

Lahden kaupunki  
Anne Karvinen-Jussilainen  
PL 126  
15141 Lahti

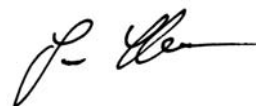
Turku 27.12.2013

## MITTAUSRAPORTTI LIIKENNETÄRINÄSELVITYS

Radanvarren alue Matkakeskuksen länsipuolella, Lahti

Mittaukset suoritettu 10.–17.12.2013

Raportin vakuudeksi



Jani Kankare  
Toimitusjohtaja, FM



**HELSINKI**  
Porvoonkatu 9 A  
00510 HELSINKI  
puh. 050 377 6565  
www.promethor.fi

**TURKU**  
Rautakatu 5 A  
20520 TURKU  
puh. 050 570 3476  
promet@promethor.fi

## Sisällysluettelo

1	Yleistä.....	3
2	Mittaus- ja arviointimenetelmät .....	3
3	Mittauslaitteet.....	4
4	Tärinän suositusarvot .....	4
4.1	Tärinän suositusarvot rakennusten vaurioriskin kannalta .....	4
4.2	Tärinän suositusarvot asumisviihtyvyyden kannalta .....	4
4.3	Tärinän suositusarvot käyttöviihtyvyyden kannalta teollisuus-, liike-, toimisto- ja opetustiloissa.....	5
4.4	Runkomelun suositusarvot.....	5
5	Selvitysalue ja mittauspisteet.....	6
6	Mittaustulokset .....	7
6.1	Värähtelyn heilahdusnopeuden resultantti $v_{res}$ .....	7
6.2	Tärinän tunnusluku $v_{w,95}$ .....	7
6.3	Rakennukseen siirtyvän tärinän arviointi.....	7
6.3.1	Yleinen voimistuminen .....	8
6.3.2	Resonanssitarkastelu .....	8
6.4	Värähtelyn taajuussisältö .....	8
6.5	Arvio runkomelun enimmäistasosta .....	9
7	Tulosten tarkastelu.....	9
7.1	Tärinän aiheuttama vaurioitumisriski .....	9
7.2	Tärinän aiheuttama viihtyvyyshaitta.....	9
7.3	Tärinän aiheuttama runkomelu .....	10
7.4	Muita huomioita.....	10
8	Johtopäätökset .....	10
9	Kirjallisuutta.....	11
10	Lisätietoja .....	11

Liite 1. Tärinän tulossivut.

Liite 2. Runkomelun tulossivut.

## 1 YLEISTÄ

Promethor Oy mittasi 10.–17.12.2013 raideliikenteen aiheuttamaa tärinää Lahdessa radanvarren alueella Matkakeskuksen länsipuolella. Kohteeseen on suunnitteilla asuinkerrostaloja ja liiketiloja. Mittauksia suoritettiin neljässä pisteessä alueella olemassa olevien rakennusten kantavista rakenteista. Mittausten perusteella tässä selvityksessä arvioidaan:

- suunnittelualueen eri osien soveltuminen rakentamiselle rakennusten vaurioriskin kannalta (rakennusten minimietäisyys rautatiestä)
- suunnittelualueen eri osien soveltuminen rakentamiselle tilojen käyttö- ja asumisviihtyvyyden kannalta (asuinrakennusten minimietäisyys rautatiestä)
- arvioidaan suunnittelualueen rakennuksiin tyypilliseen asuinhuoneeseen aiheutuvaa runkome-lutasoa.

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

## 2 MITTAUS- JA ARVIOINTIMENETELMÄT

Tärinämittaukset suoritettiin VTT:n tiedotteen ”Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta” mukaisesti. Mittaus suoritettiin miehittämättömänä eli mittauslaitteisto toimi itsenäisesti. Herätekyynnyksen ylityttyä mittaussignaali tallentui laitteen muistiin, josta se analysoitiin myöhemmin. Signaalien pääteltiin olevan liikenteen aiheuttamia mm. tärinäsignaalien kestoajan, muodon ja amplitudin perusteella.

Mittaustulosten analysointi ja tulkinta ihmisen kokeman tärinähaitan kannalta tehtiin VTT:n ohjeiden ”Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta”, ”Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maan-käytön suunnittelussa” ja ”Ohjeita liikennetärinän arviointiin” mukaan. Mittaustulosten tulkinta rakenteiden vaurioitumisriskin kannalta tehtiin VTT:n ohjeen ”Rautatieliikenteen tärinän vaikutus rakenteisiin – Vaurioalttiuden kartoittaminen ja mittaaminen” mukaan. Kyseisiä ohjeita voidaan käyttää tie- ja raideliikennetärinän arvioinnissa.

Rakenteiden vaurioriskiä arvioitiin värähtelyn taajuuspainottamattoman heilahdusnopeuden resultantin maksimiarvon  $v_{res}$  avulla. Se määritettiin nopeussignaaleista, jotka saatiin integroimalla mitatut kiihtyvyyssignaalit.

Ihmisen kokeman häiriön kuvaamiseksi tärinäsignaaleista laskettiin tunnusluku  $v_{w,95}$  VTT:n suositusten mukaan<sup>1</sup>. Mitatut tärinäsignaalit taajuuspainotettiin standardin ISO 2631-2 mukaisella kokokehontärinän painotusfunktiolla, minkä jälkeen niistä laskettiin liukuvan tehollisarvon maksimit  $v_{w,max}$ . Näistä valittiin 15 suurinta, joiden perusteella laskettiin tunnusluku  $v_{w,95}$ . Värähtelyjen tunnusluvulla  $v_{w,95}$  tarkoitetaan arvoa, jota pienempänä viikon aikana 15 suurimman tärinätaapahtuman painotettu tehollisarvo pysyy 95 prosentin tilastollisella todennäköisyydellä.

Maasta rakennukseen siirtyvää tärinää arvioidaan VTT:n tiedotteen 2045, ”Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi”, 2008, ja VTT:n tiedotteen 2569, ”Ohjeita liikennetärinän arviointiin”, 2011, mukaisesti.

Suomessa ei ole standardoitua menetelmää runkomelun arviointiin. Tässä raportissa raideliikenteen aiheuttamaa runkomelua arvioidaan VTT:n tiedotteen 2468 ”Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arvi-

---

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

ointi” 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 lisätekiäjäitä käyttäen.

### 3 MITTAUSLAITTEET

Mittauksissa käytetyt laitteet olivat:

- datatallentimet Rion DA-20
- kiihtyvyyssanturit Metra KS-48B/C.

### 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. Normaalkuntoiset 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 herkäät rakennukset tai rakenteet ja kulttuurihistoriallisesti tai yhteiskunnallisesti merkittävät rakennukset.	< 10	2
	10...30	3
	> 30	4

#### 4.2 Tärinän suositusarvot asumisviihtyvyyden kannalta

Ympäristönsuojelulaissa (nro 86/2000) ja Suomen rakentamismääräyskokoelmassa (osa B3, 2004) veloitetaan ottamaan liikennetärinän vaikutukset huomioon muun muassa kaavoituksessa. Suomessa ei kuitenkaan ole virallisia raja-arvoja liikenteen aiheuttamalle kokokehon tärinälle, joka kohdistuu ihmisiin rakennuksissa.

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 luokituksista” annettu suositus normaalien asuinrakennusten värähtelyluokituksista.

Värätelyluokka	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

### 4.3 Tärinän suositusarvot käyttöviihtyvyyden kannalta teollisuus-, liike-, toimisto- ja opetustiloissa

Liike-, toimisto- ja opetustiloille ei ole annettu selkeitä suositusarvoja. Kyseisille tiloille esitetyt suositusarvot vaihtelevat 0,6...1,2 mm/s välillä suosituksen esittäjästä ja lähdeoteoksesta riippuen.

Tässä selvityksessä tunnusluvun suositusarvona käytetään liike- ja toimistorakennukselle 0,90 mm/s.

### 4.4 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.

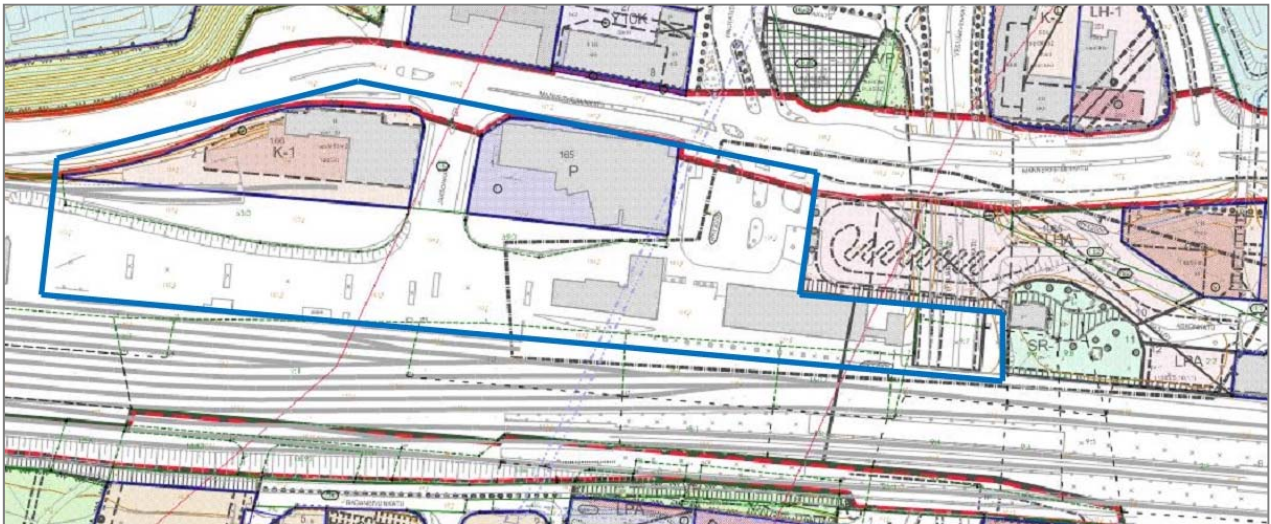
**Taulukko 3.** VTT:n tiedotteessa 2468 ”Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi, 2009” esitetty suositus runkomelutasojen raja-arvoiksi.

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

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

## 5 SELVITYSALUE JA MITTAUSPISTEET

Selvitysalue sijaitsee Lahdessa radanvarren alueella Matkakeskuksen länsipuolella. Aluetta rajaa etelässä rautatie, pohjoisessa Mannerheiminkatu ja idässä Matkakeskuksen alue. Alueen rajaus on esitetty kuvassa 1. Lasse Eerolan (Geo-Ykkönen Oy) mukaan salpausselän tiivis ja kova sora-/moreenimaa jatkuu pohjoisesta selvitysalueen läpi junarataan asti (epävirallinen puhelinkeskustelu 20.12.2013 Laivoranta - Eerola).



**Kuva 1.** Selvityskohteen sijainti (karkea rajaus sinisellä). Lähde: Arkkitehdit m3 Oy.

Mittaukset suoritettiin alueella olevien nykyisten rakennusten kantavista rakenteista. Mittauspisteiden sijainnit on esitetty kuvassa 2.



**Kuva 2.** Mittauspisteiden sijainnit VE0-havainnepiirroksen merkittinä. Havainnepiirroksen lähde: Arkkitehdit m3 Oy.



## 6 MITTAUSTULOKSET

Tässä raportissa tärinän mittaussuunnista pystyakselia nimitetään z-suunnaksi, vaakasuuntaista rautatie-tä vastaan kohtisuoraa akselia y-suunnaksi ja rautatien suuntaista akselia x-suunnaksi.

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

Rakennusten vaurioitumisriskiä arvioidaan painottamattoman värähtelynnopeuden resultantin suurimman arvon avulla. Taulukossa 4 on esitetty suurimmat nykyisten rakennuksien sokkeleista mitatut resultantti-en arvot. Suositeltavana enimmäisarvona voidaan tarkasteltavassa kohteessa pitää VTT:n ohjeiden mukaan 4 mm/s. Liitteessä 1 on esitetty mitatuista resultanteista 15 suurinta kussakin mittauspisteessä.

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

Mittauspiste	Resultantti [mm/s]
MP1	0,1
MP2	0,2
MP3	0,2
MP4	0,1

### 6.2 Tärinän tunnusluku $v_{w,95}$

Ihmisten kokemaa tärinähaittaa arvioidaan tärinän tunnusluvun  $v_{w,95}$  avulla. VTT:n suosituksen mukaan uusissa normaaleissa asuinrakennuksissa tärinän tunnusluku  $v_{w,95}$  ei saisi ylittää arvoa 0,30 mm/s (luokka C). Nykyisten rakennusten sokkeleista mitatut tunnusluvun arvot on esitetty taulukossa 5. Laskuissa käytetyt  $v_{w,max}$ -arvot on esitetty liitteessä 1.

Taulukossa 5 esitetyt arvot ovat selvästi suositusarvoa 0,30 mm/s pienempiä. Mitattuja tunnuslukuja ei kuitenkaan voi suoraan verrata suunniteltujen uudisrakennusten tiloissa sallittavaan (havaittavaan) arvoon. Uudisrakennuksissa havaittava tärinä on määritetty mittaustulosten perusteella luvussa 6.3 esitety mukaisesti.

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

Mittauspiste	$v_{w,95}$ [mm/s]		
	z	y	x
MP1	0,01	0,01	0,01
MP2	0,06	0,05	0,04
MP3	0,07	0,05	0,04
MP4	0,01	0,02	0,01

### 6.3 Rakennukseen siirtyvän tärinän arviointi

Sokkelista rakennukseen siirtyvää tärinää (valmiissa kohteessa havaittavaa tärinää) arvioidaan VTT:n tiedotteen 2425 ”Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi”, 2008 mukaisesti. Arviointimenetelmässä arvioidaan perustuksesta runkoon ja lattiaan siirtyvän värähtelyn vahvistumista käyttämällä yleisen voimistumisen ja resonanssitarkastelun kertoimia.

### 6.3.1 Yleinen voimistuminen

Yleinen voimistuminen kuvaa nimensä mukaisesti värähtelyn mahdollista yleistä voimistumista rakennuksen rungossa tai lattiassa. Yleinen voimistuminen määritetään perustuksen värähtelyn vaak- (runko) ja pystykomponentin (lattia) perusteella, käyttämällä voimistumiskerrointa  $k_1 = 1,5$ . Arviointitulokset on esitetty taulukossa 6.

**Taulukko 6.** VTT:n menetelmillä tärinäsignaaleista arvioitu värähtelyn yleinen voimistuminen rakennuksen rungossa ja lattiassa (suositusarvo normaaleille asuinrakennuksille  $\leq 0,30$  mm/s).

Mittauspiste	Rungon värähtelyn yleinen voimistuminen $v_{w1,runko}$ [mm/s]	Lattian värähtelyn yleinen voimistuminen $v_{w1,lattia}$ [mm/s]
MP1	0,01	0,01
MP2	0,06	0,05
MP3	0,08	0,10
MP4	0,02	0,02

### 6.3.2 Resonanssitarkastelu

Resonanssitarkastelu kuvaa rakennuksen rungon tai lattian ominaistajuuden ”syttymistä”, jolloin värähtely voimistuu moninkertaiseksi. Rungon tai lattian resonanssia voi esiintyä silloin, kun maaperän tärinän hallitseva taajuuskomponentti osuu lattian tai rungon ominaistajuudelle. Resonanssitarkastelussa mahdollisesti ilmeneviä 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  $k_2 = 6$ . Arviointitulokset on esitetty taulukoissa 7 ja 8. Mahdollinen ylityksen aiheuttava taajuus tai taajuudet tulee ottaa huomioon rakennuksen välipohjien mitoituksessa.

**Taulukko 7.** VTT:n menetelmällä tehty rungon resonanssitarkastelu (suositusarvo  $\leq 0,30$  mm/s).

Mittauspiste	Resonanssitaajuudet [Hz] (terssikaistat, joilla $v_{w2,runko}$ ylittää 0,30 mm/s)
MP1	Ei ylityksiä
MP2	Ei ylityksiä
MP3	Ei ylityksiä
MP4	Ei ylityksiä

**Taulukko 8.** VTT:n menetelmällä tehty lattian resonanssitarkastelu (suositusarvo  $\leq 0,30$  mm/s).

Mittauspiste	Resonanssitaajuudet [Hz] (terssikaistat, joilla $v_{w2,lattia}$ ylittää 0,30 mm/s)
MP1	Ei ylityksiä
MP2	Ei ylityksiä
MP3	Ei ylityksiä
MP4	Ei ylityksiä

## 6.4 Värähtelyn taajuussisältö

Nykyisten rakennusten sokkeleista mitatut tärinän taajuusjakaumat on esitetty liitteessä 1 terssikaistoit-  
tain VTT:n suosituksen mukaisesti.



## 6.5 Arvio runkomelun enimmäistasosta

Taulukossa 9 on esitetty runkomelun arviointitulokset mittauspisteittäin. Pystysuuntainen tärinä (z-suunta) säteilee runkoääntä vaakasuorista pinnoista, eli mm. latioista ja vaakasuuntainen tärinä (y- ja x-suunnat) pystysuorista pinnoista eli seinistä. Liitteessä 2 on esitetty laskennassa käytetyt runkomeluarvot ja korjaustekijät.

**Taulukko 9.** VTT:n menetelmällä tärinäsignaaleista arvioidut runkomelutasot  $L_{pr,m}$  (A-painotettu suositusarvo asuinhuoneistossa on 35 dB)

Mittauspiste	A-painotettu runkomelutaso $L_{pr,m}$ [dB]		
	z	y	x
MP1	41	43	36
MP2	44	43	43
MP3	19	26	21
MP4	20	29	22

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.”

## 7 TULOSTEN TARKASTELU

Junarataa lähin mittauspiste MP1 sijaitsee suunniteltuja rakennuksia lähempänä rataa (VE0). Mittauspiste MP2 sijaitsee vastaavalla etäisyydellä radasta kuin suunniteltu rataa lähin rakennus (VE0).

### 7.1 Tärinän aiheuttama vaurioitumisriski

Koska mitattujen tärinäsignaalien taajuussisältö on osittain alle 10 Hz, arvioidaan rakennusten vaurioriskiä vertaamalla tärinän resultantin maksimi-arvoja pienimpään suositusarvoon 4 mm/s (vertaa luku 4.1).

Suurin mitattu tärinän heilahdusnopeuden resultantin arvo 0,2 mm/s on selvästi sallittua maksimi-arvoa 4 mm/s pienempi. Näin ollen voidaan arvioida, että raideliikenne ei aiheuta suunnittelualueelle rakenteiden vaurioriskiä. Teoreettinen minimietäisyys rata-alueesta on näin ollen 0 metriä.

### 7.2 Tärinän aiheuttama viihtyvyyshaitta

#### *Asuinrakennukset*

Kaikki mitatut ja arvioidut tärinän tunnusluvun arvot täyttävät (ovat pienempiä) suositusarvon 0,30 mm/s. Näin ollen suunnittelualueelle voidaan sijoittaa vapaasti asuinrakennuksia ilman erillisiä vaimennustoimenpiteitä. Teoreettinen minimietäisyys rata-alueesta on 0 metriä.

Raideliikenteen aiheuttama tärinä ei aseta erityisvaatimuksia rakennusten korkeuksille eikä välipohjien mitoitukselle.

## ***Liike- ja toimistorakennukset***

Kaikki mitatut ja arvioidut tärinän tunnusluvun arvot täyttävät (ovat pienempiä) selvästi suositusarvon 0,90 mm/s. Näin ollen suunnittelualueelle voidaan sijoittaa vapaasti liike- ja toimistorakennuksia ilman erillisiä vaimennustoimenpiteitä. Teoreettinen minimietäisyys rata-alueesta on 0 metriä.

Raideliikenteen aiheuttama tärinä ei aseta erityisvaatimuksia rakennusten korkeuksille eikä välipohjien mitoitukselle.

### **7.3 Tärinän aiheuttama runkomelu**

Laskennallisesti värähtelysignaaleista arvioidut runkomelutasot ovat mittauspisteissä 1 ja 2 suositusarvoa 35 dB suurempia (eivät täytä suositusarvoa). Pisteissä 3 ja 4 runkomelutasot täyttävät (ovat pienempiä) suositusarvon 35 dB.

Runkomelun arviointi värähtelysignaalista (erityisesti signaalista, jota ei ole mitattu tarkasteltavan huone-tilan rakenteista) sisältää epävarmuustekijöitä. Kokemuksemme mukaan arviointi antaa usein selvästi todellisia tasoja suurempia runkomelutasoja.

### **7.4 Muita huomioita**

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

Mittausten aikana raideliikenne ei tiettävästi poikennut normaalista.

Mittausten aikana maa ei ollut roudassa.

Geo-suunnittelija Lasse Eerolan (Geo-Ykkönen Oy) kanssa käytyjen epävirallisten keskustelujen perusteella mittaustulokset vastaavat tietoja alueen maaperästä.

## **8 JOHTOPÄÄTÖKSET**

### ***Tärinä***

Mittaus- ja arviointitulosten perusteella raideliikenteen aiheuttama tärinä on vähäistä, joka vastaa selvitysalueen maaperän ominaisuuksia. Tärinä ei aiheuta rakenteiden vaurioriskiä. Viihtyvyyshaitan arvioinnissa käytetyt tunnusluvun arvot pysyvät alle (täyttävät) uusille asuinrakennuksille käytettävän suositusarvon 0,30 mm/s ja ovat pääosin jopa alle keskimääräisen havaintokynnyksen (0,10 mm/s) uudisrakennuksiinkin arvioituina.

Raideliikenteen aiheuttama tärinä ei aseta vaurioriskin tai viihtyvyyshaitan kannalta alueen rakentamiseen erityisvaatimuksia tai etäisyysvaatimuksia asuinrakentamiselle.

### ***Maaperän kautta välittyvä runkomelu***

Mittaustuloksista arvioidut runkomelutasot eivät täytä (ovat suurempia kuin) suositusarvoa 35 dB aivan rata-aluetta lähellä olevissa mittauspisteissä 1 ja 2. Kauempana rata-alueesta olevissa mittauspisteissä 3 ja 4 arvioidut runkomelutasot täyttävät (ovat pienempiä kuin) suositusarvon 35 dB. Tulosten perusteella runkomelu saattaa edellyttää runkomeluvaimentimien käyttöä.

Kokemuksemme mukaan runkomeluarviointi antaa usein selvästi todellista suurempia tasoja. Lisäksi mitauspisteissä 1 ja 2 runkomelutasot eivät ole kovin paljon suositusarvoa suurempia. Tämän johdosta on hyvin mahdollista, että toimenpiteitä runkomelun vaimentamiseksi ei lopulta tarvita.

Arvioidut runkomelutasot eivät estä alueen kaavoittamista asuinkäyttöön. Runkomelu tulee kuitenkin ottaa huomioon rakennussuunnittelussa ja rakentamisessa. Mahdollisesti tarvittava vaimennusratkaisu; mattomainen vaimennuslevy anturoiden alle ja sokkelin ympärille, ei estä asuinrakentamista.

Runkomelun vaimennustarpeen ja sen laajuuden varmistamiseksi suosittelemme alueen maankäyttösuunnitelmien (asuinrakennusten sijoittelu) ja pohjatutkimusten valmistuttua tarkentavien runkomelumittausten suorittamista.

## 9 KIRJALLISUUTTA

1. Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi, I Esiselvitys, VTT:n tiedotteita 2468, A. Talja ja A. Saarinen, Valtion Tekninen Tutkimuskeskus, Espoo 2009
2. Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta, VTT:n tiedotteita 2278, A. Talja, Otamedia Oy, Espoo 2005
3. Ohjeita liikennetärinän arviointiin, VTT:n tiedotteita 2569, A. Talja, Espoo 2011
4. Rautatieliikenteen vaikutus rakenteisiin, J. Törnqvist ja O. Nuutilainen, Luonnos, Otamedia Oy, Espoo 2002
5. 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
6. 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

## 10 LISÄTIETOJA

Olli Laivoranta  
Promethor Oy  
puh. 041 506 3418

Jani Kankare  
Promethor Oy  
puh. 040 574 0028

sp. [olli.laivoranta@promethor.fi](mailto:olli.laivoranta@promethor.fi)

sp. [jani.kankare@promethor.fi](mailto:jani.kankare@promethor.fi)

Mittauspisteen kuvaus:

3-akiaalinen mittaus rakennuksen kantavasta rakenteesta

Mittausjakso:

10.-17.12.2013

**Suurimmat resultantit**

(Suositusarvo (max) 4,0 mm/s)

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
11.12.2013	06.47	<b>0,1</b>	0,05	0,03	0,02
12.12.2013	04.46	0,1	0,05	0,03	0,02
10.12.2013	13.24	0,1	0,04	0,04	0,02
16.12.2013	04.59	0,1	0,04	0,04	0,02
11.12.2013	19.58	0,1	0,05	0,03	0,02
11.12.2013	05.03	0,1	0,04	0,03	0,03
11.12.2013	10.18	0,0	0,04	0,03	0,02
13.12.2013	09.54	0,0	0,04	0,03	0,02
13.12.2013	19.59	0,0	0,04	0,03	0,02
12.12.2013	13.23	0,0	0,04	0,04	0,02
16.12.2013	12.54	0,0	0,04	0,03	0,02
13.12.2013	13.11	0,0	0,04	0,02	0,02
10.12.2013	10.19	0,0	0,01	0,04	0,01
12.12.2013	12.15	0,0	0,04	0,03	0,02
11.12.2013	11.52	0,0	0,04	0,03	0,02

MP1

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

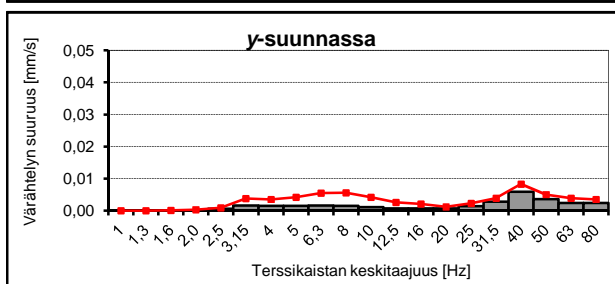
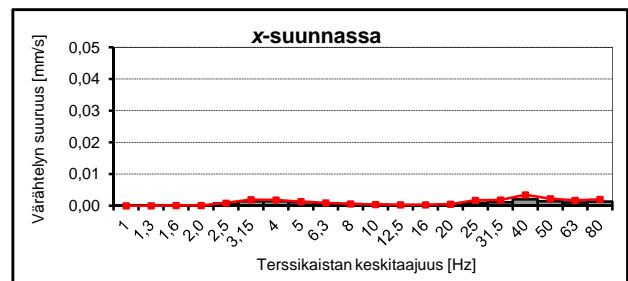
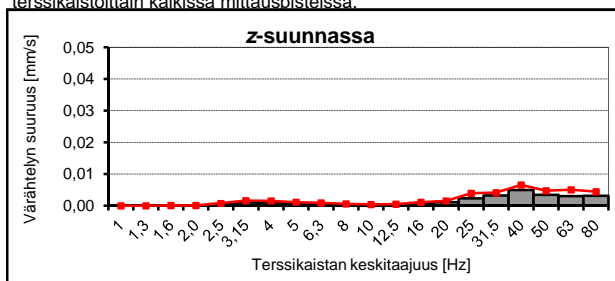
(Suositusarvo (max) 0,30 mm/s)

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
11.12.2013	6:47	0,01	11.12.2013	5:03	0,01	11.12.2013	5:03	0,01
11.12.2013	5:03	0,01	10.12.2013	13:24	0,01	16.12.2013	4:59	0,00
10.12.2013	13:24	0,01	11.12.2013	6:47	0,01	12.12.2013	12:15	0,00
13.12.2013	19:59	0,01	13.12.2013	19:59	0,01	16.12.2013	12:54	0,00
11.12.2013	19:58	0,01	12.12.2013	4:46	0,01	12.12.2013	13:23	0,00
16.12.2013	4:59	0,01	16.12.2013	4:59	0,01	11.12.2013	6:47	0,00
12.12.2013	13:23	0,01	12.12.2013	13:23	0,01	10.12.2013	13:24	0,00
11.12.2013	11:52	0,01	16.12.2013	12:54	0,01	11.12.2013	19:58	0,00
13.12.2013	9:54	0,01	11.12.2013	19:58	0,01	11.12.2013	11:52	0,00
12.12.2013	12:15	0,01	11.12.2013	11:52	0,01	12.12.2013	4:46	0,00
16.12.2013	12:54	0,01	11.12.2013	10:18	0,01	13.12.2013	13:11	0,00
11.12.2013	10:18	0,01	13.12.2013	9:54	0,01	13.12.2013	9:54	0,00
13.12.2013	13:11	0,01	12.12.2013	12:15	0,01	11.12.2013	10:18	0,00
10.12.2013	10:19	0,00	13.12.2013	13:11	0,01	10.12.2013	10:19	0,00
		<b><math>v_{w,95} = 0,01</math></b>			<b><math>v_{w,95} = 0,01</math></b>			<b><math>v_{w,95} = 0,01</math></b>

**Tärinän spektrit**

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



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

Mittauspisteen kuvaus: 3-akiaalinen mittaus rakennuksen kantavasta rakenteesta  
 Mittausjakso: 10.-17.12.2013

### Suurimmat resultantit (Suositusarvo (max) 4,0 mm/s)

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
11.12.2013	03.58	<b>0,2</b>	0,21	0,11	0,11
14.12.2013	11.32	0,2	0,21	0,07	0,13
11.12.2013	05.06	0,2	0,20	0,08	0,09
11.12.2013	08.15	0,2	0,19	0,09	0,10
15.12.2013	20.36	0,2	0,20	0,09	0,14
10.12.2013	18.12	0,2	0,20	0,11	0,09
14.12.2013	11.31	0,2	0,18	0,10	0,12
11.12.2013	12.36	0,2	0,19	0,07	0,08
11.12.2013	20.00	0,2	0,18	0,06	0,07
11.12.2013	19.27	0,2	0,19	0,07	0,07
10.12.2013	18.03	0,2	0,18	0,11	0,10
11.12.2013	20.00	0,2	0,19	0,09	0,07
14.12.2013	11.32	0,2	0,18	0,09	0,11
11.12.2013	11.55	0,2	0,18	0,05	0,08
14.12.2013	11.31	0,2	0,16	0,10	0,10

MP2

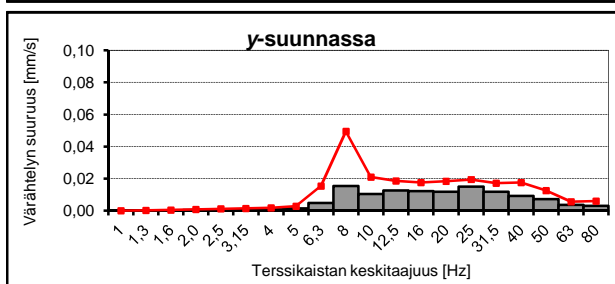
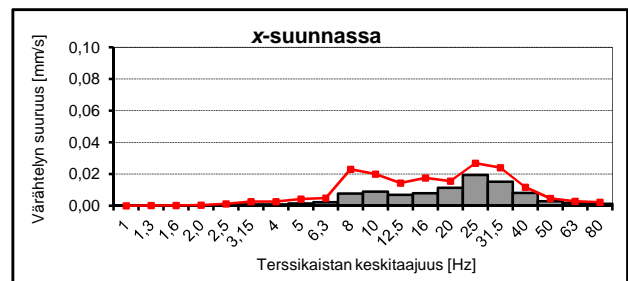
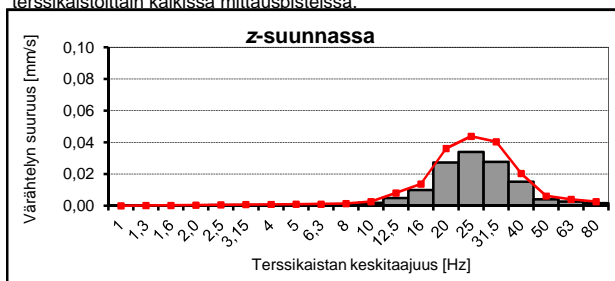
### Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot (Suositusarvo (max) 0,30 mm/s)

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
14.12.2013	11:32	0,06	15.12.2013	20:37	0,04	16.12.2013	12:45	0,04
10.12.2013	18:12	0,06	13.12.2013	20:58	0,04	14.12.2013	16:09	0,04
10.12.2013	18:10	0,06	10.12.2013	18:10	0,04	10.12.2013	18:10	0,04
11.12.2013	8:15	0,06	10.12.2013	18:12	0,04	14.12.2013	11:32	0,04
16.12.2013	12:45	0,06	17.12.2013	1:27	0,04	11.12.2013	3:58	0,03
11.12.2013	12:54	0,05	14.12.2013	16:09	0,04	11.12.2013	9:15	0,03
11.12.2013	3:58	0,05	12.12.2013	12:14	0,03	10.12.2013	18:03	0,03
14.12.2013	16:09	0,05	14.12.2013	11:31	0,03	10.12.2013	18:12	0,03
11.12.2013	5:06	0,05	11.12.2013	8:15	0,03	13.12.2013	21:31	0,03
13.12.2013	19:19	0,05	11.12.2013	3:58	0,03	11.12.2013	8:15	0,03
11.12.2013	19:58	0,05	11.12.2013	19:58	0,03	14.12.2013	2:04	0,03
12.12.2013	11:46	0,05	16.12.2013	12:45	0,03	13.12.2013	20:58	0,03
16.12.2013	12:46	0,05	16.12.2013	12:46	0,03	12.12.2013	21:28	0,03
13.12.2013	20:57	0,05	10.12.2013	18:03	0,03	13.12.2013	19:19	0,03
<b><math>v_{w,95} =</math></b>		<b>0,06</b>	<b><math>v_{w,95} =</math></b>		<b>0,05</b>	<b><math>v_{w,95} =</math></b>		<b>0,04</b>

### Tärinän spektrit

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



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

Mittauspisteen kuvaus:

3-akiaalinen mittaus rakennuksen kantavasta rakenteesta

Mittausjakso:

10.-17.12.2013

**Suurimmat resultantit**

(Suositusarvo (max) 4,0 mm/s)

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
11.12.2013	20.31	<b>0,2</b>	0,15	0,09	0,07
11.12.2013	19.38	0,2	0,13	0,08	0,06
12.12.2013	14.16	0,2	0,11	0,11	0,07
11.12.2013	12.09	0,2	0,13	0,08	0,07
11.12.2013	22.31	0,1	0,14	0,06	0,05
12.12.2013	05.12	0,1	0,13	0,06	0,04
11.12.2013	17.54	0,1	0,11	0,09	0,07
16.12.2013	05.19	0,1	0,13	0,07	0,07
11.12.2013	17.46	0,1	0,12	0,05	0,05
11.12.2013	19.11	0,1	0,13	0,04	0,02
16.12.2013	20.11	0,1	0,12	0,09	0,09
11.12.2013	00.01	0,1	0,13	0,05	0,05
16.12.2013	19.17	0,1	0,09	0,05	0,09
11.12.2013	00.41	0,1	0,12	0,04	0,03
17.12.2013	00.59	0,1	0,11	0,04	0,06

MP3

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

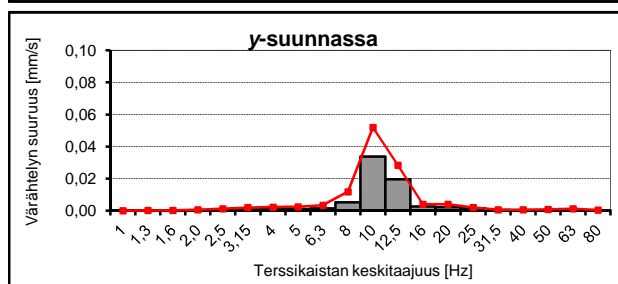
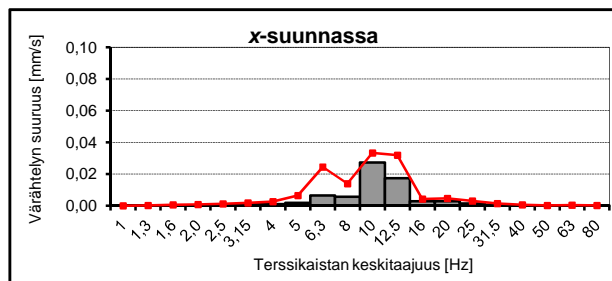
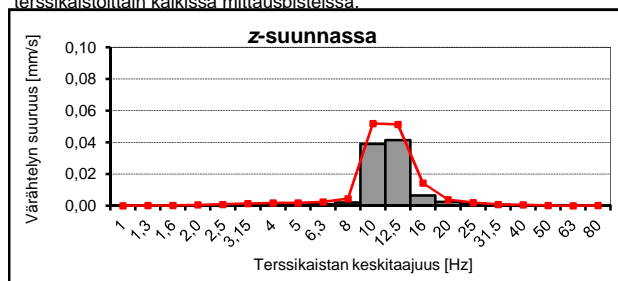
(Suositusarvo (max) 0,30 mm/s)

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
11.12.2013	1:36	0,07	11.12.2013	20:31	0,05	16.12.2013	19:17	0,04
11.12.2013	20:31	0,06	16.12.2013	20:11	0,04	16.12.2013	20:11	0,04
11.12.2013	19:38	0,06	11.12.2013	17:54	0,04	11.12.2013	17:54	0,04
11.12.2013	22:11	0,06	16.12.2013	14:51	0,04	16.12.2013	14:51	0,04
12.12.2013	14:16	0,06	11.12.2013	21:33	0,04	13.12.2013	5:10	0,04
11.12.2013	17:54	0,06	14.12.2013	15:36	0,04	13.12.2013	23:13	0,03
16.12.2013	5:19	0,05	11.12.2013	19:38	0,04	16.12.2013	5:19	0,03
12.12.2013	12:45	0,05	16.12.2013	5:19	0,04	17.12.2013	0:37	0,03
11.12.2013	22:31	0,05	12.12.2013	14:48	0,04	11.12.2013	12:09	0,03
12.12.2013	3:16	0,05	11.12.2013	12:09	0,03	12.12.2013	14:48	0,03
15.12.2013	11:57	0,05	11.12.2013	1:36	0,03	12.12.2013	9:11	0,03
12.12.2013	5:12	0,05	11.12.2013	19:23	0,03	11.12.2013	20:31	0,03
11.12.2013	0:41	0,05	13.12.2013	3:45	0,03	16.12.2013	22:57	0,03
16.12.2013	9:28	0,05	11.12.2013	23:46	0,03	16.12.2013	19:08	0,03
		<b><math>v_{w,95} = 0,07</math></b>			<b><math>v_{w,95} = 0,05</math></b>			<b><math>v_{w,95} = 0,04</math></b>

**Tärinän spektrit**

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



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

Mittauspisteen kuvaus: 3-akiaalinen mittaus rakennuksen kantavasta rakenteesta.

Mittausjakso: 10.-17.12.2013

### Suurimmat resultantit (Suositusarvo (max) 4,0 mm/s)

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
13.12.2013	13.11	<b>0,1</b>	0,05	0,06	0,05
11.12.2013	12.36	0,1	0,05	0,06	0,06
12.12.2013	13.23	0,1	0,05	0,06	0,05
11.12.2013	08.15	0,1	0,06	0,06	0,05
11.12.2013	06.47	0,1	0,06	0,06	0,05
11.12.2013	20.00	0,1	0,05	0,06	0,05
12.12.2013	04.46	0,1	0,06	0,06	0,05
14.12.2013	11.32	0,1	0,05	0,06	0,05
13.12.2013	09.55	0,1	0,05	0,06	0,05
11.12.2013	05.06	0,1	0,05	0,06	0,05
13.12.2013	19.59	0,1	0,05	0,06	0,05
11.12.2013	19.27	0,1	0,05	0,06	0,05
11.12.2013	03.58	0,1	0,05	0,06	0,05
10.12.2013	18.03	0,1	0,05	0,06	0,05
10.12.2013	18.12	0,1	0,05	0,05	0,05

MP4

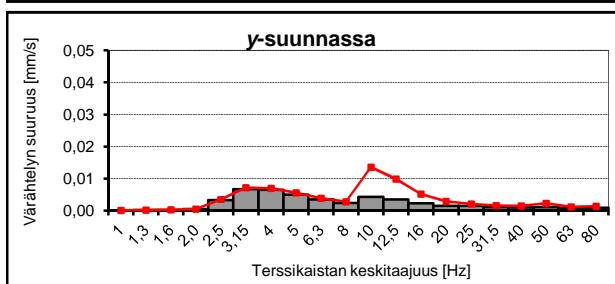
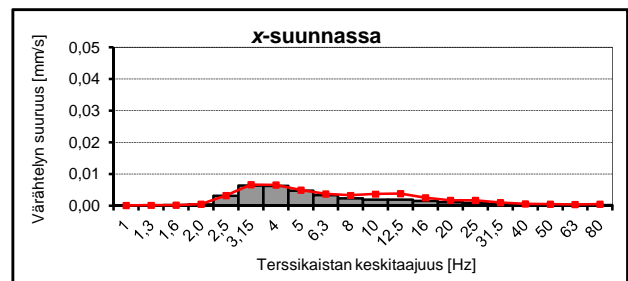
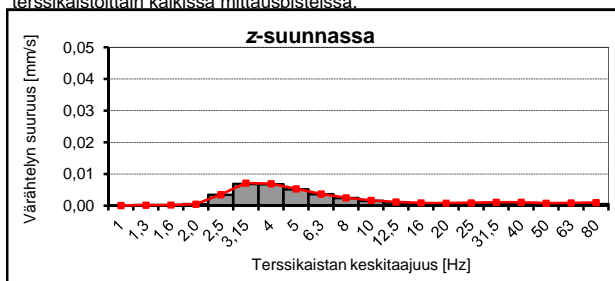
### Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot (Suositusarvo (max) 0,30 mm/s)

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
12.12.2013	4:46	0,01	12.12.2013	13:23	0,02	12.12.2013	13:23	0,01
11.12.2013	8:15	0,01	11.12.2013	12:36	0,01	13.12.2013	13:11	0,01
12.12.2013	13:23	0,01	14.12.2013	11:32	0,01	11.12.2013	6:47	0,01
11.12.2013	20:00	0,01	12.12.2013	4:46	0,01	14.12.2013	11:32	0,01
14.12.2013	11:32	0,01	13.12.2013	13:11	0,01	11.12.2013	8:15	0,01
13.12.2013	9:55	0,01	11.12.2013	5:06	0,01	13.12.2013	9:55	0,01
13.12.2013	13:11	0,01	11.12.2013	8:15	0,01	11.12.2013	20:00	0,01
13.12.2013	19:59	0,01	13.12.2013	9:55	0,01	12.12.2013	4:46	0,01
11.12.2013	12:36	0,01	11.12.2013	20:00	0,01	13.12.2013	19:59	0,01
11.12.2013	19:27	0,01	11.12.2013	19:27	0,01	11.12.2013	19:27	0,01
11.12.2013	5:06	0,01	11.12.2013	3:58	0,01	11.12.2013	3:58	0,01
11.12.2013	3:58	0,01	13.12.2013	19:59	0,01	11.12.2013	5:06	0,01
10.12.2013	18:03	0,01	10.12.2013	18:03	0,01	10.12.2013	18:03	0,01
10.12.2013	18:12	0,01	10.12.2013	18:12	0,01	10.12.2013	18:12	0,01
		<b><math>v_{w,95} = 0,01</math></b>			<b><math>v_{w,95} = 0,02</math></b>			<b><math>v_{w,95} = 0,01</math></b>

### Tärinän spektrit

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



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



Mittauspisteen kuvaus:

3-akiaalinen mittaus rakennuksen kantavasta rakenteesta

Mittausjakso:

10.-17.12.2013

MP1

**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]
11.12.2013	6:47	40	12.12.2013	4:46	42	11.12.2013	6:47	36
13.12.2013	20:58	40	11.12.2013	6:47	42	11.12.2013	5:03	34
15.12.2013	20:37	39	11.12.2013	19:58	42	12.12.2013	4:46	34
12.12.2013	20:42	39	11.12.2013	5:03	41	11.12.2013	19:58	34
12.12.2013	4:46	39	13.12.2013	19:58	40	13.12.2013	19:58	34
11.12.2013	5:03	39	13.12.2013	9:54	40	12.12.2013	20:42	34
11.12.2013	19:58	39	13.12.2013	13:11	39	13.12.2013	20:58	33
13.12.2013	19:58	37	10.12.2013	10:19	38	13.12.2013	9:54	33
13.12.2013	9:54	37	12.12.2013	13:23	38	15.12.2013	20:37	32
14.12.2013	2:04	37	14.12.2013	2:04	37	13.12.2013	13:11	31
11.12.2013	5:30	36	11.12.2013	10:18	37	14.12.2013	2:04	31
13.12.2013	14:47	36	12.12.2013	20:42	37	11.12.2013	5:30	30
12.12.2013	20:42	36	16.12.2013	12:53	36	12.12.2013	20:42	30
13.12.2013	20:58	36	13.12.2013	20:58	36	15.12.2013	20:37	30
11.12.2013	5:30	36	10.12.2013	13:24	36	13.12.2013	14:47	30
		$L_{prm} = 41$			$L_{prm} = 43$			$L_{prm} = 36$

Laskennassa käytetyt VTT:n ohjeen mukaiset lisätekijät:

Rakennuksen tyyppi			käytetty
Perustus kalliolle	0 dB		<input type="checkbox"/>
Puutalo 1-2 krs	-5 dB		<input type="checkbox"/>
Betonitalo 1-2 krs	-7 dB		<input type="checkbox"/>
Kerrostalo	-10 dB		<input type="checkbox"/>
<b>Tarkasteltava asuinkerros</b>			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"/>
<b>Rakenneosien resonanssi</b>			
Lattia, seinät, katto	6 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Muunto äänenpainetasoksi</b>			
vakio	-28 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Varmuusvara</b>			
kantava rakenne	3 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:

3-akiaalinen mittaus rakennuksen kantavasta rakenteesta

Mittausjakso:

10.-17.12.2013

MP2

**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]
14.12.2013	21:28	44	17.12.2013	1:27	43	17.12.2013	1:27	42
13.12.2013	20:57	44	13.12.2013	20:57	42	13.12.2013	11:29	42
14.12.2013	2:04	43	14.12.2013	21:28	42	14.12.2013	21:28	42
15.12.2013	20:37	43	12.12.2013	19:58	42	12.12.2013	19:58	41
12.12.2013	20:42	43	12.12.2013	20:42	41	12.12.2013	20:42	41
13.12.2013	19:19	42	14.12.2013	2:04	41	16.12.2013	20:53	41
15.12.2013	20:36	42	16.12.2013	13:02	41	14.12.2013	2:04	40
13.12.2013	11:29	42	13.12.2013	11:29	41	15.12.2013	20:37	40
17.12.2013	1:27	41	15.12.2013	20:37	41	16.12.2013	1:05	40
10.12.2013	18:03	41	16.12.2013	20:53	40	13.12.2013	20:57	40
10.12.2013	18:28	41	13.12.2013	19:19	40	10.12.2013	18:03	38
16.12.2013	1:05	40	16.12.2013	12:46	40	16.12.2013	22:57	38
14.12.2013	11:32	40	13.12.2013	21:32	39	13.12.2013	3:53	38
14.12.2013	16:09	40	13.12.2013	3:53	39	13.12.2013	7:21	38
12.12.2013	19:58	39	14.12.2013	11:32	39	13.12.2013	19:19	38
		$L_{prm} = 44$			$L_{prm} = 43$			$L_{prm} = 43$

Laskennassa käytetyt VTT:n ohjeen mukaiset lisätekijät:

Rakennuksen tyyppi			käytetty
Perustus kalliolle	0 dB		<input type="checkbox"/>
Puutalo 1-2 krs	-5 dB		<input type="checkbox"/>
Betonitalo 1-2 krs	-7 dB		<input type="checkbox"/>
Kerrostalo	-10 dB		<input type="checkbox"/>
<b>Tarkasteltava asuinkerros</b>			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"/>
<b>Rakennesien resonanssi</b>			
Lattia, seinät, katto	6 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Muunto äänenpainetasoksi</b>			
vakio	-28 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Varmuusvara</b>			
kantava rakenne	3 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:

3-akiaalinen mittaus rakennuksen kantavasta rakenteesta

Mittausjakso:

10.-17.12.2013

MP3

**Arvioidut runkomelutasot**

Suurimmista tärinätapauhtumista VTT:n ohjeen mukaiset  
runkomelun arviointitulokset:

Pvm	Klo	$L_{ASmax}$ z [dB]	Pvm	Klo	$L_{ASmax}$ y [dB]	Pvm	Klo	$L_{ASmax}$ x [dB]
15.12.2013	20:37	20	12.12.2013	18:51	25	12.12.2013	18:51	20
12.12.2013	18:51	19	15.12.2013	20:37	24	15.12.2013	20:37	19
12.12.2013	14:48	14	12.12.2013	14:48	20	16.12.2013	22:57	16
12.12.2013	11:38	14	12.12.2013	11:38	19	13.12.2013	20:26	14
16.12.2013	22:57	12	16.12.2013	22:57	19	12.12.2013	14:48	14
13.12.2013	20:26	12	13.12.2013	20:26	17	12.12.2013	11:38	13
12.12.2013	12:45	12	11.12.2013	13:33	15	11.12.2013	13:33	10
10.12.2013	14:18	12	10.12.2013	14:18	15	17.12.2013	6:23	10
11.12.2013	0:01	11	12.12.2013	14:04	15	12.12.2013	14:04	10
10.12.2013	21:22	11	13.12.2013	5:53	14	13.12.2013	5:53	9
12.12.2013	0:23	11	11.12.2013	10:53	13	10.12.2013	14:18	9
11.12.2013	19:11	11	11.12.2013	10:40	13	16.12.2013	5:19	9
11.12.2013	19:21	11	13.12.2013	11:03	13	16.12.2013	23:52	9
16.12.2013	6:31	11	12.12.2013	18:07	12	16.12.2013	20:11	9
12.12.2013	0:30	11	11.12.2013	23:46	12	13.12.2013	8:17	9
		$L_{prm} = 19$			$L_{prm} = 26$			$L_{prm} = 21$

Laskennassa käytetyt VTT:n ohjeen mukaiset lisätekijät:

Rakennuksen tyyppi			käytetty
Perustus kalliolle	0 dB		<input type="checkbox"/>
Puutalo 1-2 krs	-5 dB		<input type="checkbox"/>
Betonitalo 1-2 krs	-7 dB		<input type="checkbox"/>
Kerrostalo	-10 dB		<input type="checkbox"/>
<b>Tarkasteltava asuinkerros</b>		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"/>
<b>Rakennesien resonanssi</b>			
Lattia, seinät, katto	6 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Muunto äänenpainetasoksi</b>			
vakio	-28 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Varmuusvara</b>			
kantava rakenne	3 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: 3-akiaalinen mittaus rakennuksen kantavasta rakenteesta.

Mittausjakso: 10.-17.12.2013

MP4

**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]
10.12.2013	18:03	21	10.12.2013	18:03	30	14.12.2013	11:32	22
12.12.2013	13:23	20	14.12.2013	11:32	29	13.12.2013	19:59	22
11.12.2013	8:15	19	13.12.2013	19:59	29	13.12.2013	13:11	22
12.12.2013	4:46	18	12.12.2013	4:46	29	13.12.2013	9:55	22
13.12.2013	19:59	18	12.12.2013	13:23	28	10.12.2013	18:03	21
11.12.2013	12:36	18	11.12.2013	20:00	28	12.12.2013	4:46	21
14.12.2013	11:32	18	11.12.2013	8:15	28	12.12.2013	13:23	21
11.12.2013	6:47	17	11.12.2013	12:36	28	10.12.2013	18:12	20
11.12.2013	3:58	17	11.12.2013	19:27	28	11.12.2013	12:36	20
11.12.2013	19:27	17	11.12.2013	6:47	28	11.12.2013	19:27	20
11.12.2013	20:00	17	13.12.2013	9:55	28	11.12.2013	20:00	20
13.12.2013	9:55	17	11.12.2013	3:58	28	11.12.2013	3:58	20
13.12.2013	13:11	17	13.12.2013	13:11	28	11.12.2013	6:47	19
10.12.2013	18:12	16	10.12.2013	18:12	27	11.12.2013	8:15	19
11.12.2013	5:06	16	11.12.2013	5:06	27	11.12.2013	5:06	19
		$L_{prm} = 20$			$L_{prm} = 29$			$L_{prm} = 22$

Laskennassa käytetyt VTT:n ohjeen mukaiset lisätekijät:

Rakennuksen tyyppi			käytetty
Perustus kalliolle	0 dB		<input type="checkbox"/>
Puutalo 1-2 krs	-5 dB		<input type="checkbox"/>
Betonitalo 1-2 krs	-7 dB		<input type="checkbox"/>
Kerrostalo	-10 dB		<input type="checkbox"/>
<b>Tarkasteltava asuinkerros</b>			
		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"/>
<b>Rakennesien resonanssi</b>			
Lattia, seinät, katto	6 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Muunto äänenpainetasoksi</b>			
vakio	-28 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Varmuusvara</b>			
kantava rakenne	3 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