Harjavallan kaupunki

LIIKENTEEN TÄRINÄ- JA RUNKOMELUSELVITYS

Paloaseman asemakaava, Harjavalta

HELSINKI
Viikinportti 4 B 18
00790 Helsinki
puh. 050 377 6565

TURKU
Rautakatu 5 A
20520 Turku
puh. 050 570 3476

Y-tunnus: 0996539-4
Kotipaikka: Turku
www.promethor.fi

Tilaaja:
Harjavallan kaupunki
Esa Ränkman

Liikenteen tärinä- ja runkomeluselvitys

Kohde:
Paloaseman asemakaava, Harjavalta

Raportin numero:
PR12143-TÄR01

Raportin päiväys:
23.4.2025

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 5
4 Tärinän suositusarvot 6
4.1 Tärinän suositusarvot rakennusten vaurioriskin kannalta 6
4.2 Tärinän suositusarvot viihtyvyyden kannalta 6
4.3 Runkomelun suositusarvot 7
5 Mittaustulokset 8
5.1 Värähtelyn taajuussisältö 8
5.2 Värähtelyn heilahdusnopeuden resultantti v_{res} 8
5.3 Tärinän tunnusluku $v_{w,95}$ 8
5.4 Rakennukseen siirtyvän tärinän arviointi 8
5.5 Arvio runkomelun enimmäistasosta 10
6 Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset 11
6.1 Tärinän aiheuttama vaurioitumisriski 11
6.2 Tärinän aiheuttama viihtyvyyshaitta 11
6.3 Runkomelu 11
7 Johtopäätökset 11
8 Lisätietoa 11
9 Kirjallisuus 12

Liitteet:

Liite 1. Mittauspistesivut, tärinä.

Liite 2. Mittauspistesivut, runkomelu.

Liite 3. Mittauspistesivut, rakennukseen siirtyvän värähtelyn arviointi.

1 YLEISTÄ

Promethor Oy mittasi 2.–9.4.2025 raideliikenteen aiheuttamaa tärinää Harjavallan Paloaseman asemakaava-alueella asemakaavan laadintaa varten. Mittauksilla selvitettiin tärinän voimakkuus alueelle suunniteltavien rakennusten rakenteiden vaurioitumisriskin, tilojen käyttöviihtyvyyden sekä runkomelun kannalta. Kaavatyön tarkoituksena on mahdollistaa uuden paloaseman toteuttaminen Teollisuuskadun ja ratapihan väliin.

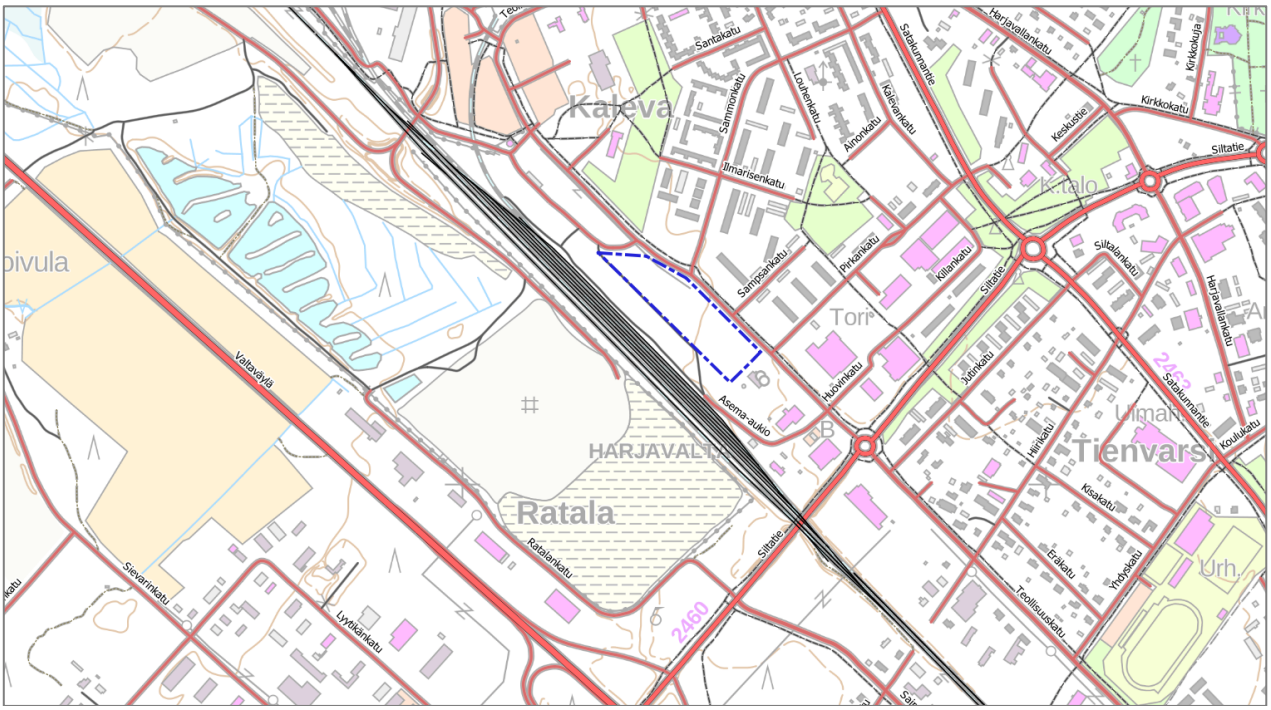
Selvityksen laadintaan ovat osallistuneet Olli Laivoranta ja Jani Kankare Promethor Oy:stä.

2 KOHTEEN SIJAINTI, YMPÄRISTÖ JA MITTAUSPISTEET

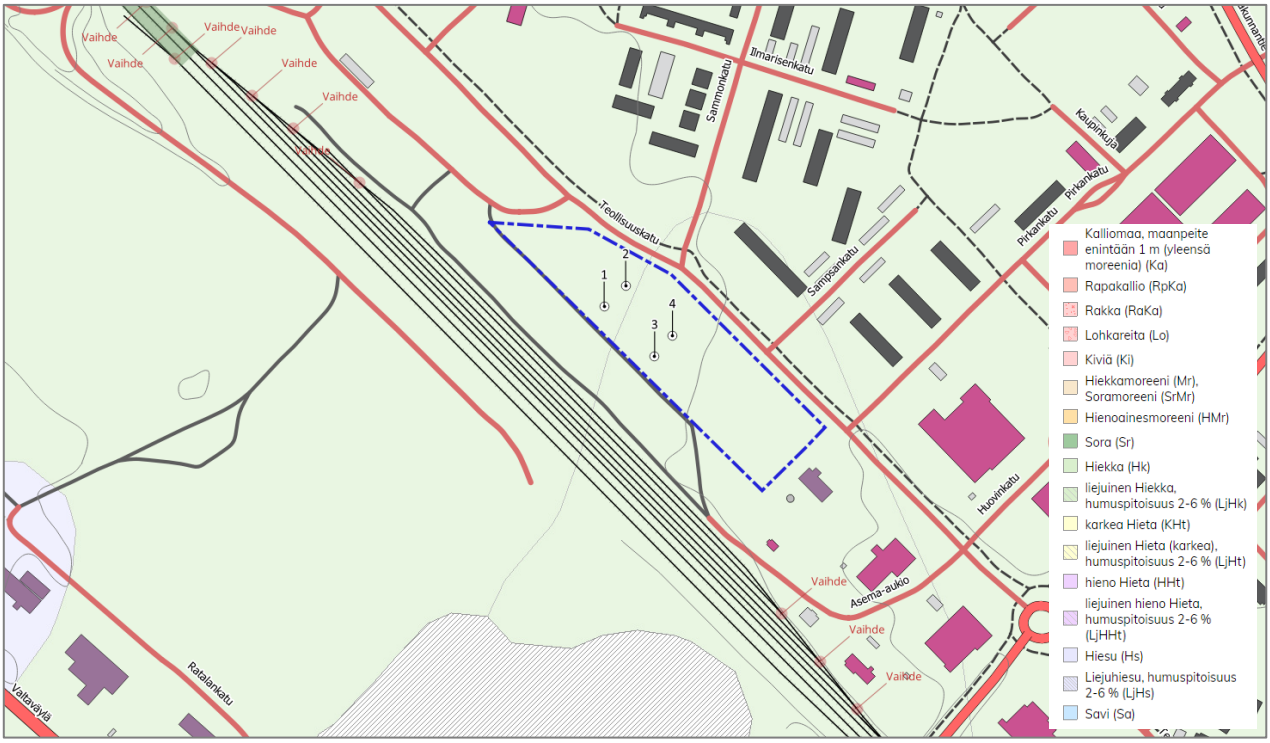
Tarkasteltava alue sijaitsee Harjavallassa ratapihan ja Teollisuuskadun välissä (kuva 1). Alue on nykyisellään rakentamatonta.

GTK:n maaperätietojen (kuva 2) mukaan alueen maaperä on koko suunnittelualueella ja ratapihan alueella hiekkamaata.

Tärinää mitattiin samanaikaisesti neljässä pisteessä (kuva 2). Mittauspisteet muodostivat kaksi rataa vastaan kohtisuoraa mittauslinjaa. Ratapihaa lähempien mittauspisteiden etäisyydet rautatiestä olivat noin 70 metriä lähimmästä raiteesta ja kauempien noin 90 metriä lähimmästä raiteesta.



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



Kuva 2. Maaperäkartta (lähde: gtkdata-gtk.fi).

3 MITTAUS- JA ARVIOINTIMENETELMÄT

Raideliikenteen aiheuttaman tärinän mittaukset suoritettiin VTT:n tiedotteen ”Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta” mukaisesti maaperästä mittaamalla. Mittausjakson pituus kaikissa mittauspisteissä oli 7 vuorokautta.

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 mukaan[1]. 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 tärinätapahtuman taajuuspainotetut tehollisarvot pysyvät 95 prosentin tilastollisella todennäköisyydellä.

[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 merkittävää.

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 nopeussignaaleista 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.

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 herkät 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 värähtelyluokituksesta tunnuslukuun $v_{w,95}$ perustuen tiedotteessaan 2278 ”Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta”. Tämä ohjeellinen värähtelyluokitus on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. VTT:n tiedotteessa 2278 ”Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta” annettu suositus normaalien asuinrakennusten värähtelyluokituksesta.

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

Standardin SFS 5907 *Rakennusten akustinen suunnittelu ja laatuluokitus* on esitetty suositusarvoja kolmessa eri laatuluokassa A1, A2 ja A3, joista luokka A1 on vaativin ja A3 lievin. Luokka A2 on ns. perustaso ja vastaa yhteneviltä osin kansallisissa asetuksissa ja päätöksissä esitettyjä arvoja. Luokka A3 koskee vain olemassa olevia vanhoja rakennuksia.

Standardin mukaan toimistotiloissa suurin sallittu liikenteen aiheuttaman tärinän tunnusluvun $v_{w,95}$ arvo luokassa A2 on 0,60 mm/s. Lepotiloissa voidaan soveltaa mm. asunnoissa ja majoitustiloissa käytettävää luokan A2 arvoa 0,30 mm/s.

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, konserttisalit	25–30
Asuinhuoneistot	30/35*
Hoito- ja sosiaalihuollon laitokset, majoitustilat • potilashuoneet, majoitustilat • päiväkodit, lasten ja henkilökunnan oleskeluun tarkoitetut huoneet	30/35*
Kokoontumis- ja opetustilat • luokkahuoneet, luentosalit, kirkot ja muut huonetilat, joissa edellytetään yleisön saavan hyvin puheesta selvää ilman äänentoistolaitteiden käyttöä • muut kokoontumistilat, kuten teatterit ja kirjastot	35
Toimistot, kaupat, näyttelytilat, museot	40/45*

* Avoradat. Mikäli kaavamääräyksessä on annettu ohje julkisivun ilmaääneneristävyydestä, on VTT:n ohjeen mukaan suositeltavaa käyttää runkomelutason 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 värähtelynopeuden 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 lähimmästä radasta [m]	Resultantti [mm/s]
MP1	70	1,3
MP2	95	0,7
MP3	70	1,6
MP4	95	1,1

5.3 Tärinän tunnusluku $v_{w,95}$

Ihmisten kokemaa tärinähaittaa arvioidaan tärinän tunnusluvun $v_{w,95}$ avulla. Lepoon käytettävissä tiloissa tärinän tunnusluku $v_{w,95}$ ei saisi ylittää arvoa 0,30 mm/s. Toimistotiloihin rinnastettavissa tiloissa suositusarvona voidaan pitää arvoa 0,60 mm/s. Taulukossa 5 on esitetty mittaustuloksista 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]		
		pystysuunta	*rataa vasten kohtisuora vaakasuunta*	*radan suuntainen vaakasuunta*
MP1	70	0,10	0,49	0,34
MP2	95	0,11	0,22	0,18
MP3	70	0,10	0,43	0,46
MP4	95	0,09	0,31	0,32

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 lattiassa (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 ja liitteessä 3.

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

Mittauspiste	Etäisyys radasta [m]	Rungon värähtelyn yleinen voimistuminen $v_{w1,runko}$ [mm/s]	Lattian värähtelyn yleinen voimistuminen $v_{w1,lattia}$ [mm/s]
MP1	70	0,27	0,15
MP2	95	0,12	0,16
MP3	70	0,21	0,14
MP4	95	0,18	0,13

Resonanssitarkastelu

Resonanssitarkastelun tulokset on esitetty liitteessä 3.

Mittauspisteessä MP1 rungon resonanssitarkastelu antaa yli 0,30 mm/s tuloksen yhdellä taajuuskaistalla f = 40 Hz. Tavanomaisten rakennusten runkojen ominaistaajuudet eivät ole näin korkeita, jolloin tuloksella ei ole vaikutusta kohteen suunnitteluun. Rungon resonanssitarkastelun perusteella rakennukseen siirtyvä tärinätaso (tunnusluku) tavanomaisessa rakennuksessa, jonka rungon ominaistaajuus on enintään 10 Hz, tulee olemaan alle 0,20 mm/s, eikä aseta erityisvaatimuksia rakennusten suunnitteluun.

Lattian resonanssitarkastelun perusteella rakennukseen siirtyvä tärinätaso (tunnusluku) pysyy resonanssitaajuuksillakin alle 0,30 mm/s:n, eikä aseta erityisvaatimuksia rakennusten suunnitteluun.

5.5 Arvio runkomelun enimmäistasosta

Taulukossa 7 on esitetty värähtelymittauksista VTT:n arviointimenetelmällä määritetyt runkomelutasot mittauspisteittäin ja akselisuunnittain. Runkomelutasojen laskennassa käytetyt 15 suurimman ohiajon runkomelutasot ja VTT:n ohjeen mukaiset lisätekijät on esitetty liitteessä 2.

Runkomelutaso lepoon käytettävissä tiloissa ei saisi ylittää arvoa 35 dB ja toimistotiloihin rinnastettavissa tiloissa arvoa 45 dB.

Taulukko 7. VTT:n menetelmällä tärinäsignaaleista arvioidut runkomelutasot L_{prm}.

Mittauspiste	Etäisyys radasta [m]	A-painotettu runkomelutaso L_{prm} [dB]		
		z	***y***	***x***
MP1	70	31	51	49
MP2	95	33	46	44
MP3	70	34	52	52
MP4	95	32	49	49

Lainaus VTT:n tiedotteesta 2468, Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arvioiminen, I Esiselvitys. ”*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.*”

6 TULOSTEN TARKASTELU JA JOHTOPÄÄTÖKSET

6.1 Tärinän aiheuttama vaurioitumisriski

Kaikki maasta mitatut tärinän heilahdusnopeuden resultantin arvot 0,7…1,6 mm/s ovat selvästi suositusarvoja 4 mm/s (alttiusluokka II, perinteisesti rakennetut betoni- tiili- tai puurakenteiset asuin- ja liikerakennukset 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

Maasta mitattiin vaakasuunnassa hiekkamaalle tyypilliseen tapaan suhteellisen voimakasta korkeataajuista värähtelyä. Tämän tiedetään kuitenkin vaimenevan merkittävästi maasta rakennukseen siirtyessä, jolloin rakennuksessa havaittavat tärinätasot jäävät selvästi pienemmiksi.

Mittaus- ja arviointitulosten perusteella valmiissa rakennuksessa tärinän tunnusluvun arvo $v_{w,95}$ tulee täyttämään (alittamaan) toimistotiloille sovellettavan suositusarvon 0,60 mm/s, sekä lepotiloille sovellettavan suositusarvon 0,30 mm/s ilman erityistoimenpiteitä.

6.3 Runkomelu

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

Pystysuuntaisesta värähtelystä arvioitujen runkomelutasojen jäädessä alle 35 dB, voidaan todellisten runkomelutasojen arvioida jäävän vaakasuuntaisista arviointituloksista huolimatta alle 35 dB:n. Erillisiä runkomelun vaimennustoimenpiteitä ei lähtökohtaisesti tarvita.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Mittaus- ja arviointitulosten perusteella raideliikenteen aiheuttama tärinä tai runkomelu ei rajoita kohteen kaavoittamista suunniteltuun käyttöön (paloasema). Tärinään tai runkomeluun liittyviä kaavamääräyksiä ei ole tarve asettaa.

8 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

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: Kolmiaksiaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 2.-9.5.2025

MP 1

Suurimmat resultantit

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	*y*	*x*
7.4.2025	17.37	**1,3**	0,16	1,34	1,01
7.4.2025	13.09	1,3	0,14	1,26	0,75
5.4.2025	14.36	1,1	0,11	1,03	0,55
2.4.2025	16.36	1,0	0,09	1,03	0,39
7.4.2025	07.09	1,0	0,10	0,93	0,51
3.4.2025	21.42	0,9	0,07	0,88	0,39
2.4.2025	21.39	0,9	0,08	0,86	0,40
2.4.2025	16.16	0,8	0,08	0,79	0,33
4.4.2025	04.58	0,8	0,11	0,81	0,41
7.4.2025	21.39	0,8	0,09	0,78	0,54
4.4.2025	18.57	0,8	0,12	0,75	0,26
5.4.2025	12.40	0,7	0,09	0,62	0,55
6.4.2025	20.33	0,7	0,24	0,63	0,46
8.4.2025	21.41	0,7	0,07	0,70	0,36
9.4.2025	04.33	0,7	0,07	0,61	0,41

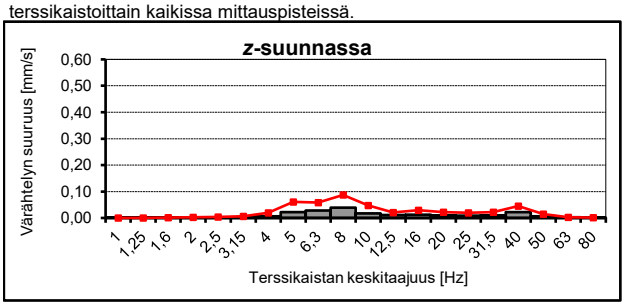
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$-arvot

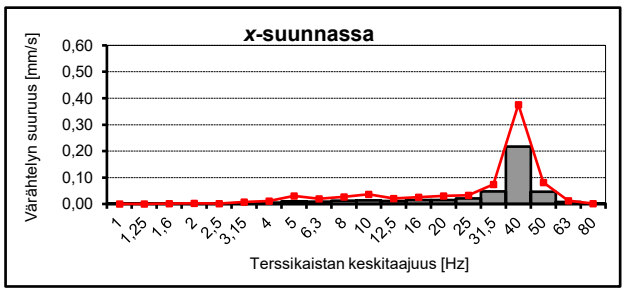
Tärinän tunnusluvun $v_{w,95}$ laskemisessa käytetyt $v_{w,max}$-arvot. Tunnuslukua käytetään asumis- tai käyttöviihtyvyyden arvioinnissa

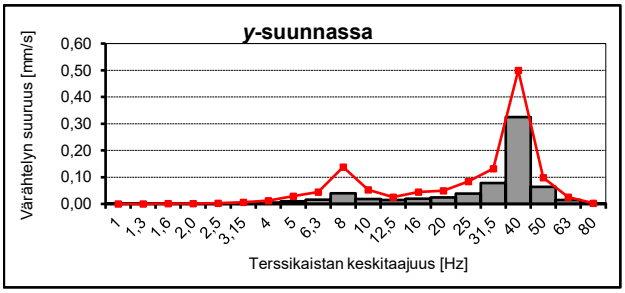
Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *z*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *y*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *x*
6.4.2025	20:33	0,11	7.4.2025	13:09	0,54	7.4.2025	17:37	0,39
8.4.2025	20:27	0,09	7.4.2025	17:37	0,50	5.4.2025	14:36	0,34
4.4.2025	12:16	0,08	4.4.2025	4:58	0,40	7.4.2025	13:09	0,29
2.4.2025	13:03	0,07	5.4.2025	14:36	0,36	8.4.2025	13:37	0,25
2.4.2025	20:14	0,07	2.4.2025	16:36	0,35	7.4.2025	21:39	0,21
4.4.2025	16:51	0,07	7.4.2025	7:09	0,35	4.4.2025	17:36	0,21
3.4.2025	16:16	0,06	7.4.2025	21:39	0,33	4.4.2025	21:39	0,20
7.4.2025	13:09	0,06	4.4.2025	18:57	0,33	6.4.2025	20:33	0,20
7.4.2025	16:37	0,05	3.4.2025	21:42	0,32	5.4.2025	12:40	0,20
7.4.2025	17:37	0,05	2.4.2025	16:16	0,31	9.4.2025	4:33	0,18
5.4.2025	14:36	0,05	2.4.2025	21:39	0,29	4.4.2025	16:51	0,18
7.4.2025	8:49	0,05	4.4.2025	16:51	0,27	7.4.2025	7:09	0,17
5.4.2025	12:40	0,05	6.4.2025	20:33	0,25	8.4.2025	9:33	0,17
4.4.2025	16:14	0,04	4.4.2025	17:36	0,25	2.4.2025	21:39	0,17
4.4.2025	18:57	0,04	4.4.2025	12:16	0,24	2.4.2025	16:36	0,17
	$v_{w,95}$ =	**0,10**		**$v_{w,95}$ =**	**0,49**		**$v_{w,95}$ =**	**0,34**

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

PROMETHOR

Mittauspisteen kuvaus: Kolmiaksiaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 2.-9.5.2025

MP 2

Suurimmat resultantit

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	*y*	*x*
2.4.2025	21.39	**0,7**	0,08	0,57	0,54
5.4.2025	14.36	0,6	0,09	0,64	0,36
2.4.2025	19.23	0,6	0,07	0,29	0,53
7.4.2025	13.09	0,6	0,12	0,51	0,53
7.4.2025	21.39	0,6	0,09	0,49	0,37
8.4.2025	09.33	0,5	0,06	0,43	0,28
2.4.2025	16.36	0,5	0,11	0,44	0,39
4.4.2025	21.39	0,5	0,09	0,44	0,28
6.4.2025	20.33	0,5	0,34	0,49	0,34
3.4.2025	21.42	0,5	0,07	0,42	0,32
6.4.2025	20.33	0,5	0,39	0,39	0,33
5.4.2025	12.40	0,4	0,16	0,35	0,32
2.4.2025	17.37	0,4	0,05	0,35	0,27
8.4.2025	13.37	0,4	0,06	0,37	0,30
4.4.2025	17.36	0,4	0,06	0,36	0,29

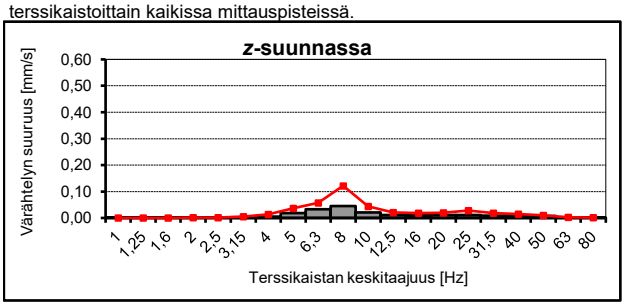
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$-arvot

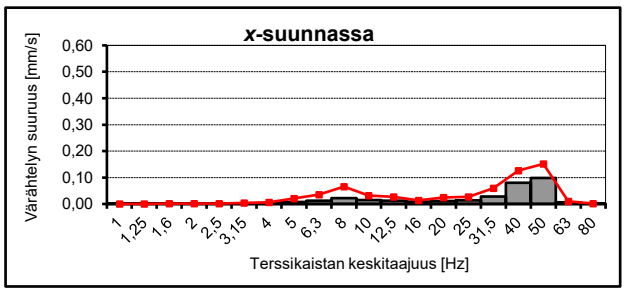
Tärinän tunnusluvun $v_{w,95}$ laskemisessa käytetyt $v_{w,max}$-arvot. Tunnuslukua käytetään asumis- tai käyttöviihtyvyyden arvioinnissa

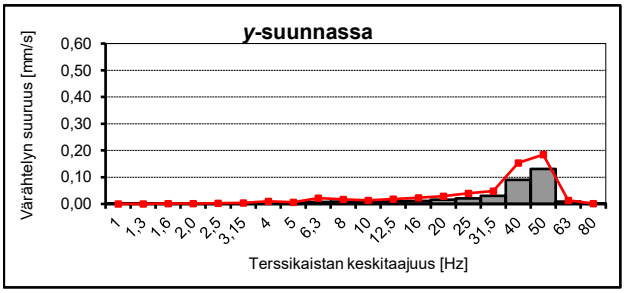
Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *z*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *y*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *x*
6.4.2025	20:33	0,14	5.4.2025	14:36	0,25	2.4.2025	21:39	0,19
4.4.2025	12:16	0,08	2.4.2025	21:39	0,22	5.4.2025	14:36	0,18
3.4.2025	16:16	0,08	7.4.2025	13:09	0,18	7.4.2025	13:09	0,16
8.4.2025	20:27	0,07	4.4.2025	17:36	0,17	2.4.2025	19:23	0,15
7.4.2025	16:37	0,07	7.4.2025	21:39	0,17	6.4.2025	20:33	0,13
8.4.2025	12:20	0,07	4.4.2025	21:39	0,17	7.4.2025	9:33	0,13
4.4.2025	16:51	0,06	2.4.2025	16:36	0,16	2.4.2025	16:36	0,13
2.4.2025	13:34	0,05	8.4.2025	9:33	0,15	8.4.2025	9:33	0,12
5.4.2025	12:40	0,05	7.4.2025	9:33	0,15	8.4.2025	21:41	0,12
7.4.2025	13:09	0,05	4.4.2025	9:34	0,14	4.4.2025	17:36	0,12
5.4.2025	12:38	0,05	3.4.2025	21:42	0,14	3.4.2025	16:16	0,12
2.4.2025	14:46	0,05	4.4.2025	4:58	0,14	3.4.2025	21:42	0,11
8.4.2025	8:53	0,05	2.4.2025	17:37	0,14	6.4.2025	12:32	0,11
2.4.2025	16:36	0,04	9.4.2025	4:33	0,13	4.4.2025	21:39	0,11
4.4.2025	8:54	0,04	4.4.2025	18:57	0,13	4.4.2025	9:34	0,11
	$v_{w,95}$ =	**0,11**		**$v_{w,95}$ =**	**0,22**		**$v_{w,95}$ =**	**0,18**

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

PROMETHOR

Mittauspisteen kuvaus: Kolmiaksiaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 2.-9.5.2025

MP 3

Suurimmat resultantit

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	*y*	*x*
7.4.2025	07.09	**1,6**	0,21	0,88	1,62
5.4.2025	14.36	1,3	0,13	1,23	0,78
7.4.2025	17.37	1,1	0,13	0,99	0,71
4.4.2025	04.58	1,1	0,15	0,87	0,91
4.4.2025	18.57	1,1	0,11	0,82	0,74
6.4.2025	20.33	1,0	0,20	0,57	0,86
7.4.2025	13.08	1,0	0,10	0,80	0,68
2.4.2025	16.36	0,9	0,13	0,65	0,89
7.4.2025	21.39	0,9	0,11	0,89	0,56
4.4.2025	17.36	0,9	0,09	0,64	0,70
6.4.2025	20.33	0,9	0,31	0,62	0,83
7.4.2025	09.33	0,8	0,09	0,81	0,48
2.4.2025	14.46	0,8	0,12	0,68	0,67
7.4.2025	16.37	0,8	0,16	0,74	0,67
4.4.2025	21.39	0,8	0,09	0,70	0,39

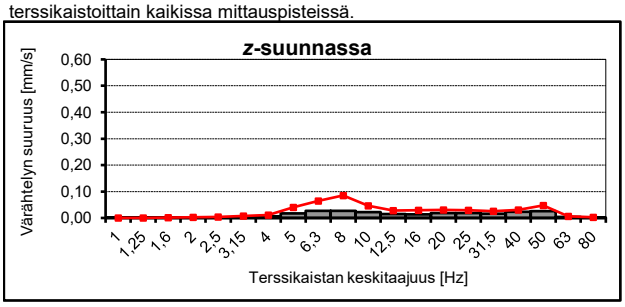
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$-arvot

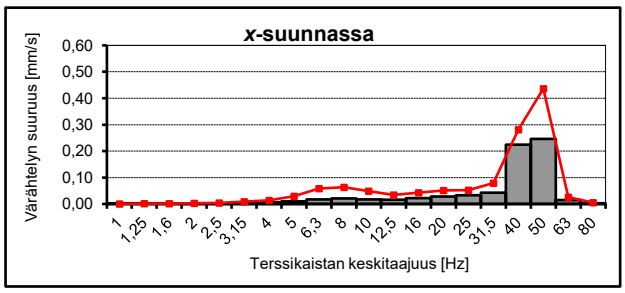
Tärinän tunnusluvun $v_{w,95}$ laskemisessa käytetyt $v_{w,max}$-arvot. Tunnuslukua käytetään asumis- tai käyttöviihtyvyyden arvioinnissa

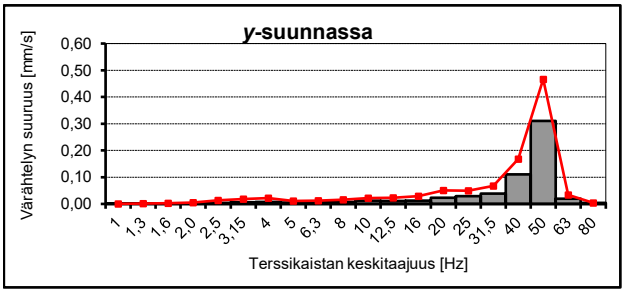
Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *z*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *y*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *x*
6.4.2025	20:33	0,12	5.4.2025	14:36	0,50	7.4.2025	7:09	0,51
7.4.2025	16:37	0,10	7.4.2025	13:08	0,39	7.4.2025	13:08	0,39
7.4.2025	7:09	0,08	4.4.2025	21:39	0,35	5.4.2025	14:36	0,38
4.4.2025	16:51	0,08	7.4.2025	17:37	0,35	7.4.2025	17:37	0,38
4.4.2025	18:57	0,07	4.4.2025	4:58	0,34	6.4.2025	20:33	0,37
7.4.2025	6:16	0,06	2.4.2025	14:46	0,32	2.4.2025	16:36	0,35
5.4.2025	14:36	0,06	7.4.2025	9:33	0,32	4.4.2025	18:57	0,34
4.4.2025	4:58	0,06	7.4.2025	21:39	0,32	4.4.2025	4:58	0,34
3.4.2025	16:16	0,06	4.4.2025	18:57	0,31	7.4.2025	6:16	0,31
5.4.2025	12:38	0,06	8.4.2025	13:36	0,31	2.4.2025	14:46	0,30
2.4.2025	16:36	0,06	3.4.2025	17:36	0,30	2.4.2025	14:27	0,29
7.4.2025	13:08	0,05	2.4.2025	16:36	0,29	7.4.2025	16:37	0,28
4.4.2025	12:16	0,05	2.4.2025	17:37	0,29	2.4.2025	13:34	0,27
2.4.2025	13:34	0,05	4.4.2025	13:10	0,29	2.4.2025	17:37	0,27
7.4.2025	17:37	0,05	4.4.2025	17:36	0,29	2.4.2025	19:23	0,25
	$v_{w,95}$ =	**0,10**		**$v_{w,95}$ =**	**0,43**		**$v_{w,95}$ =**	**0,46**

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

PROMETHOR

Mittauspisteen kuvaus: Kolmiaksiaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 2.-9.5.2025

MP 4

Suurimmat resultantit

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	*y*	*x*
7.4.2025	17.37	**1,1**	0,19	0,73	0,76
7.4.2025	07.09	0,9	0,18	0,87	0,78
7.4.2025	13.09	0,9	0,13	0,80	0,54
5.4.2025	14.36	0,8	0,12	0,71	0,60
6.4.2025	20.33	0,8	0,27	0,77	0,50
4.4.2025	04.58	0,8	0,15	0,68	0,72
4.4.2025	18.57	0,7	0,15	0,65	0,68
5.4.2025	12.38	0,7	0,10	0,59	0,46
7.4.2025	16.37	0,7	0,18	0,51	0,49
7.4.2025	21.39	0,7	0,09	0,60	0,41
4.4.2025	16.14	0,7	0,08	0,65	0,48
2.4.2025	14.46	0,7	0,06	0,62	0,24
7.4.2025	21.39	0,6	0,08	0,63	0,43
3.4.2025	17.36	0,6	0,09	0,64	0,56
4.4.2025	21.39	0,6	0,11	0,53	0,39

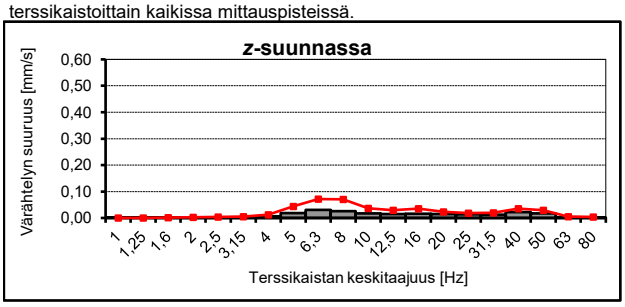
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$-arvot

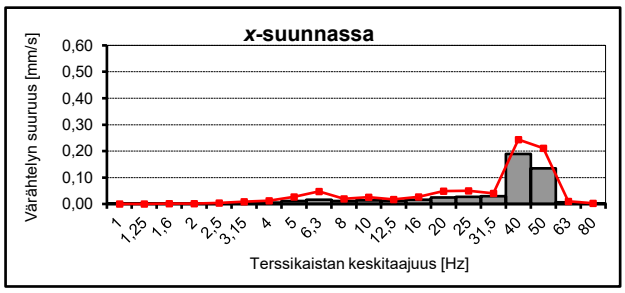
Tärinän tunnusluvun $v_{w,95}$ laskemisessa käytetyt $v_{w,max}$-arvot. Tunnuslukua käytetään asumis- tai käyttöviihtyvyyden arvioinnissa

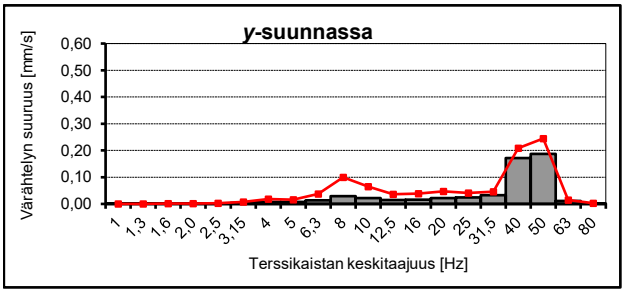
Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *z*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *y*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *x*
6.4.2025	20:33	0,11	7.4.2025	7:09	0,32	7.4.2025	7:09	0,33
7.4.2025	16:37	0,10	7.4.2025	17:37	0,30	7.4.2025	13:08	0,30
7.4.2025	7:09	0,07	5.4.2025	14:36	0,30	7.4.2025	17:37	0,30
4.4.2025	12:16	0,06	7.4.2025	13:08	0,28	4.4.2025	18:57	0,26
3.4.2025	23:20	0,06	5.4.2025	12:38	0,27	4.4.2025	4:58	0,26
3.4.2025	16:16	0,06	6.4.2025	20:33	0,27	5.4.2025	14:36	0,25
5.4.2025	12:38	0,06	7.4.2025	21:39	0,26	2.4.2025	17:38	0,23
4.4.2025	18:57	0,06	2.4.2025	14:46	0,25	2.4.2025	19:23	0,22
4.4.2025	16:51	0,06	4.4.2025	18:57	0,25	2.4.2025	16:36	0,22
7.4.2025	13:08	0,05	4.4.2025	4:58	0,25	7.4.2025	16:37	0,21
4.4.2025	4:58	0,05	4.4.2025	17:36	0,24	8.4.2025	17:38	0,20
2.4.2025	16:36	0,05	2.4.2025	21:39	0,24	3.4.2025	17:36	0,19
7.4.2025	17:37	0,05	2.4.2025	17:37	0,23	2.4.2025	21:39	0,19
7.4.2025	6:16	0,05	4.4.2025	13:10	0,23	2.4.2025	13:34	0,19
5.4.2025	14:36	0,05	2.4.2025	13:33	0,23	7.4.2025	6:16	0,18
	$v_{w,95}$ =	**0,09**		**$v_{w,95}$ =**	**0,31**		**$v_{w,95}$ =**	**0,32**

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

PROMETHOR

Mittauspisteen kuvaus: Kolmiaksiaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 2.-9.5.2025

MP 1

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]
5.4.2025	14:36	31	7.4.2025	17:37	51	7.4.2025	17:37	49
7.4.2025	17:37	31	7.4.2025	13:09	51	5.4.2025	14:36	49
7.4.2025	13:09	30	5.4.2025	14:36	49	7.4.2025	13:09	47
8.4.2025	13:37	27	7.4.2025	7:09	48	8.4.2025	13:37	44
8.4.2025	9:33	26	4.4.2025	4:58	48	5.4.2025	12:40	44
7.4.2025	21:39	26	7.4.2025	21:39	48	7.4.2025	21:39	44
5.4.2025	12:40	26	2.4.2025	16:36	47	4.4.2025	21:39	43
4.4.2025	17:36	26	4.4.2025	18:57	47	8.4.2025	9:33	43
4.4.2025	21:39	26	2.4.2025	16:16	47	4.4.2025	17:36	43
6.4.2025	20:33	26	2.4.2025	21:39	46	6.4.2025	20:33	43
2.4.2025	21:39	25	3.4.2025	21:42	45	4.4.2025	16:50	42
8.4.2025	17:38	25	4.4.2025	16:51	45	9.4.2025	4:33	42
9.4.2025	4:33	25	4.4.2025	17:36	45	2.4.2025	21:39	42
6.4.2025	12:32	25	9.4.2025	4:33	45	8.4.2025	17:38	42
8.4.2025	21:41	25	7.4.2025	9:33	45	8.4.2025	21:41	42
	L_{pA} =	**31**		**L_{pA} =**	**51**		**L_{pA} =**	**49**

Laskennassa käytetyt VTT:n ohjeen mukaiset lisätekijät:

			käytetty
Rakennuksen tyyppi			
Perustus kalliolle	0 dB		
Puutalo 1-2 krs	-5 dB		
Betonitalo 1-2 krs	-7 dB		
Kerrostalo	-10 dB		x
Tarkasteltava asuinkerros		kerros:	
Kerrokset 1-5	-2 dB/kerros	1	x
Ylemmät kerrokset	-1 dB/kerros	-	
Rakenneosien resonanssi			
Lattia, seinät, katto	6 dB		x
Muunto äänenpainetasoksi			
vakio	-28 dB		x
Varmuusvara			
vakio (maasta)		6 dB	x

* 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: Kolmiaksiaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 2.-9.5.2025

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]
3.4.2025	21:42	35	5.4.2025	14:36	47	5.4.2025	14:36	44
4.4.2025	16:14	30	2.4.2025	21:39	46	2.4.2025	21:39	44
5.4.2025	14:36	26	4.4.2025	21:39	44	7.4.2025	13:08	43
7.4.2025	13:08	26	7.4.2025	13:09	44	2.4.2025	19:23	43
2.4.2025	21:39	26	4.4.2025	17:36	44	7.4.2025	21:39	41
2.4.2025	19:23	24	8.4.2025	9:33	44	8.4.2025	21:41	41
4.4.2025	17:36	24	3.4.2025	21:42	43	2.4.2025	16:36	41
4.4.2025	18:57	24	7.4.2025	21:39	43	7.4.2025	9:33	41
7.4.2025	9:33	24	8.4.2025	13:36	43	4.4.2025	21:39	41
7.4.2025	7:09	23	2.4.2025	16:36	43	3.4.2025	21:42	41
7.4.2025	21:39	23	4.4.2025	9:34	43	4.4.2025	17:36	41
2.4.2025	16:36	23	9.4.2025	4:33	42	8.4.2025	9:33	41
8.4.2025	21:41	23	4.4.2025	4:58	42	4.4.2025	9:34	40
4.4.2025	13:10	23	2.4.2025	17:37	42	8.4.2025	17:38	40
8.4.2025	17:38	22	8.4.2025	21:41	42	6.4.2025	12:32	40
	L_{pA} =	**33**		**L_{pA} =**	**46**		**L_{pA} =**	**44**

Laskennassa käytetyt VTT:n ohjeen mukaiset lisätekijät:

			käytetty
Rakennuksen tyyppi			
Perustus kalliolle	0 dB		
Puutalo 1-2 krs	-5 dB		
Betonitalo 1-2 krs	-7 dB		
Kerrostalo	-10 dB		x
Tarkasteltava asuinkerros		kerros:	
Kerrokset 1-5	-2 dB/kerros	1	x
Ylemmät kerrokset	-1 dB/kerros	-	
Rakenneosien resonanssi			
Lattia, seinät, katto	6 dB		x
Muunto äänenpainetasoksi			
vakio	-28 dB		x
Varmuusvara			
vakio (maasta)		6 dB	x

* 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: Kolmiaksiaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 2.-9.5.2025

MP 3

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]
7.4.2025	7:09	35	5.4.2025	14:36	54	7.4.2025	7:09	53
5.4.2025	14:36	33	7.4.2025	17:37	51	5.4.2025	14:36	51
7.4.2025	13:08	32	7.4.2025	13:08	51	7.4.2025	13:08	51
7.4.2025	17:37	32	4.4.2025	21:39	50	7.4.2025	17:37	50
6.4.2025	20:33	32	7.4.2025	9:33	50	4.4.2025	4:58	50
4.4.2025	4:58	31	4.4.2025	4:58	50	6.4.2025	20:33	50
2.4.2025	16:36	31	3.4.2025	17:36	50	2.4.2025	16:36	49
4.4.2025	18:57	31	7.4.2025	21:39	50	4.4.2025	18:57	49
2.4.2025	14:46	31	4.4.2025	13:10	50	7.4.2025	6:16	49
7.4.2025	6:16	31	4.4.2025	18:57	50	2.4.2025	14:46	49
7.4.2025	16:37	30	8.4.2025	13:36	49	2.4.2025	14:27	48
2.4.2025	14:27	30	2.4.2025	14:46	49	7.4.2025	16:37	48
8.4.2025	13:36	30	9.4.2025	4:32	49	4.4.2025	17:36	47
7.4.2025	21:39	30	8.4.2025	21:41	49	7.4.2025	9:33	47
4.4.2025	17:36	29	2.4.2025	17:37	49	7.4.2025	21:39	47
	L_{pA} =	**34**		**L_{pA} =**	**52**		**L_{pA} =**	**52**

Laskennassa käytetyt VTT:n ohjeen mukaiset lisätekijät:

			käytetty
Rakennuksen tyyppi			
Perustus kalliolle	0 dB		
Puutalo 1-2 krs	-5 dB		
Betonitalo 1-2 krs	-7 dB		
Kerrostalo	-10 dB		x
Tarkasteltava asuinkerros		kerros:	
Kerrokset 1-5	-2 dB/kerros	1	x
Ylemmät kerrokset	-1 dB/kerros	-	
Rakenneosien resonanssi			
Lattia, seinät, katto	6 dB		x
Muunto äänenpainetasoksi			
vakio	-28 dB		x
Varmuusvara			
vakio (maasta)		6 dB	x

* 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: Kolmiaksiaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 2.-9.5.2025

MP 4

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]
7.4.2025	7:09	32	7.4.2025	7:09	49	7.4.2025	7:09	48
7.4.2025	13:08	31	7.4.2025	17:37	48	7.4.2025	13:08	48
7.4.2025	17:37	31	5.4.2025	14:36	48	7.4.2025	17:37	48
5.4.2025	14:36	31	7.4.2025	13:09	48	5.4.2025	14:36	47
4.4.2025	18:57	30	7.4.2025	21:39	47	4.4.2025	18:57	47
4.4.2025	4:58	30	4.4.2025	18:57	47	4.4.2025	4:58	46
7.4.2025	16:37	28	5.4.2025	12:38	47	2.4.2025	19:23	45
8.4.2025	17:38	28	4.4.2025	4:58	47	8.4.2025	17:38	45
2.4.2025	19:23	28	6.4.2025	20:33	47	7.4.2025	16:37	45
2.4.2025	16:36	28	4.4.2025	13:10	46	3.4.2025	17:36	44
8.4.2025	21:41	27	2.4.2025	21:39	46	2.4.2025	17:38	44
3.4.2025	17:36	27	4.4.2025	17:36	46	2.4.2025	16:36	44
2.4.2025	17:38	27	7.4.2025	9:33	46	7.4.2025	6:16	44
4.4.2025	13:10	27	2.4.2025	14:46	46	8.4.2025	20:27	43
8.4.2025	9:33	27	8.4.2025	13:36	46	7.4.2025	21:39	43
	L_{pA} =	**32**		**L_{pA} =**	**49**		**L_{pA} =**	**49**

Laskennassa käytetyt VTT:n ohjeen mukaiset lisätekijät:

			käytetty
Rakennuksen tyyppi			
Perustus kalliolle	0 dB		
Puutalo 1-2 krs	-5 dB		
Betonitalo 1-2 krs	-7 dB		
Kerrostalo	-10 dB		x
Tarkasteltava asuinkerros		kerros:	
Kerrokset 1-5	-2 dB/kerros	1	x
Ylemmät kerrokset	-1 dB/kerros	-	
Rakenneosien resonanssi			
Lattia, seinät, katto	6 dB		x
Muunto äänenpainetasoksi			
vakio	-28 dB		x
Varmuusvara			
vakio (maasta)		6 dB	x

* 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: Kolmiaksiaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 2.-9.5.2025

MP 1

Maasta mitatut tunnusluvut

$v_{z,w,95} =$ **0,1 mm/s**

$v_{y,w,95} =$ **0,49 mm/s**

$v_{x,w,95} =$ **0,34 mm/s**

Maasta perustukseen siirtyvä värähtely

$v_{w,95}^{per,z} =$ **0,1 mm/s**

$v_{w,95}^{per,y} =$ **0,18 mm/s**

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

Tärinän yleinen voimistuminen rakennuksessa

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

$v_{w,1}^{lattia} = k_1^{lattia} \cdot v_{w,95}^{per,z} =$ **0,15 mm/s** (Lattian värähtelyn yleinen voimistuminen)

$v_{w1}^{runko} = k_1^{runko} \cdot \max(v_{w,95}^{per,x}, v_{w,95}^{per,y}) =$ **0,27 mm/s** (Rungon värähtelyn yleinen voimistuminen)

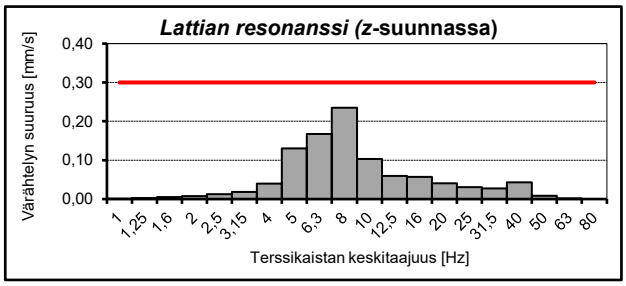
Resonanssitarkastelu

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

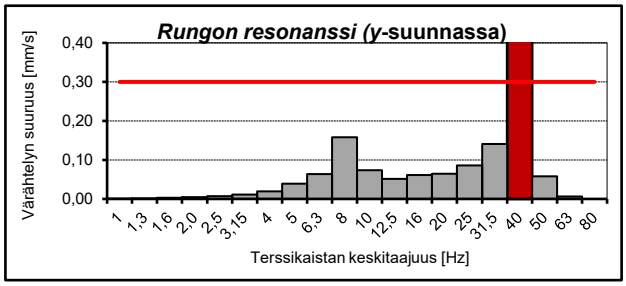
$v_{w,2}^{lattia} = k_2^{lattia} \cdot v_{w,j}^{per,z} =$ **0,24 mm/s** (Lattian värähtelyn suurin resonanssi)

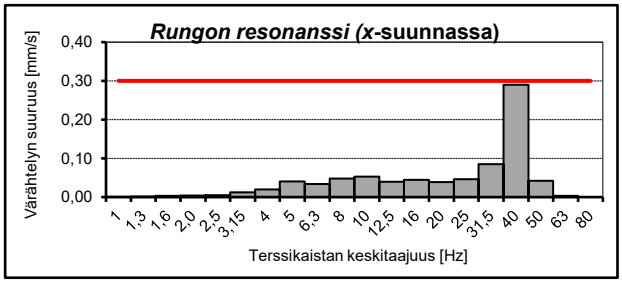
$v_{w2}^{runko} = k_2^{runko} \cdot v_{w,j}^{per,x/y} =$ **0,43 mm/s** (Rungon värähtelyn suurin resonanssi)

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



Vaakasuuntaisten (y- ja x-akseli) **rungon resonanssien** (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: Kolmiaksiaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 2.-9.5.2025

MP 2

Maasta mitatut tunnusluvut

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

$v_{y,w,95} =$ **0,22 mm/s**

$v_{x,w,95} =$ **0,18 mm/s**

Maasta perustukseen siirtyvä värähtely

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

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

$v_{w,95}^{per,x} =$ **0,08 mm/s**

Tärinän yleinen voimistuminen rakennuksessa

Yleinen voimistuminen määritetään perustuksen värähtelyn vaaka- (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 mm/s** (Lattian värähtelyn yleinen voimistuminen)

$v_{w1}^{runko} = k_1^{runko} \cdot \max(v_{w,95}^{per,x}, v_{w,95}^{per,y}) =$ **0,12 mm/s** (Rungon värähtelyn yleinen voimistuminen)

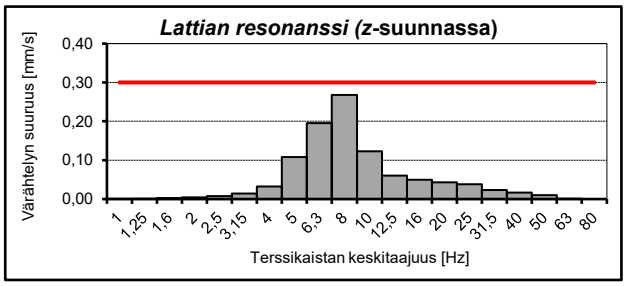
Resonanssitarkastelu

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

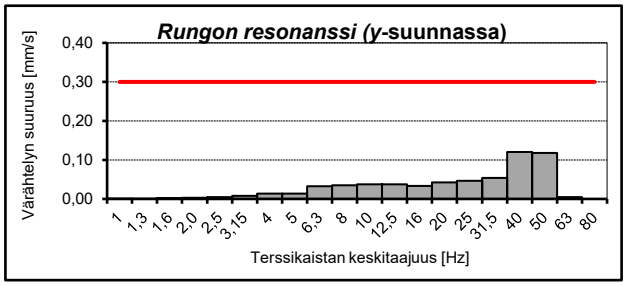
$v_{w,2}^{lattia} = k_2^{lattia} \cdot v_{w,j}^{per,z} =$ **0,27 mm/s** (Lattian värähtelyn suurin resonanssi)

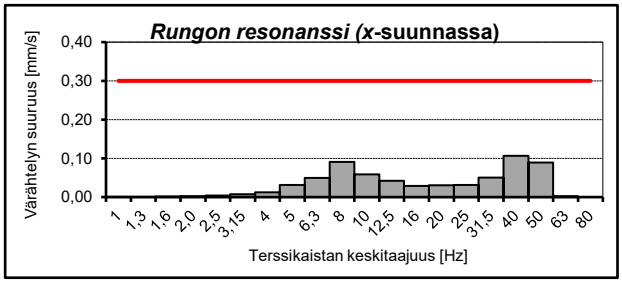
$v_{w2}^{runko} = k_2^{runko} \cdot v_{w,j}^{per,x/y} =$ **0,12 mm/s** (Rungon värähtelyn suurin resonanssi)

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



Vaakasuuntaisten (y- ja x-akseli) **rungon resonanssien** (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: Kolmiaksiaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 2.-9.5.2025

MP 3

Maasta mitatut tunnusluvut

$v_{z,w,95} =$ **0,1 mm/s**

$v_{y,w,95} =$ **0,43 mm/s**

$v_{x,w,95} =$ **0,46 mm/s**

Maasta perustukseen siirtyvä värähtely

$v_{w,95}^{per,z} =$ **0,09 mm/s**

$v_{w,95}^{per,y} =$ **0,11 mm/s**

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

Tärinän yleinen voimistuminen rakennuksessa

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

$v_{w,1}^{lattia} = k_1^{lattia} \cdot v_{w,95}^{per,z} =$ **0,14 mm/s** (Lattian värähtelyn yleinen voimistuminen)

$v_{w1}^{runko} = k_1^{runko} \cdot \max(v_{w,95}^{per,x}, v_{w,95}^{per,y}) =$ **0,21 mm/s** (Rungon värähtelyn yleinen voimistuminen)

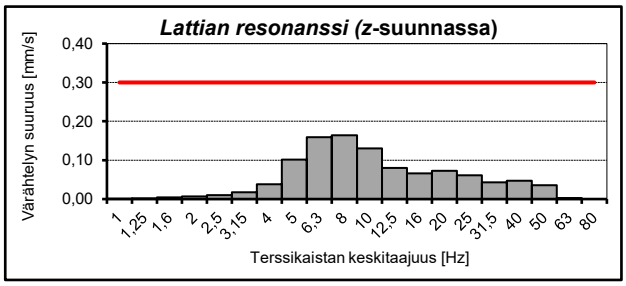
Resonanssitarkastelu

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

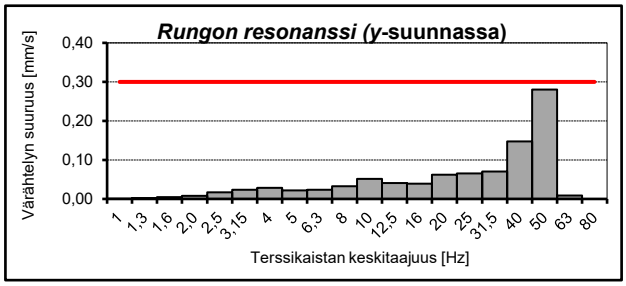
$v_{w,2}^{lattia} = k_2^{lattia} \cdot v_{w,j}^{per,z} =$ **0,16 mm/s** (Lattian värähtelyn suurin resonanssi)

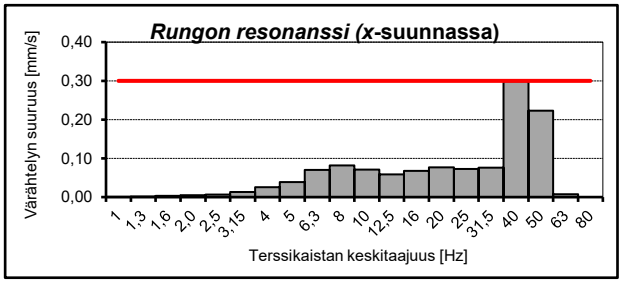
$v_{w2}^{runko} = k_2^{runko} \cdot v_{w,j}^{per,x/y} =$ **0,3 mm/s** (Rungon värähtelyn suurin resonanssi)

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



Vaakasuuntaisten (y- ja x-akseli) **rungon resonanssien** (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: Kolmiaksiaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 2.-9.5.2025

MP 4

Maasta mitatut tunnusluvut

$v_{z,w,95} =$ **0,09 mm/s**

$v_{y,w,95} =$ **0,31 mm/s**

$v_{x,w,95} =$ **0,32 mm/s**

Maasta perustukseen siirtyvä värähtely

$v_{w,95}^{per,z} =$ **0,09 mm/s**

$v_{w,95}^{per,y} =$ **0,12 mm/s**

$v_{w,95}^{per,x} =$ **0,1 mm/s**

Tärinän yleinen voimistuminen rakennuksessa

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

$v_{w,1}^{lattia} = k_1^{lattia} \cdot v_{w,95}^{per,z} =$ **0,13 mm/s** (Lattian värähtelyn yleinen voimistuminen)

$v_{w1}^{runko} = k_1^{runko} \cdot \max(v_{w,95}^{per,x}, v_{w,95}^{per,y}) =$ **0,18 mm/s** (Rungon värähtelyn yleinen voimistuminen)

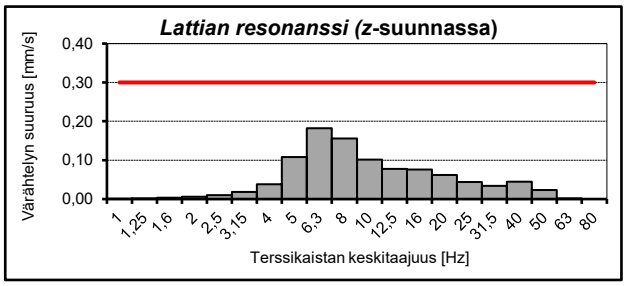
Resonanssitarkastelu

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

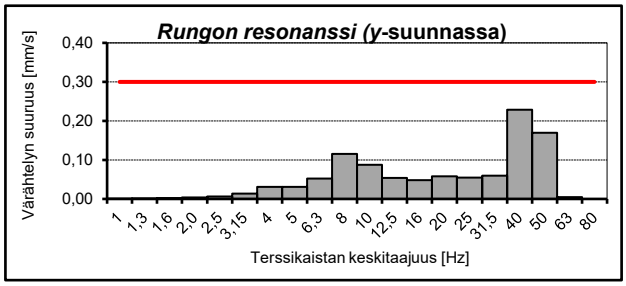
$v_{w,2}^{lattia} = k_2^{lattia} \cdot v_{w,j}^{per,z} =$ **0,18 mm/s** (Lattian värähtelyn suurin resonanssi)

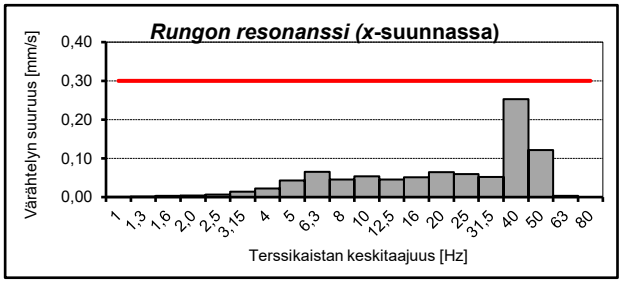
$v_{w2}^{runko} = k_2^{runko} \cdot v_{w,j}^{per,x/y} =$ **0,25 mm/s** (Rungon värähtelyn suurin resonanssi)

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



Vaakasuuntaisten (y- ja x-akseli) **rungon resonanssien** (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.