

Kokemäen kaupunki

# LIIKENTEEN TÄRINÄ- JA RUNKOMELUSELVITYS

Kirkkokallion asemakaava, Kokemäki



Tilaaaja:  
Kokemäen kaupunki  
Mikko Eskola

## Liikenteen tärinä- ja runkomeluserveys

Kohde:  
Kirkkokallion asemakaava, Kokemäki

Raportin numero:  
PR10709-TÄR01

Raportin päiväys:  
5.4.2022

Kirjoittaja(t):  
Olli Laivoranta  
Suunnittelija, DI  
puh. 041 506 3418  
sp. olli.laivoranta@promethor.fi

Tarkastanut:  
Jani Kankare  
Toimitusjohtaja, FM  
puh. 040 574 0028  
sp. jani.kankare@promethor.fi

## Sisällysluettelo

1	Yleistä.....	4
2	Kohteen sijainti, ympäristö ja mittauspisteet.....	4
3	Mittaus- ja arviointimenetelmät .....	7
4	Tärinän suositusarvot .....	8
4.1	Tärinän suositusarvot rakennusten vaurioriskin kannalta .....	8
4.2	Tärinän suositusarvot viihtyvyyden kannalta.....	8
4.3	Runkomelun suositusarvot.....	9
5	Mittau tulokset .....	10
5.1	Värähtelyn taajuussisältö .....	10
5.2	Värähtelyn heilahdusnopeuden resultantti $v_{res}$ .....	10
5.3	Tärinän tunnusluku $v_{w,95}$ .....	10
5.4	Rakennukseen siirtyvän tärinän arviointi.....	11
5.5	Arvio runkomelun enimmäistasosta .....	12
6	Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset.....	13
6.1	Tärinän aiheuttama vaurioitumisriski .....	13
6.2	Tärinän aiheuttama viihtyvyyshaitta.....	13
6.3	Runkomelu .....	13
6.4	Suositukset kaavamääräyksistä.....	14
6.5	Muita huomioita.....	14
7	Lisätietoa .....	14
8	Kirjallisuus.....	15

### Liitteet:

Liite 1. Mittauspistesivut, tärinä.

## 1 YLEISTÄ

Promethor Oy mittasi 23.–31.3.2022 tie- ja raideliikenteen aiheuttamaa tärinää Kokemäellä Kirkkokallion alueella asemakaavan laadintaa varten. Mittauksilla selvitettiin tärinän voimakkuus alueelle suunniteltavien rakennusten rakenteiden vaurioitumisriskin, tilojen käyttöviihtyvyyden sekä runkomelun kannalta. Kaavatyön tarkoituksena on jatkaa Teollisuustien varren yritysalueita itään päin ja mahdollistaa alueelle teollista toimintaa, joka tukeutuu voimassa olevalle asemakaava-alueelle sijoittuvaan toimintaan. Asemakaavan laatiminen liittyy alueelle sijoittuvaan akkuklusterihankkeeseen.

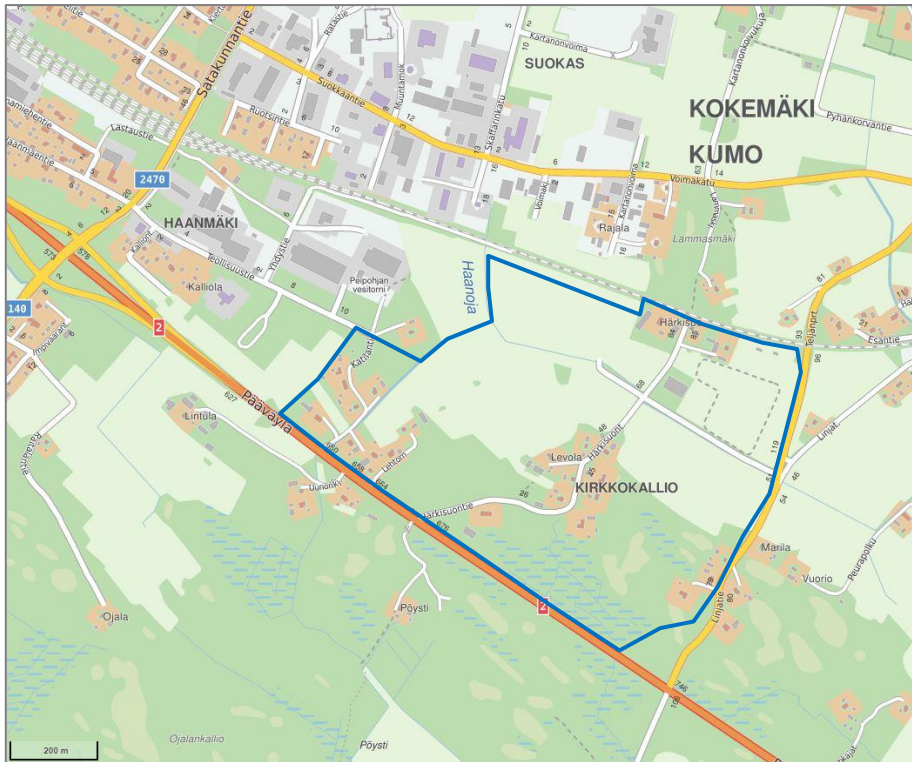
Selvityksen laadintaan ovat osallistuneet Olli Laivoranta, Jani Kankare, Sasu Kirvesmäki ja Mika Lindgren Promethor Oy:stä.

## 2 KOHTEEN SIJAINTI, YMPÄRISTÖ JA MITTAUSPISTEET

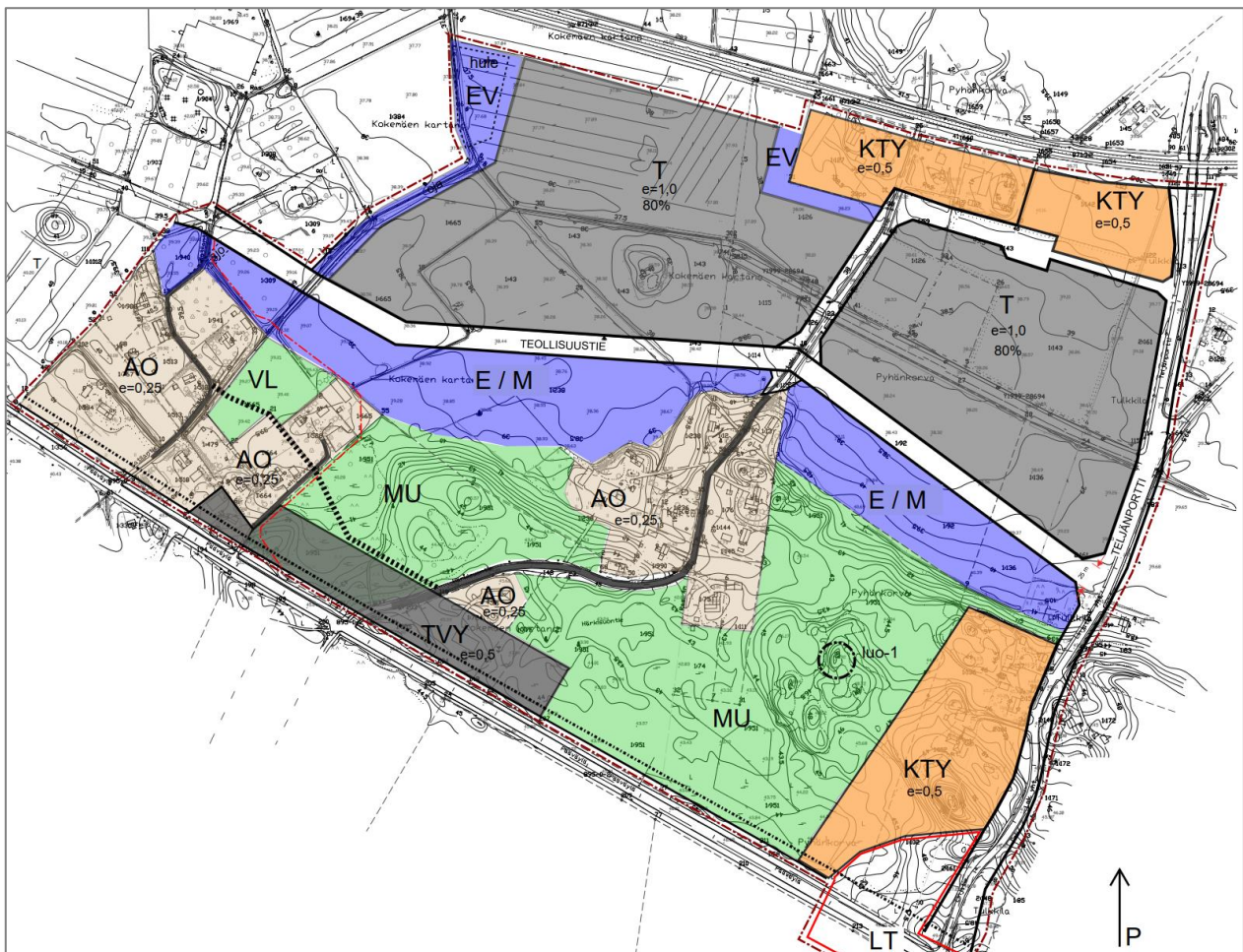
Tutkittava kohde sijaitsee Kokemäen kaupungin Kokemäenkartanon ja Pyhänselän kylissä (kuva 1). Ote kohteen kaavarunkoluonnoksesta on esitetty kuvassa 2. Alue kattaa Katilantien ja Linjatien sekä Teljänportin välisen alueen valtatie 2 ja rautatien välissä. Kaavoitettava alue on haja-asutusalueita. Kaava-alueen eteläosassa sijaitsee parisenkymmentä asuinrakennusta ja muutama asuinrakennus sijoittuu nykytilanteessa rautatien eteläpuolelle. Alueella on myös hevostalli ja sen maneesi. Asuinrakennusten yhteydessä on pienimuotoista yritystoimintaa. Muilta osin suunnitteluala on rakentamatonta maa- ja metsätalousaluetta. Merkittävimmät tärinälähteet kaava-alueelle ovat rautatieliikenne ja valtatie 2 tie-liikenne.

GTK:n maaperätietojen (kuva 3) mukaan alueen maaperä on suunnitellun Teollisuustien pohjoispuolella pääosin pehmeää hiesua. Radan varteen suunnitellun KTY-alueen kohdalla maaperä on osittain savea ja osittain kovempaa hiekkamoreenia, lähinnä olemassa olevien rakennusten kohdalla. Valtatie 2 läheisyydessä maaperä on lähinnä hiekkamoreenia. Länsikulmassa maaperä pehmenee hiesumaaksi.

Tärinää mitattiin samanaikaisesti seitsemässä pisteessä (kuvat 4 ja 5). Mittauspisteet muodostivat kaksi rataa vastaan kohtisuoraa mittauslinjaa ja lisäksi yksi mittauspiste oli valtatie 2 läheisyydessä. Mittauspisteiden etäisyydet rautatiestä olivat 30–70 metriä.

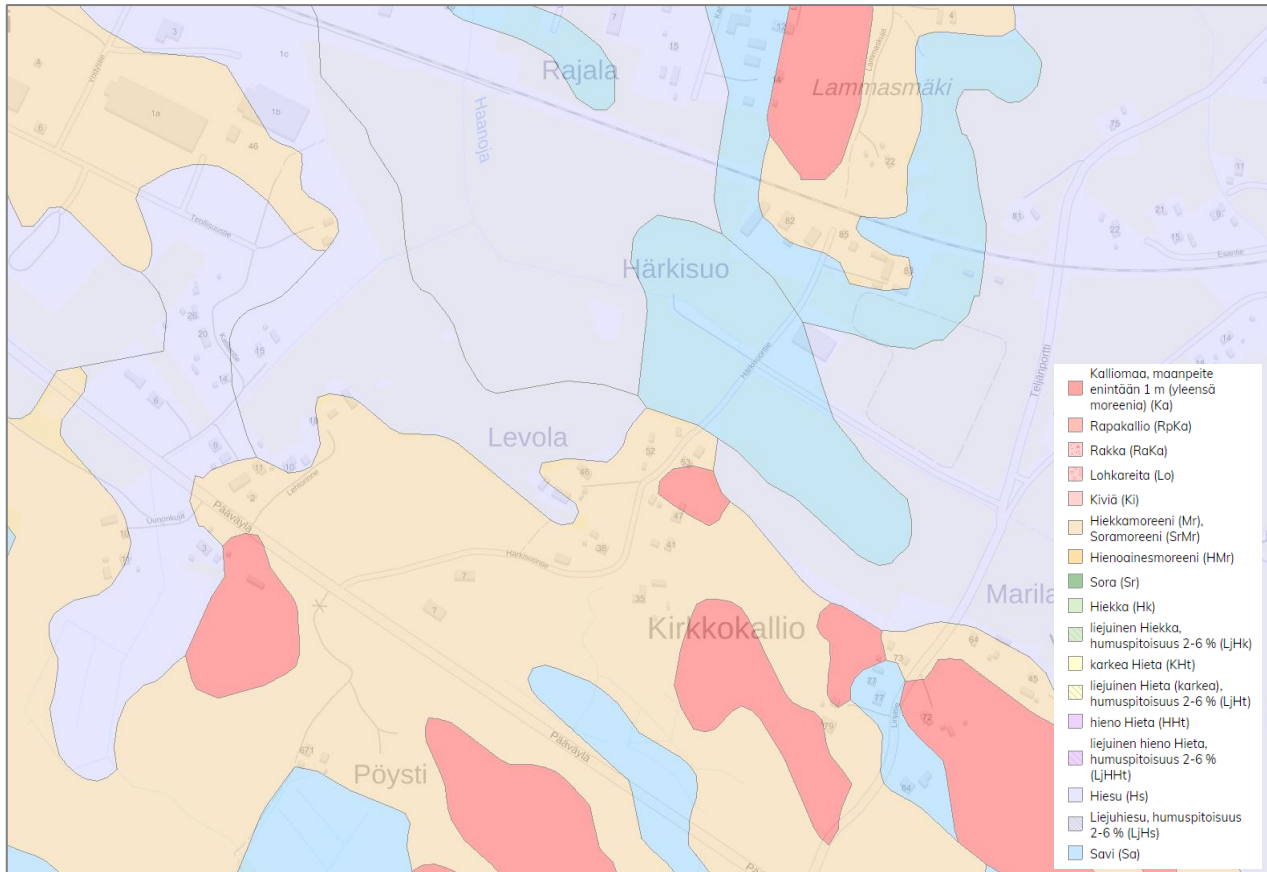


Kuva 1. Kaava-alueen sijainti (suuntaa antava rajaus kuvassa sinisellä).

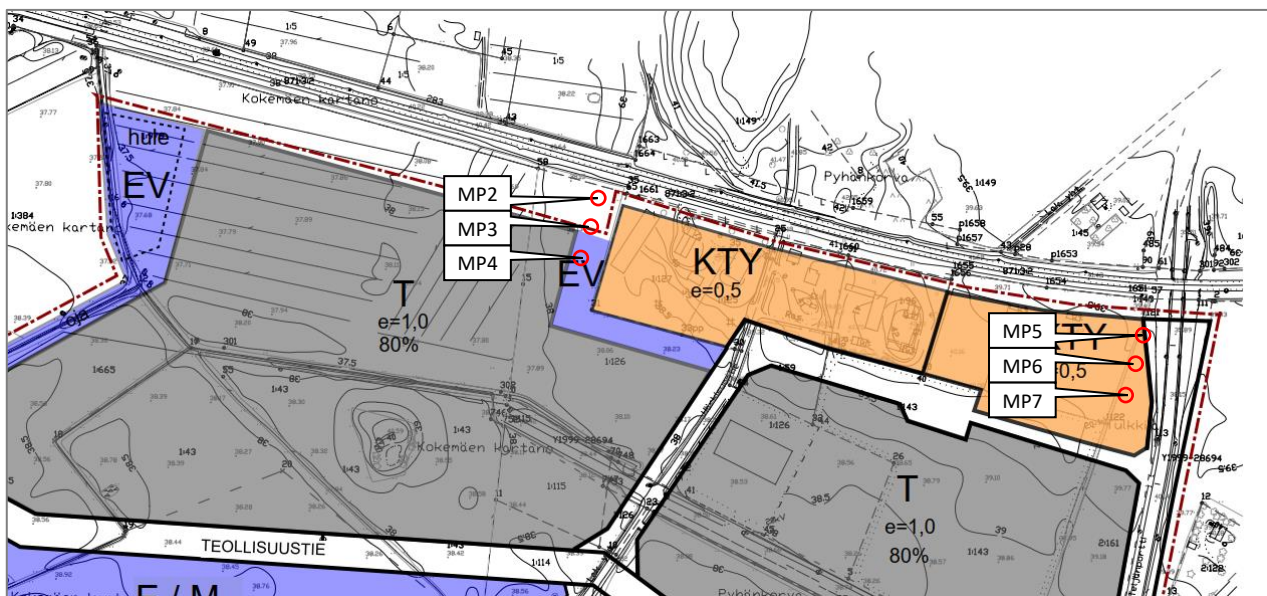


Kuva 2. Ote kaavarunkoluonnoksesta (24.1.2022).

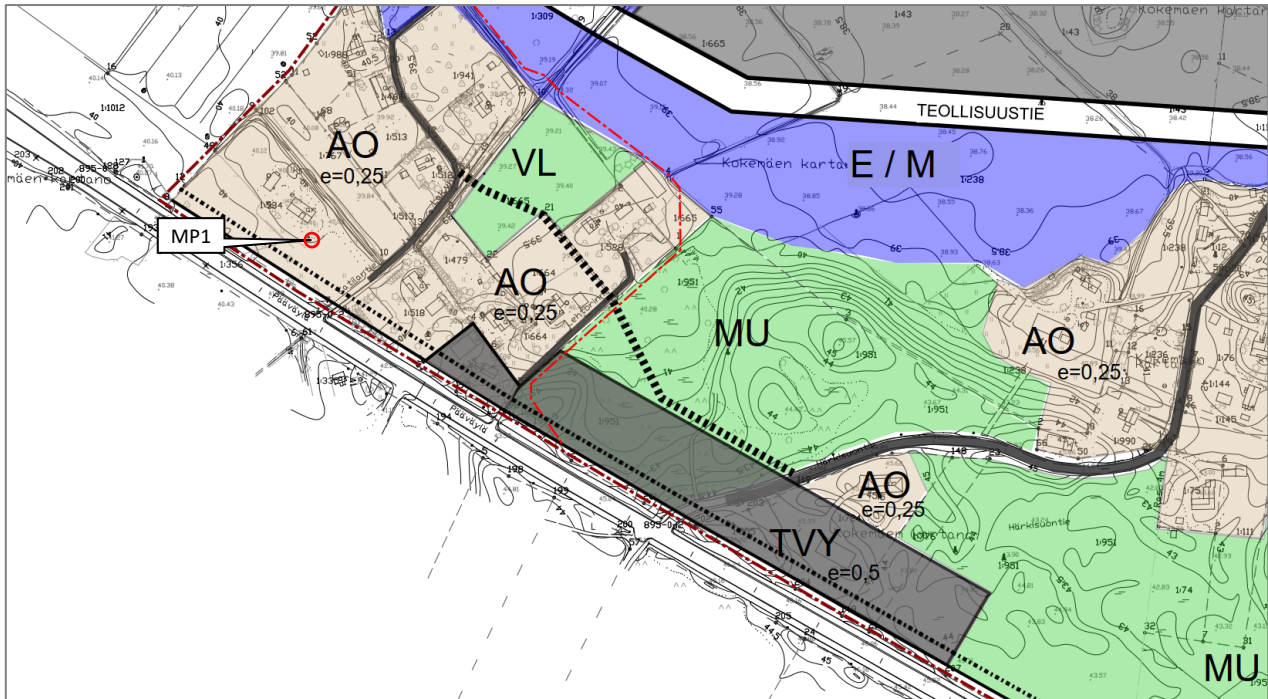




Kuva 3. Maaperäkartta (lähde: gtkdata-gtk.fi).



Kuva 4. Tärinämittauspisteet rautatien läheisyydessä.



Kuva 5. Tärinämittauspiste valtatie 2 läheisyydessä.

### 3 MITTAUS- JA ARVIOINTIMENETELMÄT

Raideliikenteen aiheuttaman tärinän mittaukset suoritettiin VTT:n tiedotteen ”Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta” mukaisesti maaperästä mittaamalla. Mittausjakson pituus rautatien läheisyydessä mittauspisteissä MP2–MP7 oli 8 vuorokautta. Valtatie läheisyydessä olevassa mittauspisteessä MP1 mittausjakson pituus oli noin neljä tuntia. Tieliikenteen tärinämittauksissa mittausjaksoa voidaan lyhentää tiheän ja suhteellisen homogeenisen herätteen vuoksi.

Mittaustulosten analysointi ja tulkinta rakenteiden vaurioitumisriskin kannalta tehtiin VTT:n ohjeen ”Rautatieliikenteen tärinän vaikutus rakenteisiin – Vaurioalttiuden kartoittaminen ja mittaaminen” mukaan. Rakenteiden vaurioriskiä arvioitiin värähtelyn taajuuspainottamattoman heilahdusnopeuden resultantin maksimiavon  $v_{res}$  avulla.

Mittaustulosten analysointi ja tulkinta ihmisen kokeman tärinähaitan kannalta tehtiin VTT:n ohjeiden ”Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta”, ”Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa” ja ”Ohjeita liikennetärinän arviointiin” mukaan. Ihmisen kokeman häiriön kuvaamiseksi tärinäsignaaleista laskettiin tunnusluku  $v_{w,95}$  VTT:n suositusten mukaan<sup>1</sup>. Mitatut tärinäsignaalit taajuuspainotettiin standardin ISO 2631-2 mukaisella kokokehontärinän painotusfunktiolla, minkä jälkeen niistä laskettiin liukuvan tehollisarvon maksimit  $v_{w,max}$ . Näistä valittiin 15 suurinta tapahtumaa, joiden perusteella laskettiin tunnusluku  $v_{w,95}$ . Värähtelyjen tunnusluvulla  $v_{w,95}$  tarkoitetaan arvoa, jota pienempänä 15 suurimman tärinä tapahtuman taajuuspainotetut tehollisarvot pysyvät 95 prosentin tilastollisella todennäköisyydellä.

<sup>1</sup> VTT:n suosituksesta poiketen tunnuslukujen laskennassa 15 suurinta signaalia valitaan kustakin akselisuunnasta erikseen. VTT:n suosituksessa suurimmat signaalit valitaan pystysuuntaisten signaalien mukaan kaikille akselisuunnille. Kun käytetyt signaalit valitaan kustakin akselisuunnasta erikseen, laskettu tunnusluku on aina yhtä suuri tai suurempi kuin pysty akselin mukaan valituista signaaleista laskettu. Pystysuunnan mukaan määritetyistä signaaleista lasketut vaakasuuntaiset tunnusluvut saattavat olla todellista pienempiä, erityisesti kun vaakasuuntaisen tärinän on merkittävä.

Maasta rakennukseen siirtyvää tärinää arvioitiin VTT:n tiedotteen ”Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi” ja VTT:n tiedotteen ”Ohjeita liikennetärinän arviointiin” mukaisesti.

Suomessa ei ole standardoitua menetelmää runkomelun arviointiin. Tässä raportissa raideliikenteen aiheuttamaa runkomelua arvioidaan VTT:n tiedotteen ”Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi” mukaisesti. Arvio määritetään slow-aikavakiolla määritetyistä A-painotetuista maasta mitatuista nopeus-signaaleista käyttämällä referenssinopeutena 1 nm/s ja muuttamalla saatu tulos runkomelutasoksi VTT:n tiedotteen mukaisia lisätekijöitä käyttäen.

## 4 TÄRINÄN SUOSITUSARVOT

### 4.1 Tärinän suositusarvot rakennusten vaurioriskin kannalta

Suomessa rakennusten rakenteiden vaurioriskille ei ole toistaiseksi annettu virallisia raja-arvoja. VTT:n tiedotteen ”Rautatieliikenteen tärinän vaikutus rakenteisiin, 2002” mukaan rakennusten vaurioriskiä voidaan arvioida värähtelyn heilahdusnopeuden resultantin suurimman arvon  $v_{res}$  ja hallitsevan taajuuden avulla. Tiedotteessa on annettu taulukon 1 mukaiset suositusarvot rakennusten vaurioitumisalttiuden arvioimiseksi.

**Taulukko 1.** VTT:n tiedotteessa ”Rautatieliikenteen tärinän vaikutus rakenteisiin, 2002” annetut suositusarvot tärinän aiheuttamalle rakennusten vaurioriskille.

Tärinäalattiusluokka	Hallitseva taajuus [Hz]	Resultantin maksimi $v_{res}$ [mm/s]
I. Normaalikuntoiset hyvin jäykistetyt rakennukset. Teräs- ja betoniset teollisuusrakennukset, muut teräsrakenteet, sillat ja muut niihin rinnastettavat rakenteet	< 10	8
	10...30	10
	> 30	12
II. Perinteisesti rakennetut betoni- tiili- tai puurakenteiset asuin- ja liikerakennukset tai muut niihin rinnastettavat rakennukset ja rakenteet. Luokan I rakennukset, joissa on muurattuja kellariseiniä tai tiiliverhoilu.	< 10	4
	10...30	5
	> 30	6
III. Erityisen herkätkä rakennukset tai rakenteet ja kulttuurihistoriallisesti tai yhteiskunnallisesti merkittävät rakennukset.	< 10	2
	10...30	3
	> 30	4

### 4.2 Tärinän suositusarvot viihtyvyyden kannalta

Ympäristöministeriön asetuksessa rakennuksen ääniympäristöstä annetun ympäristöministeriön asetuksen 5 ja 6 §:n muuttamisesta (360/2019) on kirjoitettu: ”Rakennuksen, jossa on asuntoja tai majoitus- tai potilashuoneita, runkoääni- ja tärinäeristys sekä opetus-, kokous-, ruokailu-, hoito-, harrastus-, liikunta- ja toimistotilojen melun- ja tärinäntorjunta on suunniteltava ja toteutettava tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen.”

VTT on antanut suosituksen normaalien asuinrakennusten värähtelyluokitukselta tunnuslukuun  $v_{w,95}$  perustuen tiedotteessaan 2278 ”Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokitukselta”. Tämä ohjeellinen värähtelyluokitus on esitetty taulukossa 2.

Teollisuusrakennuksille ei ole käyttöviihtyvyyden arviointiin soveltuvaa suositusarvoa. Toimistorakennuksille suositusarvona voidaan pitää luokan D arvoa 0,60 mm/s.



**Taulukko 2.** VTT:n tiedotteessa 2278 ”Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokitukselta” annettu suositus normaalien asuinrakennusten värähtelyluokitukselta.

Värähtelyluokka	Olosuhteet	Värähtelyn tunnusluku $v_{w,95}$ [mm/s]
A	Hyvät asuinolosuhteet <i>Ihmiset eivät yleensä havaitse värähtelyä.</i>	$\leq 0,10$
B	Suhteellisen hyvät olosuhteet <i>Ihmiset voivat havaita värähtelyä, mutta ne eivät ole häiritseviä.</i>	$\leq 0,15$
C	Suositus uusien asuinrakennusten ja väylien suunnittelussa <i>Keskimäärin 15 % asukkaista pitää värähtelyitä häiritsevinä ja voi valittaa häiriöstä.</i>	$\leq 0,30$
D	Olosuhteet, joilla pyritään vanhoilla asuinalueilla <i>Keskimäärin 25 % asukkaista pitää värähtelyitä häiritsevinä ja voi valittaa häiriöstä.</i>	$\leq 0,60$

### 4.3 Runkomelun suositusarvot

Suomessa ei ole virallisia raja-arvoja runkomelun enimmäistasolle. VTT:n tiedotteessa 2468 ”Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi”, 2009, on esitetty suositus runkomelutasojen raja-arvoiksi. Suositusarvot on esitetty taulukossa 3.

**Taulukko 3.** VTT:n tiedotteessa 2468 ”Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi, 2009” esitetty suositus runkomelutasojen raja-arvoiksi.

Rakennustyyppi	Runkomelutaso $L_{prm}$ [dB(A)]
Radio-, tv- ja äänitysstudiot, konserttitalit	25–30
Asuinhuoneistot	30/35*
Hoito- ja sosiaalihuollon laitokset, majoitustilat <ul style="list-style-type: none"> <li>potilashuoneet, majoitustilat</li> <li>päiväkodit, lasten ja henkilökunnan oleskeluun tarkoitettujen huoneet</li> </ul>	30/35*
Kokoontumis- ja opetustilat <ul style="list-style-type: none"> <li>luokahuoneet, luentosalit, kirkot ja muut huonetilat, joissa edellytetään yleisön saavan hyvin puheesta selvää ilman äänentoistolaitteiden käyttöä</li> <li>muut kokoontumistilat, kuten teatterit ja kirjastot</li> </ul>	35
Toimistot, kaupat, näyttelytilat, museot	40/45*

\* Avoradat. Mikäli kaavamääräyksessä on annettu ohje julkisivun ilmastoineristävyydestä, on VTT:n ohjeen mukaan suositeltavaa käyttää runkomelutasojen tiukempaa raja-arvoa.

## 5 MITTAUSTULOKSET

### 5.1 Värähtelyn taajuussisältö

Tärinän taajuuspainotetut taajuusjakaumat on esitetty liitteessä 1 terssikaistoittain VTT:n suosituksen mukaisesti.

### 5.2 Värähtelyn heilahdusnopeuden resultantti $v_{res}$

Rakennusten vaurioitumisriskiä arvioidaan painottamattoman värähtelyn nopeuden resultantin suurimman arvon avulla. Taulukossa 4 on esitetty suurimmat mitatut resultanttien arvot. Suositeltavana enimmäisarvona voidaan tarkasteltavassa kohteessa pitää vähintään 4 mm/s (vrt. taulukko 1). Liitteessä 1 on esitetty mitatuista resultanteista 15 suurinta kussakin mittauspisteessä.

**Taulukko 4.** Suurimmat mitatut heilahdusnopeuden resultantin arvot  $v_{res}$ .

Mittauspiste	Etäisyys tiestä/radasta [m]	Resultantti [mm/s]
MP1	40 (valtatie 2)	0,3
MP2	30	1,5
MP3	50	1,3
MP4	70	0,8
MP5	30	0,4
MP6	50	0,2
MP7	70	0,1

### 5.3 Tärinän tunnusluku $v_{w,95}$

Ihmisten kokemaa tärinähaittaa arvioidaan tärinän tunnusluvun  $v_{w,95}$  avulla. VTT:n suosituksen mukaan uusissa normaaleissa **asuinrakennuksissa** tärinän tunnusluku  $v_{w,95}$  ei saisi ylittää arvoa 0,30 mm/s (luokka C). **Teollisuusrakennuksille** ei ole käyttöviihtyvyyden arviointiin soveltuvaa suositusarvoa. **Toimistorakennuksille** suositusarvona voidaan pitää luokan D arvoa 0,60 mm/s. Taulukossa 5 on esitetty mitaustuloksista lasketut tärinän tunnuslukujen arvot. Laskuissa käytetyt  $v_{w,max}$ -arvot on esitetty liitteessä 1. Taulukon 5 arvoja ei voi suoraan verrata suositusarvoon, koska tärinän voimakkuus muuttuu rakennukseen siirtymisen yhteydessä. Valmiissa rakennuksessa havaittavan tärinän arviointi on esitetty luvussa 5.4.

**Taulukko 5.** Mittaustuloksista lasketut tärinän tunnusluvut  $v_{w,95}$ .

Mittauspiste	Etäisyys radasta [m]	Tunnusluku $v_{w,95}$ [mm/s]		
		<i>pystysuunta</i>	<i>rataa vasten kohtisuora vaakasuunta</i>	<i>radan suuntainen vaakasuunta</i>
MP1	40 (valtatie 2)	0,10	0,06	0,03
MP2	30	0,43	0,44	0,54
MP3	50	0,35	0,36	0,51
MP4	70	0,23	0,36	0,30
MP5	30	0,02	0,14	0,09
MP6	50	0,03	0,06	0,05
MP7	70	0,03	0,04	0,04

## 5.4 Rakennukseen siirtyvän tärinän arviointi

Rakennuksen ominaisuuksista riippuen maaperästä rakennukseen siirtyvän tärinän tietyn taajuiset värähtelykomponentit voimistuvat ja tietyt vaimenevat. Ominaisuuksista riippuen rakennuksessa havaittavan tärinän voimakkuus on pienempää, yhtä suurta tai suurempaa kuin maaperästä mitattu tärinä.

Maasta mitatusta tärinästä rakennukseen siirtyvää tärinää arvioidaan VTT:n tiedotteen 2425 ”Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi”, 2008 mukaisesti. Arviointimenetelmässä arvioidaan ensiksi maasta perustukseen siirtyvän värähtelyn vaimenemista käyttämällä taajuuskaistakohtaista kerrointa. Tämän jälkeen perustuksesta runkoon ja lattiaan siirtyvän värähtelyn vahvistumista arvioidaan käyttämällä yleisen voimistumisen ja resonanssitarkastelun kertoimia.

Yleinen voimistuminen kuvaa nimensä mukaisesti värähtelyn mahdollista yleistä voimistumista rakennuksen rungossa tai lattiasa (ns. varmuustarkastelu). Resonanssitarkastelu kuvaa rakennuksen rungon tai lattian ominaistaajuuden ”syttymistä”, jolloin värähtely voimistuu moninkertaiseksi. Rungon tai lattian resonanssia voi esiintyä silloin, kun maaperän tärinän hallitseva taajuuskomponentti osuu lattian tai rungon ominaistaajuudelle. Resonanssitarkastelussa mahdollisesti ilmeneviä riskejä voidaan välttää rakennusten värähtelyteknisellä suunnittelulla mm. välttämällä tiettyjä jännevälejä ja talon korkeuksia.

### *Yleinen voimistuminen*

Yleinen voimistuminen määritetään perustuksen värähtelyn vaaka- (runko) ja pystykomponentin (lattia) perusteella, käyttämällä voimistumiskerrointa  $k_1 = 1,5$ . Arviointitulokset on esitetty taulukossa 6.

**Taulukko 6.** VTT:n menetelmillä tärinäsignaaleista arvioidun perustuksen värähtelyn perusteella arvioitu värähtelyn yleinen voimistuminen rakennuksen rungossa ja lattiasa.

Mittauspiste	Etäisyys radasta [m]	Rungon värähtelyn yleinen voimistuminen $v_{w1,runko}$ [mm/s]	Lattian värähtelyn yleinen voimistuminen $v_{w1,lattia}$ [mm/s]
MP1	40 (valtatie 2)	0,07	0,12
MP2	30	0,83	0,60
MP3	50	0,76	0,51
MP4	70	0,53	0,33
MP5	30	0,06	0,01
MP6	50	0,04	0,03
MP7	70	0,04	0,03

### *Rungon resonanssitarkastelu*

Rungon resonanssitarkastelun perusteella mittauspisteiden MP1 ja MP5–MP7 alueilla rakennukseen siirtyvä tärinätaso (tunnusluku) pysyy resonanssitaajuuksillakin alle 0,30 mm/s:n. Mittauspisteiden MP2 alueella resonanssitaajuuksilla tunnusluvun arvo on jopa yli 1,00 mm/s. Mittauspisteiden MP3 ja MP4 alueilla resonanssitaajuuksilla tunnusluvun arvo jää alle 1,00 mm/s.

### *Lattian resonanssitarkastelu*

Lattian resonanssitarkastelun perusteella mittauspisteiden MP1 ja MP5–MP7 alueilla rakennukseen siirtyvä tärinätaso (tunnusluku) pysyy resonanssitaajuuksillakin alle 0,30 mm/s:n. Mittauspisteiden MP2–MP4 alueilla resonanssitaajuuksilla tunnusluvun arvo jää alle 1,00 mm/s.

## 5.5 Arvio runkomelun enimmäistasosta

Taulukossa 7 on esitetty runkomelun arviointitulokset mittauspisteittäin. Pystysuuntainen tärinä (z-suunta) säteilee runkoääntä vaakasuorista pinnoista eli mm. latioista ja vaakasuuntainen tärinä (y- ja x-suunnat) pystysuorista pinnoista eli seinistä.

**Taulukko 7.** VTT:n menetelmällä tärinäsignaaleista arvioidut runkomelutasot  $L_{prn}$ .

Mittauspiste	Etäisyys radasta [m]	A-painotettu runkomelutaso $L_{prn}$ [dB]		
		z	y	x
MP1	40 (Valtatie 2)	30	23	26
MP2	30	45	50	47
MP3	50	46	51	51
MP4	70	47	56	48
MP5	30	38	51	44
MP6	50	45	50	43
MP7	70	37	41	41

Lainaus VTT:n tiedotteesta 2468, Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arvioiminen, I Esiselvytys. ”Julkaisussa esitetyt kriteerit, raja-arvot ja arviointiohjeet perustuvat pääasiassa kirjallisuuskatsaukseen ja niiden soveltuvuus tulisi varmistaa mittauksin, jotta Suomen liikennettä, väylää, maaperää ja rakentamista koskevat erityispiirteet tulevat otetuksi oikein huomioon,... ..Koska värähtelyn syntymiseen ja leviämiseen vaikuttaa monia epävarmuustekijöitä, esitettyä arviointia voidaan pitää toistaiseksi vain suuntaa-antavana.”



## 6 TULOSTEN TARKASTELU JA JOHTOPÄÄTÖKSET

### 6.1 Tärinän aiheuttama vaurioitumisriski

Kaikki maasta mitatut tärinän heilahdusnopeuden resultantin arvot 0,1...1,5 mm/s ovat selvästi suositusarvoja 4 mm/s (alttiusluokka II, perinteisesti rakennetut betoni- tiili- tai puurakenteiset asuin- ja liikerrakennukset tai muut niihin rinnastettavat rakennukset ja rakenteet) ja 8 mm/s (alttiusluokka I, normaalikuntoiset hyvin jäykistetyt rakennukset. Teräs- ja betoniset teollisuusrakennukset, muut teräsrakenteet) pienempiä. Näin ollen voidaan arvioida, että tärinä ei aiheuta tarkasteltavan kohteen rakennuksille rakenteiden vaurioriskiä.

### 6.2 Tärinän aiheuttama viihtyvyyshaitta

Mittaustulosten perusteella valtatie 2 tieliikenteen tärinä ei aiheuta viihtyvyyshaitan kannalta arvioituna erityisvaatimuksia kaavoitukseen.

#### *Teollisuus- ja varastorakennusten korttelialue*

Teollisuus- ja varastorakennuksissa ei tavallisesti arvioida olevan tiloja, joissa raideliikennetärinä aiheuttaa viihtyvyyshaittaa. Raideliikenteen aiheuttama tärinä ei näin ollen rajoita teollisuus- ja varastorakennusten korttelialueiden kaavoittamista suunnitellun mukaisesti.

#### *Toimitilarakennusten korttelialue*

Vaikka maaperätietojen perusteella radan varren läntisen ja itäisen mittaustulosten alueilla maaperä on samankaltainen, niin tärinämittaustulosten puolella itäpuolella on selvästi kovempaa ja tärinätasot alueella saattavat vaihdella merkittävästikin sijainnin mukaan. Mittaustulosten perusteella suunnitellun mukaiseen toimitilarakennusten korttelialueen sijoittamiseen ei ole estettä. Tällä alueella tärinätasot saattavat kuitenkin vaihdella merkittävästi maaperäolosuhteen mukaan, minkä vuoksi alueella tärinä tulee huomioida rakennuksen käyttötarkoituksen mukaisesti ja tarvittaessa tehdä rakennuspaikkakohtainen tärinäselvitys suunnittelun tueksi.

### 6.3 Runkomelu

Mittaus- ja arviointitulosten perusteella rautatien lähialue on runkomelun riskialuetta. Tieliikenteestä ei käytännössä aiheudu merkittävää runkomelua.

Runkomelu on lähtökohtaisesti kovien maaperien haaste, kun sekä rakennukset, että rata on perustettu kalliolle. Selvitysalueen maaperä on runkomelun kannalta verrattain pehmeää. Maaperästä mitatuista värähtelysignaaleista määritettyjen runkomelun arviotulosten voidaan muista vastaavista kohteista saadun kokemuksen perusteella todeta yliarvioivan merkittävästi rakennukseen aiheutuvia runkomelutasoja.

Teollisuus- ja varastorakennuksissa ei tavallisesti arvioida olevan tiloja, joissa runkomelu aiheuttaisi häiriötä. Raideliikenteen aiheuttama runkomelu ei näin ollen rajoita teollisuus- ja varastorakennusten korttelialueiden kaavoittamista suunnitellun mukaisesti.

Toimitilarakennusten korttelialueella raideliikenteestä aiheutuvat runkomelutasot todennäköisesti jäävät arviointituloksista huolimatta alle 45 dB:n.

## 6.4 Suositukset kaavamääräyksistä

Suosittellemme lisäämään kaavamääräyksiin kohdan, jossa edellytetään tärinän huomioimista. Kaavamääräys voi olla esimerkiksi seuraava:

- Alueella tulee huomioida raideliikenteen aiheuttama tärinä rakennusten käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla.

Kaavoitettaessa työpaikka-alueita, annetaan tavallisesti seuraavat kaavamääräykset:

- Rautatieliikenteestä aiheutuva tärinä tulee huomioida rakennusten rakenteissa siten, että toimistorakennuksissa liikennetärinän osalta ei ylitetä VTT:n laatiman ohjeen värähtelyluokan D arvoa 0,60 mm/s tai rakennusajankohtana voimassa olevaa määräysarvoa.
- Rautatieliikenteestä aiheutuva tärinä tulee huomioida rakennusten rakenteissa siten, että toimistorakennuksissa liikennetärinän aiheuttaman runkomelun  $L_{prm}$  voimakkuus ei ylitä A-painotettua suositusarvoa 45 dB tai voimassa olevaa määräysarvoa.

## 6.5 Muita huomioita

Mittau tulokset edustavat mittauskohteen tärinää vain niissä olosuhteissa, joissa mittaukset suoritettiin. Muun muassa liikenneväylän kunnon, kaluston tai ajonopeuksien poiketessa oleellisesti mittausajankohdasta on tärinäarvojen muuttuminen mahdollista. Mittausten aikana maa oli roudassa.

## 7 LISÄTIETOA

Olli Laivoranta  
Promethor Oy  
puh. 041 506 3418  
sp. olli.laivoranta@promethor.fi

Jani Kankare  
Promethor Oy  
puh. 040 574 0028  
jani.kankare@promethor.fi

## 8 KIRJALLISUUS

1. Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta, VTT:n tiedotteita 2278, A. Talja, Otamedia Oy, Espoo 2005
2. Rautatieliikenteen vaikutus rakenteisiin, J. Törnqvist ja O. Nuutilainen, Luonnos, Otamedia Oy, Espoo 2002
3. Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa, VTT working papers 50, J. Törnqvist ja A. Talja, Espoo 2006
4. Ohjeita liikennetärinän arviointiin, VTT:n tiedotteita 2569, A. Talja, Espoo 2011
5. Rakennukseen siirtyvän tärinän arviointi, VTT:n tiedotteita 2425, A. Talja et. al, Espoo 2008
6. Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi, I Esiselvitys, VTT:n tiedotteita 2468, A. Talja ja A. Saarinen, Valtion Tekninen Tutkimuskeskus, Espoo 2009
7. Standardi NS8176.E, Vibration and Shock, Measurement Of Vibration In Buildings From Landbased Transport And Guidance To Evaluation Its Effect On Human Beings, Norjan standardisoimisvirasto, Norja 1999
8. Standardi ISO 2631, Mechanical Vibration and Shock - Evaluation of Human Exposure To Whole-body Vibration, Osat 1 ja 2, International Organization of Standardization, Sveitsi 1997

Mittauspisteen kuvaus: Kolmiakselialinen mittaus maasta  
Mittausjakso: 23.3.2022

### Suurimmat resultantit

Mitatut 15 suurinta resultantin arvoa. Resultantin arvoa käytetään vaurioriskin arvioinnissa.

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
23.3.2022	15.39	<b>0,3</b>	0,25	0,12	0,05
23.3.2022	15.31	0,3	0,24	0,09	0,05
23.3.2022	15.34	0,2	0,22	0,14	0,06
23.3.2022	14.30	0,2	0,19	0,07	0,05
23.3.2022	16.23	0,2	0,19	0,05	0,04
23.3.2022	13.40	0,2	0,17	0,09	0,05
23.3.2022	13.12	0,2	0,17	0,07	0,07
23.3.2022	13.12	0,2	0,15	0,10	0,04
23.3.2022	15.46	0,2	0,15	0,07	0,05
23.3.2022	14.52	0,1	0,15	0,06	0,03
23.3.2022	13.22	0,1	0,14	0,04	0,03
23.3.2022	16.02	0,1	0,13	0,08	0,03
23.3.2022	15.33	0,1	0,13	0,07	0,04
23.3.2022	14.52	0,1	0,13	0,06	0,02
23.3.2022	16.32	0,1	0,13	0,08	0,03

MP 1

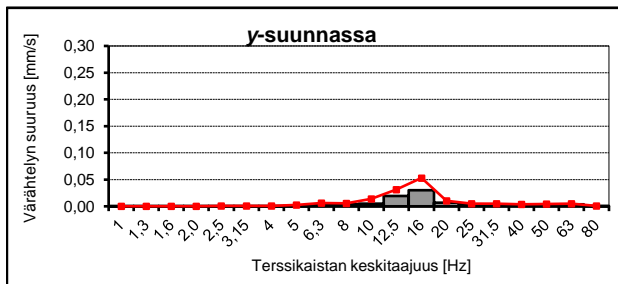
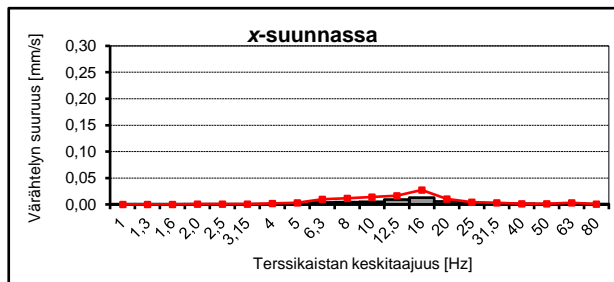
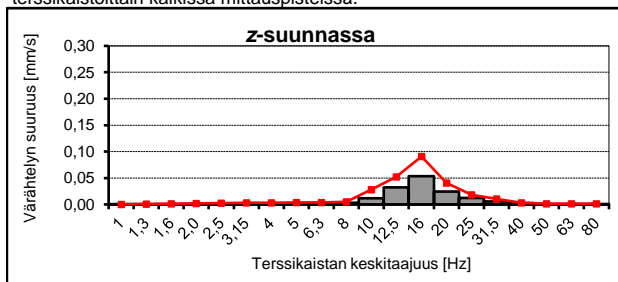
### Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot

Tärinän tunnusluvun  $v_{w,95}$  laskemisessa käytetyt  $v_{w,max}$ -arvot. Tunnuslukua käytetään asumis- tai käyttöviihtyvyyden arvioinnissa

Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] z	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] y	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] x
23.3.2022	15.39	0,09	23.3.2022	15.39	0,06	23.3.2022	15.34	0,02
23.3.2022	15.31	0,09	23.3.2022	13.12	0,05	23.3.2022	15.31	0,02
23.3.2022	16.23	0,08	23.3.2022	15.33	0,04	23.3.2022	15.39	0,02
23.3.2022	13.12	0,08	23.3.2022	15.31	0,04	23.3.2022	14.30	0,02
23.3.2022	14.30	0,08	23.3.2022	13.12	0,04	23.3.2022	15.33	0,02
23.3.2022	13.12	0,07	23.3.2022	13.40	0,04	23.3.2022	13.27	0,02
23.3.2022	13.40	0,06	23.3.2022	16.02	0,03	23.3.2022	13.12	0,02
23.3.2022	15.33	0,06	23.3.2022	14.30	0,03	23.3.2022	16.23	0,02
23.3.2022	14.52	0,05	23.3.2022	15.46	0,03	23.3.2022	15.46	0,02
23.3.2022	13.27	0,05	23.3.2022	16.32	0,03	23.3.2022	13.40	0,02
23.3.2022	16.20	0,05	23.3.2022	14.37	0,03	23.3.2022	14.37	0,01
23.3.2022	13.18	0,05	23.3.2022	14.40	0,02	23.3.2022	15.47	0,01
23.3.2022	16.02	0,05	23.3.2022	13.27	0,02	23.3.2022	15.04	0,01
23.3.2022	13.53	0,05	23.3.2022	14.52	0,02	23.3.2022	16.20	0,01
<b><math>v_{w,95} =</math></b>		<b>0,10</b>	<b><math>v_{w,95} =</math></b>		<b>0,06</b>	<b><math>v_{w,95} =</math></b>		<b>0,03</b>

### Tärinän spektrit

15:n voimakkaimman tärinäsignaalin keskimääräinen (pylväät) ja suurin taajuuspainotettu taajuusjakauma terssikaistoittain kaikissa mittauspisteissä.



z-suunta: pysty akseli  
y-suunta: tietä vastaan kohtisuora  
x-suunta: tien suuntainen



Mittauspisteen kuvaus: Kolmiakselialinen mittaus maasta  
Mittausjakso: 23.-31.3.2022

### Suurimmat resultantit

Mitatut 15 suurinta resultantin arvoa. Resultantin arvoa käytetään vaurioriskin arvioinnissa.

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
27.3.2022	13.59	1,5	1,01	0,90	1,18
30.3.2022	09.29	1,4	0,93	0,63	0,90
28.3.2022	14.55	1,2	0,84	0,74	0,96
29.3.2022	09.49	1,2	0,89	0,90	0,99
26.3.2022	15.14	1,1	0,72	1,06	0,94
23.3.2022	15.46	1,1	0,77	0,69	0,71
28.3.2022	09.51	1,1	0,74	0,87	0,73
25.3.2022	20.53	1,0	0,97	0,28	0,20
29.3.2022	14.46	0,9	0,70	0,58	0,61
24.3.2022	10.54	0,9	0,63	0,67	0,71
30.3.2022	14.44	0,9	0,49	0,91	0,56
25.3.2022	10.51	0,9	0,78	0,35	0,78
24.3.2022	15.44	0,8	0,75	0,54	0,66
28.3.2022	14.55	0,8	0,71	0,60	0,52
23.3.2022	20.27	0,7	0,72	0,21	0,18

MP 2

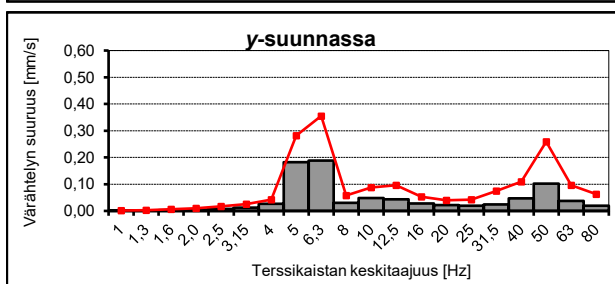
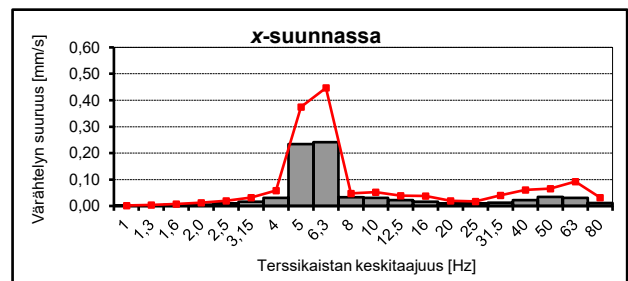
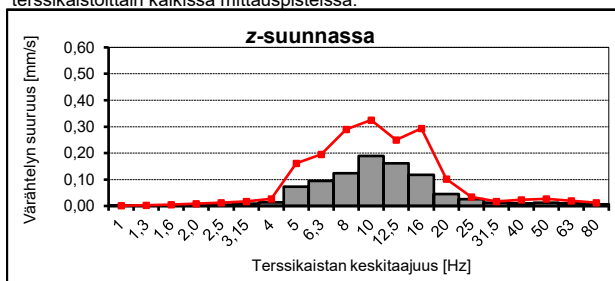
### Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot

Tärinän tunnusluvun  $v_{w,95}$  laskemisessa käytetyt  $v_{w,max}$ -arvot. Tunnuslukua käytetään asumis- tai käyttöviihtyvyyden arvioinnissa

Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] z	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] y	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] x
27.3.2022	13.59	0,40	29.3.2022	9.49	0,40	29.3.2022	9.49	0,47
25.3.2022	20.53	0,39	23.3.2022	15.46	0,38	28.3.2022	14.55	0,42
29.3.2022	9.49	0,37	28.3.2022	9.51	0,35	26.3.2022	15.14	0,41
30.3.2022	9.29	0,36	26.3.2022	15.14	0,34	25.3.2022	10.51	0,37
27.3.2022	19.23	0,35	28.3.2022	14.55	0,32	30.3.2022	9.29	0,37
30.3.2022	14.44	0,33	25.3.2022	10.50	0,31	23.3.2022	15.46	0,36
23.3.2022	20.27	0,33	30.3.2022	9.29	0,30	24.3.2022	10.53	0,34
28.3.2022	14.55	0,32	30.3.2022	14.44	0,29	30.3.2022	14.44	0,33
25.3.2022	10.50	0,31	24.3.2022	10.54	0,26	29.3.2022	14.47	0,32
28.3.2022	9.51	0,30	29.3.2022	14.46	0,25	28.3.2022	9.51	0,31
29.3.2022	14.46	0,28	24.3.2022	15.45	0,22	24.3.2022	15.44	0,30
24.3.2022	15.44	0,28	25.3.2022	17.35	0,21	28.3.2022	3.53	0,20
24.3.2022	21.47	0,23	28.3.2022	3.53	0,19	25.3.2022	20.53	0,11
24.3.2022	10.54	0,23	29.3.2022	16.26	0,15	25.3.2022	17.35	0,10
$v_{w,95} =$		<b>0,43</b>	$v_{w,95} =$		<b>0,44</b>	$v_{w,95} =$		<b>0,54</b>

### Tärinän spektrit

15:n voimakkaimman tärinäsignaalin keskimääräinen (pylväät) ja suurin taajuuspainotettu taajuusjakauma terssikaistoittain kaikissa mittauspisteissä.



z-suunta: pysty akseli  
y-suunta: rataa vastaan kohtisuora  
x-suunta: radan suuntainen

Mittauspisteen kuvaus: Kolmiakselialinen mittaus maasta  
Mittausjakso: 23.-31.3.2022

### Suurimmat resultantit

Mitatut 15 suurinta resultantin arvoa. Resultantin arvoa käytetään vaurioriskin arvioinnissa.

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
27.3.2022	13.58	1,3	0,83	0,61	1,02
28.3.2022	14.55	1,2	0,68	0,82	0,92
23.3.2022	15.46	1,1	0,69	0,66	0,96
30.3.2022	09.29	1,1	0,73	0,52	0,75
26.3.2022	15.14	1,0	0,65	0,59	0,84
24.3.2022	15.45	1,0	0,71	0,48	0,77
29.3.2022	09.49	1,0	0,76	0,46	0,70
28.3.2022	09.51	1,0	0,53	0,69	0,78
25.3.2022	10.50	0,9	0,79	0,56	0,63
24.3.2022	10.53	0,9	0,54	0,53	0,78
29.3.2022	14.46	0,8	0,40	0,56	0,67
30.3.2022	14.44	0,7	0,54	0,43	0,67
25.3.2022	20.53	0,7	0,65	0,29	0,27
27.3.2022	19.23	0,6	0,58	0,23	0,19
28.3.2022	03.53	0,6	0,23	0,53	0,36

MP 3

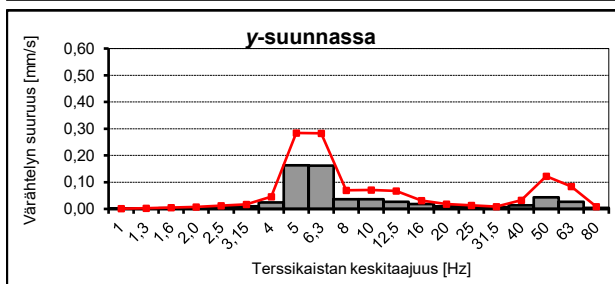
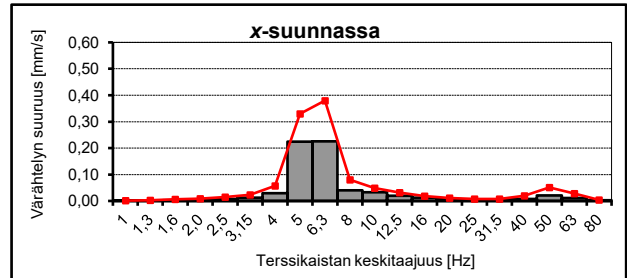
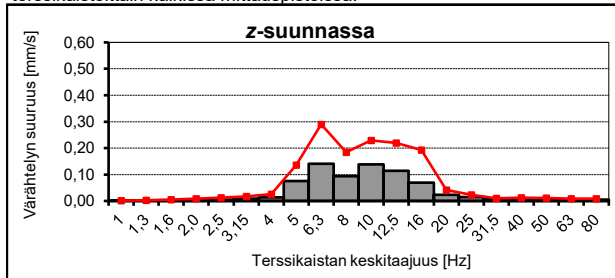
### Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot

Tärinän tunnusluvun  $v_{w,95}$  laskemisessa käytetyt  $v_{w,max}$ -arvot. Tunnuslukua käytetään asumis- tai käyttöviihtyvyyden arvioinnissa

Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] z	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] y	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] x
29.3.2022	9:49	0,32	27.3.2022	13:59	0,31	23.3.2022	15:46	0,43
24.3.2022	15:45	0,32	29.3.2022	9:49	0,30	28.3.2022	14:55	0,40
23.3.2022	15:46	0,32	28.3.2022	9:51	0,28	29.3.2022	9:49	0,38
25.3.2022	10:51	0,30	23.3.2022	15:46	0,27	26.3.2022	15:14	0,36
30.3.2022	9:29	0,29	30.3.2022	9:29	0,26	24.3.2022	15:45	0,35
28.3.2022	14:55	0,28	26.3.2022	15:15	0,26	28.3.2022	9:51	0,34
25.3.2022	20:53	0,27	25.3.2022	10:50	0,25	30.3.2022	9:29	0,33
27.3.2022	19:23	0,25	29.3.2022	14:47	0,24	24.3.2022	10:53	0,33
28.3.2022	9:51	0,24	30.3.2022	14:44	0,23	29.3.2022	14:46	0,28
24.3.2022	10:53	0,23	24.3.2022	15:45	0,23	25.3.2022	10:50	0,28
26.3.2022	15:14	0,23	24.3.2022	10:53	0,22	30.3.2022	14:44	0,28
30.3.2022	16:24	0,20	28.3.2022	3:53	0,17	28.3.2022	3:53	0,17
30.3.2022	14:44	0,20	25.3.2022	20:53	0,11	25.3.2022	20:53	0,12
23.3.2022	20:27	0,20	30.3.2022	16:24	0,10	30.3.2022	16:23	0,10
		$v_{w,95} =$ 0,35			$v_{w,95} =$ 0,36			$v_{w,95} =$ 0,51

### Tärinän spektrit

15:n voimakkaimman tärinäsignaalin keskimääräinen (pylväät) ja suurin taajuuspainotettu taajuusjakauma terssikaistoittain kaikissa mittauspisteissä.



z-suunta: pysty akseli  
y-suunta: rataa vastaan kohtisuora  
x-suunta: radan suuntainen

Mittauspisteen kuvaus: Kolmiakselialinen mittaus maasta  
Mittausjakso: 23.-31.3.2022

### Suurimmat resultantit

Mitatut 15 suurinta resultantin arvoa. Resultantin arvoa käytetään vaurioriskin arvioinnissa.

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
27.3.2022	13.59	<b>0,8</b>	0,38	0,80	0,58
26.3.2022	15.15	0,8	0,41	0,80	0,52
25.3.2022	10.51	0,8	0,59	0,64	0,55
28.3.2022	03.53	0,7	0,13	0,55	0,39
23.3.2022	15.46	0,7	0,44	0,44	0,52
24.3.2022	15.45	0,6	0,50	0,52	0,49
28.3.2022	09.51	0,6	0,27	0,54	0,46
24.3.2022	10.53	0,6	0,36	0,43	0,50
27.3.2022	19.23	0,4	0,39	0,15	0,26
25.3.2022	20.53	0,4	0,36	0,23	0,21
23.3.2022	19.56	0,3	0,20	0,11	0,28
24.3.2022	21.47	0,3	0,26	0,12	0,12
25.3.2022	04.36	0,2	0,24	0,13	0,12
23.3.2022	20.27	0,2	0,22	0,14	0,10
24.3.2022	19.53	0,2	0,20	0,06	0,11

MP 4

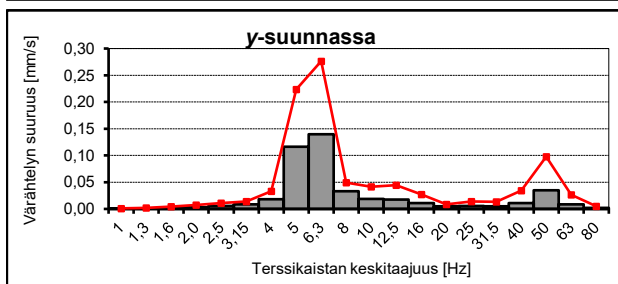
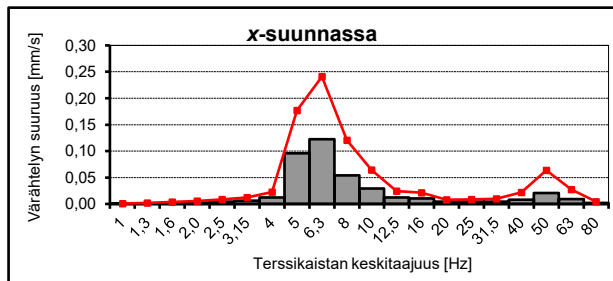
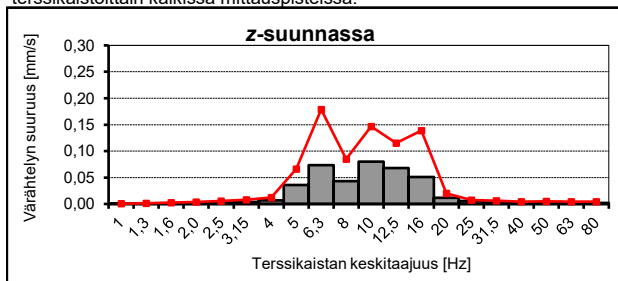
### Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot

Tärinän tunnusluvun  $v_{w,95}$  laskemisessa käytetyt  $v_{w,max}$ -arvot. Tunnuslukua käytetään asumis- tai käyttöviihtyvyyden arvioinnissa

Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] z	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] y	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] x
24.3.2022	15.45	0,21	25.3.2022	10.51	0,30	25.3.2022	10.50	0,26
27.3.2022	13.59	0,20	26.3.2022	15.15	0,27	24.3.2022	15.45	0,23
23.3.2022	15.46	0,18	23.3.2022	15.46	0,26	23.3.2022	15.46	0,22
25.3.2022	20.53	0,17	24.3.2022	15.45	0,25	26.3.2022	15.14	0,20
26.3.2022	15.15	0,16	28.3.2022	9:51	0,24	24.3.2022	10:53	0,19
24.3.2022	10:53	0,15	28.3.2022	3:53	0,17	28.3.2022	9:51	0,18
28.3.2022	9:51	0,14	24.3.2022	10:53	0,16	23.3.2022	19:57	0,14
27.3.2022	19:23	0,14	25.3.2022	20:53	0,09	27.3.2022	19:23	0,12
24.3.2022	21:48	0,11	23.3.2022	19:22	0,06	28.3.2022	3:53	0,11
23.3.2022	19:57	0,10	27.3.2022	19:23	0,06	25.3.2022	20:53	0,08
23.3.2022	20:27	0,09	23.3.2022	20:27	0,06	23.3.2022	19:22	0,06
24.3.2022	19:53	0,09	24.3.2022	21:47	0,05	23.3.2022	20:27	0,06
25.3.2022	4:36	0,09	23.3.2022	19:57	0,05	24.3.2022	19:53	0,06
23.3.2022	17:24	0,09	25.3.2022	4:36	0,04	24.3.2022	21:47	0,05
		<b><math>v_{w,95} = 0,23</math></b>			<b><math>v_{w,95} = 0,36</math></b>			<b><math>v_{w,95} = 0,30</math></b>

### Tärinän spektrit

15:n voimakkaimman tärinäsignaalin keskimääräinen (pylväät) ja suurin taajuuspainotettu taajuusjakauma terssikaistoittain kaikissa mittauspisteissä.



z-suunta: pysty akseli  
y-suunta: rataa vastaan kohtisuora  
x-suunta: radan suuntainen

Mittauspisteen kuvaus: Kolmiakselialinen mittaus maasta  
Mittausjakso: 23.-31.3.2022

### Suurimmat resultantit

Mitatut 15 suurinta resultantin arvoa. Resultantin arvoa käytetään vaurioriskin arvioinnissa.

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
28.3.2022	14.55	<b>0,4</b>	0,04	0,42	0,23
26.3.2022	15.14	0,3	0,05	0,31	0,22
28.3.2022	09.50	0,3	0,03	0,32	0,16
29.3.2022	09.49	0,3	0,03	0,27	0,11
25.3.2022	04.36	0,2	0,04	0,24	0,18
24.3.2022	10.53	0,2	0,03	0,21	0,09
25.3.2022	20.53	0,2	0,02	0,19	0,11
29.3.2022	14.46	0,2	0,03	0,12	0,14
27.3.2022	13.58	0,1	0,02	0,11	0,09
25.3.2022	10.50	0,1	0,02	0,10	0,09
23.3.2022	20.27	0,1	0,02	0,11	0,05
24.3.2022	15.44	0,1	0,02	0,11	0,06
30.3.2022	09.29	0,1	0,03	0,09	0,08
29.3.2022	18.37	0,1	0,02	0,08	0,08
27.3.2022	19.23	0,1	0,02	0,06	0,06

MP 5

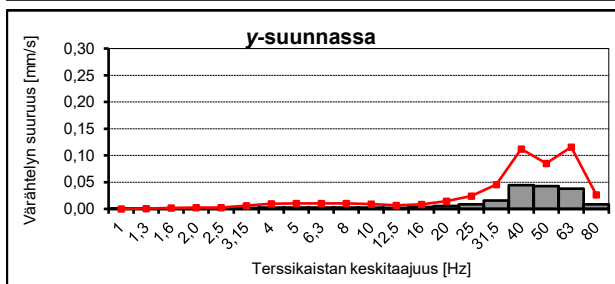
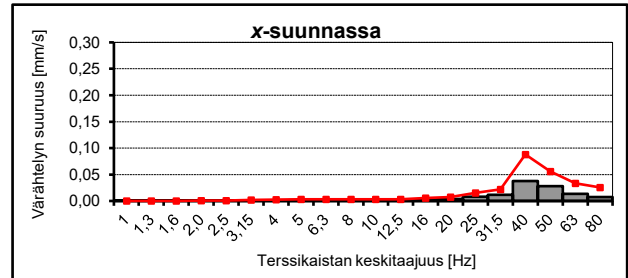
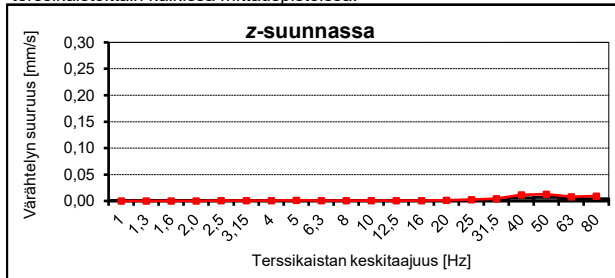
### Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot

Tärinän tunnusluvun  $v_{w,95}$  laskemisessa käytetyt  $v_{w,max}$ -arvot. Tunnuslukua käytetään asumis- tai käyttöviihtyvyyden arvioinnissa

Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] z	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] y	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] x
25.3.2022	4:36	0,02	29.3.2022	9:49	0,12	26.3.2022	15:14	0,08
28.3.2022	14:55	0,02	28.3.2022	9:50	0,11	28.3.2022	9:50	0,08
28.3.2022	9:50	0,01	26.3.2022	15:14	0,10	25.3.2022	4:36	0,07
29.3.2022	14:46	0,01	25.3.2022	4:36	0,08	29.3.2022	14:46	0,06
29.3.2022	9:49	0,01	24.3.2022	10:53	0,08	24.3.2022	10:53	0,04
30.3.2022	9:29	0,01	25.3.2022	20:53	0,08	25.3.2022	20:54	0,04
24.3.2022	10:53	0,01	29.3.2022	14:46	0,04	29.3.2022	9:49	0,04
25.3.2022	20:53	0,01	25.3.2022	10:50	0,04	25.3.2022	10:50	0,03
27.3.2022	13:58	0,01	23.3.2022	20:27	0,04	27.3.2022	13:58	0,03
25.3.2022	10:50	0,01	24.3.2022	15:44	0,04	30.3.2022	9:29	0,03
24.3.2022	15:44	0,01	29.3.2022	18:37	0,03	29.3.2022	18:37	0,03
23.3.2022	20:27	0,01	27.3.2022	13:58	0,03	24.3.2022	15:44	0,02
27.3.2022	19:23	0,01	30.3.2022	9:29	0,03	23.3.2022	20:27	0,02
29.3.2022	18:37	0,01	27.3.2022	19:23	0,02	27.3.2022	19:23	0,02
		<b><math>v_{w,95} = 0,02</math></b>			<b><math>v_{w,95} = 0,14</math></b>			<b><math>v_{w,95} = 0,09</math></b>

### Tärinän spektrit

15:n voimakkaimman tärinäsignaalin keskimääräinen (pylväät) ja suurin taajuuspainotettu taajuusjakauma terssikaistoittain kaikissa mittauspisteissä.



z-suunta: pysty akseli  
y-suunta: rataa vastaan kohtisuora  
x-suunta: radan suuntainen



Mittauspisteen kuvaus: Kolmiakselialinen mittaus maasta  
Mittausjakso: 23.-31.3.2022

### Suurimmat resultantit

Mitatut 15 suurinta resultantin arvoa. Resultantin arvoa käytetään vaurioriskin arvioinnissa.

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
25.3.2022	17.35	0,2	0,05	0,18	0,13
26.3.2022	15.13	0,2	0,04	0,18	0,10
26.3.2022	13.54	0,2	0,05	0,16	0,10
26.3.2022	13.27	0,1	0,04	0,10	0,09
24.3.2022	10.53	0,1	0,03	0,10	0,07
24.3.2022	01.07	0,1	0,05	0,09	0,07
23.3.2022	17.23	0,1	0,05	0,08	0,05
27.3.2022	19.23	0,1	0,04	0,08	0,07
25.3.2022	20.53	0,1	0,04	0,08	0,08
28.3.2022	06.05	0,1	0,04	0,07	0,07
28.3.2022	03.52	0,1	0,04	0,07	0,07
27.3.2022	13.58	0,1	0,04	0,07	0,06
25.3.2022	10.50	0,1	0,03	0,05	0,07
24.3.2022	15.44	0,1	0,03	0,05	0,06
23.3.2022	20.27	0,1	0,01	0,05	0,04

MP 6

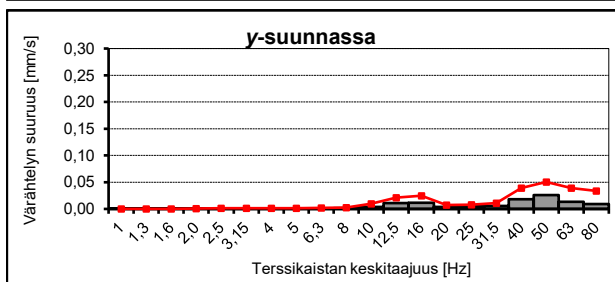
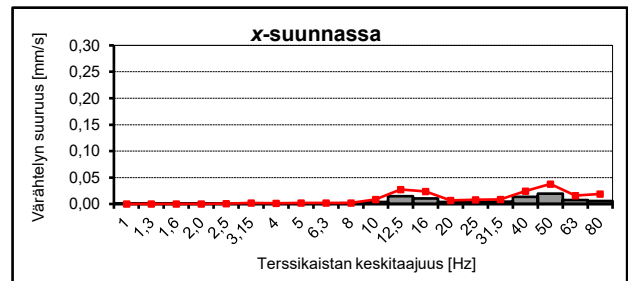
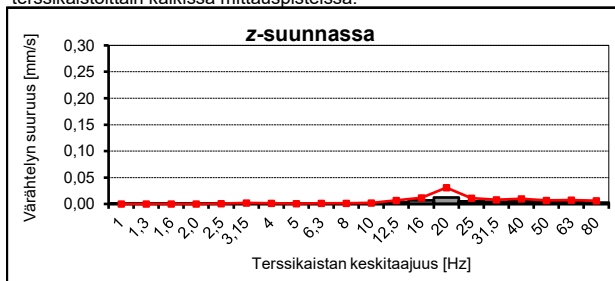
### Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot

Tärinän tunnusluvun  $v_{w,95}$  laskemisessa käytetyt  $v_{w,max}$ -arvot. Tunnuslukua käytetään asumis- tai käyttöviihtyvyyden arvioinnissa

Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] z	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] y	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] x
23.3.2022	17:23	0,02	25.3.2022	17:35	0,06	26.3.2022	13:54	0,04
24.3.2022	1:07	0,02	26.3.2022	15:13	0,06	26.3.2022	13:27	0,04
28.3.2022	3:52	0,02	24.3.2022	10:53	0,05	26.3.2022	15:13	0,04
25.3.2022	20:53	0,02	26.3.2022	13:27	0,04	25.3.2022	20:53	0,04
27.3.2022	19:23	0,02	24.3.2022	1:07	0,04	27.3.2022	19:23	0,03
26.3.2022	13:27	0,02	25.3.2022	10:50	0,03	28.3.2022	6:05	0,03
27.3.2022	13:58	0,02	23.3.2022	17:23	0,03	23.3.2022	17:23	0,03
28.3.2022	6:05	0,01	27.3.2022	19:23	0,03	25.3.2022	10:50	0,03
26.3.2022	15:13	0,01	25.3.2022	20:53	0,03	27.3.2022	13:58	0,03
26.3.2022	13:54	0,01	28.3.2022	6:05	0,03	24.3.2022	1:07	0,03
24.3.2022	15:44	0,01	27.3.2022	13:58	0,03	28.3.2022	3:52	0,02
25.3.2022	10:50	0,01	28.3.2022	3:52	0,03	24.3.2022	10:53	0,02
24.3.2022	10:53	0,01	24.3.2022	15:44	0,02	24.3.2022	15:44	0,02
23.3.2022	20:27	0,01	23.3.2022	20:27	0,02	23.3.2022	20:27	0,01
		$v_{w,95} =$	$v_{w,95} =$	$v_{w,95} =$				
		0,03	0,06	0,05				

### Tärinän spektrit

15:n voimakkaimman tärinäsignaalin keskimääräinen (pylväät) ja suurin taajuuspainotettu taajuusjakauma terssikaistoittain kaikissa mittauspisteissä.



z-suunta: pysty akseli  
y-suunta: rataa vastaan kohtisuora  
x-suunta: radan suuntainen

Mittauspisteen kuvaus: Kolmiakselialinen mittaus maasta  
Mittausjakso: 23.-31.3.2022

### Suurimmat resultantit

Mitatut 15 suurinta resultantin arvoa. Resultantin arvoa käytetään vaurioriskin arvioinnissa.

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
25.3.2022	17.35	0,1	0,06	0,13	0,09
24.3.2022	01.07	0,1	0,05	0,07	0,11
25.3.2022	10.50	0,1	0,08	0,06	0,06
25.3.2022	20.53	0,1	0,07	0,06	0,07
23.3.2022	17.23	0,1	0,05	0,06	0,06
24.3.2022	10.53	0,1	0,04	0,03	0,06
23.3.2022	20.27	0,1	0,06	0,02	0,02
24.3.2022	15.43	0,1	0,03	0,04	0,06
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

MP 7

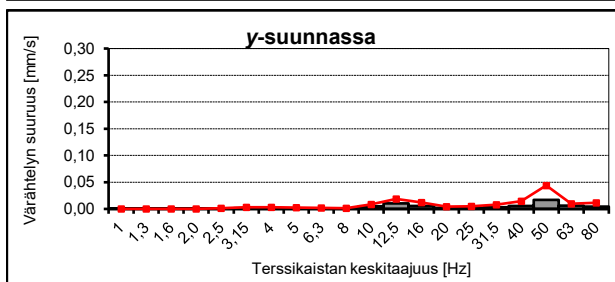
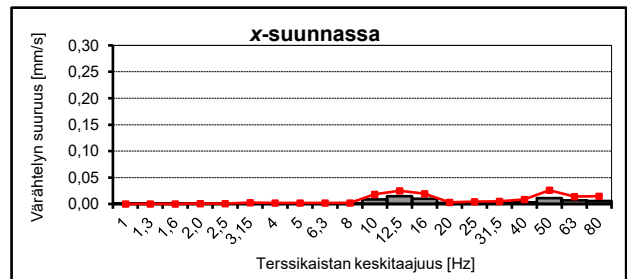
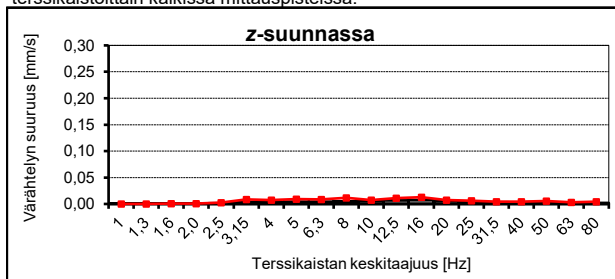
### Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot

Tärinän tunnusluvun  $v_{w,95}$  laskemisessa käytetyt  $v_{w,max}$ -arvot. Tunnuslukua käytetään asumis- tai käyttöviihtyvyyden arvioinnissa

Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] z	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] y	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] x
25.3.2022	20:53	0,02	25.3.2022	20:53	0,03	23.3.2022	17:23	0,03
23.3.2022	20:27	0,02	25.3.2022	10:50	0,02	25.3.2022	17:35	0,03
25.3.2022	17:35	0,02	23.3.2022	17:23	0,02	25.3.2022	10:50	0,03
23.3.2022	17:23	0,02	24.3.2022	15:43	0,02	24.3.2022	15:43	0,02
24.3.2022	10:53	0,01	24.3.2022	1:07	0,01	24.3.2022	10:53	0,02
24.3.2022	15:43	0,01	24.3.2022	10:53	0,01	24.3.2022	1:07	0,02
24.3.2022	1:07	0,01	23.3.2022	20:27	0,01	23.3.2022	20:27	0,01
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$v_{w,95} = 0,03$			$v_{w,95} = 0,04$			$v_{w,95} = 0,04$

### Tärinän spektrit

15:n voimakkaimman tärinäsignaalin keskimääräinen (pylväät) ja suurin taajuuspainotettu taajuusjakauma terssikaistoittain kaikissa mittauspisteissä.



z-suunta: pystyakseli  
y-suunta: rataa vastaan kohtisuora  
x-suunta: radan suuntainen