

Lohjan kaupunki
Kaavoitus
Iris Jägel-Balcan

TÄRINÄSELVITYS

L53 Kirkniemen asema, Lohja



Tilaaaja:
Lohjan kaupunki
Kaavoitus
Iris Jägel-Balcan

Tärinäselvitys

Kohde:
L53 Kirkniemen asema, Lohja
Asemakaavamuutos
17. kaupunginosa Jönsböle

Raportin numero:
PR4449-TÄR01

Raportin päiväys:
21.2.2018

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

Tero Puranen
Insinööri (AMK)
Nuorempi suunnittelija
sp. tero.puranen@promethor.fi

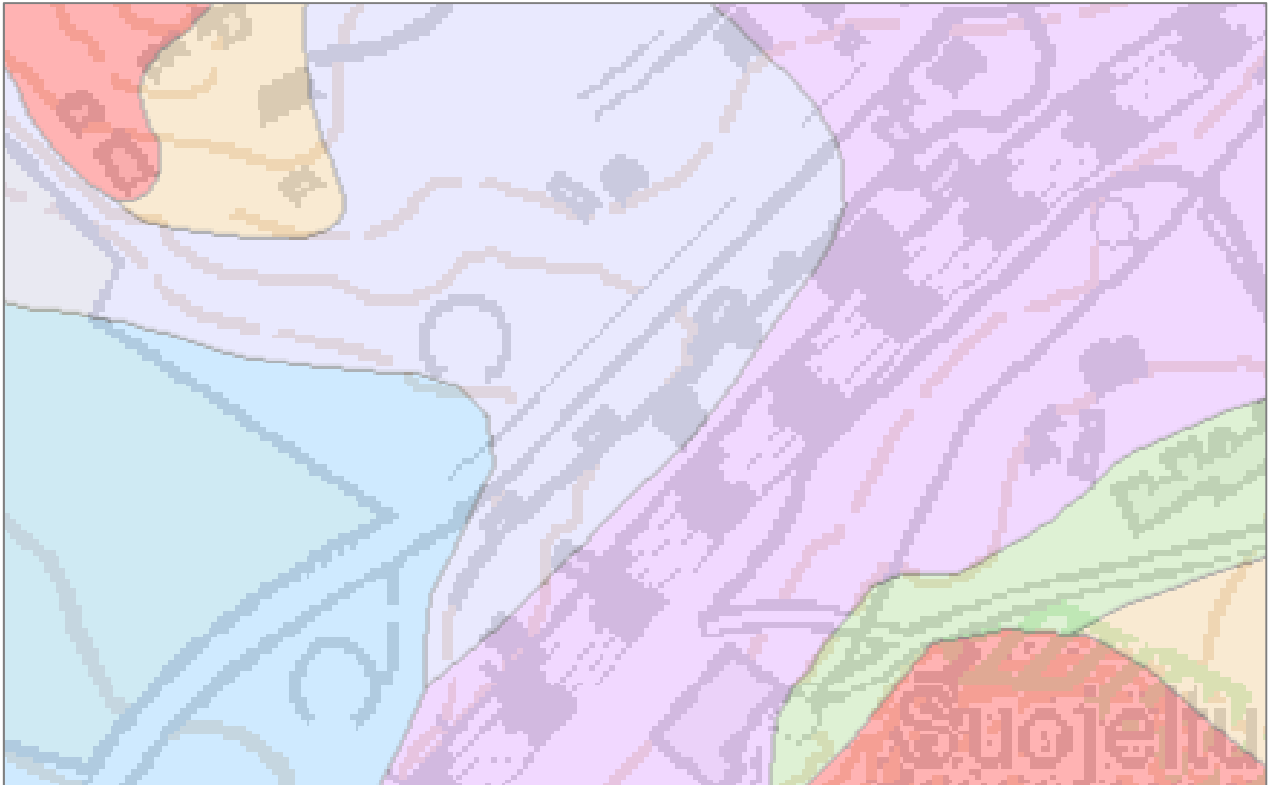
Tarkastanut:
Jani Kankare
Toimitusjohtaja, FM
puh. 040 574 0028
sp. jani.kankare@promethor.fi

Sisällysluettelo

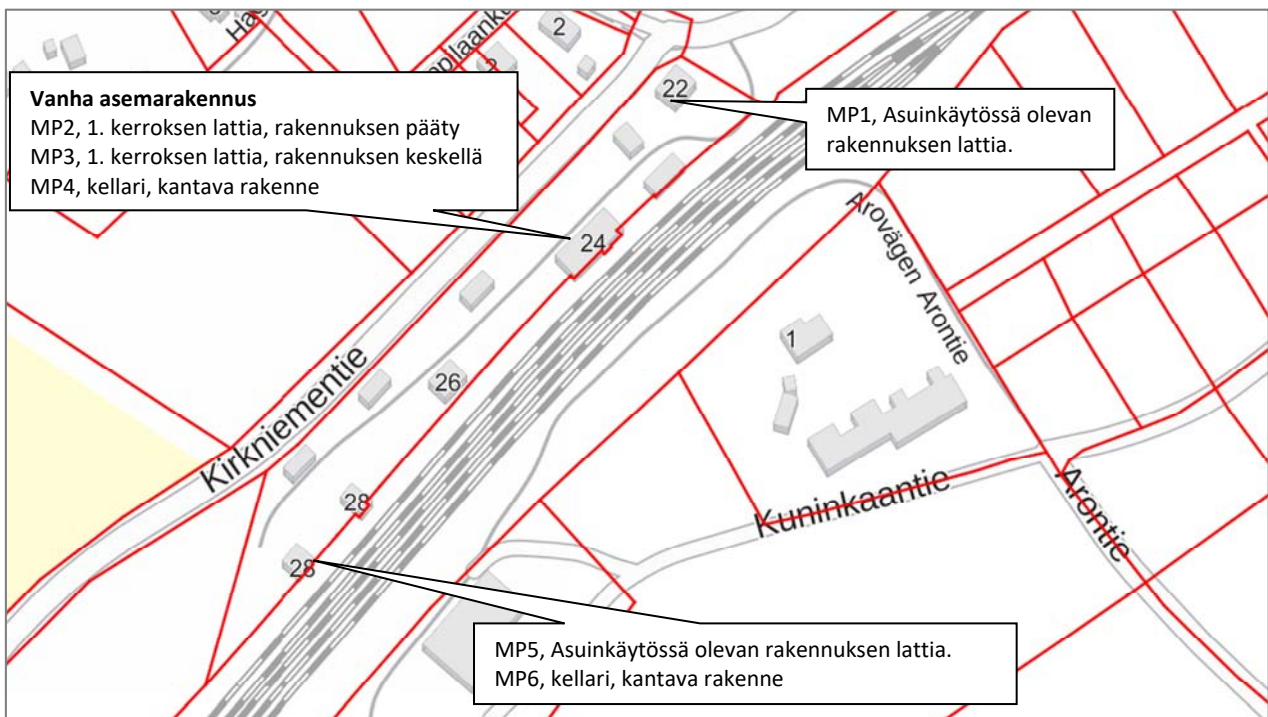
1	Yleistä.....	4
2	Kohteen sijainti, ympäristö ja mittauspisteet.....	4
3	Mittaus- ja arviointimenetelmät	6
4	Tärinän suositusarvot	7
4.1	Tärinän suositusarvot rakennusten vaurioriskin kannalta	7
4.2	Tärinän suositusarvot asumisviihtyvyyden kannalta	7
5	Mittaustulokset	8
5.1	Värähtelyn taajuussisältö	8
5.2	Värähtelyn heilahdusnopeuden resultantti v_{res}	8
5.3	Tärinän tunnusluku $v_{w,95}$	8
6	Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset.....	9
6.1	Tärinän aiheuttama vaurioitumisriski	9
6.2	Tärinän aiheuttama viihtyvyyshaitta.....	9
7	Lisätietoa	10

Liitteet:

Liite 1. Mittauspistesivut.



Kuva 2. GTK:n maaperäkarta tarkastelualueelta. Violetti alue radan kohdalla on hienoa hietaa ja vaaleansininen hiesua.



Kuva 3. Mittauspisteiden sijainnit.

3 MITTAUS- JA ARVIOINTIMENETELMÄT

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

Mittaustulosten analysointi ja tulkinta rakenteiden vaurioitumisriskin kannalta tehtiin VTT:n ohjetta ”Rautatieliikenteen tärinän vaikutus rakenteisiin – Vaurioalttiuden kartoittaminen ja mittaaminen”, sekä VTT:n tutkimusraporttia VTT-R-04703-14 ”Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttiutus” soveltaen. Rakenteiden vaurioriskiä arvioitiin värähtelyn taajuuspainottamattoman heilahdusnopeuden tuloksen maksimiarvon v_{res} avulla.

Mittaustulosten analysointi ja tulkinta ihmisen kokeman tärinähaitan kannalta tehtiin VTT:n ohjeiden ”Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokitukselta”, ”Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa” ja ”Ohjeita liikennetärinän arviointiin” mukaan. Ihmisen kokeman häiriön kuvaamiseksi tärinäsignaaleista laskettiin tunnusluku $v_{w,95}$ VTT:n suositusten mukaan¹. Mitatut tärinäsignaalit taajuuspainotettiin standardin ISO 2631-2 mukaisella kokokehontärinän painotusfunktiolla, minkä jälkeen niistä laskettiin liukuvan tehollisarvon maksimit $v_{w,max}$. Näistä valittiin 15 suurinta tapahtumaa, joiden perusteella laskettiin tunnusluku $v_{w,95}$. Värähtelyjen tunnusluvulla $v_{w,95}$ tarkoitetaan arvoa, jota pienempänä 15 suurimman tärinä tapahtuman taajuuspainotetut tehollisarvot pysyvät 95 prosentin tilastollisella todennäköisyydellä.

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 pysty akselin mukaan valituista signaaleista laskettu. Pystysuunnan mukaan määritetyistä signaaleista lasketut vaakasuuntaiset tunnusluvut saattavat olla todellista pienempiä, erityisesti kun vaakasuuntaisen tärinän on merkittävä.

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. VTT:n tutkimusraportissa VTT-R-04703-14 suositellaan vaurioriskin arvioimiseen käytettäväksi ohjeessa RIL 253 (RIL2010) maa- ja pohjarakennustöille esitettyjä arvoja. Taulukon 1 arvot ovat käytännössä RIL:n ohjearvoja tiukemmat, jonka vuoksi ensisijainen tarkastelu tehdään käyttäen niitä.

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 herkätkä 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 luokituksesta” annettu suositus normaalien asuinrakennusten värähtelyluokituksesta.

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

5 MITTAUSTULOKSET

5.1 Värähtelyn taajuussisältö

Tärinän taajuuspainotetut taajuusjakaumat on esitetty liitteessä 1 terssikaistoittain VTT:n suosituksen mukaisesti. Mitattu värähtely ulottui alle 10 Hz taajuuksille.

5.2 Värähtelyn heilahdusnopeuden resultantti v_{res}

Rakennusten vaurioitumisriskiä arvioidaan kantavasta rakenteesta mitatun taajuuspainottamattoman värähtelyn nopeuden resultantin suurimman arvon avulla. Taulukossa 3 on esitetty mittausviikon aikana mitattu suurin resultantin arvo kussakin mittauspisteessä. Liitteessä 1 on esitetty mitatuista resultanteista 15 suurinta arvoa. Suositeltavana enimmäisarvona voidaan tarkasteltavassa kohteessa pitää 4 mm/s (vrt. taulukko 1).

Taulukko 3. Suurimmat mitatut heilahdusnopeuden resultantin arvot v_{res} .

Mittauspiste	Kuvaus	Resultantti [mm/s]
MP1	Asuinkäytössä oleva rakennus, lattia	1,2
MP2	Vanha asemarakennus, lattia, talon pääty	2,1
MP3	Vanha asemarakennus, lattia, talon keskiosa	2,5
MP4	Vanha asemarakennus, kellari, kantava rakenne	1,5
MP5	Asuinkäytössä oleva rakennus, lattia	1,4
MP6	Asuinkäytössä oleva rakennus, kellari, kantava rakenne	0,8

5.3 Tärinän tunnusluku $v_{w,95}$

Ihmisen kokemaa tärinähaittaa arvioidaan ensisijaisesti lattialta mitattua tärinän tunnuslukua käyttäen. Tunnusluku määritetään taajuuspainotettujen heilahdusnopeuksien tehollisarvoista huomioimalla 15 suurinta tärinätaapahtumaa viikon aikana. Taulukossa 4 on esitetty määritetyt tunnusluvut mittausviikolta. Vanhoilla asuinalueilla pyritään tilanteeseen, jossa tärinän tunnusluku $v_{w,95}$ ei ylitäisi arvoa 0,60 mm/s (luokka D). Laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot on esitetty liitteessä 1.

Taulukko 4. Mittaustuloksista lasketut tärinän tunnusluvut $v_{w,95}$.

Mittauspiste	pystysuunta	Tunnusluku $v_{w,95}$ [mm/s]	
		rataa vasten kohtisuora vaakasuunta	radan suuntainen vaakasuunta
MP1	0,39	0,12	0,11
MP2	0,56	0,60	0,18
MP3	0,87	0,29	0,20
MP4	0,48	0,20	0,10
MP5	0,47	0,25	0,18
MP6	0,27	0,13	0,09

6 TULOSTEN TARKASTELU JA JOHTOPÄÄTÖKSET

6.1 Tärinän aiheuttama vaurioitumisriski

Kaikki, jopa lattioilta mitatut tärinän heilahdusnopeuden resultantin arvot 0,8...2,5 mm/s ovat selvästi suositusarvoa 4 mm/s pienempiä (merkitsevä värähtelyn taajuus f on alle 10 Hz). Raideliikenteen aiheuttama tärinä ei näin ollen aiheuta suunnitelluille rakennuksille vaurioriskiä. Tulos on ilmeinen siihen nähden, että rakennukset ovat vanhoja ja niiden perustukset ja betoniset kellarirakenteet ovat mittausten asennuksen ja poiston yhteydessä tehtyjen havaintojen perusteella suhteellisen hyväkuntoisia.

6.2 Tärinän aiheuttama viihtyvyyshaitta

Rakennusten lattioilta mitattu tärinä asemarakennuksen keskiosasta mitattua pystysuuntaista värähtelyä lukuun ottamatta täyttivät (alittivat tai sivusivat) värähtelyluokan D ohjearvon 0,60 mm/s (olosuhteet, joihin pyritään vanhoilla asuinalueilla). Asemarakennuksen lattialta kahdesta pisteestä saatujen tulosten perusteella rakennuksessa havaittavaan värähtelyyn vaikuttaa merkittävästi havainnointikohta. Tämä selittyy kellarin ja asuinkerroksen välisen välipohjan resonansseilla. Kauempana kantavista rakenteista välipohjan resonanssi voimistaa havaittavaa värähtelyä. Asemarakennuksessa on todennäköisesti mahdollista valita esimerkiksi sänkyjen paikat siten, että värähtelyluokan D ohjearvot niiden kohdalla täyttyvät. Viikon mittausjakson aikana 0,60 mm/s ylittäviä tärinätaapahtumia mitattiin kahdeksan (8) kappaletta mittauspisteessä 3. Näistä viisi (5) ylitti 0,70 mm/s.

6.3 Vaikutus kaavoitukseen

Tulosten perusteella tarkastelualueella voidaan saavuttaa vanhoille asuinalueille sovellettava tärinän tunnusluvun suositusarvo 0,60 mm/s (värähtelyluokka D). Alueen kaavoittaminen asuinalueeksi soveltaen olemassa olevien asuinalueiden suositusarvoja on näin ollen mahdollista.

6.4 Vaikutus rakennuslupiin

Tarkastelualueella pientaloissa ei todennäköisesti voida realistisilla vaimennustoimenpiteillä saavuttaa uusille normaaleille asuinrakennuksille sovellettavaa tärinän tunnusluvun ohjearvoa 0,30 mm/s (värähtelyluokka C). Tämä saattaa estää rakennusluvan myöntämisen uudisrakennuksille.

Alueella olemassa olevien rakennusten ullakkotilojen muunto asuintiloiksi edellyttää erillisen tärinäselvityksen teettämistä, jossa tärinämittauksilla selvitetään ullakkotilan soveltuvuus asuintilaksi tärinätasojen kannalta. Ullakkotiloissa vanhoille asuinrakennuksille sovellettavan tärinän tunnusluvun suositusarvon voidaan arvioida suurella todennäköisyydellä ylittyvän, mikä estäisi muutokseen tarvittavan rakennusluvan myöntämisen.

Olemassa olevien rakennusten ensimmäisen kerroksen tiloihin voidaan myöntää muutostoimenpiteisiin tarvittavia rakennuslupia niiltä osin, kun muutokset eivät vaikuta voimistavasti rakennuksessa havaittavaan raideliikenteen tärinään.

6.5 Vaikutus asumiseen

Raideliikenteen tärinä on selvästi havaittavissa kaikissa tarkastelukohteen rakennuksissa. Tärinän aiheuttama viihtyvyyshaitta on erittäin subjektiivista. Viihtyvyyshaitan arvioinnissa käytetyt suositusarvot perustuvat prosenttiosuuksiin, joiden osoittama määrä ihmisistä saattaa kokea kyseisen voimakkuusluokan tärinän häiritseväksi. Uusien normaalien asuinrakennusten suositusarvossa hyväksytään, että 15 % asukkaista pitää tärinää häiritseväksi, ja vanhoissa asuinrakennuksissa 25 %. Tämä tarkoittaa, että jos raken-

nukseen aiheutuvan tärinän tunnusluku on noin 0,60 mm/s, noin 25 % kokisi tärinän häiritseväenä ja saattaisi valittaa siitä, mutta noin 75 % ei kokisi tärinää kohtuuttoman häiritseväenä.

6.6 Muita huomioita

Näiden mittauksien avulla on selvitetty olemassa olevan rautatieliikenteen aiheuttaman tärinän vaikutus suunniteltuihin rakennuksiin. Mittaustulokset edustavat mittauskohteen tärinää vain niissä olosuhteissa, joissa mittaukset suoritettiin. Muun muassa liikenneväylän kunnan, kaluston tai ajonopeuksien poiketessa oleellisesti mittausajankohdasta on tärinäarvojen muuttuminen mahdollista.

Rakennusten ullakkotiloja ei tule ottaa asuinkäyttöön ilman erillistä tärinätarkastelua. Mittausten aikana rakennusten asuinkäytössä olevat tilat olivat rakennusten ensimmäisessä kerroksessa. Puurakenteisissa taloissa vaakasuuntainen värähtely tyypillisesti voimistuu merkittävästi rakennuksen ylempiin kerroksiin.

7 LISÄTIETOA

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

8 KIRJALLISUUS

1. Rautatieliikenteen tärinän vaikutus rakenteisiin, J. Törnqvist ja O. Nuutilainen, Luonnos, Otamedia Oy, Espoo 2002
2. Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta, VTT:n tiedotteita 2278, A. Talja, Otamedia Oy, Espoo 2004
3. Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa, VTT working papers 50, J. Törnqvist ja A. Talja, Espoo 2006
4. Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi, VTT tiedotteita 2425, A. Talja, A. Vepsä, J. Kurkela ja M. Halonen, Espoo 2008
5. Ohjeita liikennetärinän arviointiin, VTT:n tiedotteita 2569, A. Talja, Espoo 2011
6. Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius, VTT:n tutkimusraportti VTT-R-04703-14, A. Talja, J. Törnqvist, Espoo 2014

Mittauspisteen kuvaus: Asuinkäytössä olevan rakennuksen lattia
Mittausjakso: 5.2.2018 - 12.2.2018

Suurimmat resultantit

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
7.2.2018	04.15	1,2	1,14	0,27	0,30
12.2.2018	09.55	0,9	0,90	0,23	0,22
6.2.2018	04.43	0,9	0,88	0,27	0,24
9.2.2018	13.57	0,9	0,86	0,24	0,23
5.2.2018	11.22	0,8	0,82	0,30	0,35
7.2.2018	11.10	0,8	0,82	0,23	0,22
12.2.2018	03.32	0,8	0,80	0,32	0,21
9.2.2018	03.53	0,7	0,74	0,24	0,21
6.2.2018	01.40	0,7	0,66	0,23	0,18
6.2.2018	11.15	0,7	0,63	0,24	0,23
7.2.2018	00.49	0,6	0,64	0,22	0,21
8.2.2018	00.58	0,6	0,63	0,22	0,21
6.2.2018	16.42	0,6	0,64	0,16	0,14
8.2.2018	06.50	0,6	0,60	0,15	0,18
10.2.2018	07.02	0,6	0,56	0,20	0,19

MP1

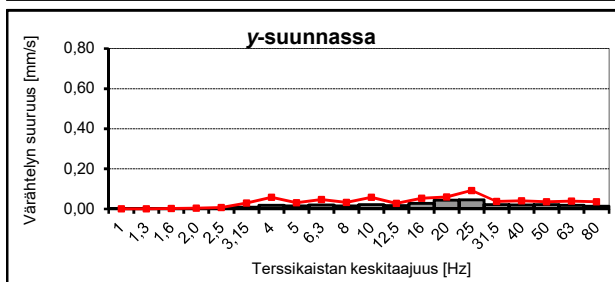
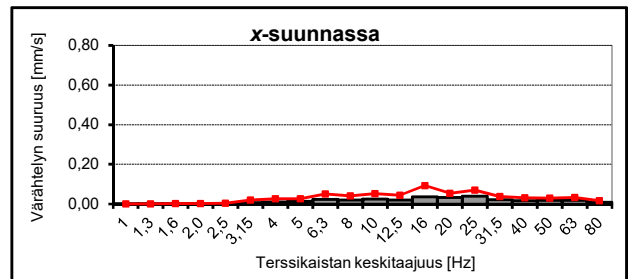
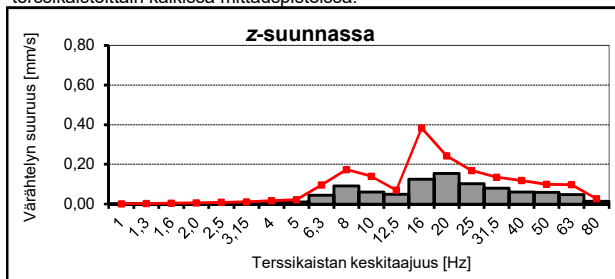
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot

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
5.2.2018	11:22	0,35	6.2.2018	4:44	0,11	5.2.2018	11:21	0,11
7.2.2018	11:10	0,32	12.2.2018	3:32	0,11	9.2.2018	3:53	0,10
9.2.2018	13:57	0,32	7.2.2018	4:15	0,10	6.2.2018	4:43	0,09
12.2.2018	9:55	0,31	6.2.2018	1:40	0,10	12.2.2018	3:32	0,09
6.2.2018	4:43	0,31	12.2.2018	9:55	0,10	9.2.2018	13:57	0,09
12.2.2018	3:32	0,29	9.2.2018	13:57	0,09	10.2.2018	7:02	0,09
9.2.2018	3:52	0,26	9.2.2018	3:53	0,09	12.2.2018	9:56	0,09
6.2.2018	11:15	0,24	7.2.2018	11:10	0,09	7.2.2018	11:09	0,08
10.2.2018	13:20	0,23	6.2.2018	11:15	0,09	9.2.2018	1:01	0,08
10.2.2018	6:10	0,23	7.2.2018	0:49	0,08	8.2.2018	0:58	0,08
6.2.2018	1:40	0,23	12.2.2018	5:15	0,07	6.2.2018	1:40	0,08
7.2.2018	0:49	0,23	9.2.2018	1:01	0,07	6.2.2018	11:15	0,07
8.2.2018	8:58	0,22	6.2.2018	16:42	0,06	7.2.2018	0:49	0,07
8.2.2018	6:50	0,22	8.2.2018	17:31	0,06	8.2.2018	19:29	0,07
$v_{w,95} =$		0,39	$v_{w,95} =$		0,12	$v_{w,95} =$		0,11

Tärinän spektrit

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



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

Mittauspisteen kuvaus: Vanhan asemarakennuksen lattia, rakennuksen pääty
Mittausjakso: 5.2.2018 - 12.2.2018

Suurimmat resultantit

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
7.2.2018	04.16	2,1	1,07	1,95	0,44
9.2.2018	03.52	2,1	1,28	1,92	0,33
12.2.2018	03.32	2,0	1,72	1,85	0,41
6.2.2018	04.44	1,8	1,53	1,52	0,52
9.2.2018	13.57	1,8	1,70	1,23	0,33
7.2.2018	11.10	1,6	1,37	1,18	0,35
12.2.2018	09.56	1,3	1,00	1,17	0,25
5.2.2018	21.24	1,2	0,63	1,15	0,16
6.2.2018	11.15	1,1	0,94	0,82	0,28
6.2.2018	01.40	0,9	0,82	0,48	0,31
8.2.2018	12.41	0,9	0,79	0,68	0,20
11.2.2018	19.23	0,9	0,77	0,45	0,27
9.2.2018	01.01	0,9	0,73	0,48	0,32
9.2.2018	05.20	0,9	0,64	0,60	0,20
7.2.2018	00.49	0,8	0,78	0,44	0,26

MP2

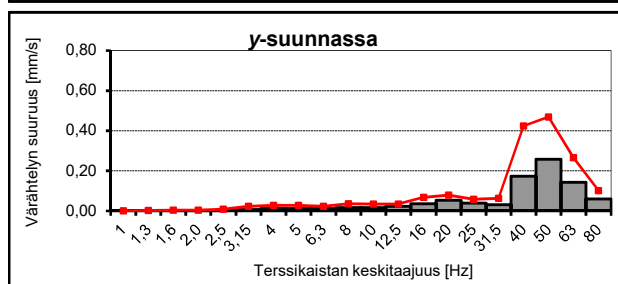
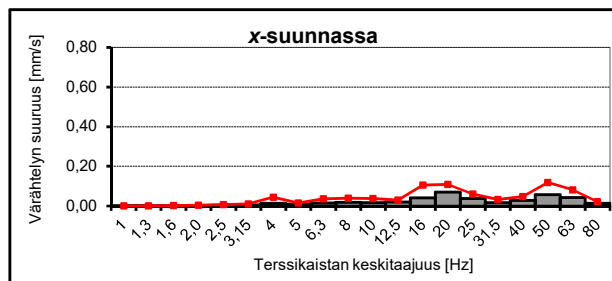
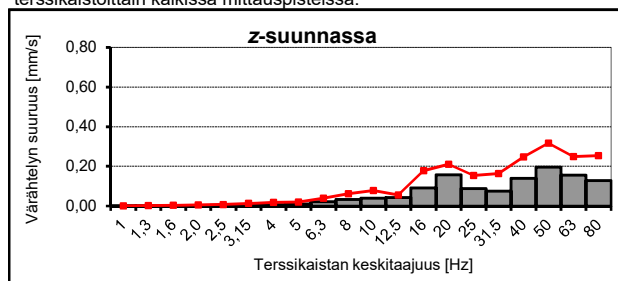
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot

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

Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] z	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] y	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] x
6.2.2018	4:44	0,50	6.2.2018	4:44	0,58	7.2.2018	4:15	0,16
7.2.2018	11:10	0,49	7.2.2018	4:15	0,50	12.2.2018	3:32	0,16
9.2.2018	13:57	0,49	9.2.2018	13:57	0,46	7.2.2018	11:10	0,15
7.2.2018	4:15	0,47	7.2.2018	11:10	0,46	12.2.2018	9:55	0,15
12.2.2018	9:55	0,39	9.2.2018	3:53	0,35	9.2.2018	13:57	0,12
9.2.2018	3:53	0,37	12.2.2018	9:55	0,31	9.2.2018	1:01	0,11
6.2.2018	11:15	0,37	6.2.2018	11:15	0,27	9.2.2018	3:53	0,11
6.2.2018	1:39	0,30	5.2.2018	21:24	0,22	6.2.2018	1:39	0,11
9.2.2018	1:01	0,29	6.2.2018	1:39	0,20	10.2.2018	7:02	0,10
10.2.2018	6:10	0,29	6.2.2018	7:22	0,19	8.2.2018	0:58	0,09
10.2.2018	7:02	0,27	8.2.2018	12:40	0,19	6.2.2018	11:15	0,09
8.2.2018	12:40	0,26	9.2.2018	5:20	0,18	8.2.2018	12:40	0,09
11.2.2018	19:23	0,26	10.2.2018	13:20	0,18	7.2.2018	0:49	0,09
8.2.2018	0:58	0,26	12.2.2018	5:15	0,18	11.2.2018	19:23	0,09
		$v_{w,95} = 0,56$			$v_{w,95} = 0,60$			$v_{w,95} = 0,18$

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: Vanhan asemarakennuksen lattialta, rakennuksen keskiosasta.
Mittausjakso: 5.2.2018-12.2.2018

Suurimmat resultantit

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
9.2.2018	01.01	2,5	2,49	0,41	0,30
8.2.2018	00.58	2,1	2,10	0,41	0,27
10.2.2018	07.02	2,1	2,07	0,42	0,41
7.2.2018	00.49	2,0	2,00	0,54	0,29
6.2.2018	01.40	1,8	1,75	0,36	0,39
8.2.2018	06.50	1,6	1,64	0,27	0,21
12.2.2018	03.32	1,6	1,60	0,63	0,42
7.2.2018	06.58	1,6	1,56	0,24	0,21
12.2.2018	09.55	1,5	1,48	0,58	0,45
6.2.2018	16.42	1,5	1,47	0,23	0,24
12.2.2018	08.51	1,4	1,36	0,08	0,10
6.2.2018	04.44	1,4	1,32	0,79	0,51
7.2.2018	04.15	1,3	1,32	0,60	0,50
10.2.2018	13.20	1,3	1,32	0,40	0,36
9.2.2018	05.20	1,2	1,24	0,25	0,24

MP3

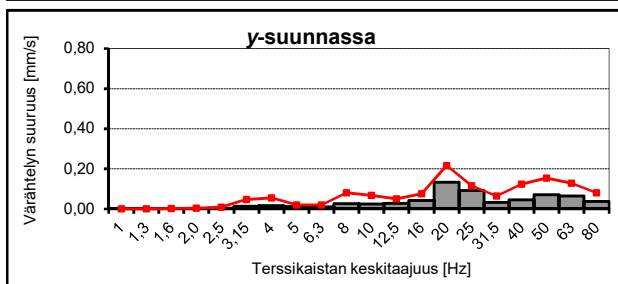
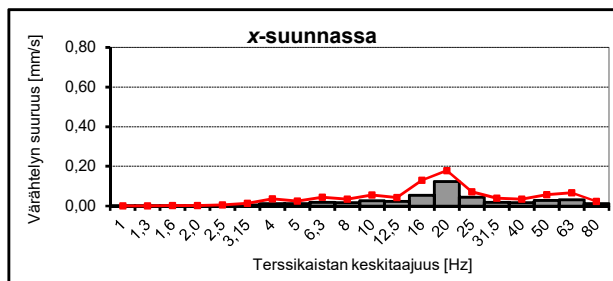
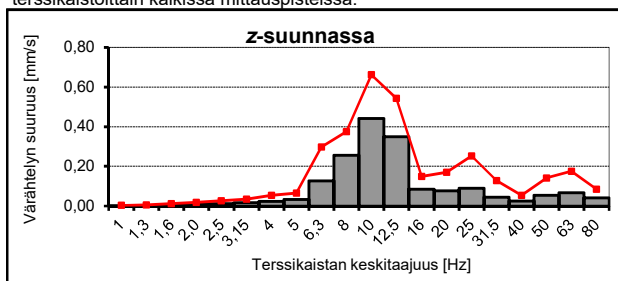
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot

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
10.2.2018	7:02	0,81	7.2.2018	11:10	0,29	7.2.2018	4:15	0,19
7.2.2018	0:49	0,81	9.2.2018	13:57	0,27	8.2.2018	12:40	0,18
8.2.2018	0:58	0,78	12.2.2018	9:55	0,22	12.2.2018	9:55	0,18
8.2.2018	6:50	0,76	9.2.2018	3:53	0,21	10.2.2018	13:20	0,17
12.2.2018	3:32	0,64	6.2.2018	11:15	0,21	12.2.2018	3:32	0,17
6.2.2018	1:40	0,63	7.2.2018	4:15	0,21	6.2.2018	4:44	0,15
7.2.2018	6:58	0,63	6.2.2018	4:44	0,19	9.2.2018	3:53	0,14
12.2.2018	9:55	0,59	12.2.2018	5:15	0,18	9.2.2018	1:01	0,14
9.2.2018	5:20	0,56	7.2.2018	9:03	0,17	11.2.2018	19:23	0,14
6.2.2018	16:42	0,55	10.2.2018	6:10	0,17	6.2.2018	1:40	0,13
6.2.2018	14:13	0,54	9.2.2018	1:01	0,17	7.2.2018	11:10	0,13
7.2.2018	16:38	0,52	7.2.2018	0:49	0,16	9.2.2018	5:20	0,13
7.2.2018	11:10	0,51	8.2.2018	6:50	0,15	8.2.2018	0:58	0,13
10.2.2018	13:20	0,49	9.2.2018	7:29	0,15	9.2.2018	7:29	0,13
		$v_{w,95} = 0,87$			$v_{w,95} = 0,29$			$v_{w,95} = 0,20$

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: Vanhan asemarakennuksen kellarissa kantavasta rakenteesta.
Mittausjakso: 5.2.2018-12.2.2018

Suurimmat resultantit

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
12.2.2018	09.55	1,5	1,46	0,39	0,15
7.2.2018	11.09	1,4	1,37	0,51	0,23
9.2.2018	13.57	1,3	1,31	0,59	0,21
6.2.2018	11.15	1,3	1,23	0,33	0,17
12.2.2018	03.32	1,2	1,06	0,56	0,31
7.2.2018	04.15	1,1	1,10	0,52	0,26
6.2.2018	04.43	1,1	1,07	0,53	0,30
9.2.2018	03.53	1,1	1,05	0,46	0,17
5.2.2018	21.24	0,7	0,63	0,30	0,10
8.2.2018	23.12	0,6	0,59	0,18	0,09
9.2.2018	01.01	0,6	0,56	0,27	0,23
8.2.2018	11.37	0,6	0,56	0,14	0,08
10.2.2018	13.20	0,6	0,55	0,22	0,14
10.2.2018	07.02	0,6	0,55	0,21	0,27
7.2.2018	00.49	0,6	0,55	0,31	0,17

MP4

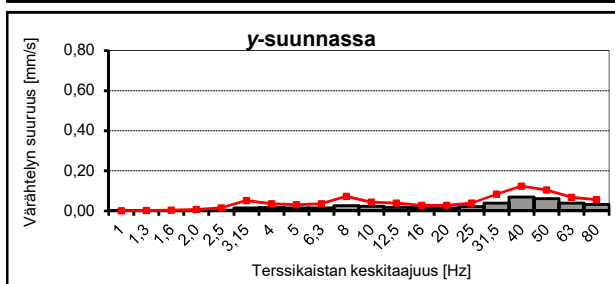
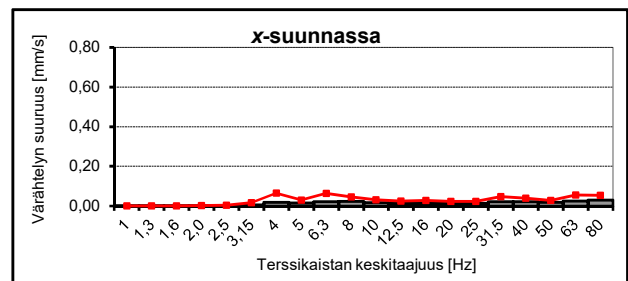
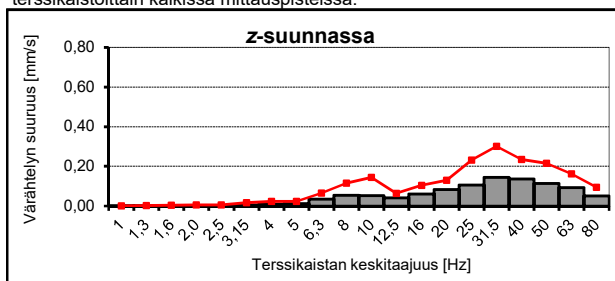
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot

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
12.2.2018	9:55	0,42	7.2.2018	11:09	0,19	12.2.2018	3:32	0,10
9.2.2018	13:57	0,42	12.2.2018	3:32	0,17	10.2.2018	7:02	0,08
6.2.2018	11:15	0,36	6.2.2018	4:43	0,17	9.2.2018	1:01	0,08
12.2.2018	3:32	0,35	7.2.2018	4:15	0,15	7.2.2018	11:09	0,08
6.2.2018	4:43	0,33	9.2.2018	3:52	0,14	7.2.2018	4:15	0,08
7.2.2018	4:15	0,31	12.2.2018	9:55	0,11	9.2.2018	3:52	0,08
9.2.2018	3:52	0,29	6.2.2018	11:15	0,11	9.2.2018	13:57	0,08
10.2.2018	7:02	0,20	8.2.2018	0:58	0,10	8.2.2018	0:58	0,07
9.2.2018	1:01	0,20	9.2.2018	1:01	0,10	7.2.2018	0:49	0,06
6.2.2018	1:39	0,20	7.2.2018	0:49	0,10	6.2.2018	11:15	0,05
8.2.2018	0:58	0,19	5.2.2018	21:24	0,08	12.2.2018	9:55	0,05
5.2.2018	21:24	0,18	10.2.2018	7:02	0,07	6.2.2018	1:39	0,05
7.2.2018	0:49	0,18	6.2.2018	1:39	0,07	11.2.2018	21:45	0,05
7.2.2018	6:58	0,17	11.2.2018	19:23	0,06	7.2.2018	16:38	0,05
$v_{w,95} =$		0,48	$v_{w,95} =$		0,20	$v_{w,95} =$		0,10

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: Asuinkäytössä olevan rakennuksen asuinkerroksen lattialla.
Mittausjakso: 5.2.2018-12.2.2018

Suurimmat resultantit

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
7.2.2018	11.09	1,4	1,35	0,58	0,38
12.2.2018	09.55	1,2	1,16	0,67	0,33
9.2.2018	13.56	1,2	1,15	0,66	0,43
7.2.2018	04.16	1,1	1,00	0,58	0,51
6.2.2018	11.14	0,9	0,94	0,51	0,33
6.2.2018	04.44	0,9	0,81	0,46	0,47
9.2.2018	03.53	0,8	0,81	0,31	0,38
12.2.2018	03.32	0,8	0,70	0,45	0,62
6.2.2018	14.01	0,7	0,74	0,29	0,28
10.2.2018	15.26	0,7	0,70	0,23	0,25
10.2.2018	06.44	0,7	0,68	0,21	0,25
10.2.2018	07.02	0,7	0,65	0,31	0,27
11.2.2018	08.02	0,6	0,62	0,29	0,33
11.2.2018	14.13	0,6	0,61	0,27	0,20
7.2.2018	11.32	0,6	0,54	0,27	0,21

MP5

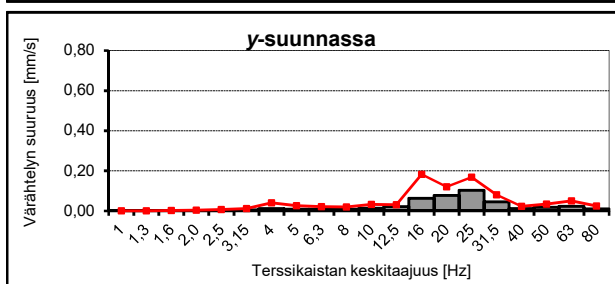
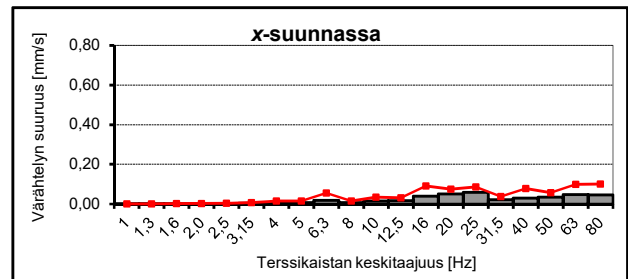
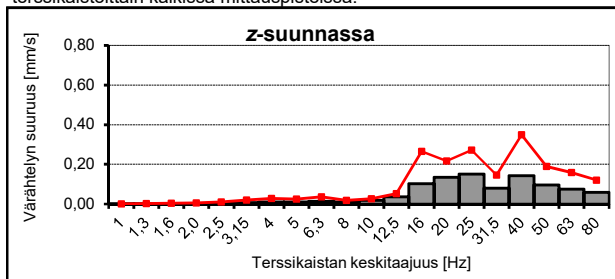
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot

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
9.2.2018	13:57	0,42	7.2.2018	4:16	0,22	6.2.2018	4:44	0,17
12.2.2018	9:55	0,41	12.2.2018	9:55	0,21	7.2.2018	4:16	0,16
7.2.2018	4:16	0,37	7.2.2018	11:09	0,19	7.2.2018	11:09	0,15
6.2.2018	11:14	0,34	12.2.2018	3:32	0,18	9.2.2018	3:53	0,14
6.2.2018	4:44	0,32	6.2.2018	4:44	0,17	12.2.2018	9:55	0,13
12.2.2018	3:32	0,27	6.2.2018	11:14	0,17	9.2.2018	13:57	0,12
9.2.2018	3:53	0,25	10.2.2018	7:02	0,13	10.2.2018	7:02	0,11
6.2.2018	14:01	0,24	9.2.2018	3:53	0,13	6.2.2018	11:14	0,11
10.2.2018	6:44	0,23	6.2.2018	14:01	0,10	10.2.2018	15:26	0,09
10.2.2018	7:02	0,23	11.2.2018	8:02	0,09	6.2.2018	14:01	0,09
11.2.2018	8:02	0,22	10.2.2018	15:26	0,08	11.2.2018	8:02	0,09
10.2.2018	15:26	0,22	11.2.2018	14:13	0,08	10.2.2018	6:44	0,08
11.2.2018	14:13	0,20	10.2.2018	6:44	0,08	11.2.2018	14:13	0,07
-	-	-	-	-	-	-	-	-
		$v_{w,95} = 0,47$			$v_{w,95} = 0,25$			$v_{w,95} = 0,18$

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: Asuinkäytössä olevan rakennuksen kellarista kantavasta rakenteesta.
Mittausjakso: 5.2.2018-12.2.2018

Suurimmat resultantit

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
12.2.2018	03.32	0,8	0,81	0,34	0,26
6.2.2018	04.44	0,8	0,81	0,32	0,28
7.2.2018	11.09	0,8	0,77	0,27	0,18
12.2.2018	09.55	0,8	0,74	0,30	0,12
9.2.2018	13.56	0,7	0,70	0,34	0,13
7.2.2018	04.16	0,7	0,69	0,37	0,21
9.2.2018	03.53	0,6	0,59	0,26	0,20
6.2.2018	11.15	0,6	0,54	0,23	0,14
10.2.2018	07.02	0,4	0,42	0,13	0,12
6.2.2018	14.01	0,4	0,38	0,12	0,09
10.2.2018	06.44	0,4	0,38	0,13	0,07
7.2.2018	11.32	0,4	0,37	0,09	0,07
10.2.2018	15.26	0,4	0,33	0,20	0,12
11.2.2018	14.13	0,4	0,36	0,09	0,06
11.2.2018	08.03	0,4	0,35	0,11	0,09

MP6

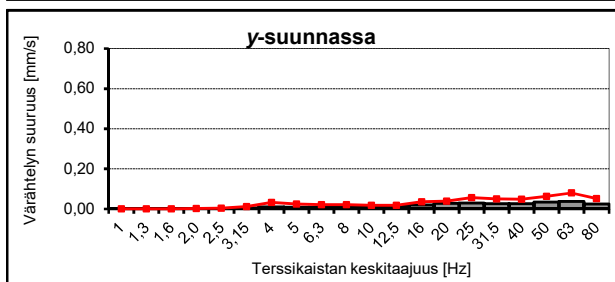
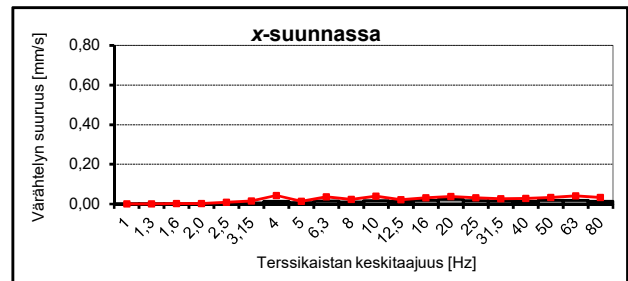
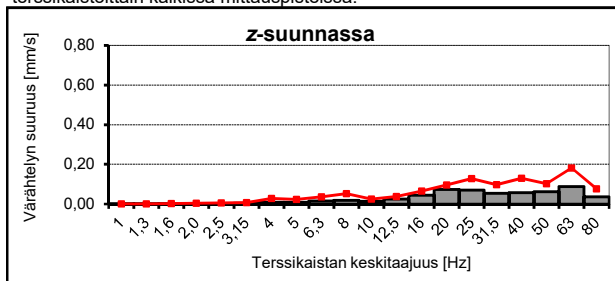
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot

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

Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] z	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] y	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] x
6.2.2018	4:44	0,25	6.2.2018	4:44	0,12	6.2.2018	4:44	0,08
7.2.2018	11:09	0,24	7.2.2018	11:09	0,11	7.2.2018	4:16	0,07
12.2.2018	9:55	0,22	9.2.2018	13:56	0,11	7.2.2018	11:09	0,07
9.2.2018	13:56	0,21	7.2.2018	4:16	0,11	9.2.2018	3:53	0,07
7.2.2018	4:16	0,21	12.2.2018	9:55	0,10	6.2.2018	1:40	0,06
9.2.2018	3:53	0,19	9.2.2018	3:53	0,09	9.2.2018	13:56	0,05
6.2.2018	11:15	0,17	6.2.2018	11:15	0,08	8.2.2018	0:58	0,05
6.2.2018	14:01	0,13	8.2.2018	0:58	0,07	12.2.2018	9:55	0,05
6.2.2018	1:40	0,13	9.2.2018	1:01	0,06	10.2.2018	7:02	0,05
11.2.2018	8:03	0,12	6.2.2018	1:40	0,05	12.2.2018	5:15	0,05
10.2.2018	7:02	0,12	7.2.2018	0:49	0,05	7.2.2018	0:49	0,05
8.2.2018	0:58	0,12	10.2.2018	7:02	0,05	6.2.2018	7:16	0,04
12.2.2018	5:15	0,12	12.2.2018	5:15	0,05	6.2.2018	11:15	0,04
9.2.2018	21:19	0,12	8.2.2018	6:50	0,05	9.2.2018	1:01	0,04
		$v_{w,95} = 0,27$			$v_{w,95} = 0,13$			$v_{w,95} = 0,09$

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