

Nosto Consulting Oy
Pasi Lappalainen

ASEMAKAAVAVAIHEEN TÄRINÄ- JA
RUNKOMELUSELVITYS
Rautatieasemakaava, Kokemäki



HELSINKI

Viikinportti 4 B 18
00790 Helsinki
puh. 050 377 6565

TURKU

Rautakatu 5 A
20520 Turku
puh. 050 570 3476

etu.suku@promethor.fi
www.promethor.fi

Y-tunnus: 0996539-4
Kotipaikka: Turku

Tilaaaja:
Nosto Consulting Oy
Pasi Lappalainen
Brahenskatu 7
20100 Turku

Asemakaavavaiheen tärinä- ja runkomeluserveys

Kohde:
Rautatieasemakaava, Kokemäki

Raportin numero:
PR11421-TÄR01

Raportin päiväys:
11.10.2023

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 ympäristö ja mittauspisteet	5
3	Mittaus- ja arviointimenetelmät	6
4	Tärinän suositusarvot	7
5	Mittau tulokset	7
5.1	Värähtelyn taajuussisältö	7
5.2	Maasta mitatun tärinän heilahdusnopeuden resultantit v_{res}	7
5.3	Maasta mitatun tärinän tunnusluvun arvot $v_{w,95}$	7
5.4	Rakennukseen siirtyvän tärinän arviointi.....	8
5.5	Arvio runkomelutasoista L_{prm}	9
6	Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset.....	10
7	Suositukset kaavamääräyksistä	11
8	Lisätietoa	11
9	Kirjallisuus.....	11

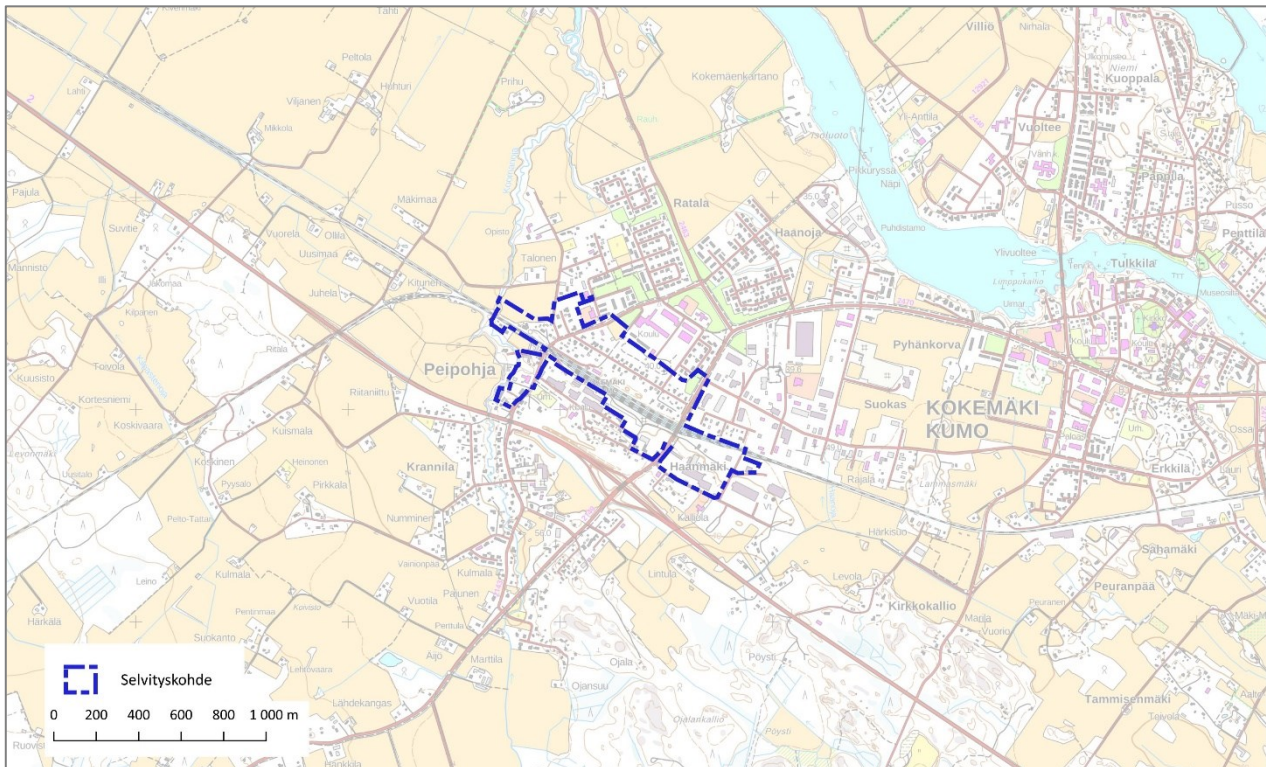
Liitteet:

- Liite 1. Mittauspistesivut, tärinä.
- Liite 2. Mittauspistesivut, runkomelu.
- Liite 3. Mittauspistesivut, rakennukseen siirtyvän värähtelyn arviointi.
- Liite 4. Tärinän ja runkomelun vertailuarvot.

1 YLEISTÄ

Promethor Oy mittasi raideliikenteen aiheuttamaa värähtelyä Kokemäen Rautatieasemakaava-alueella 11.–18.9.2023. Asemakaavan ensisijaisena tavoitteena on kehittää Kokemäen henkilöliikenteen risteysasemaa, tehostaa maankäyttöä radan läheisyydessä, huomioida Peipohjan asemakylän valtakunnallisesti merkittävän RKY-kulttuuriympäristön asema sekä muodostaa muutamia uusia rakennuspaikkoja ja kulkuyhteyksiä. Suunnittelualueen sijainti kartalla on esitetty kuvassa 1.

Nyt tehdyillä mittauksilla selvitettiin raideliikenteen aiheuttaman tärinän voimakkuus suunnittelualueella. Tärinää tarkastellaan sen aiheuttaman viihtyvyyshaitan, rakenteiden vaurioriskin sekä runkomelun kannalta. Mittaukset ja tulosten tarkastelu tehdään VTT:n ohjeiden mukaisesti ja VTT:n esittämiin suositusarvoihin verraten.

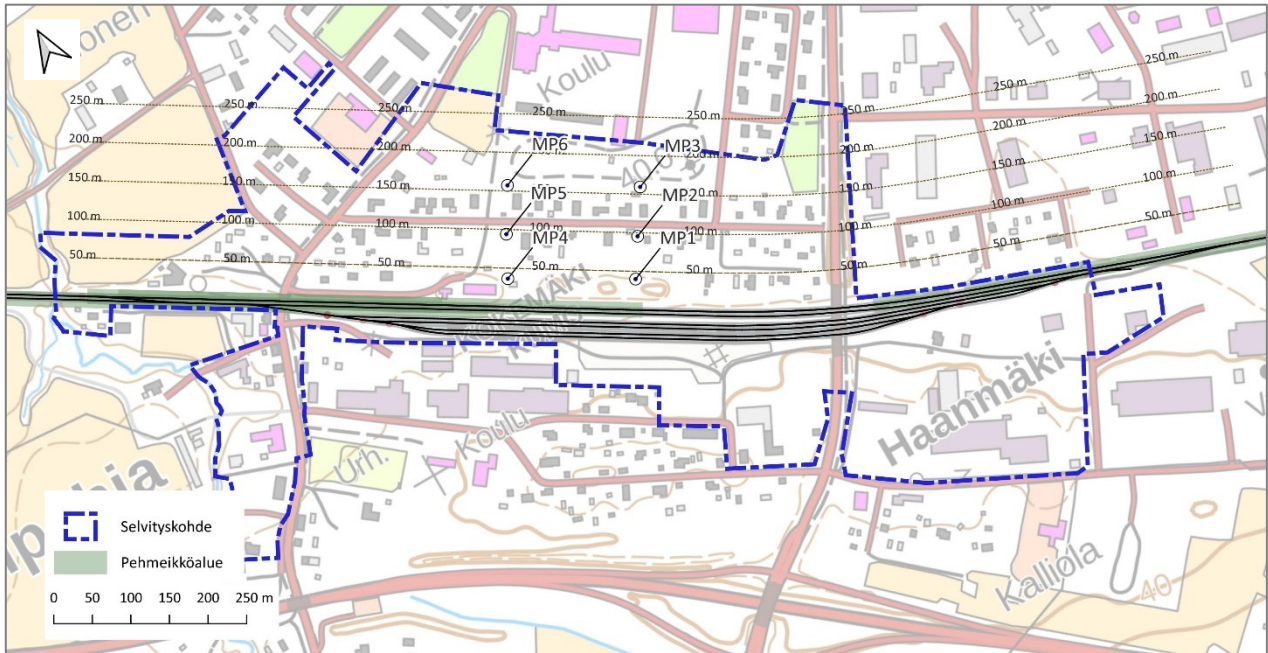


Kuva 1. Sijaintikartta. Tarkastelualueen sijainti on rajattu sinisellä.

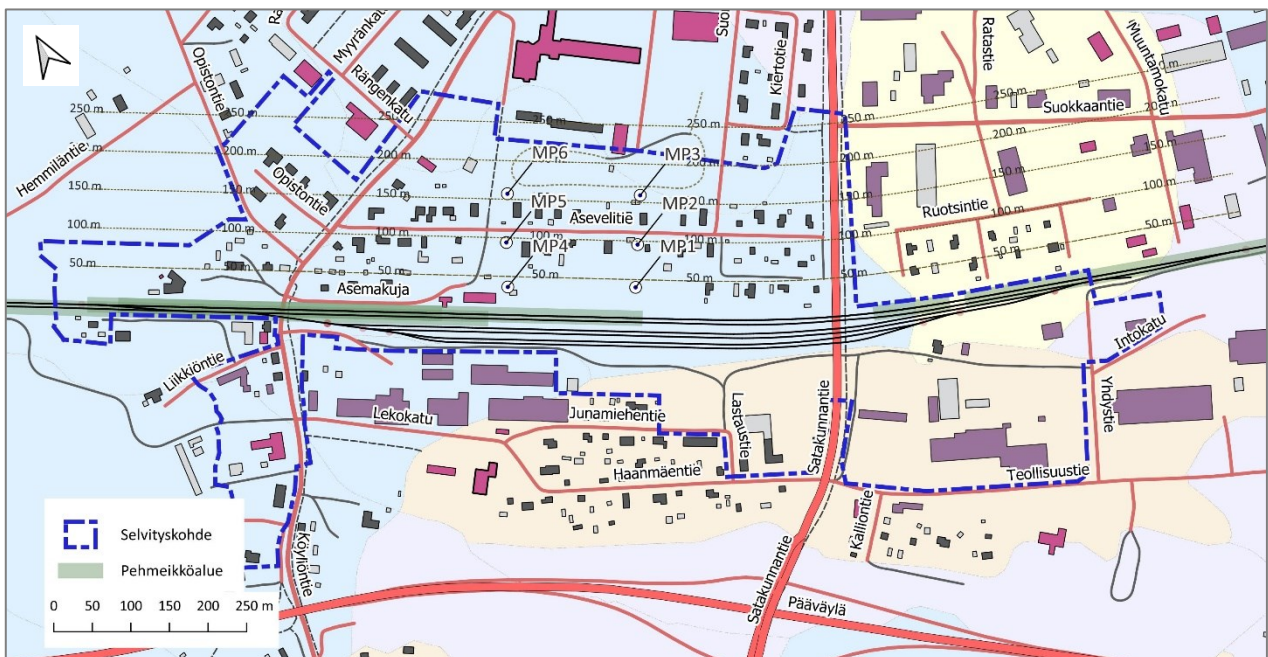
2 KOHTEEN YMPÄRISTÖ JA MITTAUSPISTEET

Tutkittava kohde sijoittuu Kokemäen rautatieaseman ympäristöön (kuva 2). Kaava-alueita halkoo rautatie, joka on kaava-alueelle merkittävin tärinä- ja melulähde. GTK:n maaperätietojen mukaan radan kohdalla ja radan koillispuolella, sekä Köyliöntien varrella maaperä on pääosin savea (kuva 3). Alueen eteläosassa maaperä on kovempaa hiekkamoreeniä.

Raideliikenteen tärinää mitattiin samanaikaisesti kuudessa pisteessä (kuvat 2 ja 3). Mittauspisteet muodostivat kaksi rataa vastaan kohtisuoraa mittauslinjaa. Mittauspisteiden etäisyydet rautatiestä olivat 40–160 metriä.



Kuva 2. Mittauspisteiden sijainnit maastokartalla (Lähde: MML avoin data).



Kuva 3. Mittauspisteiden sijainnit (Lähde: GTK:n avoin data).

3 MITTAUS- JA ARVIOINTIMENETELMÄT

Raideliikenteen aiheuttaman tärinän mittaukset suoritettiin VTT:n tiedotteen ”Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta” mukaisesti maasta mittaamalla. Mittausjakson pituus oli yksi viikko.

Värähtelyä mitattiin Rion DA-20 -datatallentimilla sekä Metra KS-48B/C -kiihtyvyyssantureilla.

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 maksimiarvon 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 mukaan¹. Värähtelyn tunnusluvulla $v_{w,95}$ tarkoitetaan arvoa, jota pienempänä 15 suurimman tärinätaapahtuman taajuuspainotetut tehollisarvot pysyvät 95 prosentin tilastollisella todennäköisyydellä.

Maasta rakennukseen siirtyvää tärinää arvioitiin VTT:n tiedotteen ”Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi” ja VTT:n tiedotteen ”Ohjeita liikennetärinän arviointiin” mukaisesti. Rakennuksen ominaisuuksien mukaan maaperästä ja perustuksesta rakennukseen siirtyvän tärinän tietyt taajuiset värähtelykomponentit voimistuvat ja tietyt vaimenevat. Ominaisuuksien mukaan rakennuksessa havaittavan tärinän voimakkuus on pienempää, yhtä suurta tai suurempaa kuin maaperästä tai perustuksesta mitattu tärinä. Arviointimenetelmällä arvioidaan ensin maasta perustukseen siirtyvän ja tämän jälkeen perustuksesta runkoon ja lattiaan siirtyvän värähtelyn vahvistumista käyttämällä yleisen voimistumisen ja resonanssitarkastelun kertoimia. Yleinen voimistuminen kuvaa nimensä mukaisesti värähtelyn mahdollista yleistä voimistumista rakennuksen rungossa tai lattiassa (ns. varmuustarkastelu). Resonanssitarkastelu kuvaa rakennuksen rungon tai lattian ominaistaajuuden ”syttymistä”, jolloin värähtely saattaa voimistua moninkertaiseksi. Rungon tai lattian resonanssia voi esiintyä silloin, kun maaperän tärinän hallitseva taajuuskomponentti osuu lattian tai rungon ominaistaajuudelle. Resonanssitarkastelussa mahdollisesti ilmeviä riskejä voidaan välttää rakennusten värähtelyteknisellä suunnittelulla mm. välttämällä tiettyjä jännevälejä ja talon korkeuksia.

Rungon resonanssitarkastelu tehdään perustuksen värähtelyn vaakakomponentin perusteella käyttäen resonanssikerrointa $k_2 = 4$. Lattian resonanssitarkastelu tehdään perustuksen värähtelyn pystykomponentin perusteella käyttäen resonanssikerrointa $k_2 = 6$. Mahdollinen ylityksen aiheuttava taajuus tai taajuudet tulee ottaa huomioon rakennuksen välipohjien tai rakennuksen rungon mitoituksessa.

Suomessa ei ole standardoitua menetelmää runkomelun arviointiin. Tässä raportissa liikenteen aiheuttamaa runkomelua arvioidaan VTT:n tiedotteen ”Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi” mukaisesti värähtelymittausten perusteella. Värähtelysignaaleista laskettu arvio määritetään slow-aikavakiolla määritetyistä A-painotetuista nopeussignaaleista käyttämällä referenssinopeutena 1 nm/s ja muuttamalla saatu tulos runkomelutasoksi VTT:n tiedotteen mukaisia lisätekiäjäitä käyttäen.

¹ 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 pystyakselin mukaan valituista signaaleista laskettu. Pystysuunnan mukaan määritetyistä signaaleista lasketut vaakasuuntaiset tunnusluvut saattavat olla todellista pienempiä, erityisesti kun vaakasuuntainen tärinä on merkittävä.

4 TÄRINÄN SUOSITUSARVOT

Tarkasteltavassa kohteessa käytettävät suositusarvot ovat maaperän ja rakennusten käyttötarkoituksen perusteella seuraavat:

- Rakenteiden **vaurioriskiä arvioitaessa** sovelletaan enimmäisarvoa **4,0 mm/s** (painottoman värähtelynopeuden resultantin suurin arvo v_{res}).
- Ihmisten kokemaa **viihtyvyyshaittaa arvioitaessa uudessa asuinrakennuksessa** tulee soveltaa VTT:n värähtelyluokituksen värähtelyluokan C mukaista enimmäisarvoa **0,30 mm/s**. Vanhoille asuinrakennuksille voidaan soveltaa värähtelyluokan D mukaista enimmäisarvoa 0,60 mm/s (tärinän tunnusluku $v_{w,95}$).
- **Runkomelua arvioitaessa** (runkomelutaso L_{prm}) uudessa **asuinrakennuksessa** tulee soveltaa enimmäistasoa **35 dB**.

Tärinän ja runkomelun suositusarvot on esitetty laajemmin liitteessä 4.

5 MITTAUSTULOKSET

5.1 Värähtelyn taajuussisältö

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

5.2 Maasta mitatun tärinän heilahdusnopeuden resultantit v_{res}

Rakennusten vaurioitumisriskiä arvioidaan painottoman värähtelynopeuden resultantin suurimman arvon avulla. Taulukossa 1 on esitetty suurimmat maasta mitatut resultanttien arvot. Liitteessä 1 on esitetty mitatuista resultanteista 15 suurinta kussakin mittauspisteessä.

Taulukko 1. Suurimmat mitatut heilahdusnopeuden resultantin arvot v_{res} .

Mittauspiste	Etäisyys rautatiestä [m]	Resultantti [mm/s]
MP1	40	1,0
MP2	95	0,7
MP3	160	0,3
MP4	40	0,8
MP5	95	0,5
MP6	160	0,3

5.3 Maasta mitatun tärinän tunnusluvun arvot $v_{w,95}$

Ihmisten kokemaa tärinähaittaa arvioidaan tärinän tunnusluvun $v_{w,95}$ avulla. VTT:n suosituksen mukaan **uusissa asuinrakennuksissa** tärinän tunnusluku $v_{w,95}$ ei saisi ylittää arvoa 0,30 mm/s (luokka C). **Vanhoille asuinrakennuksille** suositusarvona voidaan pitää luokan D arvoa 0,60 mm/s. Taulukossa 2 on esitetty mittaustuloksista lasketut tärinän tunnuslukujen arvot. Laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot on esitetty liitteessä 1. Taulukon 2 arvoja ei voi suoraan verrata suositusarvoon, koska tärinän voimakkuus muuttuu rakennukseen siirtymisen yhteydessä. Valmiissa rakennuksessa havaittavan tärinän voimakkuuden arviointi on esitetty luvussa 5.4.

Taulukko 2. Mittaustuloksista lasketut tärinän tunnusluvut $v_{w,95}$.

Mittauspiste	Etäisyys rautatiestä [m]	pystysuunta	Tunnusluku $v_{w,95}$ [mm/s]	
			rataa vasten kohti-suora vaakasuunta	radan suuntainen vaakasuunta
MP1	40	0,15	0,21	0,25
MP2	95	0,11	0,21	0,11
MP3	160	0,08	0,11	0,10
MP4	40	0,19	0,19	0,16
MP5	95	0,11	0,14	0,12
MP6	160	0,07	0,12	0,07

5.4 Rakennukseen siirtyvän tärinän arviointi

Yleinen voimistuminen

Yleinen voimistuminen määritetään perustuksen värähtelyn vaaka- (runko) ja pystykomponentin (lattia) perusteella käyttäen voimistumiskerrointa $k_1 = 1,5$. Arviointitulokset on esitetty taulukossa 3 ja liitteessä 3.

Taulukko 3. Perustukseen siirtyvän värähtelyn ja yleisen voimistumisen jälkeinen värähtelytaso rakennuksen rungossa ja lattiassa.

Mittauspiste	Etäisyys rautatiestä [m]	Rungon värähtelyn yleinen voimistuminen $v_{w1,runko}$ [mm/s]	Lattian värähtelyn yleinen voimistuminen $v_{w1,lattia}$ [mm/s]
MP1	40	0,31	0,20
MP2	95	0,32	0,16
MP3	160	0,11	0,09
MP4	40	0,25	0,27
MP5	95	0,21	0,17
MP6	160	0,15	0,09

Resonanssitarkastelu

Resonanssitarkastelun tulokset on esitetty liitteessä 3.

Mittauspisteissä MP1 ja MP2 rungon resonanssitarkastelu antaa yli 0,30 mm/s tuloksen yhdellä taajuuskaistalla $f = 8$ Hz. Tuloksen perusteella näillä alueilla 1½–2-kerroksisessa rakennuksessa rakennuksen runko saattaa voimistaa tärinää siten, että uusille asuinrakennuksille sovellettava enimmäisarvo 0,30 mm/s ylittyy.

Mittauspisteissä MP1, MP4 ja MP5 lattian resonanssitarkastelu antaa yli 0,30 mm/s tuloksen taajuuskaistalla $f = 8$ Hz (ja myös 10 Hz:llä MP4:ssä). Tuloksen perusteella näillä alueilla rakennusten ala- ja välipohjarakenteet tulee mitoittaa siten, että lattian ominaistaajuus ei osu kyseiselle taajuusalueelle.

Muiden mittauspisteiden alueilla resonanssitarkastelu ei aseta erityisvaatimuksia.

5.5 Arvio runkomelutasoista L_{prm}

Taulukossa 4 on esitetty värähtelymittauksista VTT:n arviointimenetelmällä määritetyt runkomelutasot mittauspisteittäin ja akselisuunnittain. Runkomelutaso asuintiloissa ei saisi ylittää arvoa 35 dB.

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 rakentamistapaa koskevat erityispiirteet tulevat otetuksi oikein huomioon,... ..Koska värähtelyn syntymiseen ja leviämiseen vaikuttaa monia epävarmuustekijöitä, esitettyä arviointia voidaan pitää toistaiseksi vain suuntaa-antavana.”

Taulukko 4. VTT:n menetelmällä tärinäsignaaleista arvioidut runkomelutasot L_{prm} .

Mittauspiste	Etäisyys rautatiestä [m]	A-painotettu runkomelutaso L_{prm} [dB]		
		<i>pystysuunta</i>	<i>rataa vasten kohtisuora vaakasuunta</i>	<i>radan suuntainen vaakasuunta</i>
MP1	40	51	52	51
MP2	95	37	34	28
MP3	160	20	21	15
MP4	40	47	49	48
MP5	95	39	30	29
MP6	160	19	28	22

6 TULOSTEN TARKASTELU JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Raideliikenteen tärinää mitattiin kahdella rataa vastaan kohtisuoralla mittauslinjalla. Mittauslinjat sijoitettiin tärinähaitan kannalta keskeisimmille alueille (asutus) ja savimaa-alueelle, jossa tärinävaikutusten voidaan lähtökohtaisesti arvioida olevan suurimpia. Mittausjakson aikana rataosuudella kulki runsaasti tavarajunia.

Tärinän aiheuttama vaurioitumisriski

Kaikki maasta mitatut tärinän heilahdusnopeuden resultantin arvot 0,3...1,0 mm/s ovat selvästi suositusarvoa 4 mm/s (alttiusluokka II, perinteisesti rakennetut betoni- tiili- tai puurakenteiset asuin- ja liikeraennukset tai muut niihin rinnastettavat rakennukset ja rakenteet) pienempiä. Näin ollen voidaan arvioida, että raideliikenteestä aiheutuva tärinä ei aiheuta rakennuksille rakenteiden vaurioriskiä. Lähimmät mittauspisteet sijaitsivat noin 40 metrin etäisyydellä rautatiestä. Selvästi käytettyjä mittauspisteitä lähempänä rataa tilanne voi olla eri.

Tärinän aiheuttama viihtyvyyshaitta

Mittaus- ja arviointitulosten perusteella (värähtelyluokan C suosituksen täyttämiseksi):

- Alle 40 m etäisyydelle rautatiestä ei suositella sijoittamaan uusia asuinrakennuksia tai muita tärinälle herkkiä toimintoja.
- Alle 100 m etäisyydelle rautatiestä ei suositella sijoittamaan uusia 1½–2-kerroksisia asuinrakennuksia.
- Alle 100 m etäisyydellä rautatiestä uudet asuinrakennukset tulee toteuttaa maanvaraisella alapohjalla tai mitoittaa alapohjarakenne siten, että rakenteen ominaistajuus asuin- tai muissa tärinälle herkissä tiloissa ei voimista liiallisesti maaperän värähtelyä. Mahdollisissa korkeammassa rakennuksissa välipohjarakenteet tulee mitoittaa siten, että rakenteen ominaistajuus asuin- tai muissa tärinälle herkissä tiloissa ei voimista liiallisesti maaperän värähtelyä.

Mittaus- ja arviointitulosten ja karttatarkastelun perusteella alueen nykyisissä asuinrakennuksissa suurella todennäköisyydellä tärinän voimakkuus täyttää vanhoille asuinrakennuksille sovellettavan suositusarvon 0,60 mm/s (värähtelyluokka D).

Runkomelu

VTT:n arviointimenetelmällä saatujen tulosten perusteella asuintiloihin sovellettava runkomelun enimmäistaso 35 dB saattaa ylittyä alle 100 m etäisyydellä rautatiestä. Alueen maaperä (pehmeä savi) huomioiden runkomelun arviointitulosta voi pitää yliarvioivana. Runkomelu on lähtökohtaisesti kovien maaperien haaste. Tulosten ja muista vastaavista kohteista saadun kokemuksen perusteella runkomelusta aiheutuvan haitan riskiä voidaan pitää vähäisenä, kun rakennuksiin ei tehdä osittain tai kokonaan maanalaisia asuintiloja ja rakennus perustetaan siten, että rakennus ei kytkeydy esimerkiksi kallion kautta jäykästi ratarakenteisiin.

Muita huomioita

Mittaus tulokset edustavat mittauskohteen tärinää vain niissä olosuhteissa, joissa mittaukset suoritettiin. Muun muassa liikenneväylän kunnon, kaluston tai ajonopeuksien poiketessa oleellisesti mittausajankohdasta on tärinäarvojen muuttuminen mahdollista.

7 SUOSITUKSET KAAVAMÄÄRÄYKSISTÄ

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

”Alueella tulee huomioida raideliikenteen aiheuttama tärinä ja runkomelu rakennusten käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla. Alle 100 etäisyydellä rautatiestä rakennuksiin ei saa tehdä osittain- tai kokonaan maan alla olevia asuin- tai muita melulle herkkiä tiloja.”

8 LISÄTIETOA

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

9 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: 11.-18.9.2023

Suurimmat resultantit

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
13.9.2023	14.48	1,0	0,51	0,62	0,99
14.9.2023	20.43	0,6	0,37	0,54	0,56
15.9.2023	18.54	0,5	0,24	0,44	0,52
12.9.2023	18.49	0,5	0,13	0,29	0,48
12.9.2023	05.02	0,5	0,11	0,41	0,44
13.9.2023	07.49	0,4	0,06	0,41	0,29
12.9.2023	04.30	0,4	0,22	0,28	0,38
15.9.2023	04.50	0,4	0,15	0,39	0,38
12.9.2023	01.00	0,4	0,23	0,31	0,36
11.9.2023	23.42	0,4	0,19	0,31	0,31
18.9.2023	05.30	0,4	0,26	0,36	0,36
14.9.2023	08.51	0,4	0,11	0,26	0,35
13.9.2023	01.29	0,4	0,22	0,23	0,24
13.9.2023	08.45	0,4	0,22	0,27	0,31
11.9.2023	20.18	0,4	0,17	0,26	0,35

MP 1

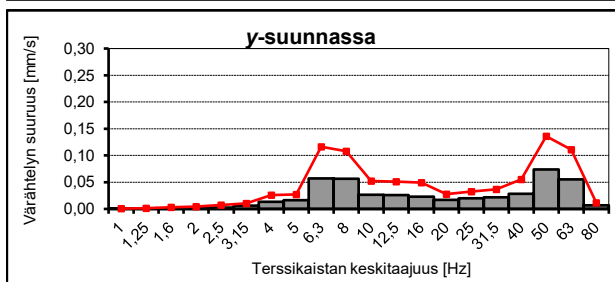
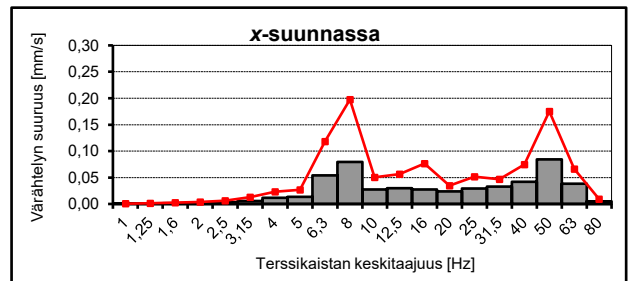
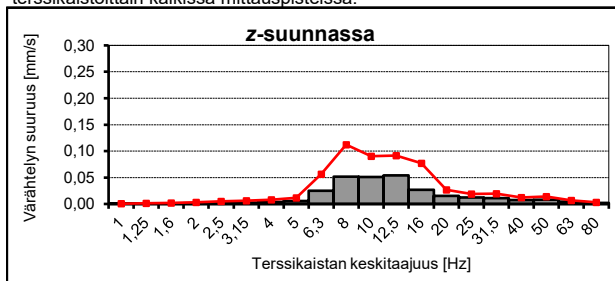
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot

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
14.9.2023	20:43	0,13	14.9.2023	20:43	0,20	15.9.2023	18:54	0,22
15.9.2023	1:11	0,10	15.9.2023	18:54	0,18	14.9.2023	20:43	0,17
18.9.2023	5:30	0,10	18.9.2023	5:30	0,13	15.9.2023	1:11	0,15
15.9.2023	18:54	0,10	13.9.2023	7:49	0,13	18.9.2023	5:30	0,14
12.9.2023	1:00	0,09	12.9.2023	5:02	0,13	11.9.2023	20:18	0,14
15.9.2023	20:16	0,09	15.9.2023	4:50	0,12	12.9.2023	1:00	0,13
18.9.2023	1:22	0,09	13.9.2023	8:45	0,12	11.9.2023	23:42	0,13
13.9.2023	8:45	0,09	12.9.2023	1:00	0,11	12.9.2023	5:02	0,12
13.9.2023	6:02	0,09	18.9.2023	1:22	0,11	13.9.2023	8:45	0,12
14.9.2023	1:29	0,08	12.9.2023	18:49	0,11	12.9.2023	18:49	0,12
11.9.2023	19:42	0,08	15.9.2023	20:16	0,11	12.9.2023	5:02	0,12
13.9.2023	1:29	0,08	11.9.2023	13:40	0,10	13.9.2023	7:49	0,12
15.9.2023	15:42	0,08	14.9.2023	20:43	0,10	15.9.2023	4:50	0,12
14.9.2023	18:00	0,08	13.9.2023	12:58	0,10	14.9.2023	8:51	0,11
		$v_{w,95} =$ 0,15			$v_{w,95} =$ 0,21			$v_{w,95} =$ 0,25

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: 11.-18.9.2023

Suurimmat resultantit

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
13.9.2023	14.48	0,7	0,39	0,68	0,33
14.9.2023	20.43	0,3	0,20	0,33	0,17
18.9.2023	05.30	0,3	0,18	0,28	0,20
15.9.2023	18.54	0,3	0,15	0,22	0,23
12.9.2023	01.00	0,2	0,13	0,21	0,12
11.9.2023	20.18	0,2	0,16	0,20	0,17
15.9.2023	20.16	0,2	0,14	0,18	0,10
15.9.2023	01.11	0,2	0,13	0,19	0,14
13.9.2023	01.29	0,2	0,14	0,17	0,10
13.9.2023	12.58	0,2	0,10	0,17	0,12
13.9.2023	05.15	0,2	0,09	0,17	0,15
18.9.2023	01.22	0,2	0,09	0,16	0,06
13.9.2023	08.45	0,2	0,09	0,14	0,07
12.9.2023	19.30	0,2	0,11	0,14	0,13
11.9.2023	13.40	0,2	0,07	0,12	0,13

MP 2

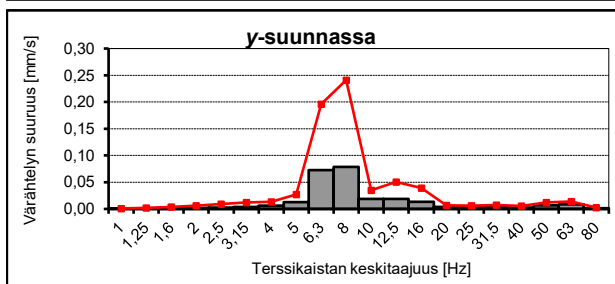
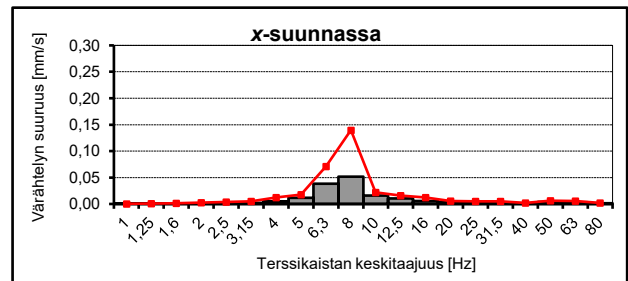
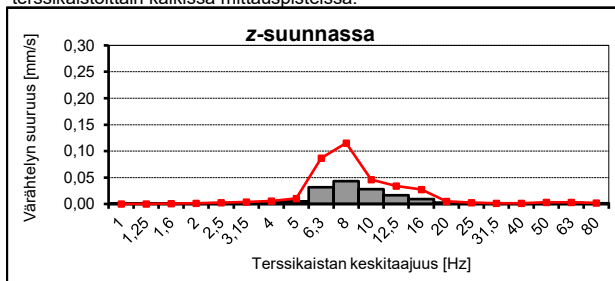
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot

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
14.9.2023	20:43	0,08	14.9.2023	20:43	0,15	15.9.2023	18:54	0,09
18.9.2023	5:30	0,07	18.9.2023	5:31	0,11	14.9.2023	20:43	0,09
15.9.2023	18:54	0,06	15.9.2023	18:54	0,08	18.9.2023	5:30	0,08
11.9.2023	20:18	0,06	11.9.2023	20:18	0,08	11.9.2023	20:18	0,06
13.9.2023	23:45	0,05	12.9.2023	1:00	0,07	15.9.2023	1:11	0,06
11.9.2023	19:42	0,05	15.9.2023	1:11	0,07	13.9.2023	1:29	0,05
12.9.2023	1:00	0,05	15.9.2023	20:16	0,07	15.9.2023	20:16	0,05
13.9.2023	1:29	0,05	13.9.2023	5:15	0,07	13.9.2023	12:58	0,05
15.9.2023	20:16	0,04	13.9.2023	1:29	0,06	-	-	-
12.9.2023	19:30	0,04	18.9.2023	1:22	0,06	12.9.2023	1:00	0,05
15.9.2023	1:11	0,04	13.9.2023	12:58	0,06	11.9.2023	13:40	0,05
11.9.2023	23:42	0,04	12.9.2023	4:30	0,06	13.9.2023	5:15	0,04
14.9.2023	1:29	0,04	14.9.2023	1:29	0,05	15.9.2023	4:50	0,04
12.9.2023	4:30	0,04	12.9.2023	5:02	0,05	12.9.2023	19:30	0,04
		$v_{w,95} = 0,11$			$v_{w,95} = 0,21$			$v_{w,95} = 0,11$

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: 11.-18.9.2023

Suurimmat resultantit

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
13.9.2023	14.48	0,3	0,21	0,26	0,27
18.9.2023	05.31	0,1	0,10	0,10	0,12
11.9.2023	13.40	0,1	0,05	0,10	0,09
11.9.2023	20.18	0,1	0,07	0,09	0,10
15.9.2023	01.11	0,1	0,08	0,06	0,07
12.9.2023	01.00	0,1	0,07	0,07	0,06
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

MP 3

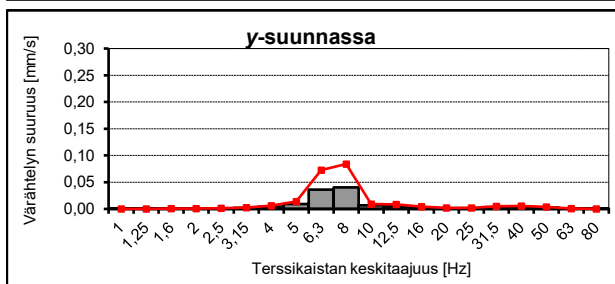
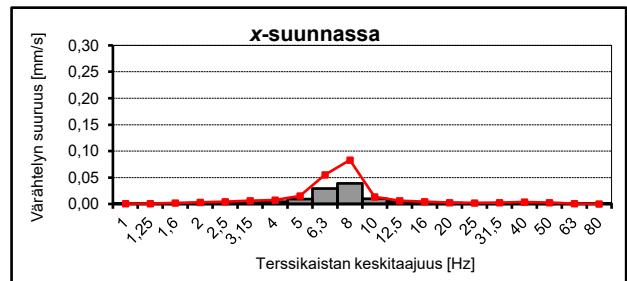
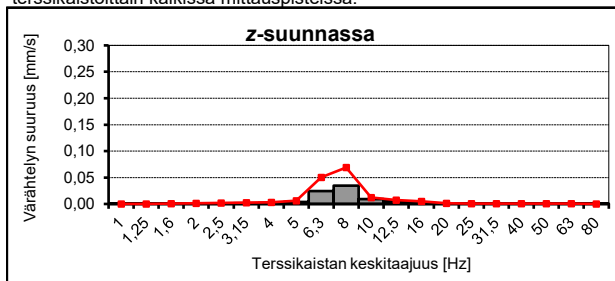
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot

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
18.9.2023	5:31	0,04	18.9.2023	5:31	0,05	18.9.2023	5:31	0,04
15.9.2023	1:11	0,03	11.9.2023	20:18	0,04	11.9.2023	20:18	0,04
12.9.2023	1:00	0,03	11.9.2023	13:40	0,03	11.9.2023	13:40	0,03
11.9.2023	20:18	0,03	12.9.2023	1:00	0,03	15.9.2023	1:11	0,02
11.9.2023	13:40	0,02	15.9.2023	1:11	0,02	12.9.2023	1:00	0,02
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
$v_{w,95} = 0,08$			$v_{w,95} = 0,11$			$v_{w,95} = 0,10$		

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

Mittauspisteen kuvaus: Kolmiakselialinen mittaus maasta
Mittausjakso: 11.-18.9.2023

Suurimmat resultantit

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
13.9.2023	14.49	0,8	0,60	0,60	0,53
14.9.2023	20.44	0,6	0,57	0,48	0,38
15.9.2023	18.55	0,5	0,39	0,44	0,43
11.9.2023	23.43	0,4	0,27	0,32	0,37
18.9.2023	05.32	0,4	0,24	0,31	0,28
15.9.2023	04.51	0,4	0,13	0,33	0,34
12.9.2023	01.01	0,4	0,23	0,33	0,24
11.9.2023	20.19	0,3	0,30	0,26	0,26
13.9.2023	08.46	0,3	0,19	0,31	0,23
13.9.2023	19.30	0,3	0,30	0,23	0,20
15.9.2023	01.11	0,3	0,18	0,27	0,25
15.9.2023	20.17	0,3	0,30	0,22	0,24
11.9.2023	13.41	0,3	0,17	0,29	0,20
13.9.2023	12.59	0,3	0,20	0,23	0,23
15.9.2023	04.51	0,3	0,10	0,22	0,29

MP 4

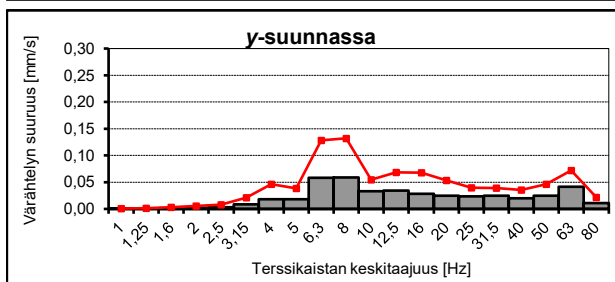
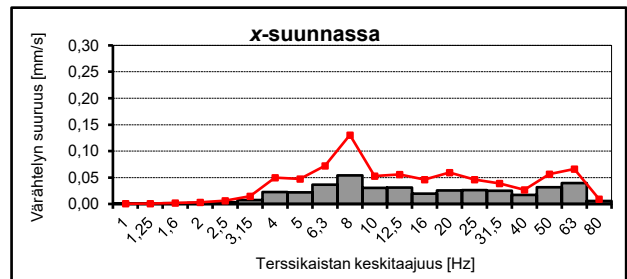
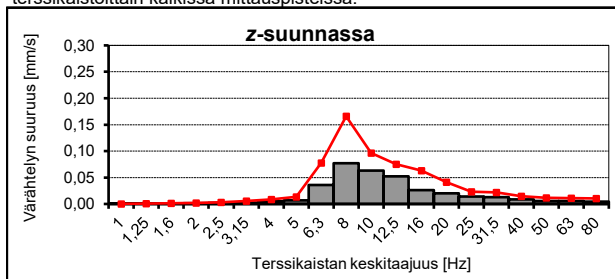
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot

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
14.9.2023	20:44	0,18	14.9.2023	20:44	0,18	13.9.2023	14:49	0,16
15.9.2023	18:55	0,16	15.9.2023	18:55	0,16	14.9.2023	20:44	0,15
13.9.2023	19:30	0,13	18.9.2023	5:31	0,13	18.9.2023	5:31	0,12
18.9.2023	5:31	0,12	11.9.2023	23:43	0,12	11.9.2023	23:43	0,12
15.9.2023	1:12	0,11	12.9.2023	1:01	0,11	11.9.2023	20:19	0,10
11.9.2023	23:43	0,10	11.9.2023	20:19	0,10	15.9.2023	4:51	0,10
13.9.2023	12:14	0,10	15.9.2023	4:51	0,10	12.9.2023	5:03	0,10
12.9.2023	1:01	0,10	11.9.2023	13:41	0,10	15.9.2023	1:11	0,09
13.9.2023	1:30	0,10	15.9.2023	1:11	0,10	15.9.2023	20:17	0,09
11.9.2023	19:43	0,10	15.9.2023	15:43	0,10	14.9.2023	0:27	0,09
15.9.2023	20:17	0,09	11.9.2023	23:43	0,10	12.9.2023	1:01	0,08
14.9.2023	1:30	0,09	13.9.2023	12:14	0,09	13.9.2023	1:30	0,08
15.9.2023	15:43	0,09	13.9.2023	8:46	0,09	13.9.2023	8:46	0,08
11.9.2023	20:19	0,09	12.9.2023	1:01	0,09	12.9.2023	4:31	0,08
		$v_{w,95} = 0,19$			$v_{w,95} = 0,19$			$v_{w,95} = 0,16$

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: 11.-18.9.2023

Suurimmat resultantit

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
13.9.2023	14.49	0,5	0,34	0,44	0,31
15.9.2023	18.54	0,3	0,19	0,32	0,25
14.9.2023	20.43	0,3	0,22	0,26	0,22
11.9.2023	20.18	0,3	0,13	0,26	0,22
18.9.2023	05.31	0,3	0,18	0,25	0,19
14.9.2023	05.04	0,2	0,11	0,21	0,22
13.9.2023	12.58	0,2	0,13	0,14	0,19
12.9.2023	01.00	0,2	0,12	0,17	0,16
15.9.2023	01.10	0,2	0,13	0,20	0,15
13.9.2023	05.15	0,2	0,09	0,11	0,20
15.9.2023	04.50	0,2	0,08	0,19	0,19
12.9.2023	04.30	0,2	0,07	0,19	0,16
11.9.2023	13.40	0,2	0,17	0,18	0,16
12.9.2023	12.57	0,2	0,10	0,13	0,18
13.9.2023	19.29	0,2	0,12	0,18	0,14

MP 5

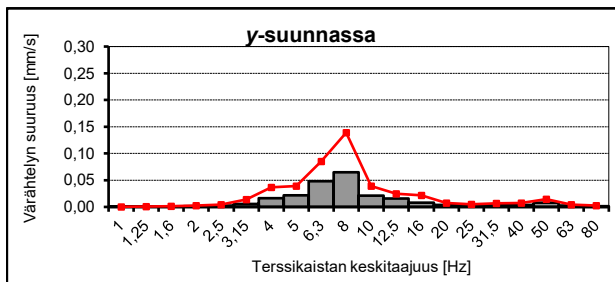
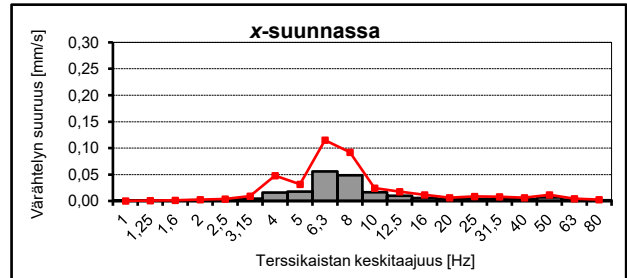
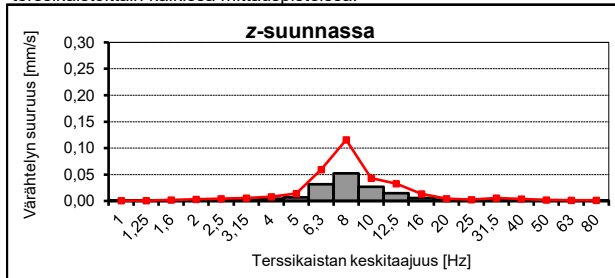
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot

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
14.9.2023	20:43	0,10	15.9.2023	18:54	0,14	15.9.2023	18:54	0,10
15.9.2023	18:54	0,09	14.9.2023	20:43	0,12	14.9.2023	20:43	0,09
18.9.2023	5:31	0,09	11.9.2023	20:18	0,10	18.9.2023	5:31	0,09
11.9.2023	20:18	0,07	18.9.2023	5:31	0,10	11.9.2023	20:18	0,08
15.9.2023	1:11	0,06	14.9.2023	5:04	0,08	13.9.2023	12:58	0,08
11.9.2023	13:40	0,06	15.9.2023	1:10	0,07	14.9.2023	5:04	0,08
13.9.2023	1:29	0,05	15.9.2023	18:54	0,07	13.9.2023	5:15	0,07
13.9.2023	23:45	0,05	12.9.2023	1:00	0,07	12.9.2023	12:57	0,07
13.9.2023	19:29	0,05	12.9.2023	4:31	0,07	15.9.2023	4:50	0,06
13.9.2023	1:29	0,05	13.9.2023	19:29	0,07	11.9.2023	13:40	0,06
14.9.2023	5:04	0,05	13.9.2023	12:58	0,06	15.9.2023	20:16	0,06
12.9.2023	1:00	0,05	11.9.2023	13:40	0,06	12.9.2023	5:02	0,06
13.9.2023	6:02	0,05	15.9.2023	4:50	0,06	12.9.2023	1:00	0,06
14.9.2023	1:29	0,04	13.9.2023	1:29	0,06	12.9.2023	4:30	0,05
		$v_{w,95} = 0,11$			$v_{w,95} = 0,14$			$v_{w,95} = 0,12$

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: 11.-18.9.2023

Suurimmat resultantit

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
13.9.2023	14.48	0,3	0,16	0,26	0,14
11.9.2023	20.18	0,2	0,09	0,20	0,13
15.9.2023	18.54	0,2	0,09	0,18	0,10
18.9.2023	05.31	0,2	0,11	0,15	0,13
14.9.2023	20.43	0,1	0,10	0,13	0,11
11.9.2023	13.39	0,1	0,04	0,09	0,09
11.9.2023	19.44	0,1	0,03	0,05	0,06
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

MP 6

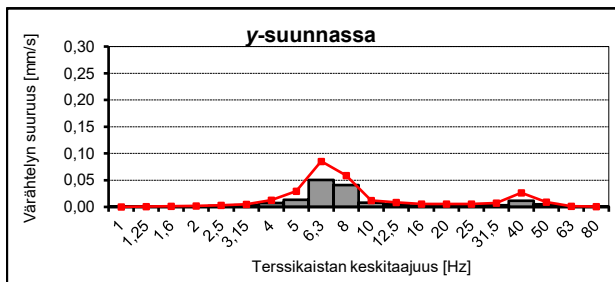
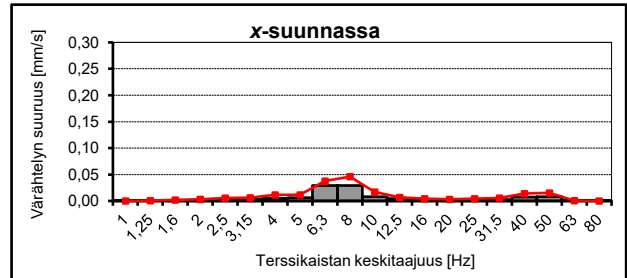
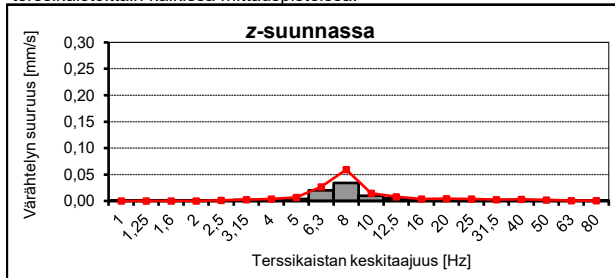
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot

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
18.9.2023	5:31	0,05	15.9.2023	18:54	0,08	18.9.2023	5:31	0,06
14.9.2023	20:43	0,05	11.9.2023	20:18	0,08	11.9.2023	20:18	0,05
15.9.2023	18:54	0,04	18.9.2023	5:31	0,07	14.9.2023	20:43	0,05
11.9.2023	20:18	0,03	14.9.2023	20:43	0,06	15.9.2023	18:54	0,04
11.9.2023	13:39	0,01	11.9.2023	13:39	0,03	11.9.2023	13:39	0,02
11.9.2023	19:44	0,01	11.9.2023	19:44	0,02	11.9.2023	19:44	0,02
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$v_{w,95} = 0,07$			$v_{w,95} = 0,12$			$v_{w,95} = 0,07$

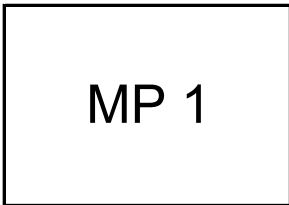
Tärinän spektrit

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

Mittauspisteen kuvaus: Kolmiakksiaalinen mittaus maasta
 Mittausjakso: 11.-18.9.2023



Arvioidut runkomelutasot

Suurimmista tärinä tapahtumista VTT:n ohjeen mukaiset
 runkomelun arviointitulokset:

Pvm	Klo	L_{ASmax} z [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} y [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} x [dB]
12.9.2023	5:02	50	14.9.2023	20:43	51	13.9.2023	14:48	52
15.9.2023	4:50	50	13.9.2023	14:48	51	14.9.2023	20:43	51
11.9.2023	20:18	49	13.9.2023	7:49	51	13.9.2023	7:49	48
15.9.2023	18:54	44	15.9.2023	4:50	49	15.9.2023	18:54	48
15.9.2023	1:11	43	15.9.2023	18:54	48	14.9.2023	8:51	48
11.9.2023	13:40	42	12.9.2023	5:02	48	15.9.2023	4:50	48
13.9.2023	19:29	42	13.9.2023	8:45	47	11.9.2023	23:42	47
12.9.2023	4:30	42	12.9.2023	18:49	47	12.9.2023	18:49	46
18.9.2023	5:30	42	14.9.2023	8:51	46	14.9.2023	0:27	46
12.9.2023	1:00	42	18.9.2023	1:22	46	13.9.2023	23:45	46
15.9.2023	13:02	42	13.9.2023	23:45	46	15.9.2023	13:02	46
13.9.2023	5:15	41	11.9.2023	23:41	45	12.9.2023	5:02	45
15.9.2023	20:16	41	11.9.2023	23:42	45	12.9.2023	4:30	45
18.9.2023	13:02	41	15.9.2023	15:42	45	15.9.2023	15:42	45
14.9.2023	1:29	40	12.9.2023	4:30	44	11.9.2023	20:18	44
		$L_{pA} = 51$			$L_{pA} = 52$			$L_{pA} = 51$

Laskennassa käytetyt VTT:n ohjeen mukaiset lisätekijät:

Rakennuksen tyyppi			käytetty
Perustus kalliolle	0 dB		<input type="checkbox"/>
Puutalo 1-2 krs	-5 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
Betonitalo 1-2 krs	-7 dB		<input type="checkbox"/>
Kerrostalo	-10 dB		<input type="checkbox"/>
Tarkasteltava asuinkerros		kerros:	
Kerrokset 1-5	-2 dB/kerros	<input type="text" value="1"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ylemmät kerrokset	-1 dB/kerros	<input type="text" value="-"/>	<input type="checkbox"/>
Rakennesien resonanssi			
Lattia, seinät, katto	6 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
Muunto äänenpainetasoksi			
vakio	-28 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
Varmuusvara			
vakio (maasta)	6 dB		<input checked="" type="checkbox"/>

* Sovellettu VTT:n ohjeesta.

- Varmuusvarana käytetään + 6 dB mitattaessa värähtelyä maasta
- Varmuusvarana käytetään + 3 dB mitattaessa värähtelyä kantavasta rakenteesta
- Varmuusvarana käytetään + 0 dB mitattaessa värähtelyä valmiin rakennuksen lattialta

Mittauspisteen kuvaus: Kolmiakksiaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 11.-18.9.2023

MP 2

Arvioidut runkomelutasot

Suurimmista tärinätapahtumista VTT:n ohjeen mukaiset
runkomelun arviointitulokset:

Pvm	Klo	L_{ASmax} z [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} y [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} x [dB]
15.9.2023	4:50	38	15.9.2023	13:02	34	15.9.2023	4:50	29
12.9.2023	5:02	37	13.9.2023	8:45	34	15.9.2023	13:02	29
11.9.2023	20:18	35	13.9.2023	14:48	33	12.9.2023	5:02	27
15.9.2023	13:02	33	15.9.2023	18:54	33	15.9.2023	18:54	27
12.9.2023	12:57	32	18.9.2023	5:30	33	13.9.2023	8:45	26
12.9.2023	19:30	32	13.9.2023	8:45	32	13.9.2023	23:45	26
15.9.2023	1:11	32	11.9.2023	23:41	32	14.9.2023	18:00	25
15.9.2023	18:54	32	14.9.2023	20:43	32	11.9.2023	23:42	25
13.9.2023	19:29	31	13.9.2023	23:45	32	13.9.2023	14:48	25
13.9.2023	5:15	31	18.9.2023	1:22	31	15.9.2023	15:42	25
12.9.2023	1:00	31	15.9.2023	15:42	31	11.9.2023	20:18	25
12.9.2023	12:57	30	14.9.2023	18:00	31	18.9.2023	5:30	25
18.9.2023	5:30	30	12.9.2023	19:30	31	13.9.2023	19:29	25
15.9.2023	20:16	30	15.9.2023	15:42	30	12.9.2023	19:30	25
13.9.2023	12:58	30	12.9.2023	4:30	30	13.9.2023	14:48	25
		$L_{pA} = 37$			$L_{pA} = 34$			$L_{pA} = 28$

Laskennassa käytetyt VTT:n ohjeen mukaiset lisätekijät:

Rakennuksen tyyppi			käytetty
Perustus kalliolle	0 dB		<input type="checkbox"/>
Puutalo 1-2 krs	-5 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
Betonitalo 1-2 krs	-7 dB		<input type="checkbox"/>
Kerrostalo	-10 dB		<input type="checkbox"/>
Tarkasteltava asuinkerros		kerros:	
Kerrokset 1-5	-2 dB/kerros	<input type="text" value="1"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ylemmät kerrokset	-1 dB/kerros	<input type="text" value="-"/>	<input type="checkbox"/>
Rakenneosien resonanssi			
Lattia, seinät, katto	6 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
Muunto äänenpainetasoksi			
vakio	-28 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
Varmuusvara			
vakio (maasta)	6 dB		<input checked="" type="checkbox"/>

* Sovellettu VTT:n ohjeesta.

- Varmuusvarana käytetään + 6 dB mitattaessa värähtelyä maasta
- Varmuusvarana käytetään + 3 dB mitattaessa värähtelyä kantavasta rakenteesta
- Varmuusvarana käytetään + 0 dB mitattaessa värähtelyä valmiin rakennuksen lattialta

Mittauspisteen kuvaus: Kolmiaksisiaalinen mittaus maasta
 Mittausjakso: 11.-18.9.2023



Arvioidut runkomelutasot

Suurimmista ääriäntapahtumista VTT:n ohjeen mukaiset
 runkomelun arviointitulokset:

Pvm	Klo	L _{ASmax} z [dB]	Pvm	Klo	L _{ASmax} y [dB]	Pvm	Klo	L _{ASmax} x [dB]
15.9.2023	1:11	19	13.9.2023	14:48	20	13.9.2023	14:48	15
11.9.2023	20:18	17	15.9.2023	1:11	17	15.9.2023	1:11	14
18.9.2023	5:31	17	12.9.2023	1:00	15	18.9.2023	5:31	12
11.9.2023	13:40	17	11.9.2023	13:40	13	12.9.2023	1:00	12
13.9.2023	14:49	15	18.9.2023	5:31	13	11.9.2023	13:40	11
12.9.2023	1:00	14	11.9.2023	20:18	11	11.9.2023	20:18	10
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
L _{pA} = 20			L _{pA} = 21			L _{pA} = 15		

Laskennassa käytetyt VTT:n ohjeen mukaiset lisätekijät:

Rakennuksen tyyppi			käytetty
Perustus kalliolle	0 dB		<input type="checkbox"/>
Puutalo 1-2 krs	-5 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
Betonitalo 1-2 krs	-7 dB		<input type="checkbox"/>
Kerrostalo	-10 dB		<input type="checkbox"/>
Tarkasteltava asuinkerros		kerros:	
Kerrokset 1-5	-2 dB/kerros	<input type="text" value="1"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ylemmät kerrokset	-1 dB/kerros	<input type="text" value="-"/>	<input type="checkbox"/>
Rakennesien resonanssi			
Lattia, seinät, katto	6 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
Muunto äänenpainetasoksi			
vakio	-28 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
Varmuusvara			
vakio (maasta)	6 dB		<input checked="" type="checkbox"/>

* Sovellettu VTT:n ohjeesta.

- Varmuusvarana käytetään + 6 dB mitattaessa värähtelyä maasta
- Varmuusvarana käytetään + 3 dB mitattaessa värähtelyä kantavasta rakenteesta
- Varmuusvarana käytetään + 0 dB mitattaessa värähtelyä valmiin rakennuksen lattialta

Mittauspisteen kuvaus: Kolmiaksaialinen mittaus maasta
 Mittausjakso: 11.-18.9.2023

MP 4

Arvioidut runkomelutasot

Suurimmista tärinä tapahtumista VTT:n ohjeen mukaiset
 runkomelun arviointitulokset:

Pvm	Klo	L_{ASmax} z [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} y [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} x [dB]
15.9.2023	4:51	47	13.9.2023	14:49	50	13.9.2023	14:49	48
12.9.2023	5:03	46	15.9.2023	15:43	48	14.9.2023	0:27	47
11.9.2023	20:19	45	14.9.2023	20:44	48	15.9.2023	18:55	46
15.9.2023	18:55	41	11.9.2023	23:43	47	14.9.2023	20:44	46
15.9.2023	13:03	41	13.9.2023	8:46	47	12.9.2023	5:03	44
15.9.2023	1:12	41	12.9.2023	5:03	47	13.9.2023	8:46	44
11.9.2023	13:41	41	13.9.2023	7:50	45	13.9.2023	23:46	44
12.9.2023	1:01	40	15.9.2023	18:55	45	15.9.2023	4:51	44
13.9.2023	19:30	40	14.9.2023	0:27	44	13.9.2023	7:50	43
15.9.2023	20:17	40	13.9.2023	23:46	44	15.9.2023	15:43	43
18.9.2023	5:31	39	15.9.2023	13:03	44	11.9.2023	23:43	43
12.9.2023	12:58	39	18.9.2023	5:31	43	15.9.2023	13:03	42
13.9.2023	6:03	38	13.9.2023	6:03	43	18.9.2023	5:31	42
13.9.2023	1:30	38	11.9.2023	20:19	43	12.9.2023	18:50	41
13.9.2023	12:59	38	15.9.2023	4:51	43	11.9.2023	20:19	41
$L_{pA} =$		47	$L_{pA} =$		49	$L_{pA} =$		48

Laskennassa käytetyt VTT:n ohjeen mukaiset lisätekijät:

Rakennuksen tyyppi			käytetty
Perustus kalliolle	0 dB		<input type="checkbox"/>
Puutalo 1-2 krs	-5 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
Betonitalo 1-2 krs	-7 dB		<input type="checkbox"/>
Kerrostalo	-10 dB		<input type="checkbox"/>
Tarkasteltava asuinkerros			
		kerros:	
Kerrokset 1-5	-2 dB/kerros	1	<input checked="" type="checkbox"/>
Ylemmät kerrokset	-1 dB/kerros	-	<input type="checkbox"/>
Rakennesien resonanssi			
Lattia, seinät, katto	6 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
Muunto äänenpainetasoksi			
vakio	-28 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
Varmuusvara			
vakio (maasta)	6 dB		<input checked="" type="checkbox"/>

* Sovellettu VTT:n ohjeesta.

- Varmuusvarana käytetään + 6 dB mitattaessa värähtelyä maasta
- Varmuusvarana käytetään + 3 dB mitattaessa värähtelyä kantavasta rakenteesta
- Varmuusvarana käytetään + 0 dB mitattaessa värähtelyä valmiin rakennuksen lattialta

Mittauspisteen kuvaus: Kolmiakksiaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 11.-18.9.2023

MP 5

Arvioidut runkomelutasot

Suurimmista tärinä tapahtumista VTT:n ohjeen mukaiset
runkomelun arviointitulokset:

Pvm	Klo	L_{ASmax} z [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} y [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} x [dB]
15.9.2023	4:50	41	13.9.2023	14:48	30	13.9.2023	8:45	29
12.9.2023	5:02	37	14.9.2023	20:43	29	15.9.2023	4:50	29
11.9.2023	20:18	36	15.9.2023	18:54	29	15.9.2023	13:02	28
15.9.2023	13:02	34	11.9.2023	23:42	28	14.9.2023	20:43	28
15.9.2023	1:10	34	15.9.2023	13:02	28	13.9.2023	14:48	28
15.9.2023	18:54	34	12.9.2023	18:49	28	11.9.2023	23:42	28
13.9.2023	5:15	34	15.9.2023	15:42	27	18.9.2023	5:31	27
14.9.2023	5:04	34	13.9.2023	8:45	27	15.9.2023	18:54	27
12.9.2023	12:57	34	11.9.2023	20:18	26	15.9.2023	15:42	26
13.9.2023	12:58	34	18.9.2023	5:31	26	12.9.2023	5:02	26
12.9.2023	12:57	33	11.9.2023	19:42	26	11.9.2023	20:18	26
11.9.2023	13:40	33	15.9.2023	4:50	26	12.9.2023	1:00	25
15.9.2023	20:16	33	13.9.2023	19:29	25	12.9.2023	18:49	25
18.9.2023	5:31	32	12.9.2023	1:00	25	14.9.2023	5:04	25
12.9.2023	18:49	32	15.9.2023	20:16	25	15.9.2023	1:10	25
		$L_{pA} = 39$			$L_{pA} = 30$			$L_{pA} = 29$

Laskennassa käytetyt VTT:n ohjeen mukaiset lisätekijät:

Rakennuksen tyyppi			käytetty
Perustus kalliolle	0 dB		<input type="checkbox"/>
Puutalo 1-2 krs	-5 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
Betonitalo 1-2 krs	-7 dB		<input type="checkbox"/>
Kerrostalo	-10 dB		<input type="checkbox"/>
Tarkasteltava asuinkerros		kerros:	
Kerrokset 1-5	-2 dB/kerros	<input type="text" value="1"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ylemmät kerrokset	-1 dB/kerros	<input type="text" value="-"/>	<input type="checkbox"/>
Rakenneosien resonanssi			
Lattia, seinät, katto	6 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
Muunto äänenpainetasoksi			
vakio	-28 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
Varmuusvara			
vakio (maasta)	6 dB		<input checked="" type="checkbox"/>

* Sovellettu VTT:n ohjeesta.

- Varmuusvarana käytetään + 6 dB mitattaessa värähtelyä maasta
- Varmuusvarana käytetään + 3 dB mitattaessa värähtelyä kantavasta rakenteesta
- Varmuusvarana käytetään + 0 dB mitattaessa värähtelyä valmiin rakennuksen lattialta

Mittauspisteen kuvaus: Kolmiakksiaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 11.-18.9.2023

MP 6

Arvioidut runkomelutasot

Suurimmista tärinä tapahtumista VTT:n ohjeen mukaiset
runkomelun arviointitulokset:

Pvm	Klo	L_{ASmax} z [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} y [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} x [dB]
11.9.2023	20:18	19	11.9.2023	13:39	24	11.9.2023	19:44	21
15.9.2023	18:54	18	11.9.2023	19:44	24	11.9.2023	13:39	20
18.9.2023	5:31	17	13.9.2023	14:48	23	11.9.2023	20:18	19
11.9.2023	13:39	15	11.9.2023	20:18	19	15.9.2023	18:54	19
14.9.2023	20:43	14	14.9.2023	20:43	16	13.9.2023	14:48	18
13.9.2023	14:48	14	18.9.2023	5:31	15	18.9.2023	5:31	17
11.9.2023	19:44	13	15.9.2023	18:54	14	14.9.2023	20:43	15
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
$L_{pA} =$		19	$L_{pA} =$		28	$L_{pA} =$		22

Laskennassa käytetyt VTT:n ohjeen mukaiset lisätekijät:

Rakennuksen tyyppi			käytetty
Perustus kalliolle	0 dB		<input type="checkbox"/>
Puutalo 1-2 krs	-5 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
Betonitalo 1-2 krs	-7 dB		<input type="checkbox"/>
Kerrostalo	-10 dB		<input type="checkbox"/>
Tarkasteltava asuinkerros		kerros:	
Kerrokset 1-5	-2 dB/kerros	<input type="text" value="1"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ylemmät kerrokset	-1 dB/kerros	<input type="text" value="-"/>	<input type="checkbox"/>
Rakennesien resonanssi			
Lattia, seinät, katto	6 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
Muunto äänenpainetasoksi			
vakio	-28 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
Varmuusvara			
vakio (maasta)	6 dB		<input checked="" type="checkbox"/>

* Sovellettu VTT:n ohjeesta.

Varmuusvarana käytetään + 6 dB mitattaessa värähtelyä maasta

Varmuusvarana käytetään + 3 dB mitattaessa värähtelyä kantavasta rakenteesta

Varmuusvarana käytetään + 0 dB mitattaessa värähtelyä valmiin rakennuksen lattialta

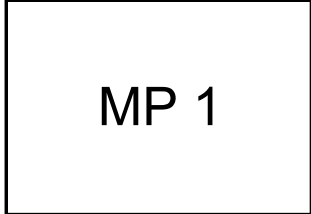
Mittauspisteen kuvaus: Kolmiaksaalinen mittaus maasta
 Mittausjakso: 11.-18.9.2023

Maasta mitatut tunnusluvut

$$v_{z,w,95} = 0,15 \text{ mm/s}$$

$$v_{y,w,95} = 0,21 \text{ mm/s}$$

$$v_{x,w,95} = 0,25 \text{ mm/s}$$



Maasta perustukseen siirtyvä värähtely

$$v_{w,95}^{per,z} = 0,14 \text{ mm/s}$$

$$v_{w,95}^{per,y} = 0,16 \text{ mm/s}$$

$$v_{w,95}^{per,x} = 0,21 \text{ mm/s}$$

Tärinän yleinen voimistuminen rakennuksessa

Yleinen voimistuminen määritetään perustuksen värähtelyn vaak- (runko) ja pystykomponentin (lattia) perusteella käyttämällä voimistumiskerrointa $k_1 = 1,5$.

$$v_{w,1}^{lattia} = k_1^{lattia} \cdot v_{w,95}^{per,z} = 0,2 \text{ mm/s} \quad (\text{Lattian värähtelyn yleinen voimistuminen})$$

$$v_{w,1}^{runko} = k_1^{runko} \cdot \max(v_{w,95}^{per,x}, v_{w,95}^{per,y}) = 0,31 \text{ mm/s} \quad (\text{Rungon värähtelyn yleinen voimistuminen})$$

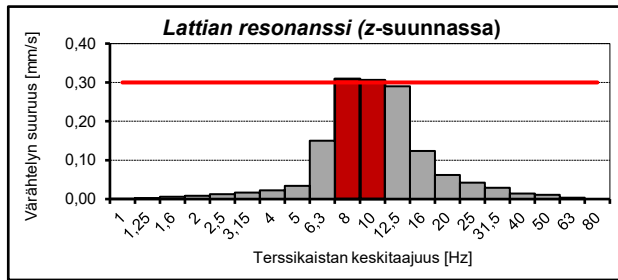
Resonanssitarkastelu

Rungon resonanssitarkastelu tehdään perustuksen värähtelyn vaakakomponentin perusteella käyttäen resonanssikerrointa $k_2 = 4$. Lattian resonanssitarkastelu tehdään perustuksen värähtelyn pystykomponentin perusteella käyttäen resonanssikerrointa $k_2 = 6$.

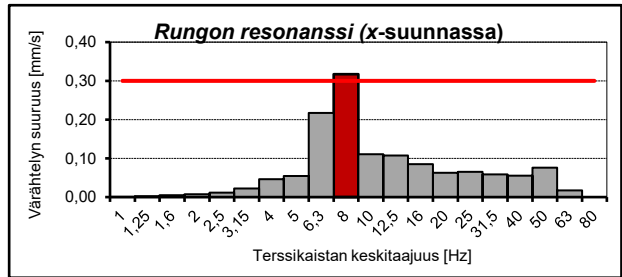
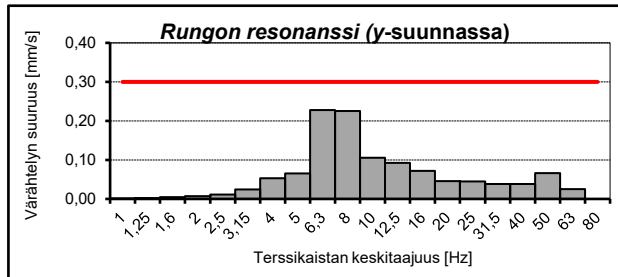
$$v_{w,2}^{lattia} = k_2^{lattia} \cdot v_{w,j}^{per,z} = 0,31 \text{ mm/s} \quad (\text{Lattian värähtelyn suurin resonanssi})$$

$$v_{w,2}^{runko} = k_2^{runko} \cdot v_{w,j}^{per,x/y} = 0,32 \text{ mm/s} \quad (\text{Rungon värähtelyn suurin resonanssi})$$

Pystysuuntaisen (z-akseli) lattian resonanssin (pylväät) voimakkuus terssikaistoittain. Suositusarvon (punainen viiva) ylittävät terssikaistat on esitetty punaisilla pylväillä.



Vaakasuurtaisten (y- ja x-akseli) rungon resonanssin (pylväät) voimakkuudet terssikaistoittain. Suositusarvon (punainen viiva) ylittävät terssikaistat on esitetty punaisilla pylväillä.



Rungon tai lattian resonanssia voi esiintyä silloin, kun maaperän tärinän hallitseva taajuuskomponentti osuu lattian tai rungon ominaistaajuudelle. Mahdollinen resonanssi voidaan välttää värähtely-suunnittelulla mitoittamalla välipohjien ja rungon rakenteet huomioimalla maaperän tärinä.

Mittauspisteen kuvaus: Kolmiaksaalinen mittaus maasta
 Mittausjakso: 11.-18.9.2023

Maasta mitatut tunnusluvut

$$v_{z,w,95} = 0,11 \text{ mm/s}$$

$$v_{y,w,95} = 0,21 \text{ mm/s}$$

$$v_{x,w,95} = 0,11 \text{ mm/s}$$

MP 2

Maasta perustukseen siirtyvä värähtely

$$v_{w,95}^{per,z} = 0,11 \text{ mm/s}$$

$$v_{w,95}^{per,y} = 0,21 \text{ mm/s}$$

$$v_{w,95}^{per,x} = 0,12 \text{ mm/s}$$

Tärinän yleinen voimistuminen rakennuksessa

Yleinen voimistuminen määritetään perustuksen värähtelyn vaak- (runko) ja pystykomponentin (lattia) perusteella käyttämällä voimistumiskerrointa $k_1 = 1,5$.

$$v_{w,1}^{lattia} = k_1^{lattia} \cdot v_{w,95}^{per,z} = 0,16 \text{ mm/s} \quad (\text{Lattian värähtelyn yleinen voimistuminen})$$

$$v_{w,1}^{runko} = k_1^{runko} \cdot \max(v_{w,95}^{per,x}, v_{w,95}^{per,y}) = 0,32 \text{ mm/s} \quad (\text{Rungon värähtelyn yleinen voimistuminen})$$

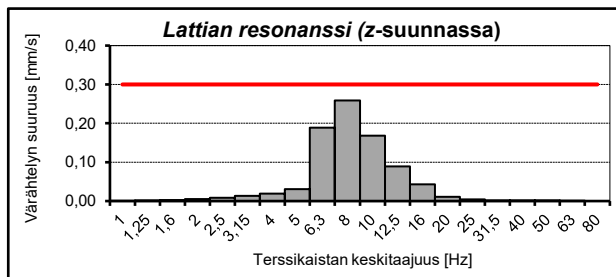
Resonanssitarkastelu

Rungon resonanssitarkastelu tehdään perustuksen värähtelyn vaakakomponentin perusteella käyttäen resonanssikerrointa $k_2 = 4$. Lattian resonanssitarkastelu tehdään perustuksen värähtelyn pystykomponentin perusteella käyttäen resonanssikerrointa $k_2 = 6$.

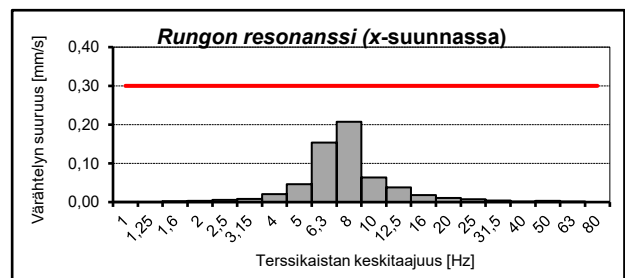
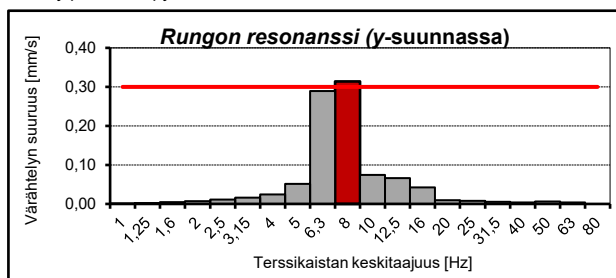
$$v_{w,2}^{lattia} = k_2^{lattia} \cdot v_{w,j}^{per,z} = 0,26 \text{ mm/s} \quad (\text{Lattian värähtelyn suurin resonanssi})$$

$$v_{w,2}^{runko} = k_2^{runko} \cdot v_{w,j}^{per,x/y} = 0,31 \text{ mm/s} \quad (\text{Rungon värähtelyn suurin resonanssi})$$

Pystysuuntaisen (z-akseli) lattian resonanssin (pylväät) voimakkuus terssikaistoittain. Suositusarvon (punainen viiva) ylittävät terssikaistat on esitetty punaisilla pylväillä.



Vaakasuurtaisten (y- ja x-akseli) rungon resonanssin (pylväät) voimakkuudet terssikaistoittain. Suositusarvon (punainen viiva) ylittävät terssikaistat on esitetty punaisilla pylväillä.



Rungon tai lattian resonanssia voi esiintyä silloin, kun maaperän tärinän hallitseva taajuuskomponentti osuu lattian tai rungon ominaistaajuudelle. Mahdollinen resonanssi voidaan välttää värähtely-suunnittelulla mitoittamalla välipohjien ja rungon rakenteet huomioimalla maaperän tärinä.

Mittauspisteen kuvaus: Kolmiaksaalinen mittaus maasta
 Mittausjakso: 11.-18.9.2023

Maasta mitatut tunnusluvut

$$v_{z,w,95} = 0,08 \text{ mm/s}$$

$$v_{y,w,95} = 0,11 \text{ mm/s}$$

$$v_{x,w,95} = 0,1 \text{ mm/s}$$

MP 3

Maasta perustukseen siirtyvä värähtely

$$v_{w,95}^{per,z} = 0,06 \text{ mm/s}$$

$$v_{w,95}^{per,y} = 0,07 \text{ mm/s}$$

$$v_{w,95}^{per,x} = 0,07 \text{ mm/s}$$

Tärinän yleinen voimistuminen rakennuksessa

Yleinen voimistuminen määritetään perustuksen värähtelyn vaak- (runko) ja pystykomponentin (lattia) perusteella käyttämällä voimistumiskerrointa $k_1 = 1,5$.

$$v_{w,1}^{lattia} = k_1^{lattia} \cdot v_{w,95}^{per,z} = 0,09 \text{ mm/s} \quad (\text{Lattian värähtelyn yleinen voimistuminen})$$

$$v_{w,1}^{runko} = k_1^{runko} \cdot \max(v_{w,95}^{per,x}, v_{w,95}^{per,y}) = 0,11 \text{ mm/s} \quad (\text{Rungon värähtelyn yleinen voimistuminen})$$

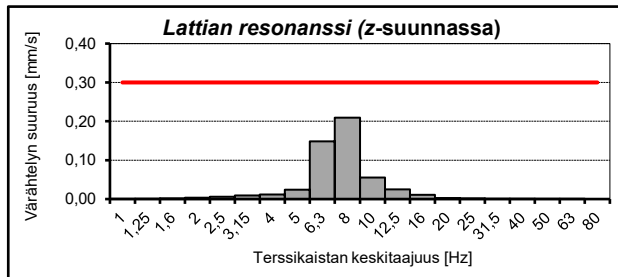
Resonanssitarkastelu

Rungon resonanssitarkastelu tehdään perustuksen värähtelyn vaakakomponentin perusteella käyttäen resonanssikerrointa $k_2 = 4$. Lattian resonanssitarkastelu tehdään perustuksen värähtelyn pystykomponentin perusteella käyttäen resonanssikerrointa $k_2 = 6$.

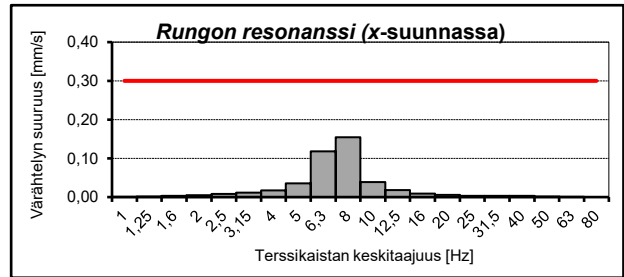
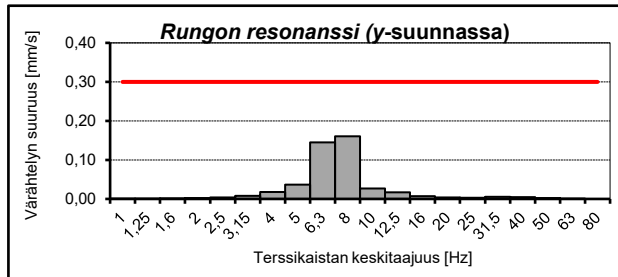
$$v_{w,2}^{lattia} = k_2^{lattia} \cdot v_{w,j}^{per,z} = 0,21 \text{ mm/s} \quad (\text{Lattian värähtelyn suurin resonanssi})$$

$$v_{w,2}^{runko} = k_2^{runko} \cdot v_{w,j}^{per,x/y} = 0,16 \text{ mm/s} \quad (\text{Rungon värähtelyn suurin resonanssi})$$

Pystysuuntaisen (z-akseli) **lattian resonanssin** (pylväät) voimakkuus terssikaistoittain. Suositusarvon (punainen viiva) ylittävät terssikaistat on esitetty punaisilla pylväillä.



Vaakasuurtaisten (y- ja x-akseli) **rungon resonanssin** (pylväät) voimakkuudet terssikaistoittain. Suositusarvon (punainen viiva) ylittävät terssikaistat on esitetty punaisilla pylväillä.



Rungon tai lattian resonanssia voi esiintyä silloin, kun maaperän tärinän hallitseva taajuuskomponentti osuu lattian tai rungon ominaistaajuudelle. Mahdollinen resonanssi voidaan välttää värähtely-suunnittelulla mitoittamalla välipohjien ja rungon rakenteet huomioimalla maaperän tärinä.

Mittauspisteen kuvaus: Kolmiaksaalinen mittaus maasta
 Mittausjakso: 11.-18.9.2023

Maasta mitatut tunnusluvut

$$v_{z,w,95} = 0,19 \text{ mm/s}$$

$$v_{y,w,95} = 0,19 \text{ mm/s}$$

$$v_{x,w,95} = 0,16 \text{ mm/s}$$

MP 4

Maasta perustukseen siirtyvä värähtely

$$v_{w,95}^{per,z} = 0,18 \text{ mm/s}$$

$$v_{w,95}^{per,y} = 0,17 \text{ mm/s}$$

$$v_{w,95}^{per,x} = 0,14 \text{ mm/s}$$

Tärinän yleinen voimistuminen rakennuksessa

Yleinen voimistuminen määritetään perustuksen värähtelyn vaak- (runko) ja pystykomponentin (lattia) perusteella käyttämällä voimistumiskerrointa $k_1 = 1,5$.

$$v_{w,1}^{lattia} = k_1^{lattia} \cdot v_{w,95}^{per,z} = 0,27 \text{ mm/s} \quad (\text{Lattian värähtelyn yleinen voimistuminen})$$

$$v_{w,1}^{runko} = k_1^{runko} \cdot \max(v_{w,95}^{per,x}, v_{w,95}^{per,y}) = 0,25 \text{ mm/s} \quad (\text{Rungon värähtelyn yleinen voimistuminen})$$

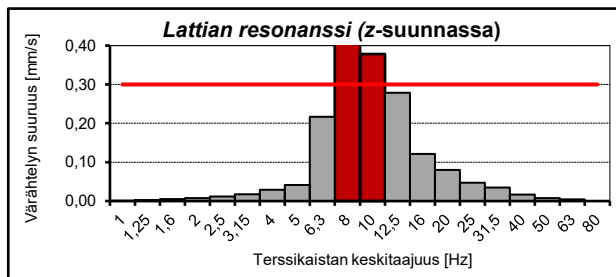
Resonanssitarkastelu

Rungon resonanssitarkastelu tehdään perustuksen värähtelyn vaakakomponentin perusteella käyttäen resonanssikerrointa $k_2 = 4$. Lattian resonanssitarkastelu tehdään perustuksen värähtelyn pystykomponentin perusteella käyttäen resonanssikerrointa $k_2 = 6$.

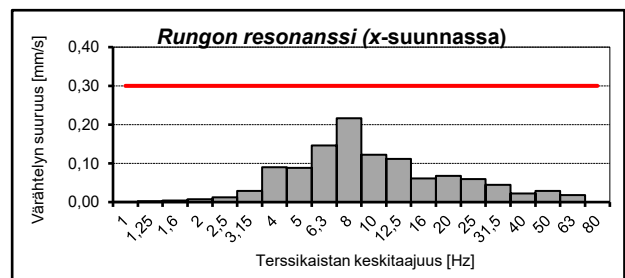
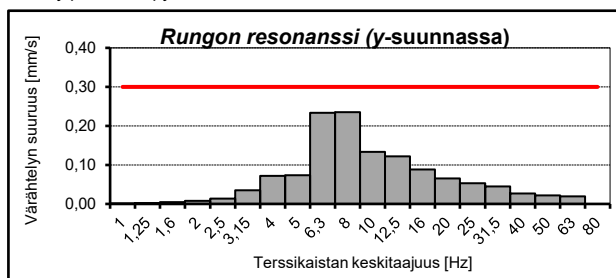
$$v_{w,2}^{lattia} = k_2^{lattia} \cdot v_{w,j}^{per,z} = 0,46 \text{ mm/s} \quad (\text{Lattian värähtelyn suurin resonanssi})$$

$$v_{w,2}^{runko} = k_2^{runko} \cdot v_{w,j}^{per,x/y} = 0,24 \text{ mm/s} \quad (\text{Rungon värähtelyn suurin resonanssi})$$

Pystysuuntaisen (z-akseli) lattian resonanssin (pylväät) voimakkuus terssikaistoittain. Suositusarvon (punainen viiva) ylittävät terssikaistat on esitetty punaisilla pylväillä.



Vaakasuurtaisten (y- ja x-akseli) rungon resonanssin (pylväät) voimakkuudet terssikaistoittain. Suositusarvon (punainen viiva) ylittävät terssikaistat on esitetty punaisilla pylväillä.



Rungon tai lattian resonanssia voi esiintyä silloin, kun maaperän tärinän hallitseva taajuuskomponentti osuu lattian tai rungon ominaistaajuudelle. Mahdollinen resonanssi voidaan välttää värähtely-suunnittelulla mitoittamalla välipohjien ja rungon rakenteet huomioimalla maaperän tärinä.

Mittauspisteen kuvaus: Kolmiaksaalinen mittaus maasta
 Mittausjakso: 11.-18.9.2023

Maasta mitatut tunnusluvut

$$v_{z,w,95} = 0,11 \text{ mm/s}$$

$$v_{y,w,95} = 0,14 \text{ mm/s}$$

$$v_{x,w,95} = 0,12 \text{ mm/s}$$



Maasta perustukseen siirtyvä värähtely

$$v_{w,95}^{per,z} = 0,11 \text{ mm/s}$$

$$v_{w,95}^{per,y} = 0,14 \text{ mm/s}$$

$$v_{w,95}^{per,x} = 0,12 \text{ mm/s}$$

Tärinän yleinen voimistuminen rakennuksessa

Yleinen voimistuminen määritetään perustuksen värähtelyn vaak- (runko) ja pystykomponentin (lattia) perusteella käyttämällä voimistumiskerrointa $k_1 = 1,5$.

$$v_{w,1}^{lattia} = k_1^{lattia} \cdot v_{w,95}^{per,z} = 0,17 \text{ mm/s} \quad (\text{Lattian värähtelyn yleinen voimistuminen})$$

$$v_{w,1}^{runko} = k_1^{runko} \cdot \max(v_{w,95}^{per,x}, v_{w,95}^{per,y}) = 0,21 \text{ mm/s} \quad (\text{Rungon värähtelyn yleinen voimistuminen})$$

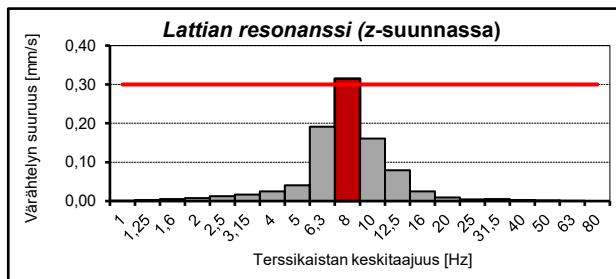
Resonanssitarkastelu

Rungon resonanssitarkastelu tehdään perustuksen värähtelyn vaakakomponentin perusteella käyttäen resonanssikerrointa $k_2 = 4$. Lattian resonanssitarkastelu tehdään perustuksen värähtelyn pystykomponentin perusteella käyttäen resonanssikerrointa $k_2 = 6$.

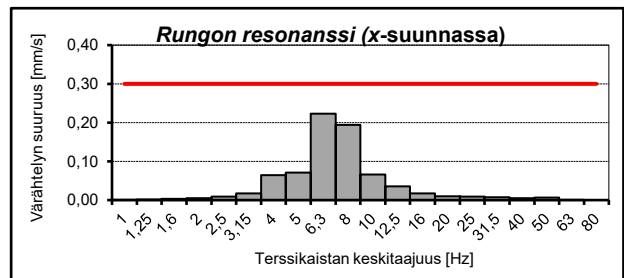
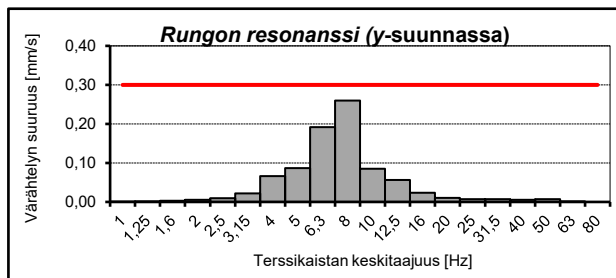
$$v_{w,2}^{lattia} = k_2^{lattia} \cdot v_{w,j}^{per,z} = 0,31 \text{ mm/s} \quad (\text{Lattian värähtelyn suurin resonanssi})$$

$$v_{w,2}^{runko} = k_2^{runko} \cdot v_{w,j}^{per,x/y} = 0,26 \text{ mm/s} \quad (\text{Rungon värähtelyn suurin resonanssi})$$

Pystysuuntaisen (z-akseli) **lattian resonanssin** (pylväät) voimakkuus terssikaistoittain. Suositusarvon (punainen viiva) ylittävät terssikaistat on esitetty punaisilla pylväillä.



Vaakasuurtaisten (y- ja x-akseli) **rungon resonanssin** (pylväät) voimakkuudet terssikaistoittain. Suositusarvon (punainen viiva) ylittävät terssikaistat on esitetty punaisilla pylväillä.



Rungon tai lattian resonanssia voi esiintyä silloin, kun maaperän tärinän hallitseva taajuuskomponentti osuu lattian tai rungon ominaistaajuudelle. Mahdollinen resonanssi voidaan välttää värähtely-suunnittelulla mitoittamalla välipohjien ja rungon rakenteet huomioimalla maaperän tärinä.

Mittauspisteen kuvaus: Kolmiaksaalinen mittaus maasta
 Mittausjakso: 11.-18.9.2023

Maasta mitatut tunnusluvut

$$v_{z,w,95} = 0,07 \text{ mm/s}$$

$$v_{y,w,95} = 0,12 \text{ mm/s}$$

$$v_{x,w,95} = 0,07 \text{ mm/s}$$



Maasta perustukseen siirtyvä värähtely

$$v_{w,95}^{per,z} = 0,06 \text{ mm/s}$$

$$v_{w,95}^{per,y} = 0,1 \text{ mm/s}$$

$$v_{w,95}^{per,x} = 0,06 \text{ mm/s}$$

Tärinän yleinen voimistuminen rakennuksessa

Yleinen voimistuminen määritetään perustuksen värähtelyn vaak- (runko) ja pystykomponentin (lattia) perusteella käyttämällä voimistumiskerrointa $k_1 = 1,5$.

$$v_{w,1}^{lattia} = k_1^{lattia} \cdot v_{w,95}^{per,z} = 0,09 \text{ mm/s} \quad (\text{Lattian värähtelyn yleinen voimistuminen})$$

$$v_{w,1}^{runko} = k_1^{runko} \cdot \max(v_{w,95}^{per,x}, v_{w,95}^{per,y}) = 0,15 \text{ mm/s} \quad (\text{Rungon värähtelyn yleinen voimistuminen})$$

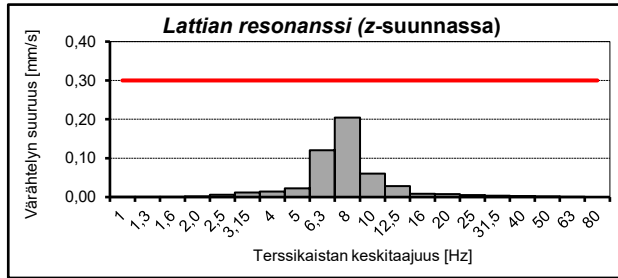
Resonanssitarkastelu

Rungon resonanssitarkastelu tehdään perustuksen värähtelyn vaakakomponentin perusteella käyttäen resonanssikerrointa $k_2 = 4$. Lattian resonanssitarkastelu tehdään perustuksen värähtelyn pystykomponentin perusteella käyttäen resonanssikerrointa $k_2 = 6$.

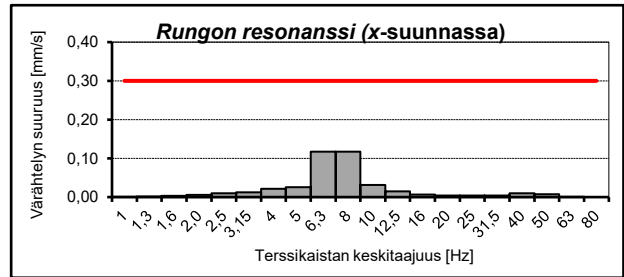
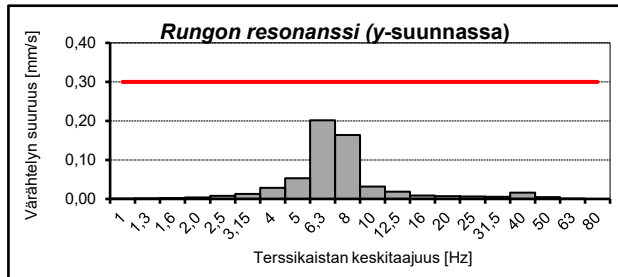
$$v_{w,2}^{lattia} = k_2^{lattia} \cdot v_{w,j}^{per,z} = 0,2 \text{ mm/s} \quad (\text{Lattian värähtelyn suurin resonanssi})$$

$$v_{w,2}^{runko} = k_2^{runko} \cdot v_{w,j}^{per,x/y} = 0,2 \text{ mm/s} \quad (\text{Rungon värähtelyn suurin resonanssi})$$

Pystysuuntaisen (z-akseli) lattian resonanssin (pylväät) voimakkuus terssikaistoittain. Suositusarvon (punainen viiva) ylittävät terssikaistat on esitetty punaisilla pylväillä.



Vaakasuurtaisten (y- ja x-akseli) rungon resonanssin (pylväät) voimakkuudet terssikaistoittain. Suositusarvon (punainen viiva) ylittävät terssikaistat on esitetty punaisilla pylväillä.



Rungon tai lattian resonanssia voi esiintyä silloin, kun maaperän tärinän hallitseva taajuuskomponentti osuu lattian tai rungon ominaistaajuudelle. Mahdollinen resonanssi voidaan välttää värähtely-suunnittelulla mitoittamalla välipohjien ja rungon rakenteet huomioimalla maaperän tärinä.

TÄRINÄN JA RUNKOMELUN VERTAILUARVOT

VAURIORISKI

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.

Tärinäalttiusluokka	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 herkätk rakennukset tai rakenteet ja kulttuurihistoriallisesti tai yhteiskunnallisesti merkittävät rakennukset.	< 10	2
	10...30	3
	> 30	4

ASUMISVIIHTYVYYS

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.

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>	≤ 0,10
B	Suhteellisen hyvät olosuhteet <i>Ihmiset voivat havaita värähtelyä, mutta ne eivät ole häiritseviä.</i>	≤ 0,15
C	Suositus uusien asuinrakennusten ja väylien suunnittelussa <i>Keskimäärin 15 % asukkaista pitää värähtelyä häiritsevinä ja voi valittaa häiriöstä.</i>	≤ 0,30
D	Olosuhteet, joilla pyritään vanhoilla asuinalueilla <i>Keskimäärin 25 % asukkaista pitää värähtelyä häiritsevinä ja voi valittaa häiriöstä.</i>	≤ 0,60

RUNKOMELU

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">potilashuoneet, majoitustilatpäiväkodit, lasten ja henkilökunnan oleskeluun tarkoitettut huoneet	30/35*
Kokoontumis- ja opetustilat <ul style="list-style-type: none">luokkahuoneet, luentosalit, kirkot ja muut huonetilat, joissa edellytetään yleisön saavan hyvin puheesta selvää ilman äänentoistolaitteiden käyttöämuut kokoontumistilat, kuten teatterit ja kirjastot	35
Toimistot, kaupat, näyttelytilat, museot	40/45*

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