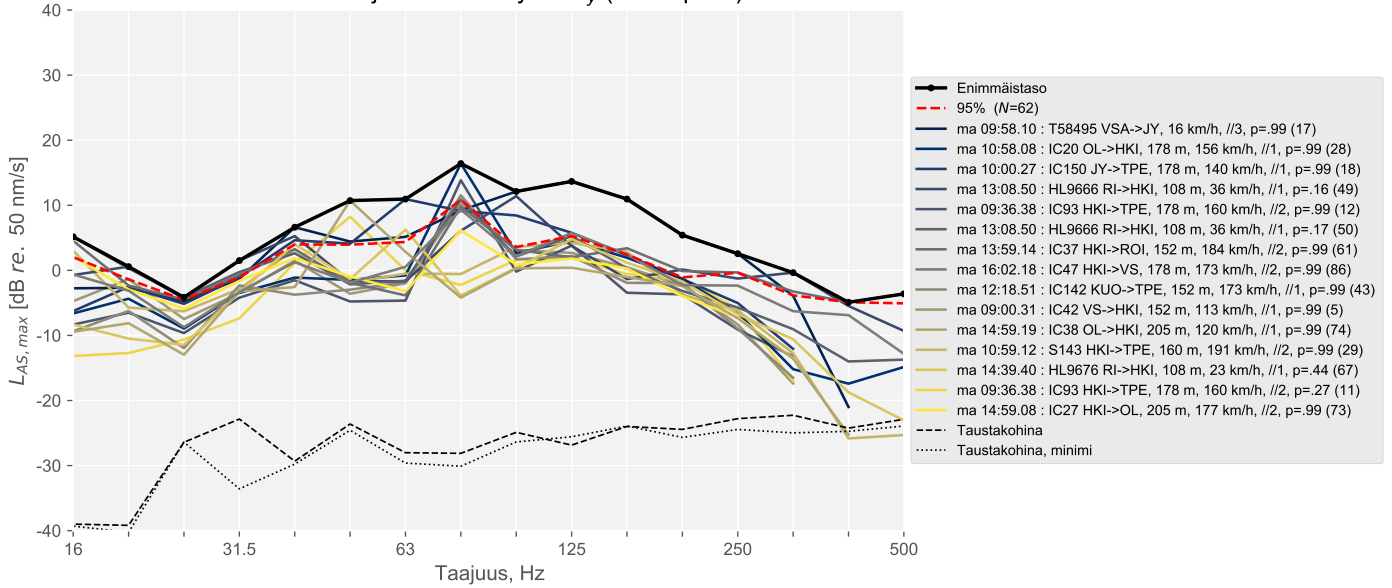
Runkomelu- ja tärinäselvitys: R7_y (Rakennus-D)



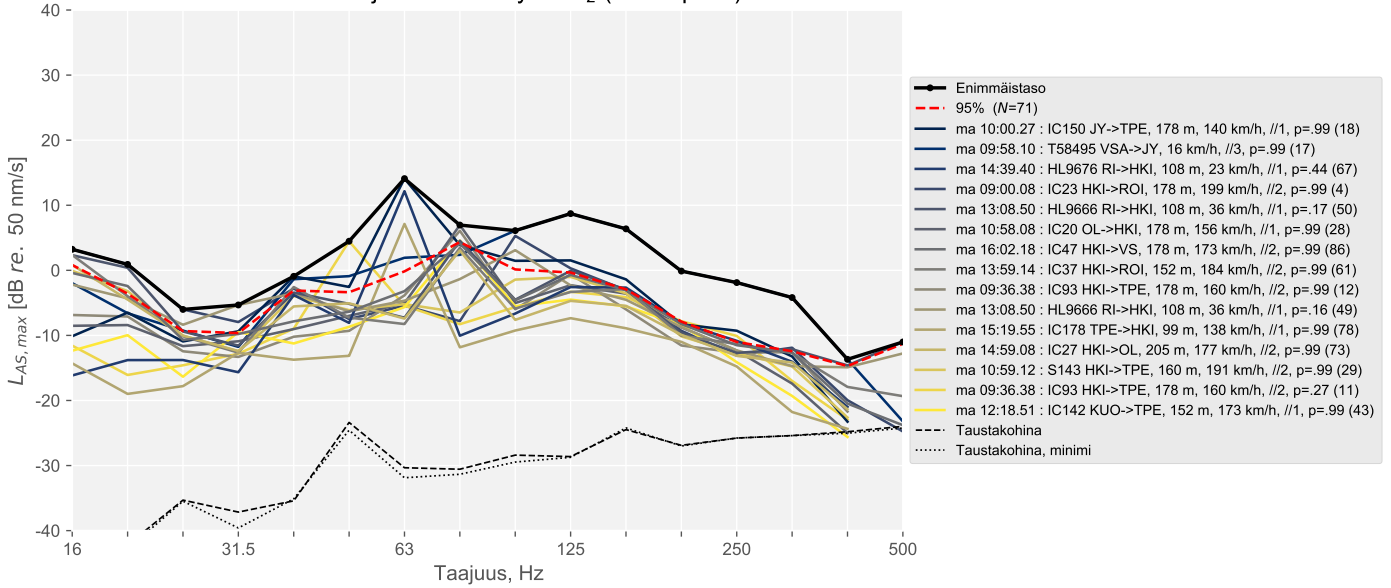
Runkomelu- ja tärinäselvitys: R7_z (Rakennus-D)



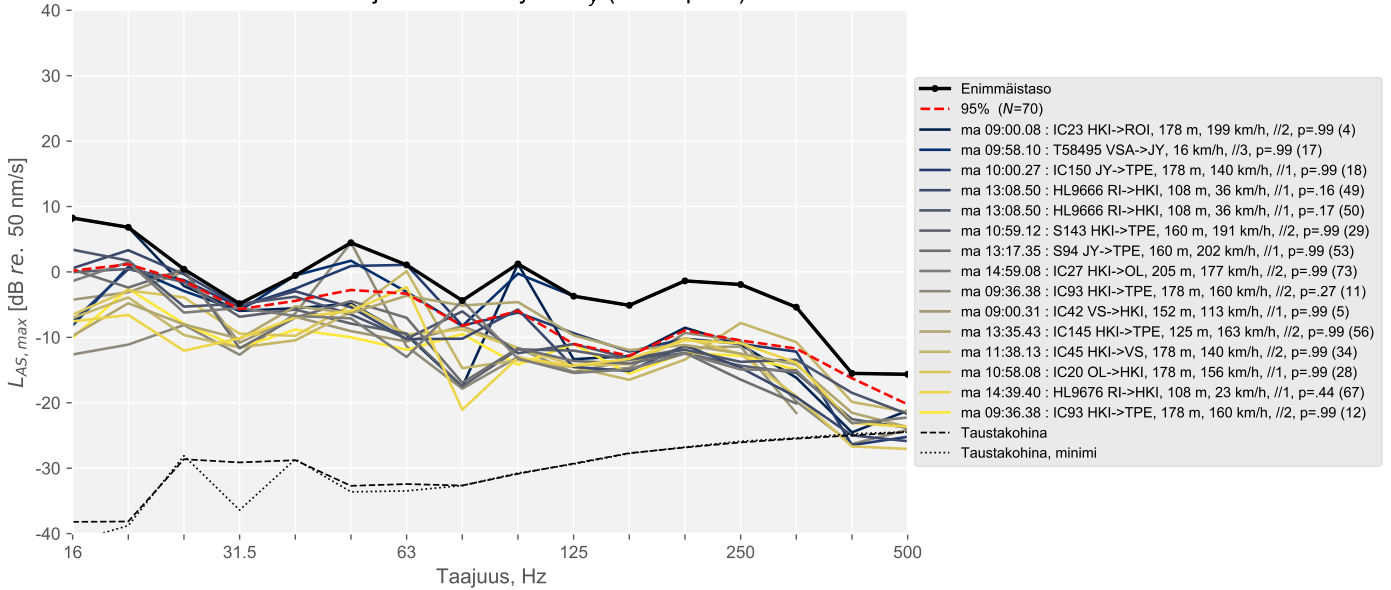
Runkomelu- ja tärinäselvitys: R8_y (Kaukopiste)

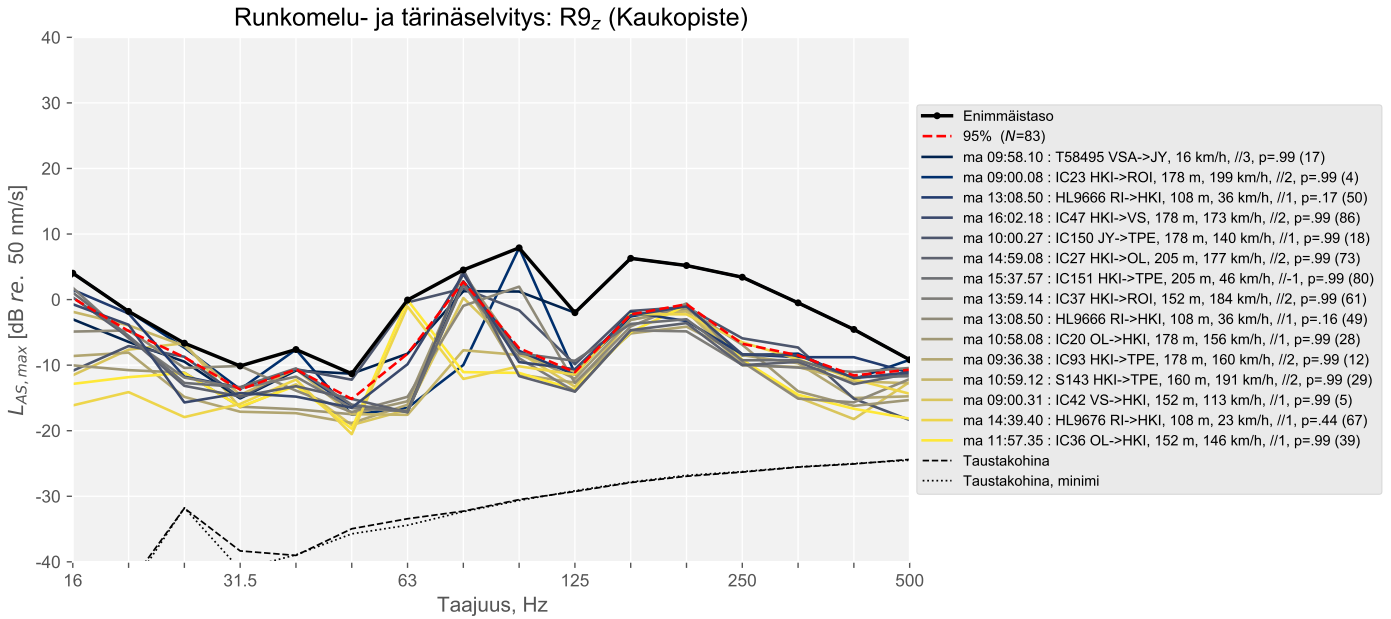


Runkomelu- ja värinäselvitys: R8_z (Kaukopiste)

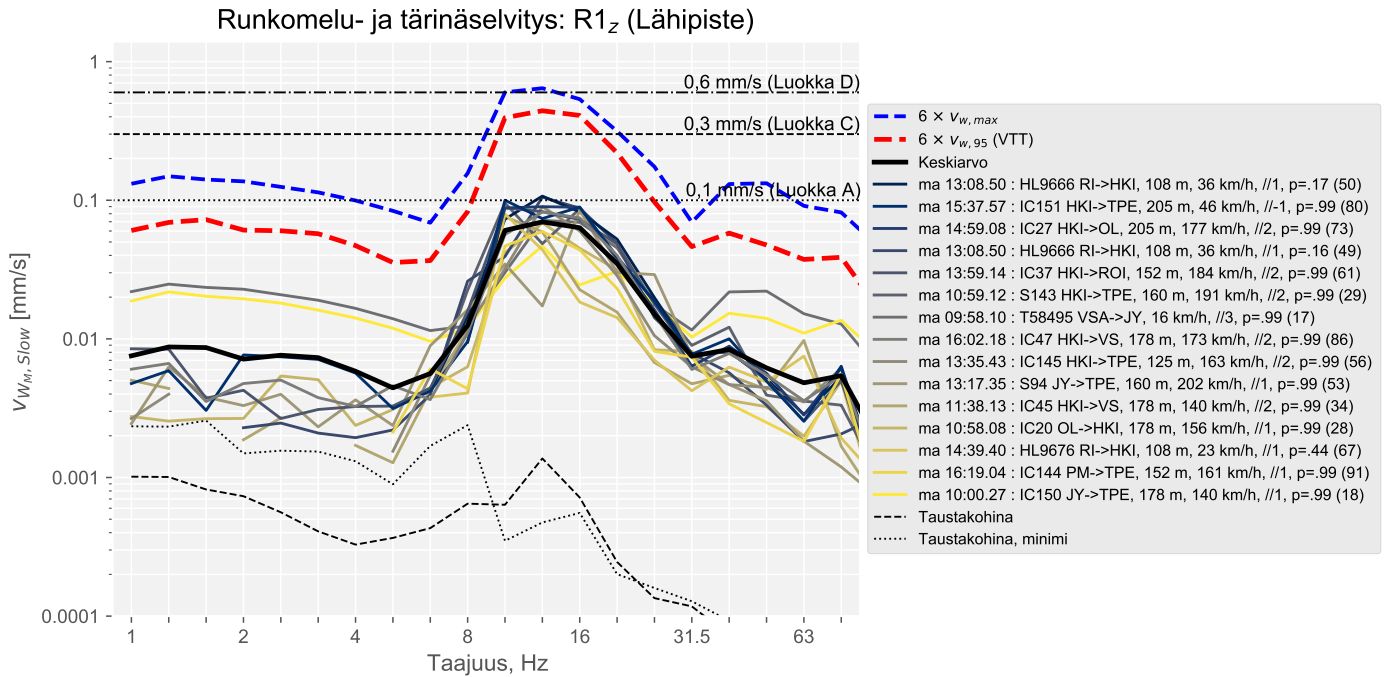


Runkomelu- ja värinäselvitys: R9_y (Kaukopiste)

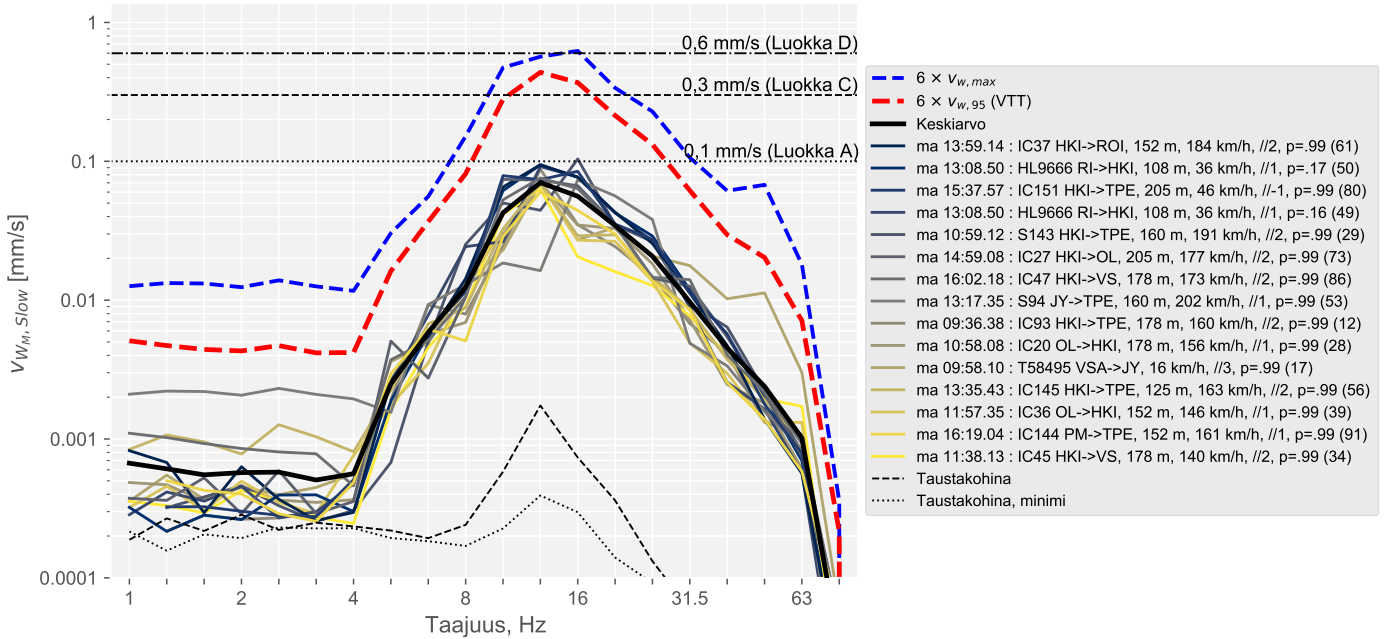




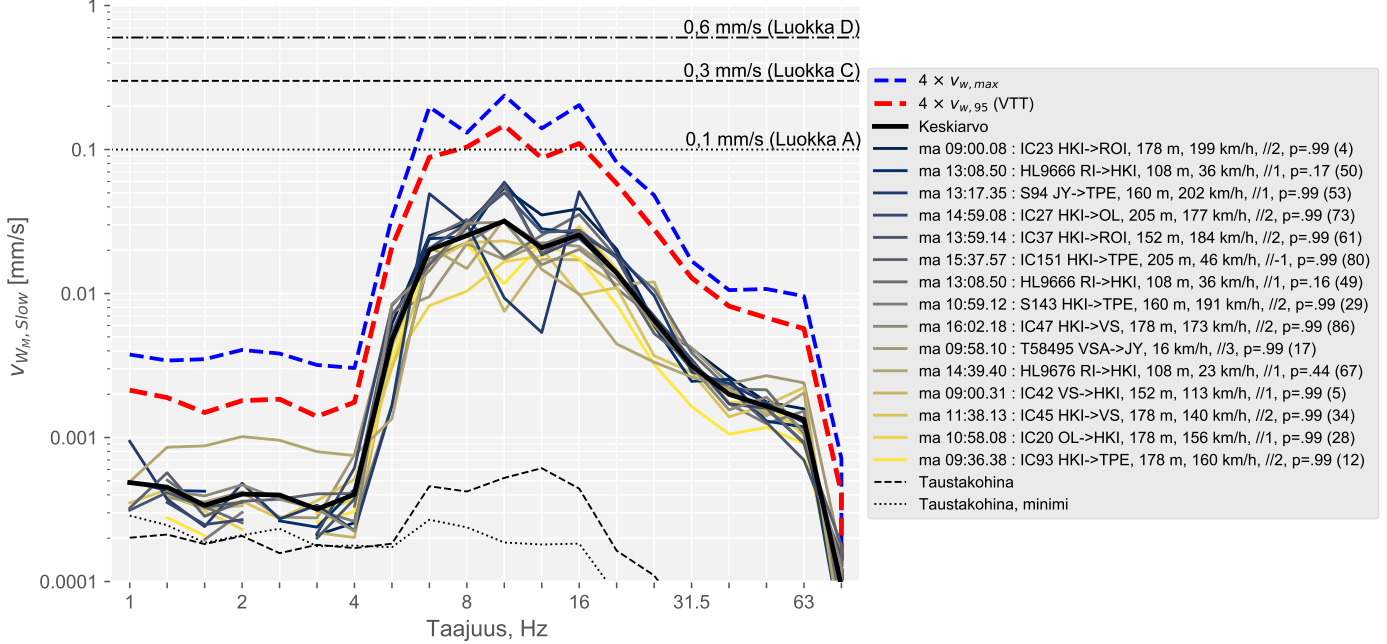
4.3 Tärinätasojen terssispektrit



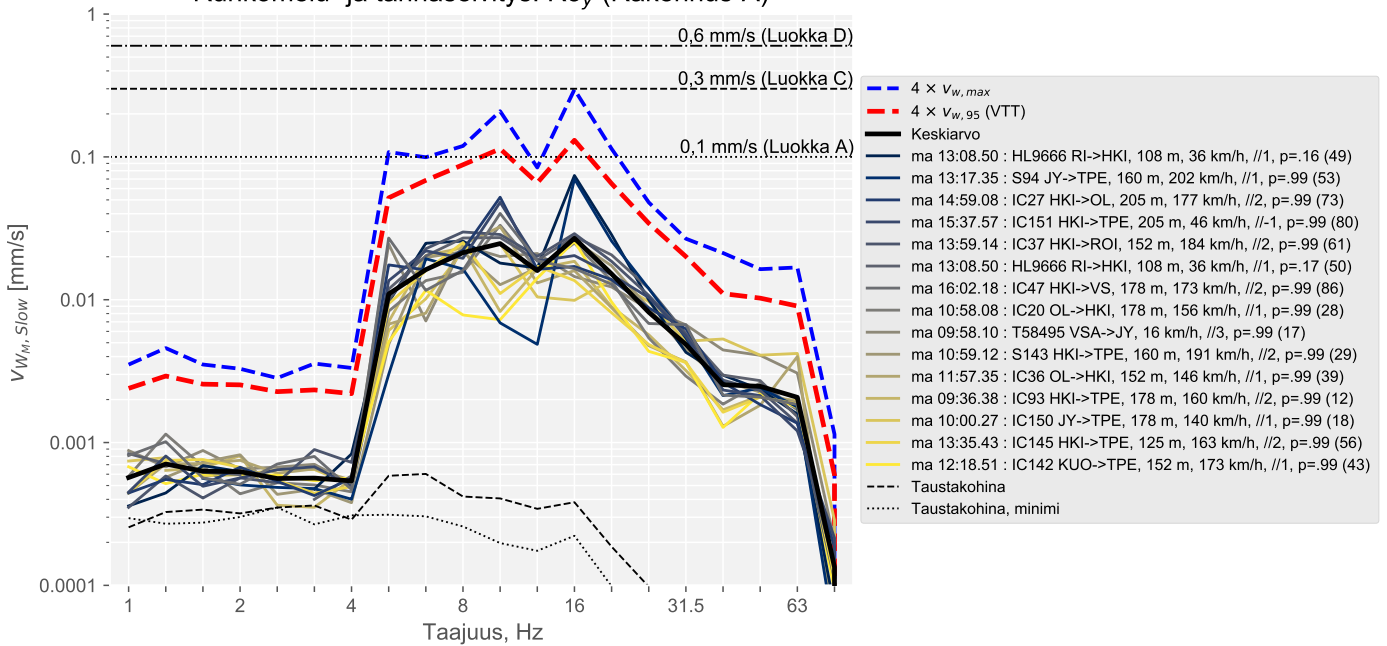
Runkomelu- ja tärinäselvitys: R2_z (Lähipiste)



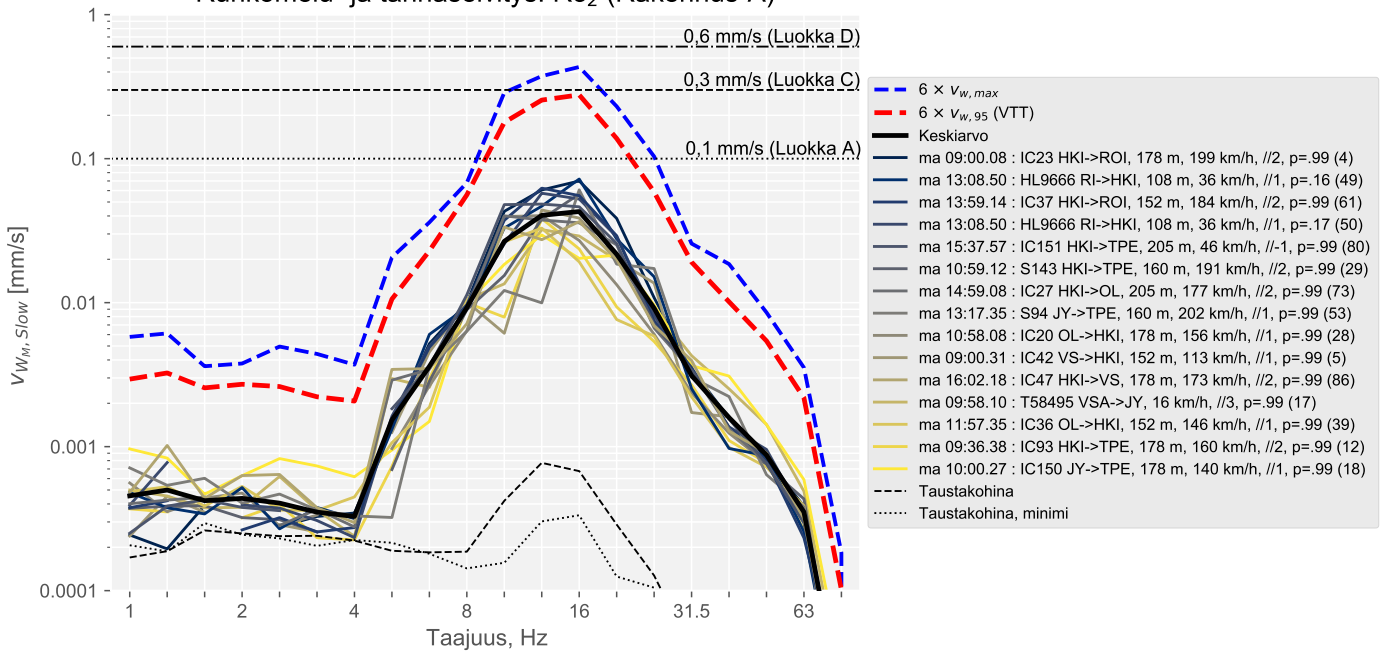
Runkomelu- ja tärinäselvitys: R3_x (Rakennus-A)



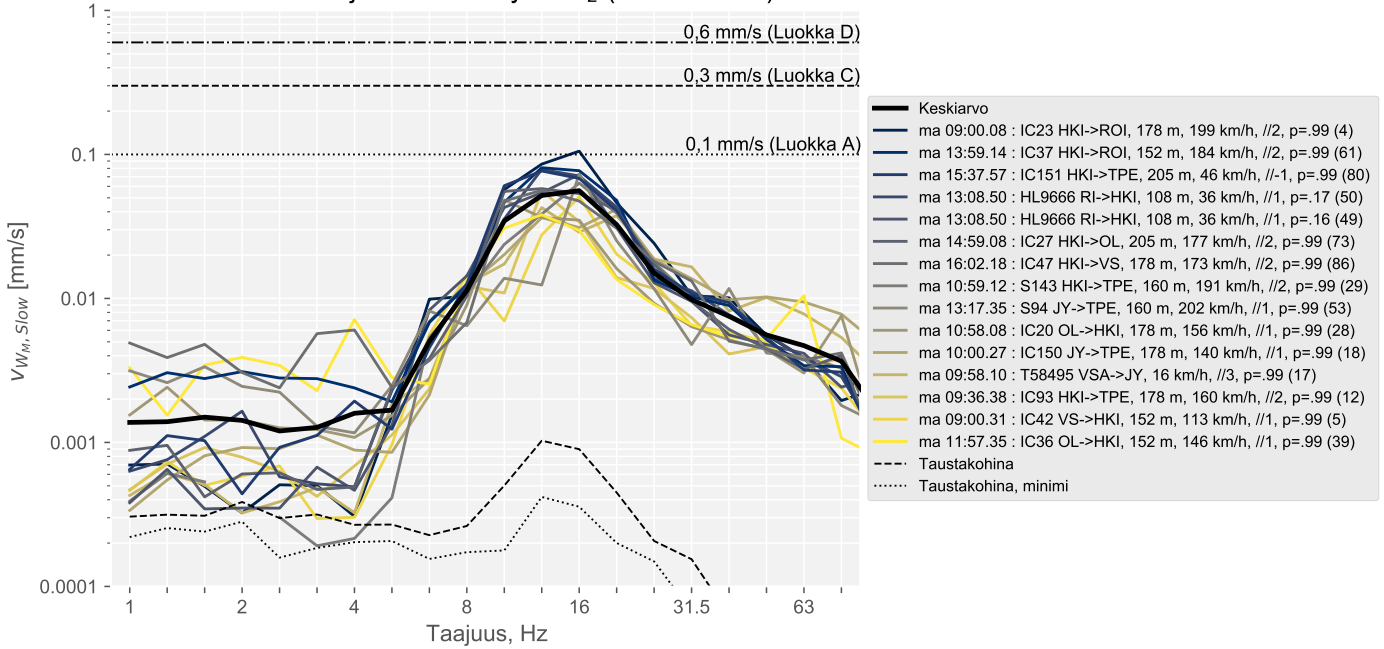
Runkomelu- ja tärinäselvitys: R3_y (Rakennus-A)



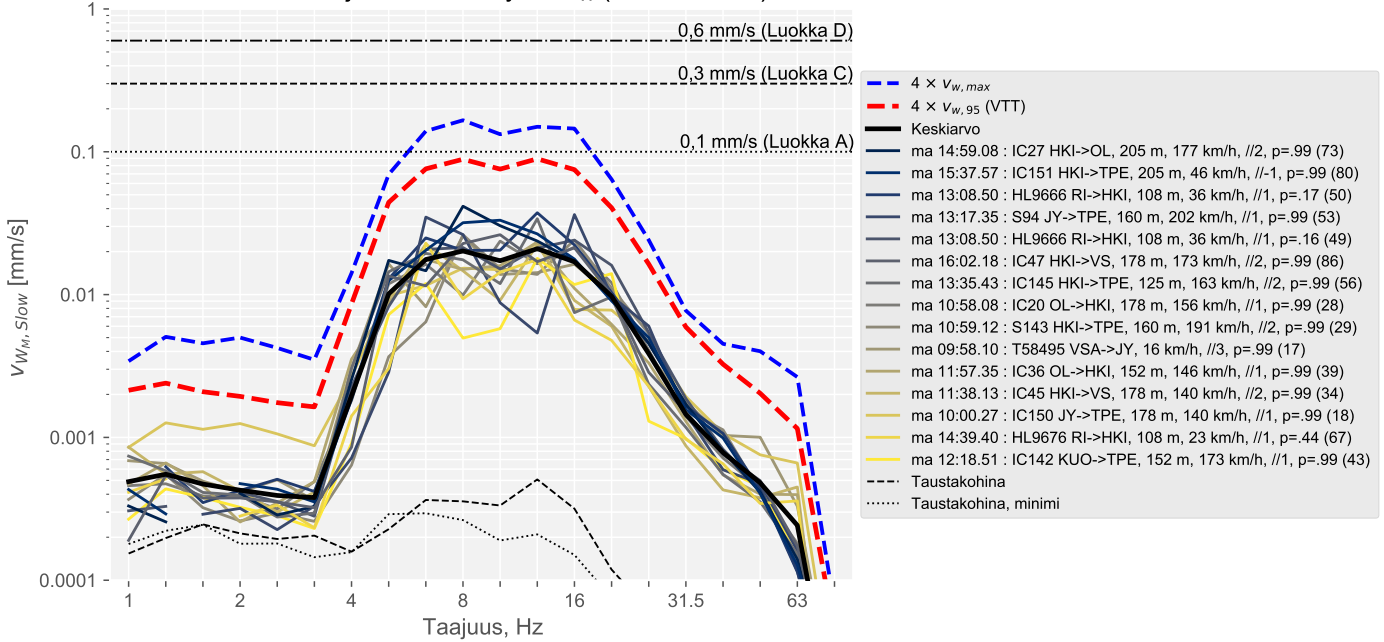
Runkomelu- ja tärinäselvitys: R3_z (Rakennus-A)



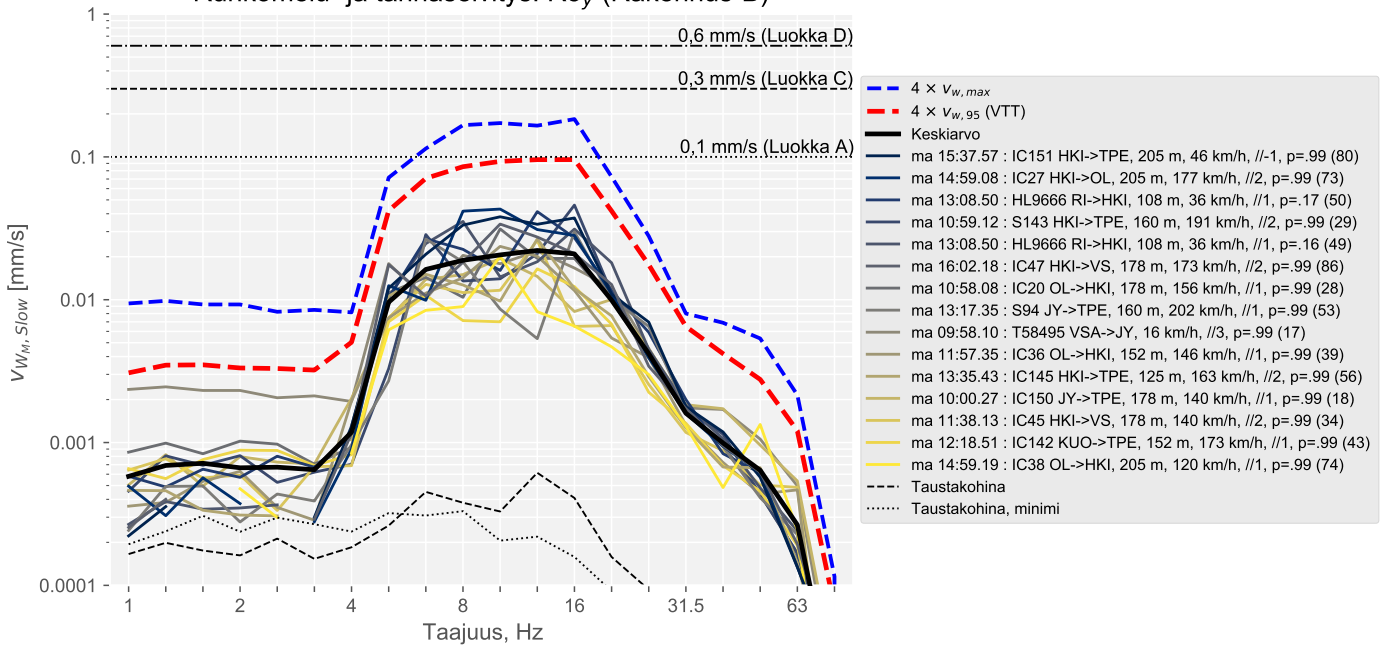
Runkomelu- ja tärinäselvitys: R4_z (Rakennus-A)



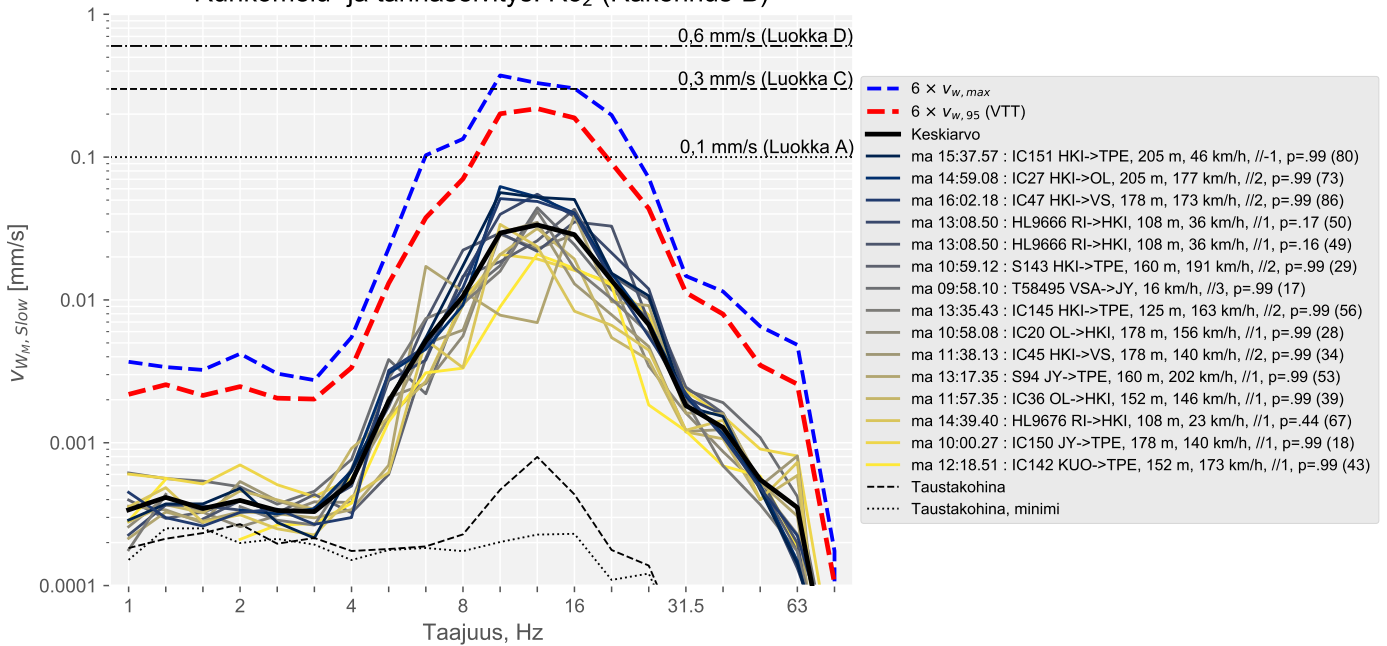
Runkomelu- ja tärinäselvitys: R5_x (Rakennus-B)



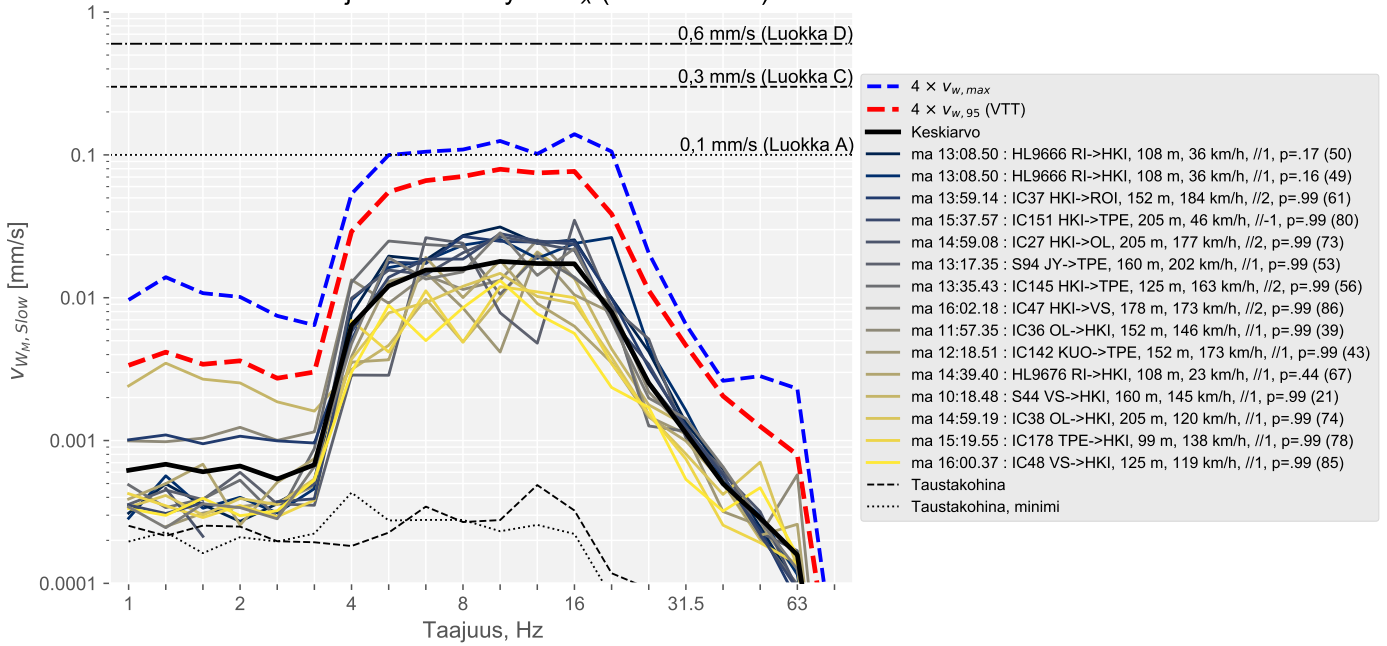
Runkomelu- ja tärinäselvitys: R5_y (Rakennus-B)



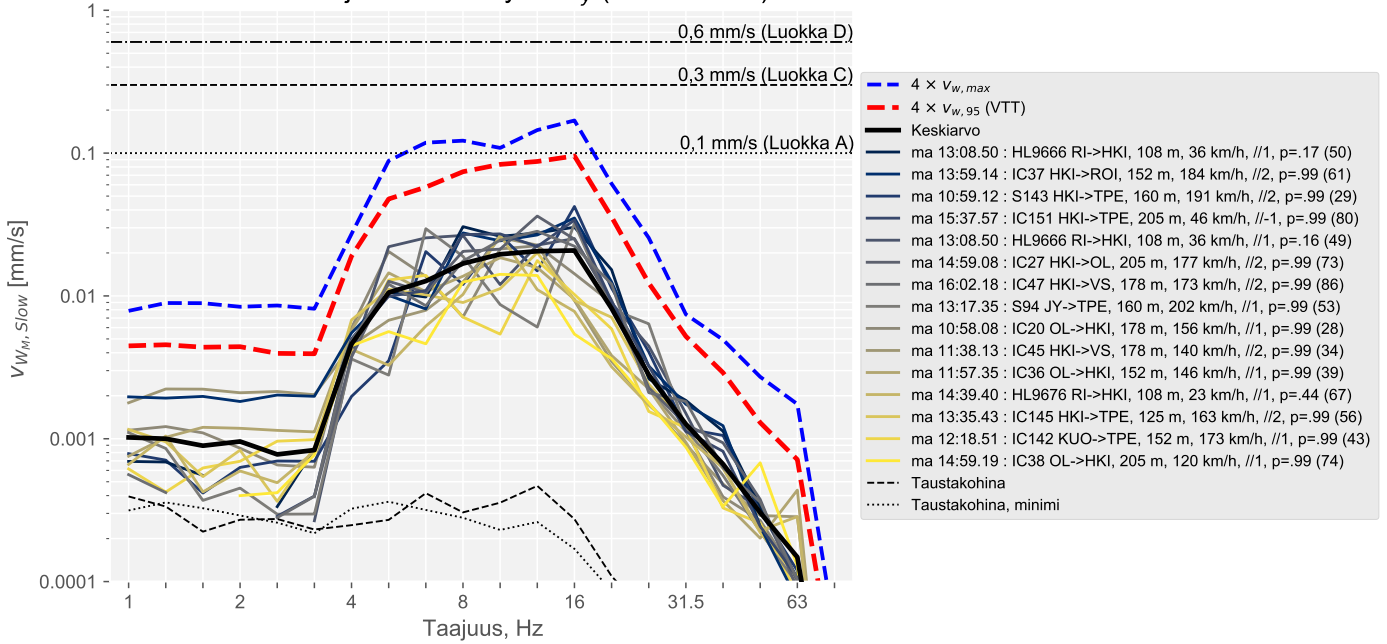
Runkomelu- ja tärinäselvitys: R5_z (Rakennus-B)



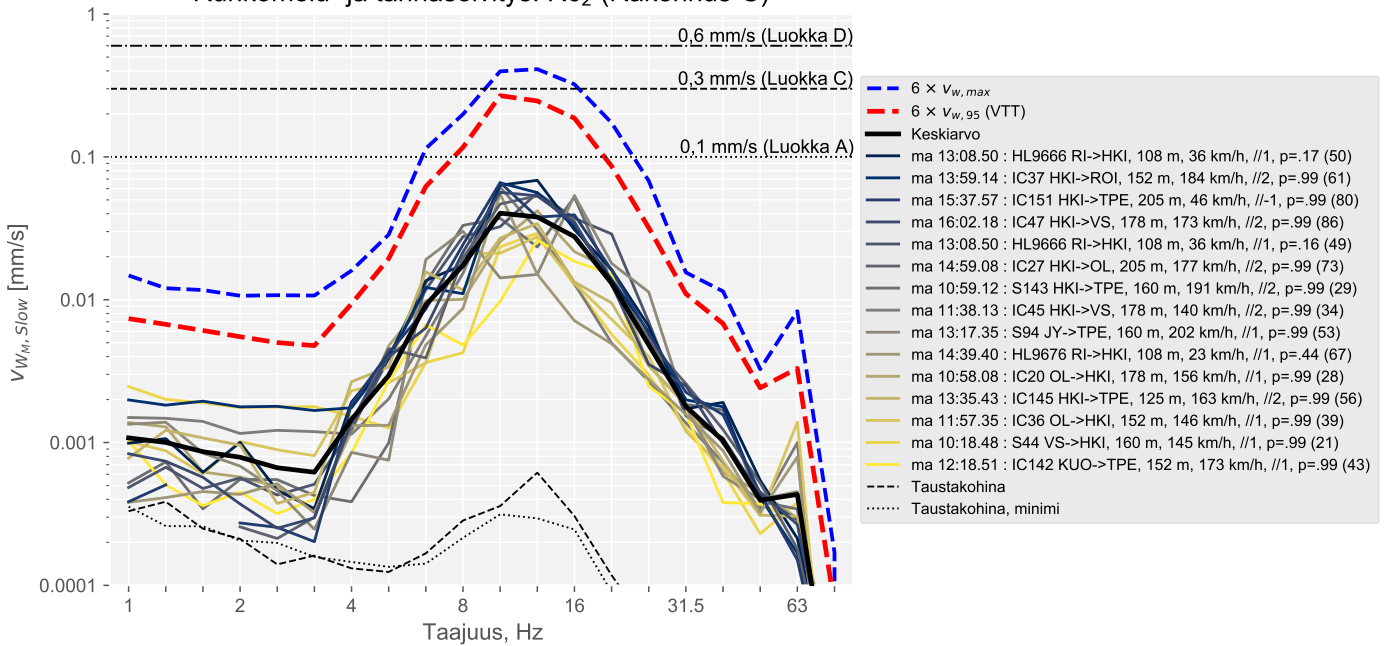
Runkomelu- ja tärinäselvitys: R6_x (Rakennus-C)



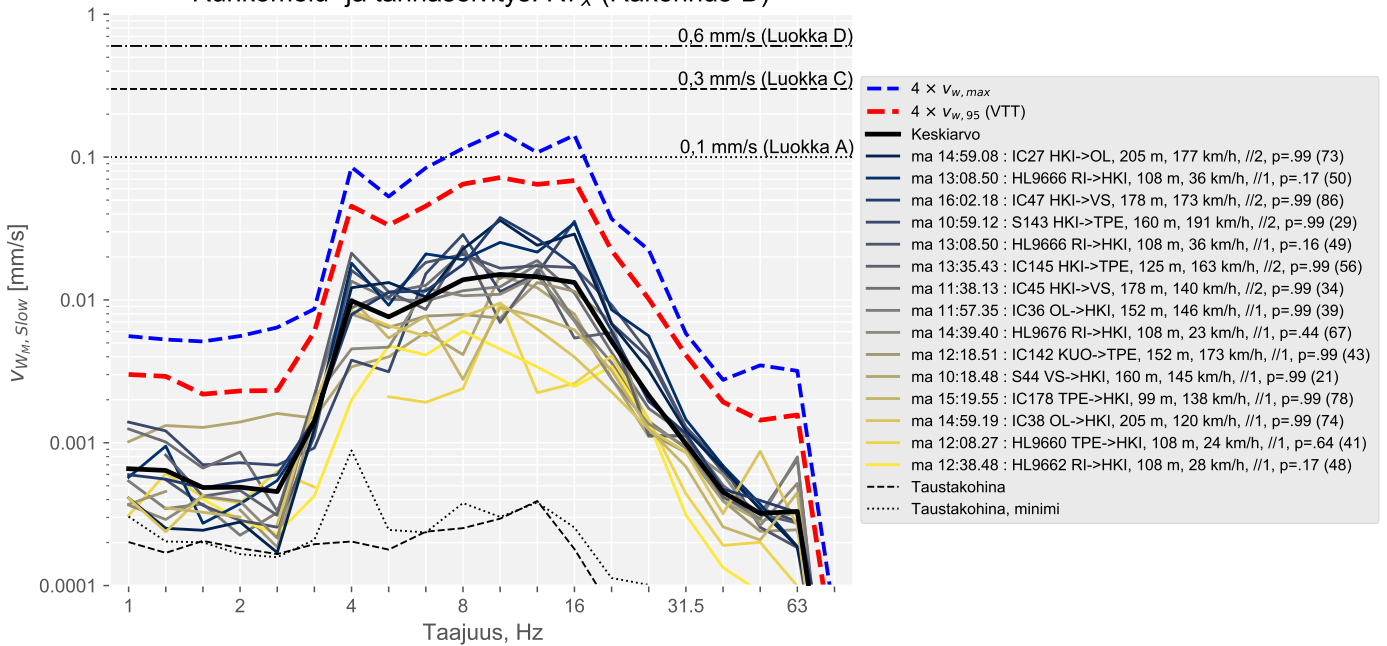
Runkomelu- ja tärinäselvitys: R6_y (Rakennus-C)



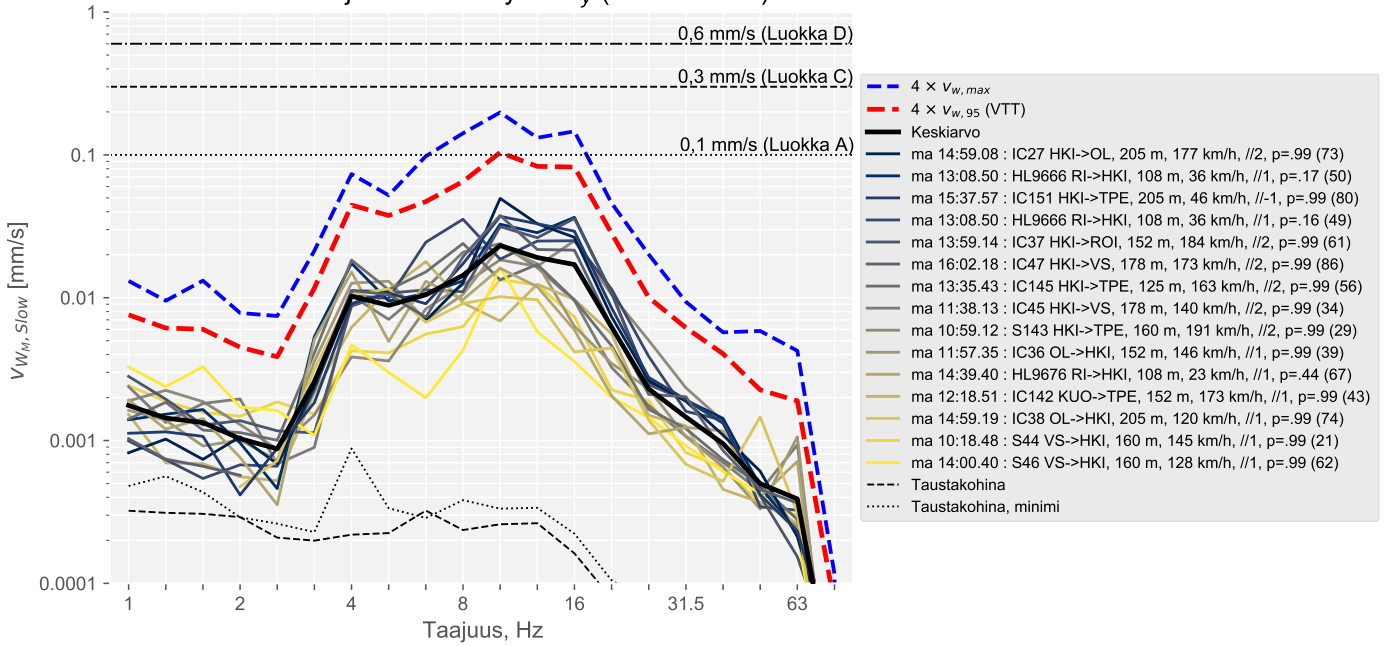
Runkomelu- ja tärinäselvitys: R6_z (Rakennus-C)



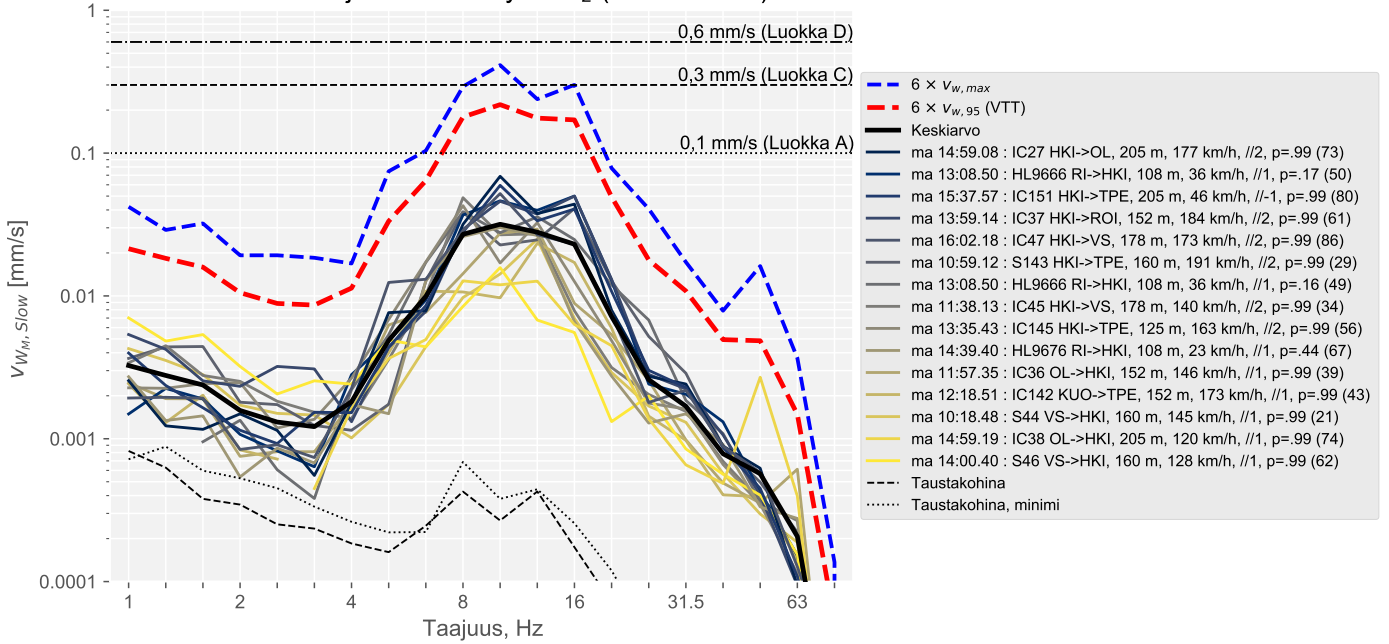
Runkomelu- ja tärinäselvitys: R7_x (Rakennus-D)



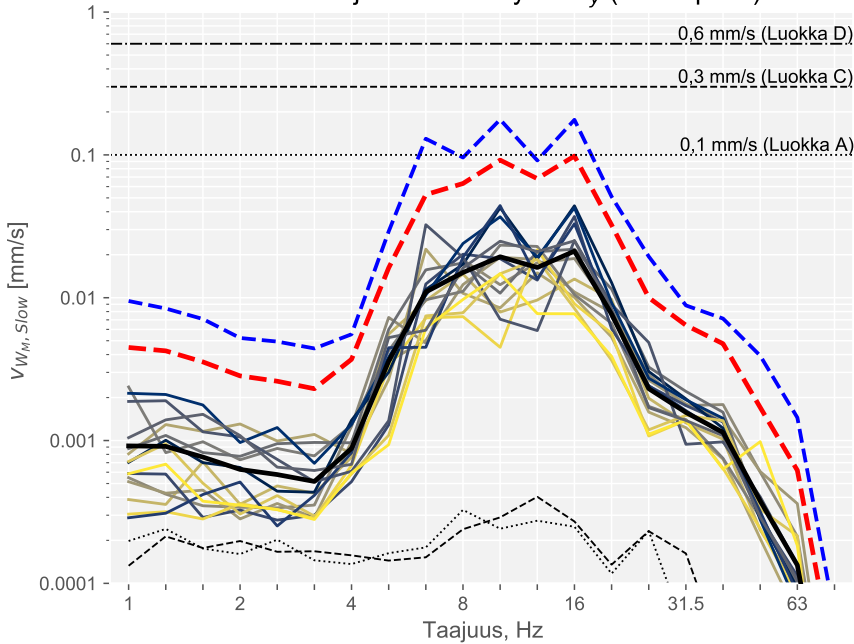
Runkomelu- ja tärinäselvitys: R7_y (Rakennus-D)



Runkomelu- ja tärinäselvitys: R7_z (Rakennus-D)

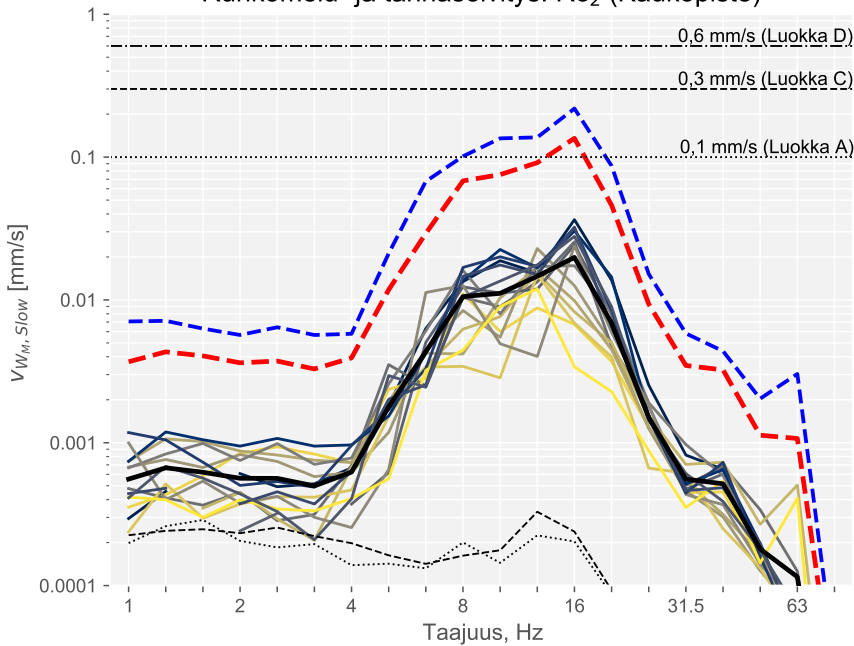


Runkomelu- ja tärinäselvitys: R8_y (Kaukopiste)



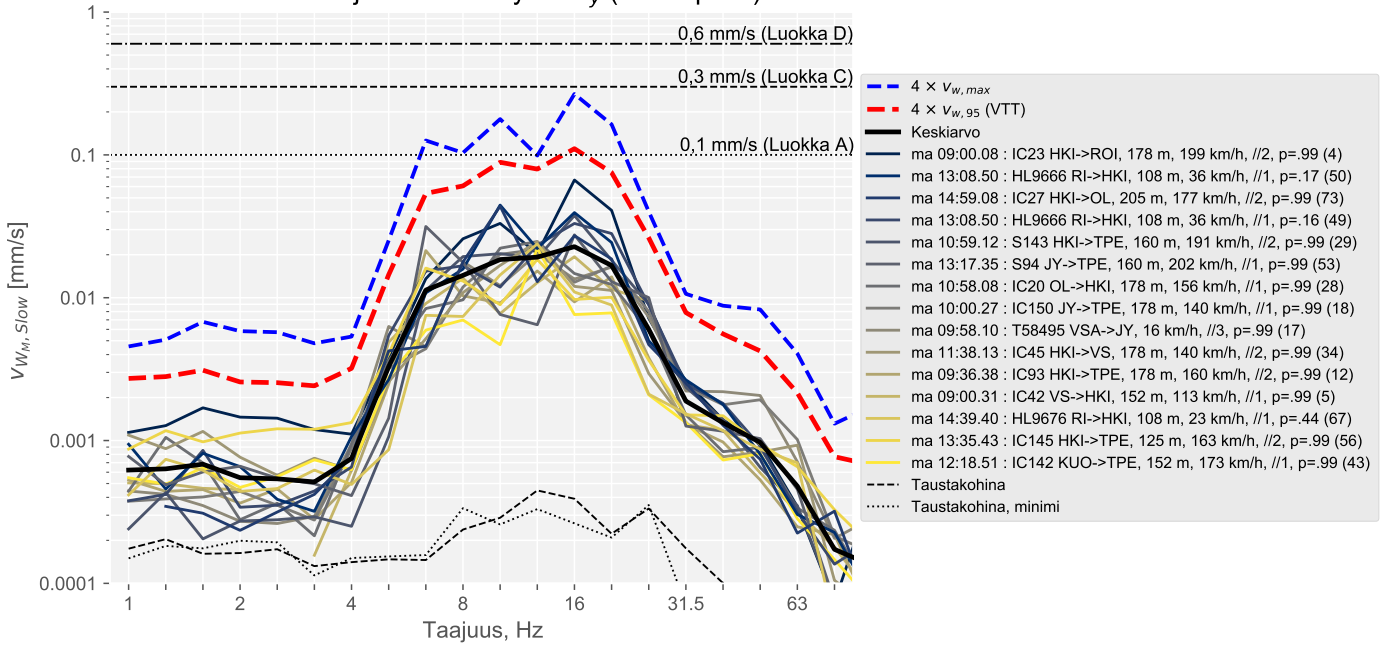
- 4 × V_{w, max} (Blue dashed line)
- 4 × V_{w, 95} (VTT) (Red dashed line)
- Keskiarvo (Thick black line)
- ma 13:08.50 : HL9666 RI->HKL, 108 m, 36 km/h, //1, p=.17 (50)
- ma 13:59.14 : IC37 HKI->ROI, 152 m, 184 km/h, //2, p=.99 (61)
- ma 14:59.08 : IC27 HKI->OL, 205 m, 177 km/h, //2, p=.99 (73)
- ma 10:59.12 : S143 HKI->TPE, 160 m, 191 km/h, //2, p=.99 (29)
- ma 13:17.35 : S94 JY->TPE, 160 m, 202 km/h, //1, p=.99 (53)
- ma 16:02.18 : IC47 HKI->VS, 178 m, 173 km/h, //2, p=.99 (86)
- ma 13:08.50 : HL9666 RI->HKL, 108 m, 36 km/h, //1, p=.16 (49)
- ma 10:58.08 : IC20 OL->HKL, 178 m, 156 km/h, //1, p=.99 (28)
- ma 09:58.10 : T58495 VSA->JY, 16 km/h, //3, p=.99 (17)
- ma 10:00.27 : IC150 JY->TPE, 178 m, 140 km/h, //1, p=.99 (18)
- ma 09:36.38 : IC93 HKI->TPE, 178 m, 160 km/h, //2, p=.99 (12)
- ma 09:00.31 : IC42 VS->HKL, 152 m, 113 km/h, //1, p=.99 (5)
- ma 14:39.40 : HL9676 RI->HKL, 108 m, 23 km/h, //1, p=.44 (67)
- ma 12:18.51 : IC142 KUO->TPE, 152 m, 173 km/h, //1, p=.99 (43)
- ma 14:59.19 : IC38 OL->HKL, 205 m, 120 km/h, //1, p=.99 (74)
- Taustakohina (Dotted line)
- Taustakohina, minimi (Dotted line)

Runkomelu- ja tärinäselvitys: R8_z (Kaukopiste)

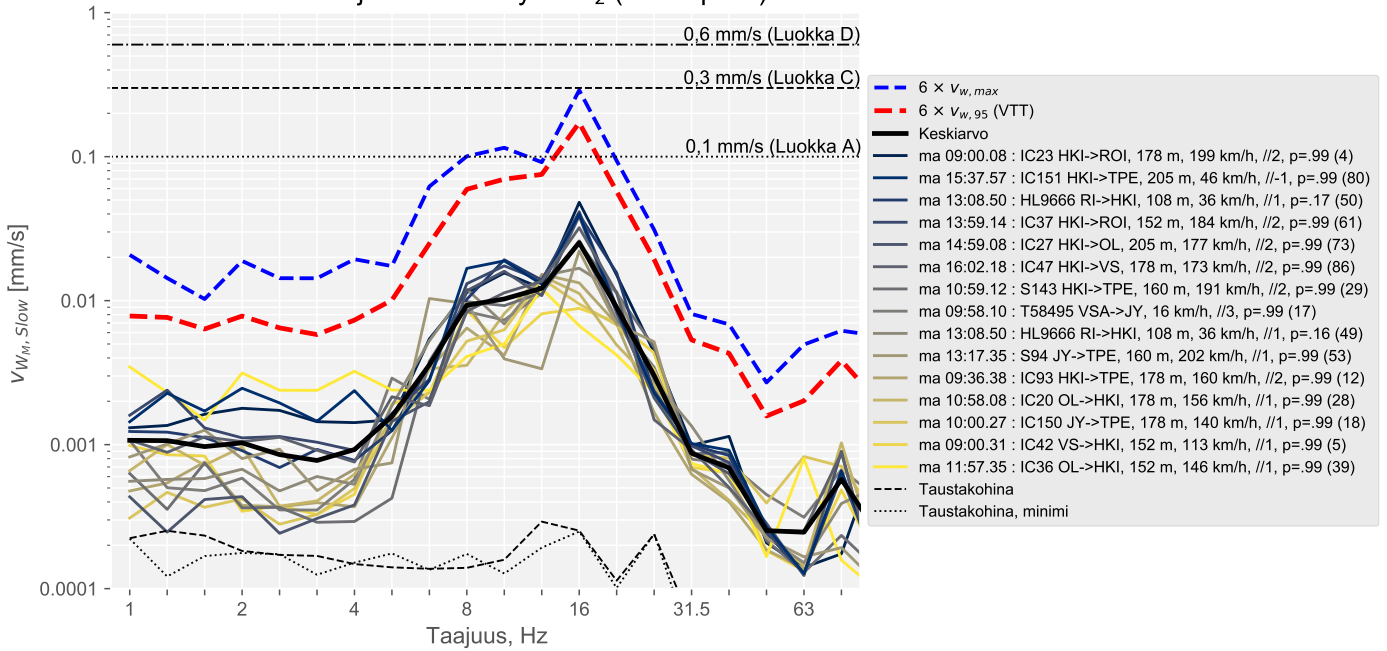


- 6 × V_{w, max} (Blue dashed line)
- 6 × V_{w, 95} (VTT) (Red dashed line)
- Keskiarvo (Thick black line)
- ma 09:00.08 : IC23 HKI->ROI, 178 m, 199 km/h, //2, p=.99 (4)
- ma 13:08.50 : HL9666 RI->HKL, 108 m, 36 km/h, //1, p=.17 (50)
- ma 13:59.14 : IC37 HKI->ROI, 152 m, 184 km/h, //2, p=.99 (61)
- ma 14:59.08 : IC27 HKI->OL, 205 m, 177 km/h, //2, p=.99 (73)
- ma 16:02.18 : IC47 HKI->VS, 178 m, 173 km/h, //2, p=.99 (86)
- ma 10:59.12 : S143 HKI->TPE, 160 m, 191 km/h, //2, p=.99 (29)
- ma 09:58.10 : T58495 VSA->JY, 16 km/h, //3, p=.99 (17)
- ma 13:08.50 : HL9666 RI->HKL, 108 m, 36 km/h, //1, p=.16 (49)
- ma 13:17.35 : S94 JY->TPE, 160 m, 202 km/h, //1, p=.99 (53)
- ma 09:36.38 : IC93 HKI->TPE, 178 m, 160 km/h, //2, p=.99 (12)
- ma 10:58.08 : IC20 OL->HKL, 178 m, 156 km/h, //1, p=.99 (28)
- ma 10:00.27 : IC150 JY->TPE, 178 m, 140 km/h, //1, p=.99 (18)
- ma 12:18.51 : IC142 KUO->TPE, 152 m, 173 km/h, //1, p=.99 (43)
- ma 09:00.31 : IC42 VS->HKL, 152 m, 113 km/h, //1, p=.99 (5)
- ma 14:39.40 : HL9676 RI->HKL, 108 m, 23 km/h, //1, p=.44 (67)
- Taustakohina (Dotted line)
- Taustakohina, minimi (Dotted line)

Runkomelu- ja tärinäselvitys: R9_y (Kaukopiste)



Runkomelu- ja tärinäselvitys: R9_z (Kaukopiste)



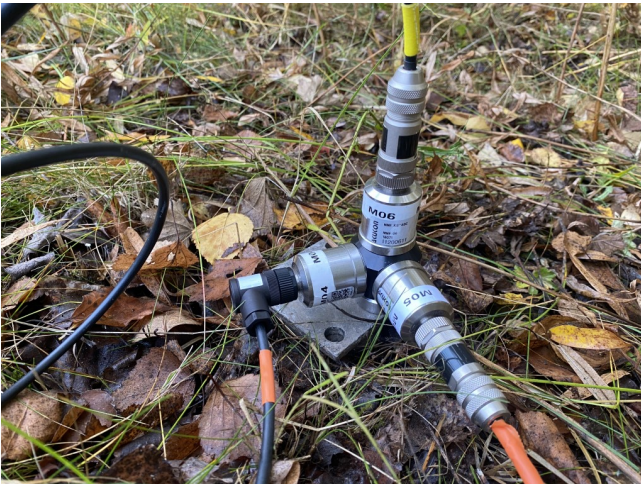
4.4 Kuvia mittauspisteistä



a) Mittauspiste R1



b) Mittauspiste R2



c) Mittauspiste R3



d) Mittauspiste R4



e) Mittauspiste R5



f) Mittauspiste R6



g) Mittauspiste R7



h) Mittauspiste R8



i) Mittauspiste R9

Kuva 1: Kuvia mittauspisteistä

5 Liikennetapahtumat

5.1 Liikennetapahtumien yhteenveto

Raide	Yht.	Lukumäärä [kpl] / Nopeus [km/h] / Pituus [m]			Muu
		1	2	3	
Junatyyppi					
HL	24/23/114	12/27/108	12/19/121	-/-	-/-
IC	17/147/164	9/140/154	7/170/170	-/-	1/46/205
S	6/157/160	4/152/160	2/167/160	-/-	-/-
LIV	2/120/-	1/145/-	1/95/-	-/-	-/-
T	1/15/-	-/-	-/-	1/15/-	-/-

Lähijuna (HL); InterCity (IC); Tavarajuna (T); Pendolino (S); Yöpikajuna (PYO); Allegro (AE); Kalustonsiirtojuna (HV, MV); Pikajuna Venäjä (PVV); Lähiliikenne (HLV); Vaihtotyö (PAI); Päivystäjä, veturi (PAI); Saatto (SAA); Työjuna (TYO); Veturijuna (VET, VEV); Taajamajuna (HDM, HSM)

5.2 Liikennetapahtumat

	Aikaleima	Tyyppi	Juna #	Mistä	Mihin	Nopeus [km/h]	Pituus [m]	Kalusto
1	2022-10-03 08:36:00	S	165	HKI	PRI	144	160	Sm3
2	2022-10-03 08:39:53	HL	9638	RI	HKI	26	108	Sm4-Sm4
3	2022-10-03 08:49:37	HL	9641	HKI	RI	32	108	Sm4-Sm4
4	2022-10-03 09:00:08	IC	23	HKI	ROI	198	178	Sr3
5	2022-10-03 09:00:31	IC	42	VS	HKI	113	152	Sr2
6	2022-10-03 09:03:58	LIV	75199	HY	KJR	145	-	-
7	2022-10-03 09:10:39	HL	9640	RI	HKI	27	108	Sm4-Sm4
8	2022-10-03 09:19:25	HL	9645	HKI	RI	14	108	Sm4-Sm4
9	2022-10-03 09:20:22	S	140	JY	TPE	134	160	Sm3
10	2022-10-03 09:36:38	IC	93	HKI	TPE	160	178	Sr2
11	2022-10-03 09:39:11	HL	9642	RI	HKI	45	108	Sm4-Sm4
12	2022-10-03 09:58:10	T	58495	VSA	JY	15	-	-
13	2022-10-03 09:59:18	IC	43	HKI	VS	169	178	Sr2
14	2022-10-03 10:00:27	IC	150	JY	TPE	140	178	Sr3
15	2022-10-03 10:09:36	HL	9646	TPE	HKI	29	108	Sm4-Sm4
16	2022-10-03 10:18:48	S	44	VS	HKI	145	160	Sm3
17	2022-10-03 10:50:07	HL	9655	HKI	RI	0	108	Sm4-Sm4
18	2022-10-03 10:58:08	IC	20	OL	HKI	155	178	Sr3
19	2022-10-03 10:59:12	S	143	HKI	TPE	191	160	Sm3
20	2022-10-03 11:09:09	HL	9652	RI	HKI	2	108	Sm4-Sm4
21	2022-10-03 11:38:13	IC	45	HKI	VS	139	178	Sr3
22	2022-10-03 11:39:17	HL	9656	RI	HKI	28	108	Sm4-Sm4
23	2022-10-03 11:50:00	HL	9661	HKI	TPE	9	108	Sm4-Sm4
24	2022-10-03 11:57:35	IC	36	OL	HKI	146	152	Sr3
25	2022-10-03 12:08:27	HL	9660	TPE	HKI	24	108	Sm4-Sm4
26	2022-10-03 12:18:39	HL	9665	HKI	RI	20	108	Sm4-Sm4
27	2022-10-03 12:18:51	IC	142	KUO	TPE	172	152	Sr2
28	2022-10-03 12:38:48	HL	9662	RI	HKI	27	108	Sm4-Sm4
29	2022-10-03 13:08:50	HL	9666	RI	HKI	35	108	Sm4-Sm4
30	2022-10-03 13:17:35	S	94	JY	TPE	201	160	Sm3
31	2022-10-03 13:19:20	HL	9671	HKI	RI	19	108	Sm4-Sm4
32	2022-10-03 13:35:43	IC	145	HKI	TPE	163	125	Sr2
33	2022-10-03 13:49:35	HL	9675	HKI	TPE	22	108	Sm4-Sm4
34	2022-10-03 13:59:14	IC	37	HKI	ROI	184	152	Sr3
35	2022-10-03 14:00:40	S	46	VS	HKI	127	160	Sm3
36	2022-10-03 14:08:24	HL	9672	TPE	HKI	35	108	Sm4-Sm4
37	2022-10-03 14:18:31	HL	9679	HKI	RI	28	108	Sm4-Sm4
38	2022-10-03 14:39:40	HL	9676	RI	HKI	22	108	Sm4-Sm4
39	2022-10-03 14:50:08	HL	9681	HKI	RI	41	108	Sm4-Sm4
40	2022-10-03 14:53:43	LIV	75198	KJR	HY	95	-	-
41	2022-10-03 14:59:08	IC	27	HKI	OL	176	205	Sr3
42	2022-10-03 14:59:19	IC	38	OL	HKI	119	205	Sr3
43	2022-10-03 15:19:40	HL	9685	HKI	RI	0	108	Sm4-Sm4
44	2022-10-03 15:19:55	IC	178	TPE	HKI	138	99	Sr2
45	2022-10-03 15:37:57	IC	151	HKI	TPE	46	205	Sr3
46	2022-10-03 15:38:38	HL	9682	RI	HKI	25	108	Sm4-Sm4
47	2022-10-03 15:48:51	HL	9687	HKI	RI	19	217	Sm4-Sm4-Sm4-Sm4
48	2022-10-03 16:00:37	IC	48	VS	HKI	118	125	Sr2
49	2022-10-03 16:02:18	IC	47	HKI	VS	172	178	Sr3
50	2022-10-03 16:16:05	HL	9695	HKI	RI	22	159	Sm2-Sm2-Sm2
51	2022-10-03 16:19:04	IC	144	PM	TPE	161	152	Sr3