Hämeenlinnan kaupunki
Kaupunkirakenne / Kaavoitus
Johanna Närhi

RAIDELIIKENTEEN TÄRINÄ- JA RUNKOMELUSELVITYS

Iittalan kaavarunko, Hämeenlinna

Tilaaja:
Hämeenlinnan kaupunki
Kaupunkirakenne / Kaavoitus
Johanna Närhi

Raideliikenteen tärinä- ja runkomeluselvitys

Kohde:
Iittalan kaavarunko, Hämeenlinna

Raportin numero:
PR4370-TÄR01

Raportin päiväys:
22.1.2018

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 6
4 Tärinän suositusarvot 7
4.1 Tärinän suositusarvot rakennusten vaurioriskin kannalta 7
4.2 Tärinän suositusarvot asumisviihtyvyyden kannalta 7
4.3 Runkomelun suositusarvot 8
5 Mittaustulokset 9
5.1 Värähtelyn taajuussisältö 9
5.2 Värähtelyn heilahdusnopeuden resultantti v_{res} 9
5.3 Tärinän tunnusluku $v_{w,95}$ 9
5.4 Rakennukseen siirtyvän tärinän arviointi 10
5.5 Arvio runkomelun enimmäistasosta 11
6 Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset 12
6.1 Tärinän aiheuttama vaurioitumisriski 12
6.2 Tärinän aiheuttama viihtyvyyshaitta 12
6.3 Runkomelu 12
6.4 Suositeltavat kaavamääräykset 12
6.5 Muita huomioita 12
7 Lisätietoa 13

Liitteet:

Liite 1. Mittauspistetulosteet.

1 YLEISTÄ

Promethor Oy mittasi 7.–15.12.2017 raideliikenteen aiheuttamaa tärinää Hämeenlinnassa Iittalan taajamassa. Iittalan taajamaan on tekeillä kaavarunko, jossa osoitetaan taajaman potentiaaliset täydennysrakentamiskohteet ja taajaman laajennusalueet. Alueen poikki kulkee rautatie. Tärinää mitattiin yhteensä kymmenessä mittauspisteessä rautatien läheisyydessä. Mittauksilla selvitettiin tärinän voimakkuus alueelle suunniteltavien rakennusten rakenteiden vaurioitumisriskin, tilojen asumis- ja käyttöviihtyvyyden, sekä runkomelun kannalta.

2 KOHTEEN SIJAINTI, YMPÄRISTÖ JA MITTAUSPISTEET

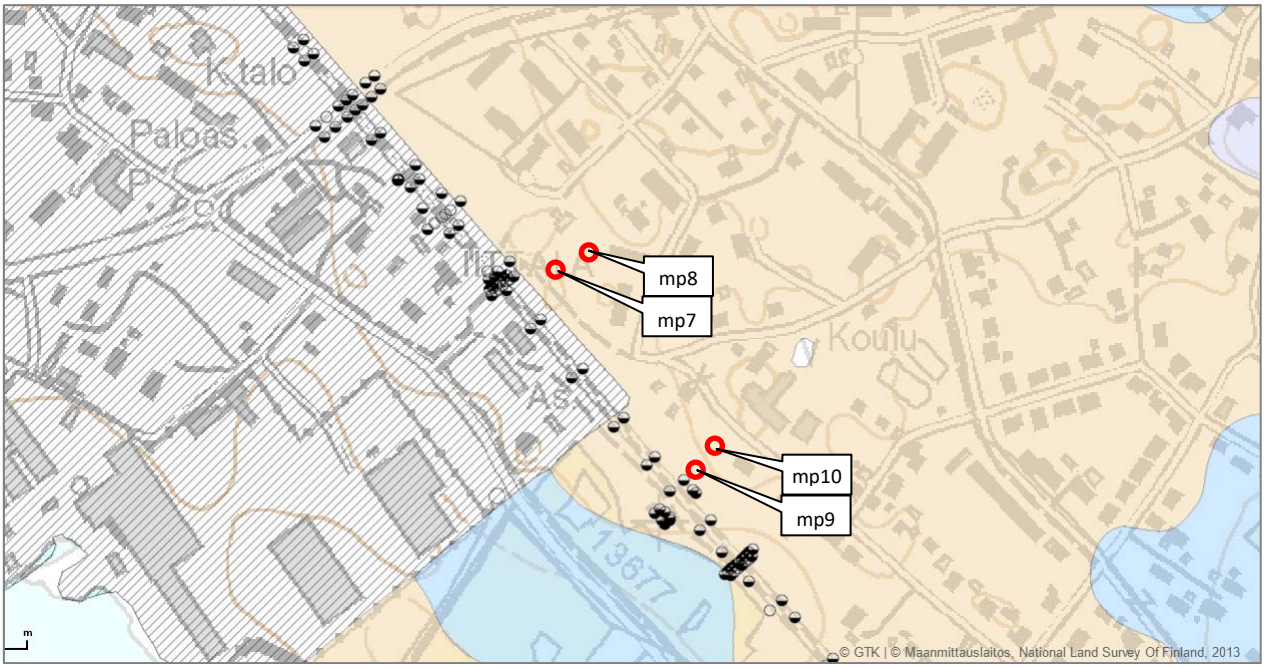
Selvitysalue sijaitsee Iittalan keskustassa Iittalantien eteläpuolisella rataosuudella Kotkajärventien varressa ja Lennin/Hepolan alueilla. Alue on likimääräisesti rajattu kuvan 1 karttaan.

Kuva 1. Selvitysalue.

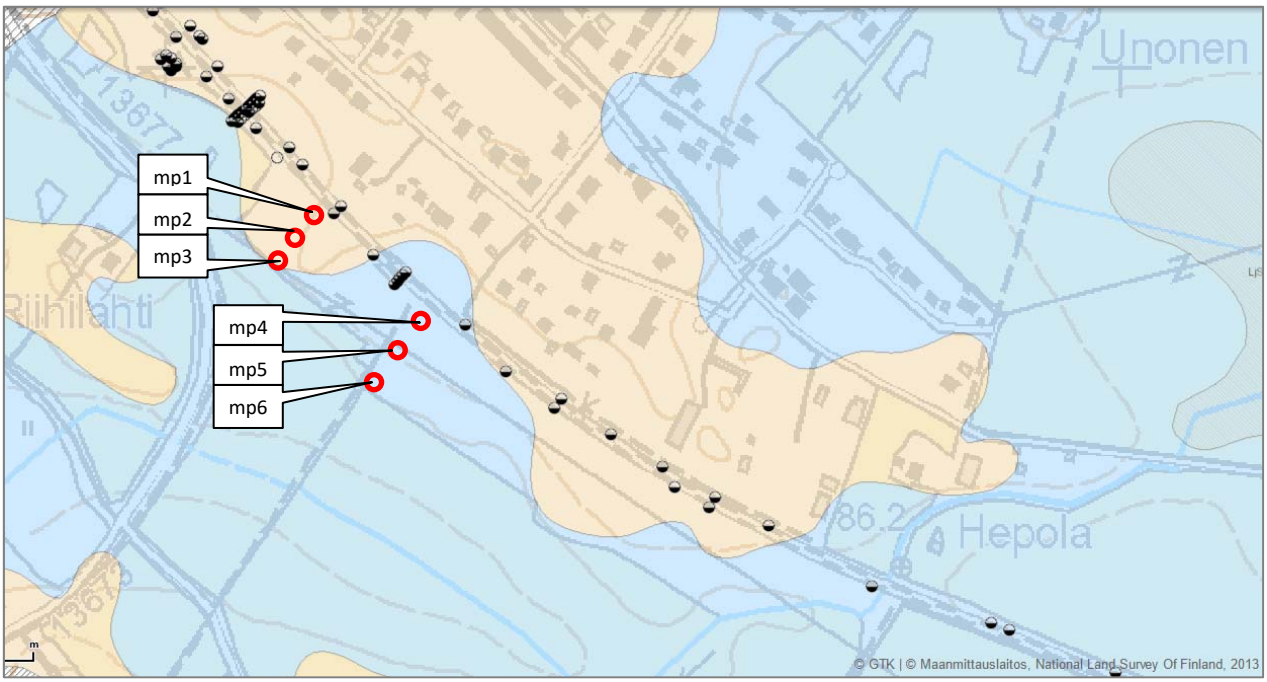
Suunnittelualueen maaperätietojen (gtkdata.gtk.fi) perusteella maaperä radan läheisyydessä pohjoispuolella on lähinnä moreenia ja eteläpuolella pehmeämpää savimaata. Alueen maaperäkartta on esitetty kuvissa 2 ja 3.

Mittausta suoritettiin samanaikaisesti kymmenessä pisteessä (kuvat 2 ja 3). Mittauspisteiden paikat valittiin maaperätietojen ja suunniteltujen rakennuspaikkojen perusteella mahdollisimman kattavaksi. Mittauspisteiden etäisyydet rautatiestä olivat 20–100 metriä. Tilaajalta saadun alustavan massoitteluluonnoksen perusteella eteläisimmän tärinämittauslinjan (kuva 3) ja selvitysalueen kaakkoisrajan väliselle alueelle ei ole suunnitteilla merkittävästi asuinrakentamista.

Radan pohjoispuolella on pientaloja radan läheisyydessä. Kyseisten rakennusten tärinätilanteesta ei ole tietoa. Vanhoilla asuinalueilla sallitaan VTT:n suositusarvojen mukaisesti lukuarvoltaan kaksinkertainen värähtelyn voimakkuus uusiin alueisiin nähden (vrt. taulukko 2 luokat C ja D).



Kuva 2. Selvitysalueen maaperä ja mittauspisteet, pohjoisosa, lähde gtkdata.gtk.fi.



Kuva 3. Selvitysalueen maaperä, eteläosa, lähde gtkdata.gtk.fi.

3 MITTAUS- JA ARVIOINTIMENETELMÄT

Raideliikenteen aiheuttaman tärinän mittaukset suoritettiin VTT:n tiedotteen ”Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta” mukaisesti maaperästä mittaamalla. Mittaukset suoritettiin miehittämättömänä mittauksena eli mittalaitteisto toimi itsenäisesti. Värähtelyn herätekynnyksen ylityttyä tärinäsignaali tallentui mittalaitteen muistiin. Analysoitujen signaalien pääteltiin olevan raideliikenteen aiheuttamia signaalin muodon ja keston sekä muissa mittauspisteissä samanaikaisesti havaittujen tapahtumien perusteella. Mittaus tehtiin kaikissa mittauspisteissä kolmiaksiaalisesti.

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.

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.

[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.

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 10…30 > 30	8 10 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 10…30 > 30	4 5 6
III. Erityisen herkät rakennukset tai rakenteet ja kulttuurihistorialisesti tai yhteiskunnallisesti merkittävät rakennukset.	< 10 10…30 > 30	2 3 4

4.2 Tärinän suositusarvot asumisviihtyvyyden kannalta

Ympäristönsuojelulaissa (nro 86/2000) ja Suomen rakentamismääräyskokoelmassa (osa B3, 2004) velvoitetaan 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 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

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

Maaperästä mitatun värähtelyn merkitsevä taajuus f oli käytännössä kaikissa mittauspisteissä suurempi kuin 10 Hz. 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 asuinrakennuksille voidaan tarkasteltavassa kohteessa pitää 5 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 junaradasta [m]	Resultantti v_{res} [mm/s]
mp1	20	0,8
mp2	50	0,3
mp3	80	0,3
mp4	20	0,4
mp5	60	0,2
mp6	100	0,1
mp7	30	0,2
mp8	60	0,4
mp9	40	0,9
mp10	90	0,2

5.3 Tärinän tunnusluku $v_{w,95}$

Ihmisten kokemaa tärinähaittaa arvioidaan tärinän tunnusluvun $v_{w,95}$ avulla. VTT:n suosituksen mukaan uusissa normaaleissa asuinrakennuksissa tärinän tunnusluku $v_{w,95}$ ei saisi ylittää arvoa 0,30 mm/s (luokka C). Taulukossa 5 on esitetty maasta mitatut tärinän tunnuslukujen arvot. Laskuissa käytetyt $v_{w,max}$-arvot on esitetty liitteessä 1. Taulukon 5 arvoja ei voi verrata suositusarvoon, koska tärinän voimakkuus muuttuu rakennukseen siirtymisen yhteydessä. Valmiissa rakennuksessa havaittavan tärinän arviointi on esitetty luvussa 5.4.

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

Mittauspiste	Etäisyys junaradasta [m]	Tärinän tunnusluku $v_{w,95}$ [mm/s]		
		pystysuunta	*rataa vasten kohtisuora vaakasuunta*	*radan suuntainen vaakasuunta*
mp1	20	0,05	0,29	0,21
mp2	50	0,02	0,07	0,07
mp3	80	0,01	0,08	0,07
mp4	20	0,02	0,12	0,10
mp5	60	0,01	0,08	0,04
mp6	100	0,01	0,04	0,02
mp7	30	0,01	0,04	0,04
mp8	60	0,02	0,11	0,10
mp9	40	0,06	0,32	0,46
mp10	90	0,03	0,07	0,08

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 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.

Taulukko 6. VTT:n menetelmillä tärinäsignaaleista arvioidun perustuksen värähtelyn perusteella arvioitu värähtelyn yleinen voimistuminen rakennuksen rungossa ja lattiassa (suositusarvo normaaleille asuinrakennuksille ≤ 0,30 mm/s). Suositusarvon ylittävät arvot on tummennettu.

Mittauspiste	Rungon värähtelyn yleinen voimistuminen $v_{w1,runko}$ [mm/s]	Lattian värähtelyn yleinen voimistuminen $v_{w1,lattia}$ [mm/s]
mp1	0,10	0,02
mp2	0,03	0,01
mp3	0,03	0,00
mp4	0,10	0,01
mp5	0,03	0,00
mp6	0,02	0,01
mp7	0,01	0,01
mp8	0,17	0,01
mp9	0,24	0,03
mp10	0,12	0,05

Rungon resonanssitarkastelu

Rungon resonanssitarkastelu tehdään perustuksen värähtelyn vaakakomponentin perusteella käyttäen resonanssikerrointa k_2 = 4. Rungon resonanssitarkastelun perusteella rakennusten rungoille (kerrosmäärä) ei kohdistu erityisvaatimuksia.

Lattian resonanssitarkastelu

Lattian resonanssitarkastelu tehdään perustuksen värähtelyn pystykomponentin perusteella käyttäen resonanssikerrointa k_2 = 6. Resonanssitarkastelun perusteella rakennusten lattioille (ala- ja välipohjat) ei kohdistu erityisvaatimuksia.

5.5 Arvio runkomelun enimmäistasosta

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

Taulukko 7. VTT:n menetelmällä tärinäsignaaleista arvioidut runkomelutasot L_{prm} (A-painotettu suositusarvo asuinhuoneistossa ja vastaavissa tiloissa on 35 dB)

Mittauspiste	A-painotettu runkomelutaso L_{prm} [dB]		
	pystysuunta	***rataa vasten kohtisuora vaakasuunta***	***radan suuntainen vaakasuunta***
mp1	41	56	54
mp2	34	46	44
mp3	31	48	43
mp4	40	48	44
mp5	28	44	35
mp6	24	37	32
mp7	33	46	46
mp8	36	45	48
mp9	46	52	54
mp10	34	48	45

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 0,1…0,9 mm/s ovat selvästi suositusarvoa 5 mm/s pienempiä. Näin ollen voidaan arvioida, että tärinä ei aiheuta tarkasteltavalle alueelle rakennettaville rakennuksille rakenteiden vaurioriskiä. Suositusarvoon tulisi varsinaisesti verrata rakennuksen kantavasta rakenteesta mitattuja arvoja. Maaperän värähtelyn taajuussisällöstä johtuen valmiin rakennuksen kantavasta rakenteesta havaittavan tärinän voidaan arvioida olevan vielä nyt maaperästä mitattua pienempää.

6.2 Tärinän aiheuttama viihtyvyyshaitta

Rakennukseen siirtyvän tärinän arvioinnin perusteella valmiiseen rakennukseen aiheutuvan tärinän voimakkuus koko selvitysalueella täyttää (jää alle) suositusarvon 0,30 mm/s (luokka C – suositus uusille normaaleille asuinrakennuksille), kun rakennuksen etäisyys rautatiehen on vähintään 20 metriä.

6.3 Runkomelu

Mittaustuloksista arvioidut runkomelutasot ylittävät valtaosassa mittauspisteitä suositusarvon 35 dB(A). Kokemuksemme mukaan runkomeluarviointi antaa usein selvästi todellista suurempia tasoja. Erityisesti kohteessa merkitseväksi osoittautunut vaakasuuntainen korkeataajuinen värähtely vaimenee merkittävästi maaperästä rakennukseen siirtyessä. Tarkastelukohteessa raideliikenteen aiheuttama ilmaääni (julkisivuihin kohdistuva melutaso) voidaan arvioida runkomelua määräävämmäksi tekijäksi. Raideliikenteen aiheuttamaa ilmaääntä on tarkasteltu tarkemmin kohteeseen laaditussa liikennemeluselvityksessä.

6.4 Suositeltavat kaavamääräykset

Suosittelemme lisäämään laadittaviin asemakaavoihin merkinnät, joilla velvoitetaan ottamaan liikennetärinä huomioon asuinrakennusten suunnittelussa ja rakentamisessa. Merkinnät voivat olla esimerkiksi seuraavanlaiset:

- Rata- ja tieliikenteestä aiheutuva tärinä tulee huomioida rakennusten rakenteissa siten, että normaaleissa asuinrakennuksissa liikennetärinän voimakkuus ei ylitä VTT:n laatiman ohjeen värähtelyluokan C raja-arvoa 0,30 mm/s tai voimassa olevaa määräysarvoa.
- Rata- ja tieliikenteestä aiheutuva tärinä tulee huomioida rakennusten rakenteissa siten, että normaaleissa asuinrakennuksissa liikennetärinän aiheuttaman runkomelun L_{prm} voimakkuus ei ylitä A-painotettua suositusarvoa 35 dB tai voimassa olevaa määräysarvoa.

6.5 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.

Selvitys laadittiin kaavarunkoa varten ja tämän johdosta tärinän mittauspisteiden määrä suhteessa tarkastelualueen laajuuteen on melko pieni. Pisteiden määrä on kuitenkin riittävä kaavarunkotarkastelua varten. Suosittelemme kuitenkin vähintään sellaisten asemakaavojen, jotka sisältävät asuinrakennuksia alle 50 m etäisyydellä junaradasta, laadinnan yhteydessä tekemään tarkentavan tärinäselvityksen. Asemakaavan laadinnan yhteydessä tehtävän tärinäselvityksen sisältö on yhtenevä tämä selvityksen sisällön kanssa, mutta tarkastelualueen ollessa pienempi ja maankäyttösuunnitelmien tarkempia saadaan mitta-

uspisteiden määrää suhteessa tarkastelualueen pinta-alaan suuremmaksi ja mittauspisteet sijoitettua tarkemmin alueille, joille varmuudella on suunniteltu asuinrakentamista.

7 LISÄTIETOA

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

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

Mittauspisteen kuvaus: 3-aksiaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 7.-15.12.2017

MP1

Suurimmat resultantit

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	*y*	*x*
9.12.2017	06.52	**0,8**	0,10	0,63	0,48
11.12.2017	06.50	0,7	0,07	0,66	0,30
13.12.2017	02.30	0,7	0,11	0,58	0,49
11.12.2017	04.23	0,7	0,07	0,67	0,29
7.12.2017	16.00	0,7	0,07	0,64	0,34
15.12.2017	06.57	0,6	0,08	0,64	0,38
14.12.2017	01.48	0,6	0,12	0,64	0,53
11.12.2017	14.48	0,6	0,11	0,59	0,54
11.12.2017	05.00	0,6	0,09	0,47	0,41
13.12.2017	04.25	0,6	0,08	0,58	0,32
15.12.2017	06.56	0,6	0,05	0,60	0,25
14.12.2017	22.47	0,6	0,09	0,60	0,39
13.12.2017	05.31	0,6	0,06	0,56	0,26
12.12.2017	05.00	0,5	0,09	0,37	0,47
9.12.2017	04.26	0,5	0,10	0,42	0,49

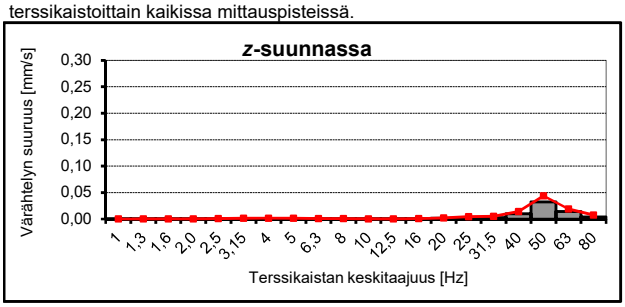
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$-arvot

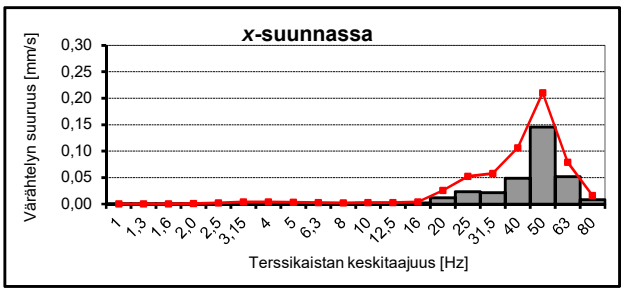
Tärinän tunnusluvun $v_{w,95}$ laskemisessa käytetyt $v_{w,max}$-arvot. Tunnuslukua käytetään asumis- tai käyttöviihtyvyyden arvioinnissa

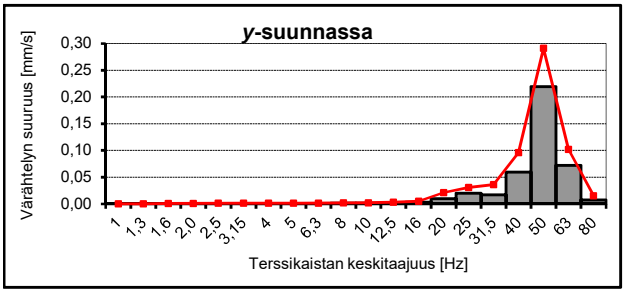
Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *z*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *y*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *x*
12.12.2017	6:57	0,05	15.12.2017	6:57	0,30	9.12.2017	4:26	0,22
9.12.2017	4:26	0,05	11.12.2017	6:50	0,28	12.12.2017	6:57	0,21
14.12.2017	1:48	0,04	11.12.2017	4:23	0,26	9.12.2017	6:52	0,19
9.12.2017	6:52	0,04	9.12.2017	6:52	0,26	14.12.2017	1:48	0,19
15.12.2017	4:36	0,04	7.12.2017	16:00	0,25	12.12.2017	5:00	0,17
13.12.2017	4:25	0,04	15.12.2017	6:56	0,25	15.12.2017	6:57	0,16
12.12.2017	5:00	0,04	14.12.2017	1:48	0,24	11.12.2017	14:48	0,16
13.12.2017	2:30	0,04	14.12.2017	18:35	0,23	11.12.2017	5:00	0,16
15.12.2017	6:57	0,04	14.12.2017	22:47	0,23	13.12.2017	2:30	0,15
11.12.2017	14:48	0,04	13.12.2017	2:30	0,23	15.12.2017	4:36	0,15
9.12.2017	6:52	0,03	13.12.2017	4:25	0,22	13.12.2017	4:25	0,14
14.12.2017	22:47	0,03	11.12.2017	6:50	0,21	9.12.2017	6:52	0,14
11.12.2017	4:23	0,03	7.12.2017	16:59	0,20	7.12.2017	14:43	0,14
7.12.2017	14:43	0,03	13.12.2017	5:31	0,20	11.12.2017	18:05	0,13
12.12.2017	17:48	0,03	15.12.2017	4:36	0,20	14.12.2017	22:47	0,13
	$v_{w,95}$ =	**0,05**		$v_{w,95}$ =	**0,29**		$v_{w,95}$ =	**0,21**

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: 3-aksiaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 7.-15.12.2017

MP2

Suurimmat resultantit

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	*y*	*x*
11.12.2017	15.48	**0,3**	0,06	0,20	0,24
14.12.2017	02.48	0,2	0,02	0,17	0,12
11.12.2017	06.00	0,2	0,03	0,11	0,16
9.12.2017	15.43	0,2	0,04	0,14	0,11
11.12.2017	22.00	0,2	0,03	0,14	0,09
11.12.2017	15.48	0,2	0,02	0,12	0,12
9.12.2017	07.52	0,1	0,02	0,14	0,10
12.12.2017	06.00	0,1	0,03	0,10	0,14
12.12.2017	22.05	0,1	0,02	0,13	0,08
12.12.2017	02.49	0,1	0,02	0,13	0,09
7.12.2017	17.00	0,1	0,03	0,13	0,12
12.12.2017	07.57	0,1	0,03	0,06	0,13
9.12.2017	22.01	0,1	0,02	0,14	0,04
10.12.2017	02.21	0,1	0,02	0,13	0,04
15.12.2017	07.56	0,1	0,03	0,09	0,11

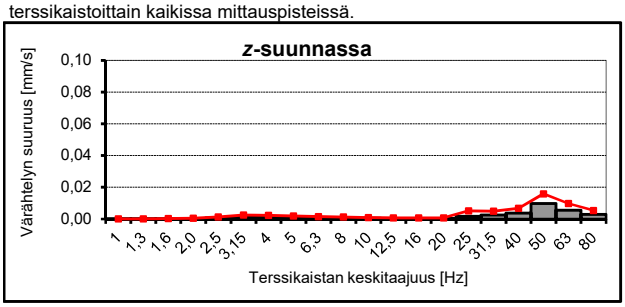
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$-arvot

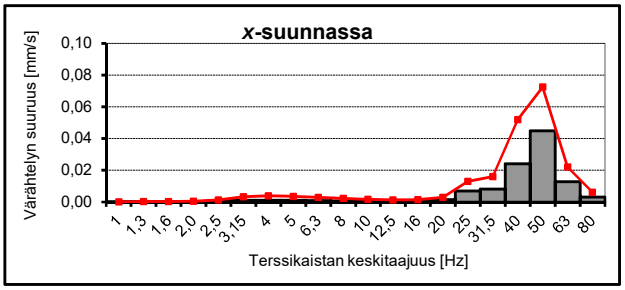
Tärinän tunnusluvun $v_{w,95}$ laskemisessa käytetyt $v_{w,max}$-arvot. Tunnuslukua käytetään asumis- tai käyttöviihtyvyyden arvioinnissa

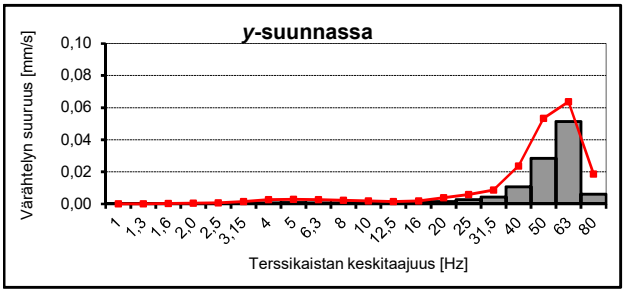
Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *z*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *y*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *x*
11.12.2017	15:48	0,02	11.12.2017	15:48	0,07	11.12.2017	15:48	0,08
9.12.2017	5:26	0,02	11.12.2017	22:00	0,06	9.12.2017	5:26	0,06
12.12.2017	7:57	0,01	14.12.2017	2:48	0,06	12.12.2017	7:57	0,06
7.12.2017	17:00	0,01	13.12.2017	22:02	0,06	12.12.2017	6:00	0,06
12.12.2017	6:00	0,01	12.12.2017	2:49	0,06	11.12.2017	15:48	0,05
11.12.2017	15:48	0,01	12.12.2017	17:40	0,06	9.12.2017	5:37	0,05
9.12.2017	15:43	0,01	12.12.2017	22:05	0,06	7.12.2017	17:00	0,05
11.12.2017	7:50	0,01	13.12.2017	2:19	0,06	14.12.2017	2:48	0,05
7.12.2017	15:43	0,01	12.12.2017	2:50	0,06	11.12.2017	6:00	0,05
7.12.2017	22:02	0,01	11.12.2017	7:50	0,06	11.12.2017	7:50	0,05
11.12.2017	6:00	0,01	9.12.2017	22:01	0,05	8.12.2017	2:35	0,04
8.12.2017	13:03	0,01	10.12.2017	22:00	0,05	11.12.2017	19:05	0,04
7.12.2017	18:58	0,01	9.12.2017	15:43	0,05	11.12.2017	15:48	0,04
11.12.2017	19:05	0,01	10.12.2017	2:21	0,05	7.12.2017	15:43	0,04
7.12.2017	18:38	0,01	14.12.2017	3:02	0,05	9.12.2017	15:43	0,04
	$v_{w,95}$ =	**0,02**		**$v_{w,95}$ =**	**0,07**		**$v_{w,95}$ =**	**0,07**

Tärinän spektrit

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







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

PROMETHOR

Mittauspisteen kuvaus: 3-aksiaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 7.-15.12.2017

MP3

Suurimmat resultantit

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	*y*	*x*
11.12.2017	14.48	**0,3**	0,03	0,25	0,16
11.12.2017	05.00	0,2	0,02	0,19	0,17
12.12.2017	01.49	0,2	0,02	0,17	0,11
11.12.2017	04.23	0,2	0,03	0,16	0,11
9.12.2017	06.52	0,2	0,03	0,14	0,11
11.12.2017	06.49	0,2	0,02	0,15	0,09
9.12.2017	04.26	0,2	0,03	0,13	0,10
10.12.2017	21.00	0,2	0,02	0,16	0,06
7.12.2017	21.01	0,2	0,01	0,15	0,09
11.12.2017	21.00	0,1	0,02	0,15	0,09
9.12.2017	14.42	0,1	0,02	0,14	0,11
9.12.2017	04.37	0,1	0,01	0,11	0,11
12.12.2017	05.00	0,1	0,02	0,14	0,13
14.12.2017	02.02	0,1	0,03	0,14	0,07
14.12.2017	01.48	0,1	0,02	0,14	0,07

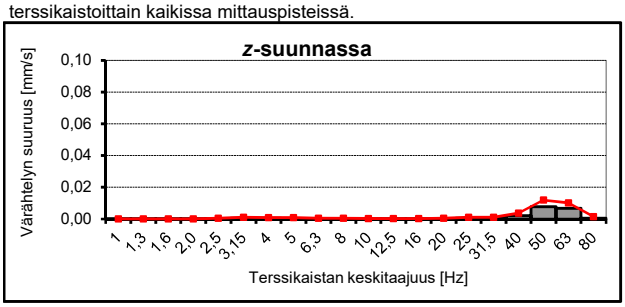
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$-arvot

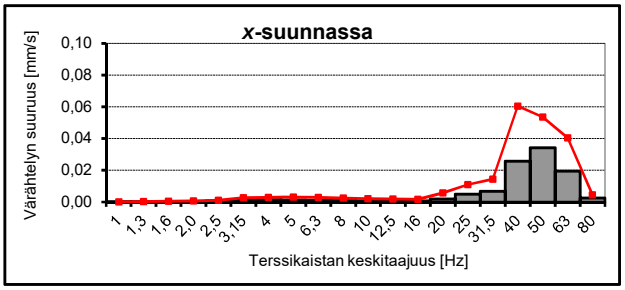
Tärinän tunnusluvun $v_{w,95}$ laskemisessa käytetyt $v_{w,max}$-arvot. Tunnuslukua käytetään asumis- tai käyttöviihtyvyyden arvioinnissa

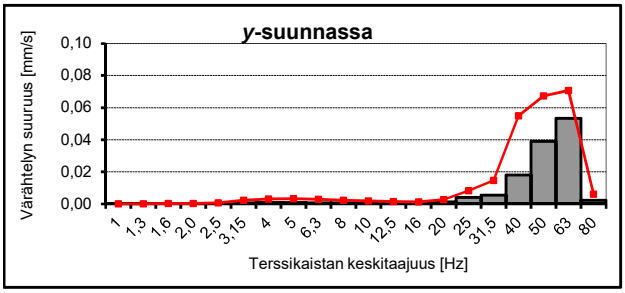
Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *z*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *y*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *x*
9.12.2017	6:52	0,01	11.12.2017	14:48	0,08	11.12.2017	5:00	0,07
11.12.2017	6:50	0,01	12.12.2017	1:49	0,08	11.12.2017	14:48	0,06
14.12.2017	2:02	0,01	10.12.2017	21:00	0,07	9.12.2017	4:37	0,06
11.12.2017	7:13	0,01	11.12.2017	5:00	0,07	11.12.2017	6:50	0,05
11.12.2017	14:48	0,01	13.12.2017	21:02	0,07	12.12.2017	1:49	0,05
12.12.2017	1:49	0,01	14.12.2017	2:02	0,07	9.12.2017	6:52	0,05
13.12.2017	1:18	0,01	11.12.2017	21:00	0,07	9.12.2017	4:26	0,05
11.12.2017	4:23	0,01	7.12.2017	21:01	0,07	7.12.2017	16:00	0,04
13.12.2017	6:51	0,01	9.12.2017	6:52	0,07	11.12.2017	4:23	0,04
9.12.2017	4:26	0,01	13.12.2017	1:18	0,07	7.12.2017	21:01	0,04
12.12.2017	21:05	0,01	11.12.2017	6:50	0,06	9.12.2017	14:42	0,04
15.12.2017	1:16	0,01	9.12.2017	4:26	0,06	11.12.2017	7:13	0,04
10.12.2017	1:20	0,01	13.12.2017	10:22	0,06	12.12.2017	5:00	0,04
13.12.2017	22:39	0,01	11.12.2017	4:23	0,06	12.12.2017	6:57	0,03
14.12.2017	1:48	0,01	9.12.2017	21:01	0,06	13.12.2017	1:18	0,03
	$v_{w,95}$ =	**0,01**		**$v_{w,95}$ =**	**0,08**		**$v_{w,95}$ =**	**0,07**

Tärinän spektrit

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







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

PROMETHOR

Mittauspisteen kuvaus: 3-aksiaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 7.-15.12.2017

MP4

Suurimmat resultantit

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	*y*	*x*
12.12.2017	06.01	**0,4**	0,04	0,31	0,25
12.12.2017	12.06	0,3	0,02	0,27	0,09
14.12.2017	02.49	0,3	0,06	0,25	0,21
9.12.2017	15.43	0,2	0,05	0,22	0,15
11.12.2017	15.48	0,2	0,05	0,23	0,12
8.12.2017	22.59	0,2	0,03	0,16	0,18
9.12.2017	05.38	0,2	0,03	0,17	0,17
14.12.2017	23.48	0,2	0,04	0,18	0,14
7.12.2017	20.51	0,2	0,03	0,21	0,16
11.12.2017	17.58	0,2	0,03	0,14	0,16
10.12.2017	11.52	0,2	0,02	0,21	0,10
11.12.2017	06.01	0,2	0,04	0,19	0,19
13.12.2017	20.48	0,2	0,05	0,20	0,09
13.12.2017	02.19	0,2	0,04	0,18	0,13
13.12.2017	06.32	0,2	0,04	0,16	0,16

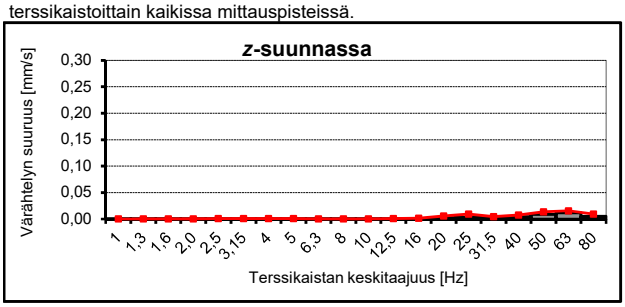
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$-arvot

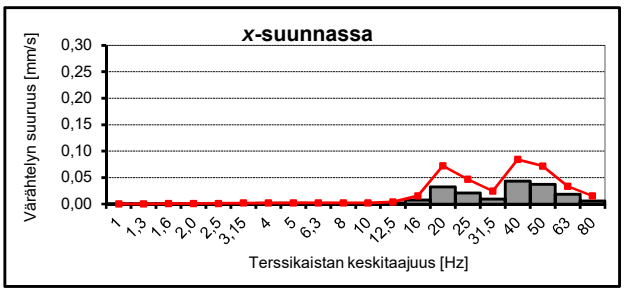
Tärinän tunnusluvun $v_{w,95}$ laskemisessa käytetyt $v_{w,max}$-arvot. Tunnuslukua käytetään asumis- tai käyttöviihtyvyyden arvioinnissa

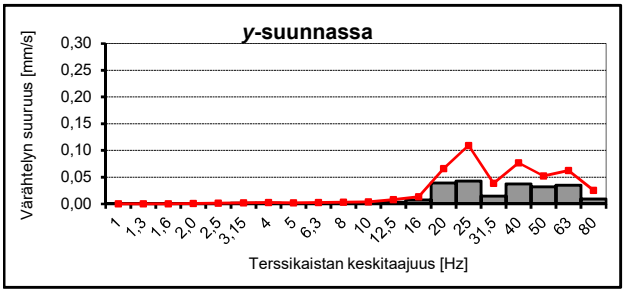
Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *z*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *y*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *x*
11.12.2017	15:48	0,02	12.12.2017	12:06	0,13	12.12.2017	6:01	0,11
9.12.2017	15:43	0,02	12.12.2017	6:01	0,12	11.12.2017	17:58	0,09
14.12.2017	2:49	0,02	11.12.2017	15:48	0,10	9.12.2017	5:38	0,09
12.12.2017	6:01	0,02	11.12.2017	6:01	0,09	12.12.2017	6:01	0,08
12.12.2017	6:01	0,02	14.12.2017	2:49	0,09	8.12.2017	22:59	0,08
15.12.2017	7:57	0,02	10.12.2017	11:52	0,09	14.12.2017	2:49	0,07
13.12.2017	20:48	0,02	9.12.2017	15:43	0,08	11.12.2017	6:01	0,07
14.12.2017	23:48	0,02	9.12.2017	5:38	0,08	11.12.2017	15:48	0,07
12.12.2017	8:44	0,02	11.12.2017	17:58	0,07	13.12.2017	6:32	0,06
12.12.2017	19:41	0,02	11.12.2017	15:58	0,07	9.12.2017	2:58	0,06
15.12.2017	7:42	0,02	12.12.2017	6:01	0,07	15.12.2017	7:57	0,06
13.12.2017	3:30	0,02	10.12.2017	7:28	0,07	11.12.2017	15:58	0,06
11.12.2017	6:01	0,02	14.12.2017	5:55	0,07	9.12.2017	12:38	0,06
14.12.2017	7:16	0,02	8.12.2017	22:59	0,07	8.12.2017	5:49	0,06
13.12.2017	14:43	0,02	13.12.2017	6:32	0,06	9.12.2017	15:43	0,06
	$v_{w,95}$ =	**0,02**		$v_{w,95}$ =	**0,12**		$v_{w,95}$ =	**0,10**

Tärinän spektrit

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







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

PROMETHOR

Mittauspisteen kuvaus: 3-aksiaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 7.-15.12.2017

MP5

Suurimmat resultantit

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	*y*	*x*
12.12.2017	17.15	**0,2**	0,03	0,19	0,12
14.12.2017	01.48	0,2	0,02	0,18	0,06
15.12.2017	06.56	0,2	0,02	0,17	0,05
11.12.2017	14.47	0,1	0,02	0,13	0,07
15.12.2017	03.38	0,1	0,02	0,14	0,05
14.12.2017	18.35	0,1	0,02	0,13	0,05
12.12.2017	05.00	0,1	0,02	0,13	0,08
14.12.2017	22.46	0,1	0,01	0,13	0,04
15.12.2017	04.35	0,1	0,02	0,13	0,05
13.12.2017	02.29	0,1	0,02	0,12	0,05
12.12.2017	18.44	0,1	0,01	0,12	0,05
13.12.2017	04.24	0,1	0,02	0,11	0,05
15.12.2017	05.03	0,1	0,01	0,11	0,05
13.12.2017	05.31	0,1	0,02	0,11	0,06
11.12.2017	05.00	0,1	0,02	0,11	0,05

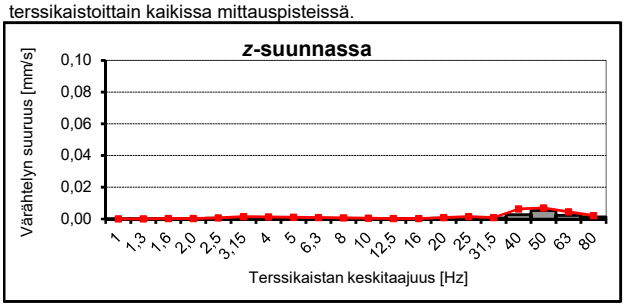
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$-arvot

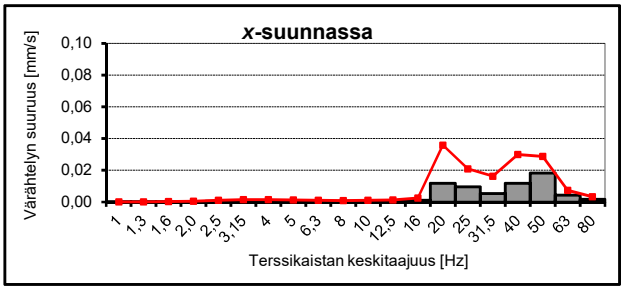
Tärinän tunnusluvun $v_{w,95}$ laskemisessa käytetyt $v_{w,max}$-arvot. Tunnuslukua käytetään asumis- tai käyttöviihtyvyyden arvioinnissa

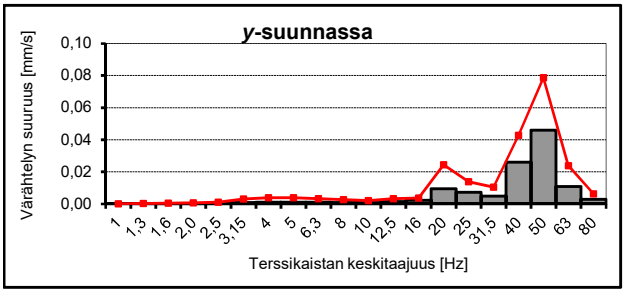
Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *z*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *y*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *x*
12.12.2017	5:00	0,01	14.12.2017	1:48	0,08	11.12.2017	14:56	0,04
12.12.2017	6:57	0,01	15.12.2017	6:56	0,08	7.12.2017	14:42	0,03
11.12.2017	18:04	0,01	14.12.2017	18:35	0,06	8.12.2017	21:58	0,03
11.12.2017	14:47	0,01	15.12.2017	3:38	0,06	7.12.2017	22:36	0,03
11.12.2017	5:00	0,01	14.12.2017	22:46	0,06	12.12.2017	5:00	0,03
8.12.2017	21:58	0,01	13.12.2017	2:29	0,06	7.12.2017	15:59	0,03
7.12.2017	14:42	0,01	12.12.2017	5:00	0,05	14.12.2017	18:35	0,03
15.12.2017	4:35	0,01	7.12.2017	14:42	0,05	11.12.2017	5:00	0,03
9.12.2017	14:42	0,01	15.12.2017	4:35	0,05	11.12.2017	14:47	0,02
15.12.2017	6:56	0,01	13.12.2017	4:24	0,05	13.12.2017	5:31	0,02
15.12.2017	3:38	0,01	15.12.2017	5:03	0,04	12.12.2017	17:15	0,02
14.12.2017	1:48	0,01	11.12.2017	16:57	0,04	15.12.2017	6:56	0,02
12.12.2017	21:04	0,01	11.12.2017	5:00	0,04	15.12.2017	3:38	0,02
13.12.2017	4:24	0,01	13.12.2017	5:31	0,04	12.12.2017	11:05	0,02
9.12.2017	14:42	0,01	7.12.2017	15:59	0,04	14.12.2017	1:48	0,02
	$v_{w,95}$ =	**0,01**		$v_{w,95}$ =	**0,08**		$v_{w,95}$ =	**0,04**

Tärinän spektrit

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







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

PROMETHOR

Mittauspisteen kuvaus: 3-aksiaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 7.-15.12.2017

MP6

Suurimmat resultantit

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	*y*	*x*
14.12.2017	02.50	**0,1**	0,03	0,10	0,04
12.12.2017	06.02	0,1	0,02	0,09	0,05
11.12.2017	06.02	0,1	0,02	0,08	0,04
11.12.2017	15.49	0,1	0,02	0,08	0,05
15.12.2017	07.58	0,1	0,02	0,07	0,04
8.12.2017	02.36	0,1	0,02	0,07	0,03
8.12.2017	13.04	0,1	0,02	0,07	0,04
9.12.2017	15.44	0,1	0,03	0,07	0,05
10.12.2017	03.47	0,1	0,02	0,05	0,05
10.12.2017	04.03	0,1	0,03	0,04	0,05
7.12.2017	15.45	0,1	0,02	0,06	0,04
8.12.2017	04.08	0,1	0,02	0,06	0,03
7.12.2017	15.44	0,1	0,03	0,06	0,04
10.12.2017	01.08	0,1	0,02	0,04	0,05
10.12.2017	00.43	0,1	0,02	0,04	0,05

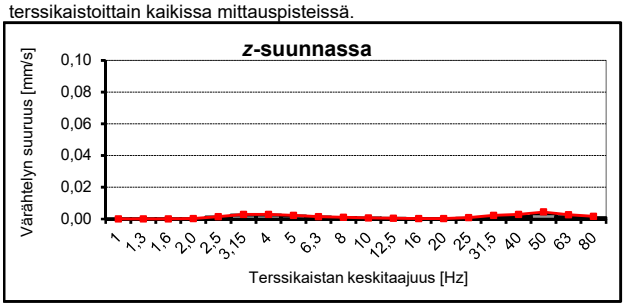
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$-arvot

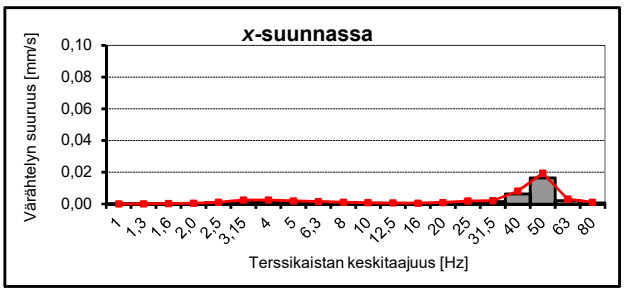
Tärinän tunnusluvun $v_{w,95}$ laskemisessa käytetyt $v_{w,max}$-arvot. Tunnuslukua käytetään asumis- tai käyttöviihtyvyyden arvioinnissa

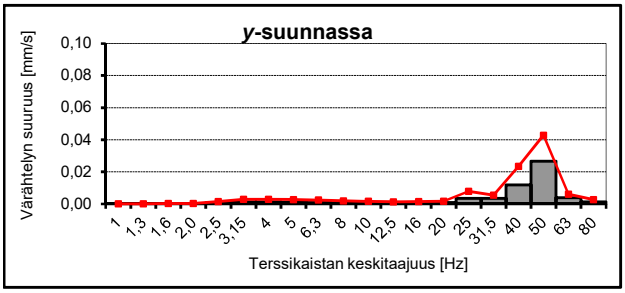
Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *z*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *y*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *x*
11.12.2017	15:49	0,01	14.12.2017	2:50	0,04	10.12.2017	3:47	0,02
9.12.2017	15:44	0,01	12.12.2017	6:02	0,04	15.12.2017	7:58	0,02
11.12.2017	15:50	0,01	15.12.2017	7:58	0,04	12.12.2017	6:02	0,02
8.12.2017	13:04	0,01	11.12.2017	6:02	0,03	10.12.2017	7:15	0,02
12.12.2017	7:59	0,01	8.12.2017	13:04	0,03	10.12.2017	4:45	0,02
9.12.2017	7:53	0,01	11.12.2017	15:49	0,03	10.12.2017	1:51	0,02
11.12.2017	7:52	0,01	8.12.2017	4:08	0,03	7.12.2017	20:34	0,02
7.12.2017	15:45	0,01	7.12.2017	15:45	0,03	10.12.2017	0:43	0,02
11.12.2017	8:15	0,01	9.12.2017	15:44	0,03	10.12.2017	1:10	0,02
15.12.2017	7:58	0,01	8.12.2017	2:36	0,03	7.12.2017	20:34	0,02
9.12.2017	13:46	0,01	12.12.2017	12:07	0,03	10.12.2017	4:35	0,02
14.12.2017	2:50	0,01	15.12.2017	7:58	0,02	7.12.2017	20:53	0,02
10.12.2017	1:51	0,01	8.12.2017	5:50	0,02	7.12.2017	20:54	0,02
9.12.2017	12:17	0,01	7.12.2017	17:02	0,02	10.12.2017	2:47	0,02
8.12.2017	11:59	0,01	14.12.2017	23:49	0,02	10.12.2017	4:03	0,02
	$v_{w,95}$ =	**0,01**		**$v_{w,95}$ =**	**0,04**		**$v_{w,95}$ =**	**0,02**

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: 3-aksiaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 7.-15.12.2017

MP7

Suurimmat resultantit

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	*y*	*x*
11.12.2017	14.48	**0,2**	0,03	0,14	0,13
11.12.2017	14.48	0,1	0,02	0,10	0,10
14.12.2017	01.48	0,1	0,02	0,10	0,09
9.12.2017	14.43	0,1	0,03	0,10	0,08
8.12.2017	17.22	0,1	0,02	0,09	0,05
13.12.2017	02.29	0,1	0,02	0,07	0,09
14.12.2017	22.46	0,1	0,02	0,09	0,09
7.12.2017	13.43	0,1	0,03	0,09	0,05
7.12.2017	13.32	0,1	0,03	0,07	0,08
12.12.2017	05.00	0,1	0,02	0,05	0,07
7.12.2017	13.32	0,1	0,03	0,07	0,08
12.12.2017	22.37	0,1	0,02	0,08	0,05
7.12.2017	14.43	0,1	0,02	0,06	0,08
10.12.2017	13.39	0,1	0,02	0,08	0,05
12.12.2017	23.16	0,1	0,02	0,07	0,08

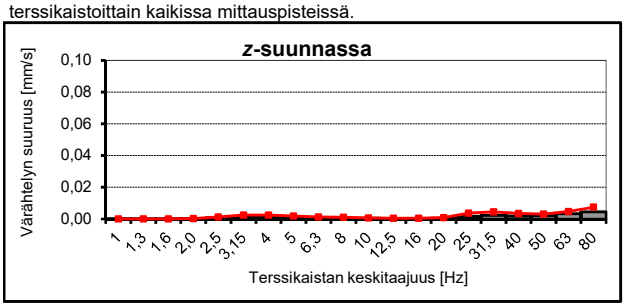
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$-arvot

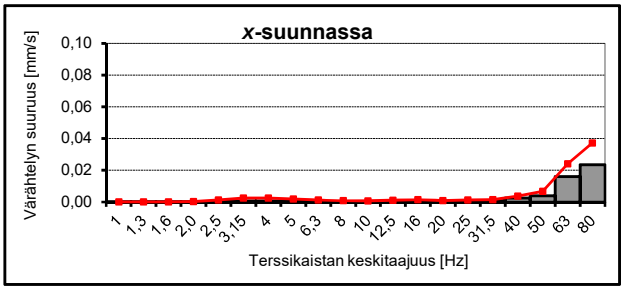
Tärinän tunnusluvun $v_{w,95}$ laskemisessa käytetyt $v_{w,max}$-arvot. Tunnuslukua käytetään asumis- tai käyttöviihtyvyyden arvioinnissa

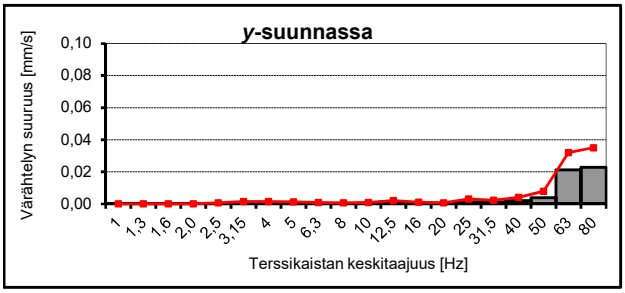
Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *z*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *y*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *x*
11.12.2017	14:48	0,01	11.12.2017	14:48	0,04	11.12.2017	14:48	0,05
11.12.2017	14:48	0,01	7.12.2017	13:43	0,03	11.12.2017	14:48	0,03
7.12.2017	14:44	0,01	10.12.2017	13:39	0,03	14.12.2017	1:48	0,03
14.12.2017	1:48	0,01	9.12.2017	14:43	0,03	7.12.2017	13:32	0,03
9.12.2017	14:43	0,01	11.12.2017	14:48	0,03	9.12.2017	14:43	0,03
7.12.2017	13:32	0,01	11.12.2017	13:31	0,03	14.12.2017	22:46	0,03
14.12.2017	22:46	0,01	9.12.2017	11:33	0,03	13.12.2017	2:29	0,03
11.12.2017	5:00	0,01	8.12.2017	19:31	0,03	7.12.2017	14:43	0,03
7.12.2017	14:31	0,01	14.12.2017	1:48	0,03	8.12.2017	3:07	0,03
7.12.2017	14:43	0,01	14.12.2017	22:46	0,03	7.12.2017	14:44	0,02
7.12.2017	13:32	0,01	13.12.2017	16:28	0,03	7.12.2017	13:32	0,02
7.12.2017	13:43	0,01	9.12.2017	19:47	0,03	12.12.2017	5:00	0,02
13.12.2017	2:29	0,01	10.12.2017	17:22	0,03	7.12.2017	14:21	0,02
7.12.2017	14:21	0,01	8.12.2017	7:35	0,03	7.12.2017	16:22	0,02
8.12.2017	5:02	0,01	11.12.2017	10:34	0,03	7.12.2017	19:22	0,02
	$v_{w,95}$ =	**0,01**		$v_{w,95}$ =	**0,04**		$v_{w,95}$ =	**0,04**

Tärinän spektrit

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







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

PROMETHOR

Mittauspisteen kuvaus: 3-aksiaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 7.-15.12.2017

MP8

Suurimmat resultantit

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	*y*	*x*
12.12.2017	18.41	**0,4**	0,03	0,42	0,12
13.12.2017	15.31	0,3	0,02	0,32	0,07
12.12.2017	03.33	0,3	0,02	0,30	0,05
12.12.2017	14.36	0,3	0,02	0,29	0,06
14.12.2017	11.44	0,3	0,02	0,27	0,04
12.12.2017	11.30	0,3	0,02	0,26	0,04
14.12.2017	08.48	0,3	0,02	0,26	0,05
11.12.2017	03.04	0,3	0,02	0,26	0,04
11.12.2017	14.48	0,2	0,06	0,16	0,23
12.12.2017	11.05	0,2	0,03	0,23	0,07
12.12.2017	19.15	0,2	0,02	0,22	0,04
12.12.2017	22.10	0,2	0,04	0,15	0,20
14.12.2017	21.01	0,2	0,02	0,21	0,05
14.12.2017	11.21	0,2	0,02	0,21	0,04
9.12.2017	20.38	0,2	0,05	0,05	0,20

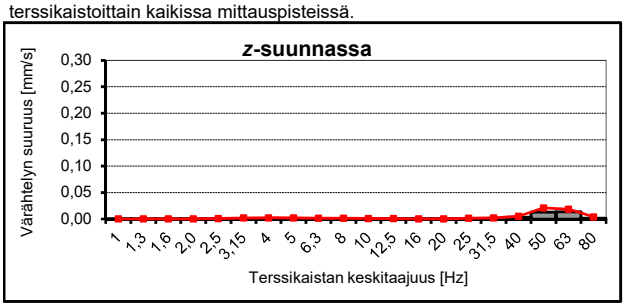
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$-arvot

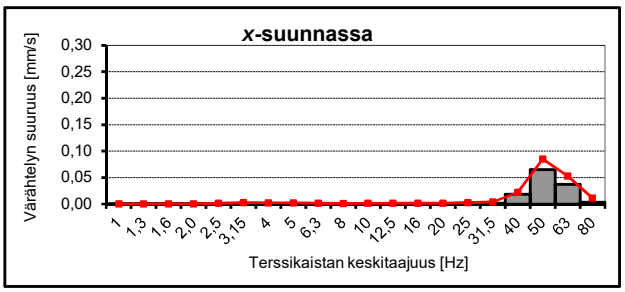
Tärinän tunnusluvun $v_{w,95}$ laskemisessa käytetyt $v_{w,max}$-arvot. Tunnuslukua käytetään asumis- tai käyttöviihtyvyyden arvioinnissa

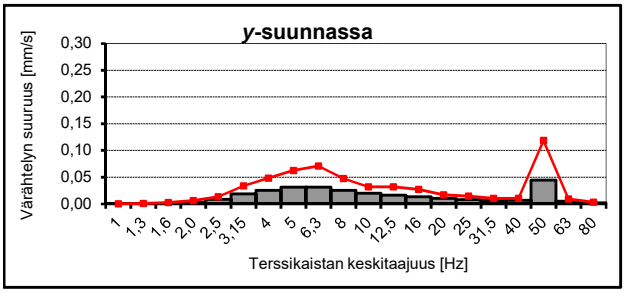
Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *z*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *y*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *x*
9.12.2017	20:38	0,02	12.12.2017	18:41	0,12	9.12.2017	20:38	0,10
11.12.2017	14:48	0,02	14.12.2017	21:01	0,12	11.12.2017	14:48	0,09
10.12.2017	6:56	0,02	13.12.2017	15:31	0,09	11.12.2017	1:16	0,09
11.12.2017	1:16	0,02	12.12.2017	14:36	0,09	14.12.2017	2:02	0,08
10.12.2017	1:21	0,02	14.12.2017	11:44	0,08	10.12.2017	6:28	0,08
10.12.2017	21:01	0,02	14.12.2017	8:48	0,08	10.12.2017	1:21	0,08
14.12.2017	2:02	0,02	12.12.2017	3:33	0,07	11.12.2017	7:13	0,07
10.12.2017	6:28	0,02	12.12.2017	11:30	0,07	14.12.2017	10:06	0,07
13.12.2017	21:02	0,02	14.12.2017	11:21	0,07	12.12.2017	21:05	0,07
11.12.2017	21:00	0,02	12.12.2017	10:56	0,07	10.12.2017	4:25	0,07
7.12.2017	21:02	0,02	12.12.2017	19:15	0,07	13.12.2017	6:51	0,07
12.12.2017	1:50	0,02	12.12.2017	11:05	0,07	10.12.2017	6:56	0,07
12.12.2017	21:05	0,02	15.12.2017	3:38	0,06	8.12.2017	7:24	0,07
11.12.2017	4:23	0,02	15.12.2017	6:56	0,06	12.12.2017	22:10	0,07
14.12.2017	7:17	0,02	11.12.2017	18:05	0,06	9.12.2017	4:26	0,07
	$v_{w,95}$ =	**0,02**		$v_{w,95}$ =	**0,11**		$v_{w,95}$ =	**0,10**

Tärinän spektrit

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







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

PROMETHOR

Mittauspisteen kuvaus: 3-aksiaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 7.-15.12.2017

MP9

Suurimmat resultantit

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	*y*	*x*
8.12.2017	13.03	**0,9**	0,10	0,44	0,78
9.12.2017	01.09	0,9	0,11	0,31	0,80
11.12.2017	15.48	0,8	0,11	0,40	0,80
7.12.2017	23.57	0,8	0,11	0,32	0,74
15.12.2017	11.31	0,8	0,11	0,77	0,65
12.12.2017	04.33	0,8	0,08	0,44	0,62
9.12.2017	17.04	0,8	0,09	0,36	0,70
14.12.2017	21.02	0,7	0,09	0,36	0,66
7.12.2017	17.58	0,6	0,07	0,42	0,49
11.12.2017	06.00	0,6	0,07	0,61	0,46
12.12.2017	17.34	0,6	0,06	0,47	0,44
9.12.2017	15.43	0,6	0,07	0,31	0,54
7.12.2017	17.59	0,5	0,05	0,38	0,41
7.12.2017	20.57	0,5	0,07	0,24	0,52
12.12.2017	04.33	0,5	0,07	0,32	0,52

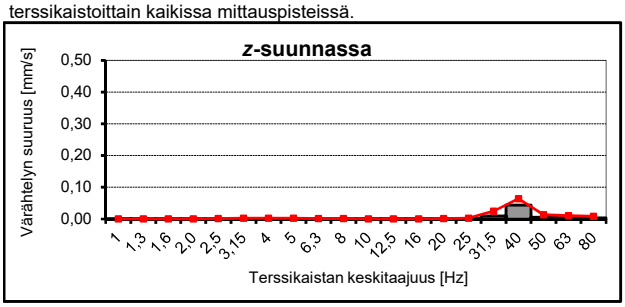
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$-arvot

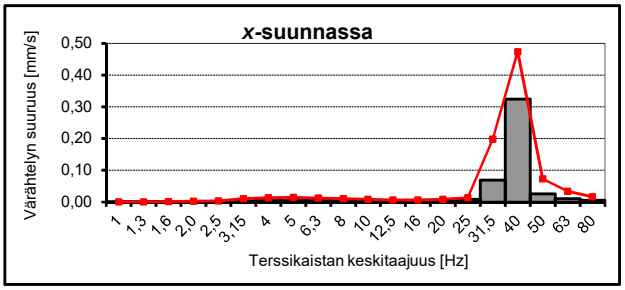
Tärinän tunnusluvun $v_{w,95}$ laskemisessa käytetyt $v_{w,max}$-arvot. Tunnuslukua käytetään asumis- tai käyttöviihtyvyyden arvioinnissa

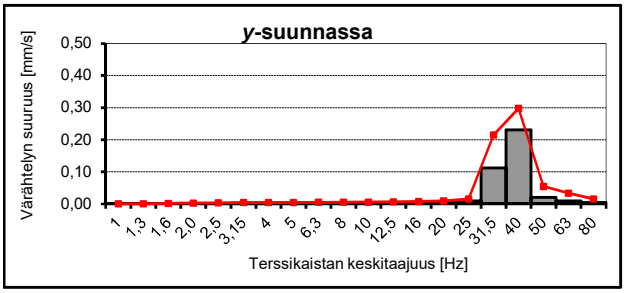
Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *z*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *y*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *x*
9.12.2017	1:09	0,06	15.12.2017	4:45	0,33	9.12.2017	1:09	0,48
7.12.2017	23:57	0,06	9.12.2017	4:26	0,29	7.12.2017	23:57	0,44
8.12.2017	13:03	0,06	12.12.2017	17:34	0,29	8.12.2017	13:03	0,43
9.12.2017	17:04	0,05	14.12.2017	5:18	0,28	9.12.2017	17:04	0,39
11.12.2017	15:48	0,05	14.12.2017	18:06	0,28	11.12.2017	15:48	0,37
14.12.2017	21:02	0,04	15.12.2017	11:31	0,28	14.12.2017	21:02	0,33
15.12.2017	11:31	0,04	11.12.2017	6:00	0,26	7.12.2017	17:58	0,30
7.12.2017	17:58	0,04	12.12.2017	17:34	0,26	12.12.2017	4:33	0,29
12.12.2017	4:33	0,04	7.12.2017	17:58	0,25	9.12.2017	15:43	0,29
9.12.2017	15:43	0,04	8.12.2017	13:03	0,24	7.12.2017	20:57	0,28
7.12.2017	20:57	0,04	9.12.2017	17:04	0,23	12.12.2017	1:23	0,27
12.12.2017	1:23	0,04	15.12.2017	4:39	0,23	15.12.2017	11:31	0,27
9.12.2017	15:43	0,03	9.12.2017	15:43	0,21	9.12.2017	15:43	0,25
12.12.2017	4:33	0,03	13.12.2017	3:54	0,20	12.12.2017	4:33	0,25
11.12.2017	1:22	0,03	14.12.2017	4:55	0,20	11.12.2017	1:22	0,24
	$v_{w,95}$ =	**0,06**		$v_{w,95}$ =	**0,32**		$v_{w,95}$ =	**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: 3-aksiaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 7.-15.12.2017

MP10

Suurimmat resultantit

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	*y*	*x*
10.12.2017	00.26	**0,2**	0,10	0,08	0,19
9.12.2017	16.53	0,2	0,11	0,10	0,19
10.12.2017	04.45	0,2	0,08	0,12	0,18
10.12.2017	03.14	0,2	0,07	0,19	0,15
9.12.2017	20.05	0,2	0,08	0,11	0,14
11.12.2017	14.48	0,2	0,03	0,15	0,10
9.12.2017	20.35	0,2	0,08	0,10	0,15
7.12.2017	19.51	0,1	0,02	0,13	0,08
10.12.2017	03.12	0,1	0,06	0,10	0,12
9.12.2017	14.43	0,1	0,03	0,12	0,08
14.12.2017	19.33	0,1	0,02	0,12	0,05
10.12.2017	05.45	0,1	0,08	0,08	0,09
12.12.2017	05.00	0,1	0,03	0,11	0,08
9.12.2017	19.24	0,1	0,05	0,07	0,10
9.12.2017	01.19	0,1	0,04	0,06	0,11

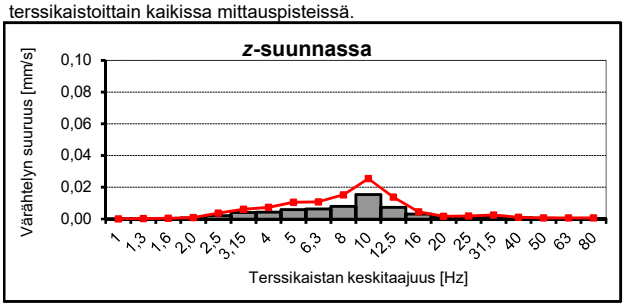
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$-arvot

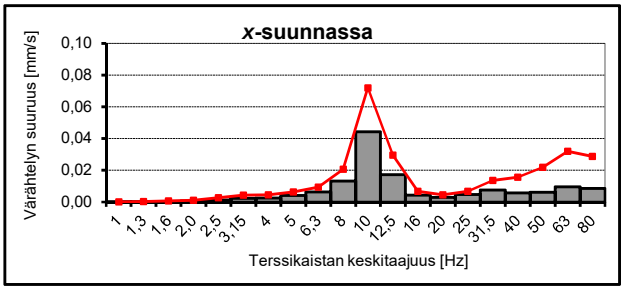
Tärinän tunnusluvun $v_{w,95}$ laskemisessa käytetyt $v_{w,max}$-arvot. Tunnuslukua käytetään asumis- tai käyttöviihtyvyyden arvioinnissa

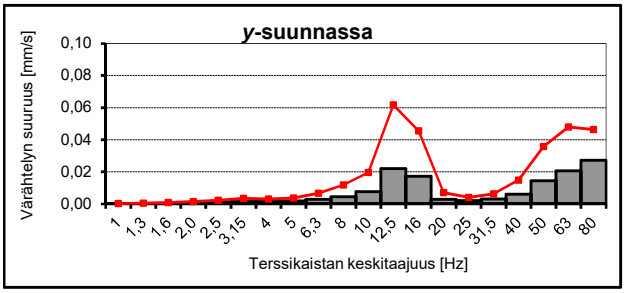
Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *z*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *y*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *x*
9.12.2017	16:53	0,03	10.12.2017	3:14	0,08	10.12.2017	4:45	0,08
10.12.2017	0:26	0,03	7.12.2017	19:51	0,06	9.12.2017	16:53	0,07
10.12.2017	4:45	0,03	11.12.2017	14:48	0,06	10.12.2017	0:26	0,07
9.12.2017	20:35	0,03	7.12.2017	15:42	0,05	9.12.2017	20:05	0,06
9.12.2017	20:05	0,03	7.12.2017	13:33	0,04	10.12.2017	3:14	0,06
10.12.2017	5:45	0,02	9.12.2017	14:43	0,04	9.12.2017	20:35	0,05
10.12.2017	3:14	0,02	9.12.2017	16:53	0,04	10.12.2017	3:12	0,05
10.12.2017	3:12	0,02	10.12.2017	4:45	0,04	9.12.2017	1:19	0,05
10.12.2017	5:56	0,02	9.12.2017	20:05	0,04	7.12.2017	19:51	0,04
14.12.2017	10:48	0,02	14.12.2017	19:33	0,04	9.12.2017	23:18	0,04
10.12.2017	5:44	0,02	11.12.2017	5:00	0,04	9.12.2017	12:03	0,04
9.12.2017	12:03	0,02	7.12.2017	16:59	0,04	10.12.2017	5:45	0,04
9.12.2017	1:19	0,02	10.12.2017	3:12	0,04	10.12.2017	5:44	0,04
10.12.2017	2:40	0,02	12.12.2017	7:38	0,04	11.12.2017	14:48	0,04
9.12.2017	19:24	0,02	7.12.2017	16:22	0,04	9.12.2017	19:24	0,04
	$v_{w,95}$ =	**0,03**		**$v_{w,95}$ =**	**0,07**		**$v_{w,95}$ =**	**0,08**

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