Saajos-Kiinteistöt Oy
Seppo Saajos

Turku 19.7.2015

LIIKENTEEN TÄRINÄ- JA RUNKOMELUSELVITYS

Puistokatu, Lohja

L42 Saajos, 11. kaupunginosa Keskilohja korttelin 343 asemakaavan muutos

Raportin vakuudeksi

Jani Kankare
Toimitusjohtaja, FM

HELSINKI
Viikinportti 4 B 18
00790 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 Runkomelun suositusarvot 5
5 Selvitysalue ja mittauspisteet 6
6 Mittaustulokset 8
6.1 Värähtelyn heilahdusnopeuden resultantti v_{res} 8
6.2 Tärinän tunnusluku $v_{w,95}$ 8
6.3 Rakennukseen siirtyvän tärinän arviointi 9
6.4 Värähtelyn taajuussisältö 11
6.5 Arvio runkomelutasosta L_{prm} 11
7 Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset 11
7.1 Tärinän aiheuttama vaurioitumisriski 11
7.2 Tärinän aiheuttama viihtyvyyshaitta 11
7.3 Runkomelu 12
7.4 Muita huomioita 12
7.5 Johtopäätös 12
8 Lisätietoja 12
9 Kirjallisuutta 13

Liite 1. Tärinän tulossivut.

Liite 2. Runkomelun tulossivut.

1 YLEISTÄ

Promethor Oy mittasi 18.–25.6.2015 raide- ja tieliikenteen aiheuttamaa tärinää pääosin rakentamattomalla tontilla osoitteessa Puistokatu 21, Lohja. Mittauksilla selvitettiin tutkittavan alueen soveltuvuus asuinrakentamiselle liittyen alueen asemakaavan muutokseen. Mittaustulosten perusteella arvioidaan:

- selvitysalueen soveltuminen rakentamiselle rakennusten vaurioriskin kannalta
- selvitysalueen soveltuminen rakentamiselle tilojen käyttö- ja asumisviihtyvyyden kannalta
- selvitysalueen rakennuksiin tyypilliseen asuinhuoneeseen aiheutuvaa runkomelutasoa.

Selvityksen laadintaan ovat osallistuneet Toni Niiniviita ja Jani Kankare.

2 MITTAUS- JA ARVIOINTIMENETELMÄT

Tärinämittaukset suoritettiin VTT:n tiedotteen ”Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta” mukaisesti. Mittaus suoritettiin miehittämättömänä eli mittauslaitteisto toimi itsenäisesti. Herätekynnyksen ylityttyä mittaussignaali tallentui laitteen muistiin, josta se analysoitiin myöhemmin. Signaalien päätteltiin olevan liikenteen aiheuttamia signaalin muodon ja keston ja muissa mittauspisteissä samanaikaisesti havaittujen tapahtumien perusteella.

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. 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[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, joiden perusteella laskettiin tunnusluku $v_{w,95}$. Värähtelyjen tunnusluvulla $v_{w,95}$ tarkoitetaan arvoa, jota pienempänä viikon aikana 15 suurimman tärinätapahtuman painotettu tehollisarvo pysyy 95 prosentin tilastollisella todennäköisyydellä.

Suomessa ei ole standardoitua menetelmää runkomelun arviointiin maasta tai rakennuksesta mitatusta tärinäsignaalista. Tässä raportissa raideliikenteen aiheuttamaa runkomelua arvioidaan VTT:n tiedotteessa 2468 ”Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi” mukaisesti. Arvio määritetään slow-aikavakiolla määritetyistä A-painotetuista maasta tai rakennuksesta mitatuista tärinän nopeussignaaleista käyttämällä referenssinopeutena 1 nm/s ja muuntamalla saatu tulos runkomelutasoksi VTT:n ohjeen mukaisilla lisätekijöillä.

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

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

3 MITTAUSLAITTEET

Mittauksissa käytetyt laitteet olivat:

- datatallentimet Rion DA-20
- kiihtyvyysanturit 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. Normaalikuntoiset hyvin jäykistetyt rakennukset. Teräs- ja betoniset teollisuusrakennukset, muut teräsrakenteet, sillat ja muut niihin rinnastettavat rakenteet	< 10	8
	10…30	10
	> 30	12
II. Perinteisesti rakennetut betoni- tiili- tai puurakenteiset asuin- ja liikerakennukset tai muut niihin rinnastettavat rakennukset ja rakenteet. Luokan I rakennukset, joissa on muurattuja kellariseiniä tai tiiliverhoilu.	< 10	4
	10…30	5
	> 30	6
III. Erityisen herkät rakennukset tai rakenteet ja kulttuurihistoriallisesti tai yhteiskunnallisesti merkittävät rakennukset.	< 10	2
	10…30	3
	> 30	4

4.2 Tärinän suositusarvot 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.

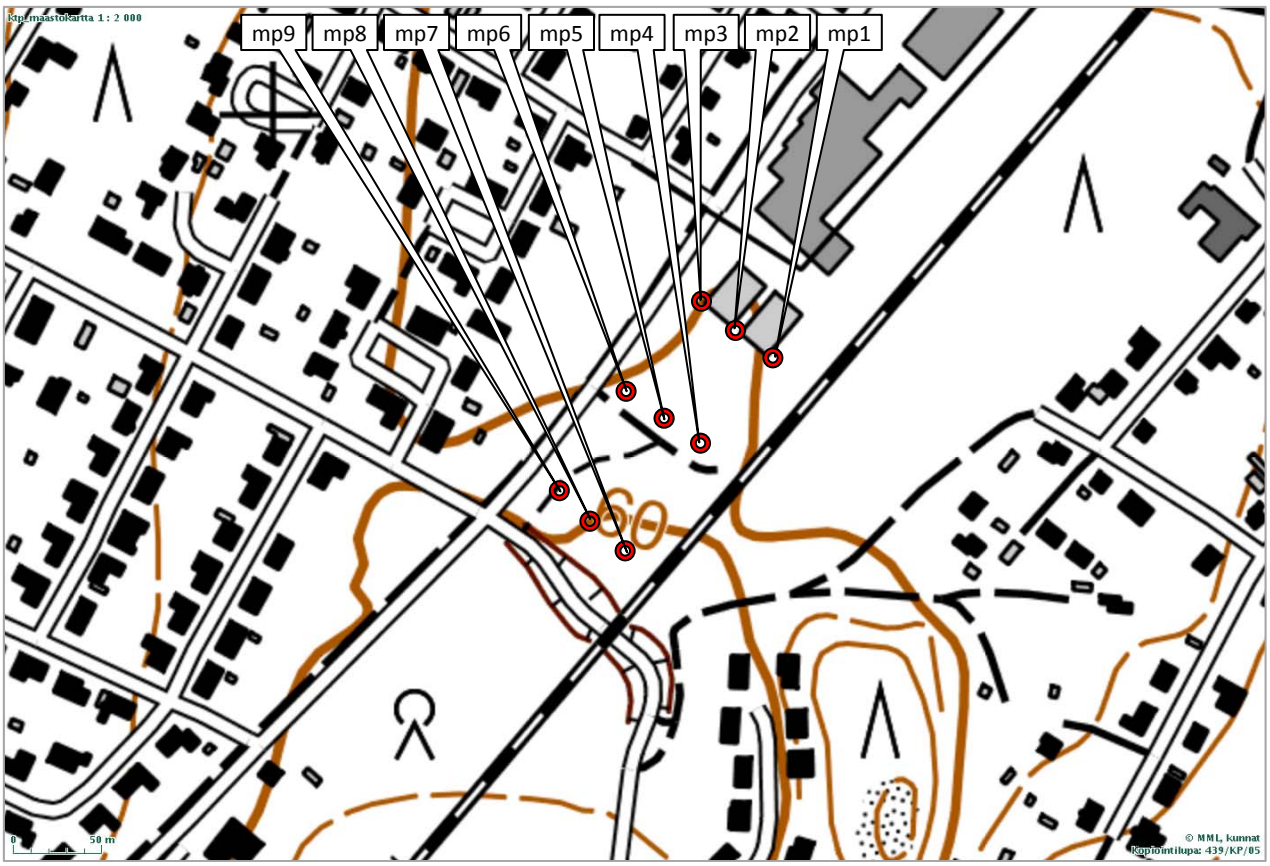
Taulukko 3. VTT:n tiedotteessa 2468 ”Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi, 2009” esitetty suositus runkomelutasojen raja-arvoiksi.

Rakennustyyppi	Runkomelutaso L_{prm} [dB]
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 kaavamääräyksenä on annettu ohje julkisivun ilmaääneneristävyydestä, on suositeltavaa käyttää runkomelutason tiukempaa raja-arvoa.

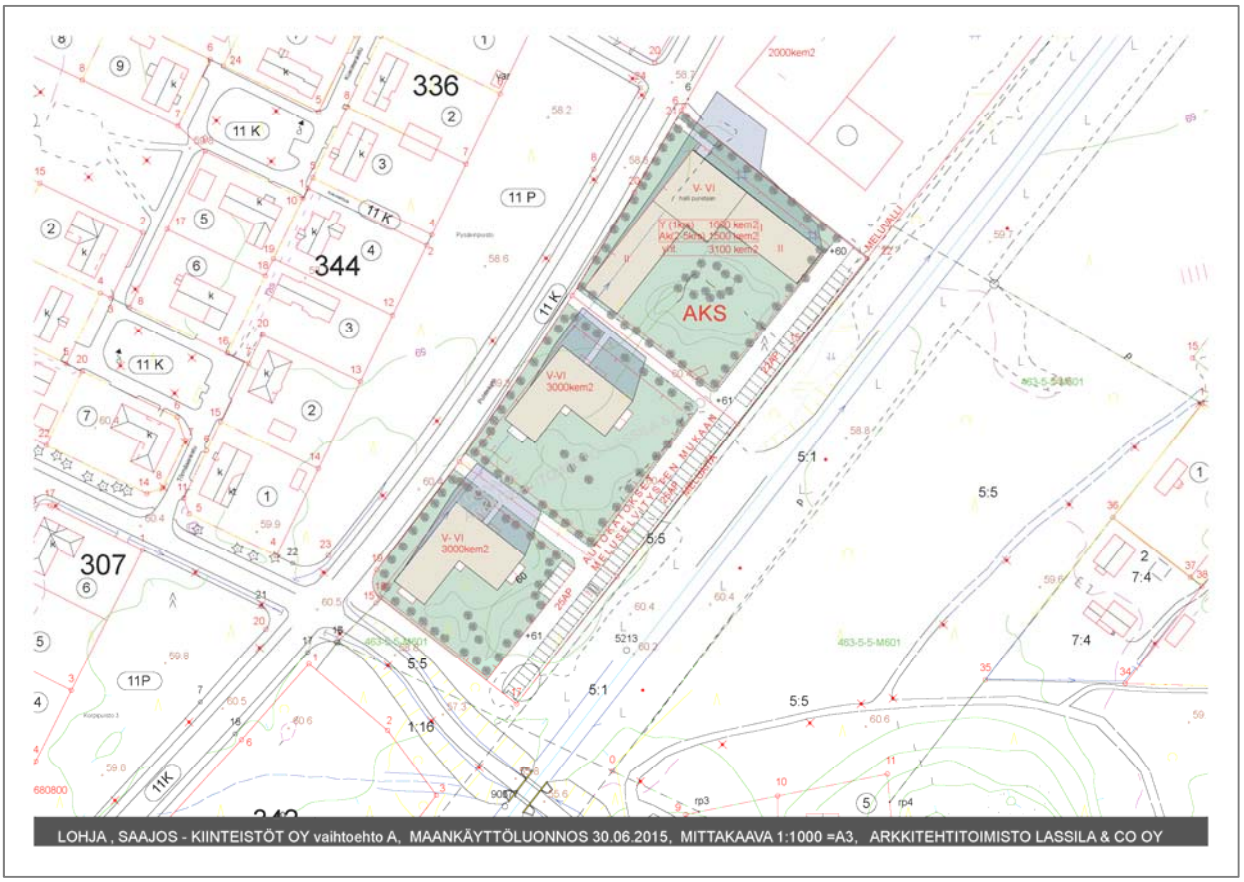
5 SELVITYSALUE JA MITTAUSPISTEET

Selvitysalue sijaitsee Lohjalla osoitteessa Puistokatu 21. Selvitysalue rajautuu rautatien, Puistokadun, Kumpulankadun ja Saajos Oy:n tehdasalueen väliselle metsäalueelle. Tärinää mitattiin selvitysalueella maaperästä kolmessa linjassa kussakin kolmella mittarilla, siis yhteensä yhdeksästä (9) pisteestä. Mittauspisteiden sijainnit on esitetty kuvassa 1 karttaan merkittynä.

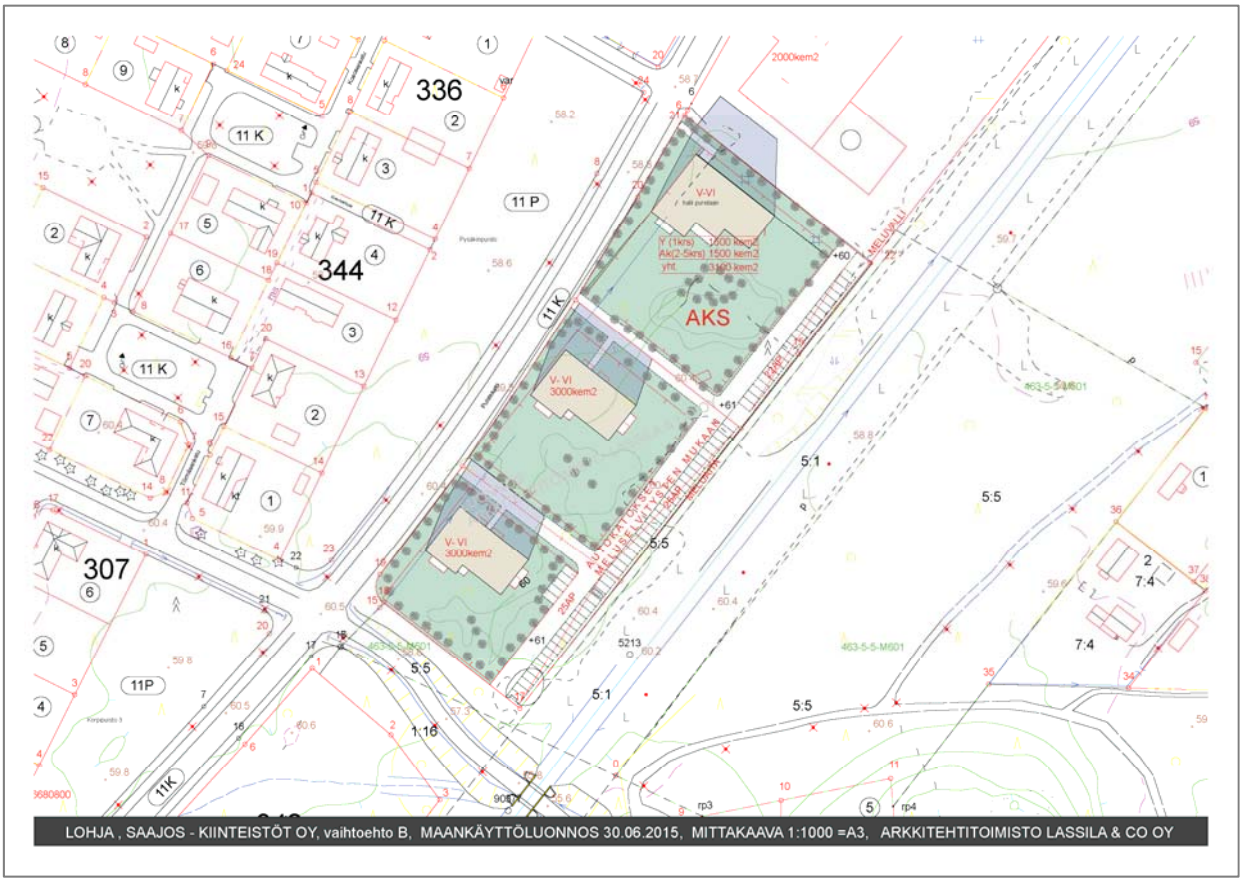


Kuva 1. Mittauspisteiden sijainnit.

Kuvissa 2 ja 3 on esitetty Arkkitehtitoimisto Lassila & Co Oy:ltä saadut kaksi maankäyttöluonnosta. Maankäyttöluonnoksissa asuinrakennukset on sijoitettu tontin Puistokadun puolelle. Kumpikaan luonnosvaihtoehdoista ei välttämättä ole lopullinen maankäyttösuunnitelma.



Kuva 2. Maankäyttöluonnosvaihtoehto A.



Kuva 3. Maankäyttöluonnosvaihtoehto B.

6 MITTAUSTULOKSET

6.1 Värähtelyn heilahdusnopeuden resultantti v_{res}

Rakennusten vaurioitumisriskiä arvioidaan painottamattoman värähtelynopeuden resultantin suurimman arvon avulla. Taulukossa 4 on esitetty suurimmat mitatut resultanttien arvot ja kullekin mittauspisteelle määritetty suositeltava enimmäisarvo valmiissa rakennuksessa tärinän taajuuden mukaan. Liitteessä 1 on esitetty mitatuista resultanteista 15 suurinta kussakin mittauspisteessä. Jos maasta mitattu heilahdusnopeuden arvo täyttää käytetyn suositusarvon, täyttää myös uudisrakennusten alaosien kantavista rakenteista mitattu heilahdusnopeuden arvo suositusarvon.

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

Mittauspiste	Paikka	Etäisyys junaradasta [m]	Resultantti [mm/s]	Suositusarvo$_{max}$ [mm/s]
MP1	maa	30	1,3	4
MP2	maa	55	0,9	4
MP3	maa	80	0,7	4
MP4	maa	30	3,6	6
MP5	maa	55	0,7	4
MP6	maa	80	0,6	4
MP7	maa	30	3,0	5
MP8	maa	50	2,2	6
MP9	maa	70	0,8	5

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). Selvitysalueelta mitatut tunnusluvun arvot on esitetty taulukossa 5. Laskuissa käytetyt $v_{w,max}$-arvot on esitetty liitteessä 1.

Maasta mitattuja tunnuslukuja ei voi suoraan verrata suunniteltujen uudisrakennusten tiloissa havaittavaan (sallittavaan) arvoon. Uudisrakennuksissa havaittava tärinä on määritetty mittaustulosten perusteella luvussa 6.3.

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

Mittauspiste	Paikka	Etäisyys junaradasta [m]	$v_{w,95}$ [mm/s]		
			Pystysuunta	Rataa vasten kohtisuora vaakasuunta	Radan suuntainen vaakasuunta
MP1	maa	30	0,26	0,35	0,24
MP2	maa	55	0,28	0,14	0,10
MP3	maa	80	0,11	0,18	0,13
MP4	maa	30	0,23	1,29	1,03
MP5	maa	55	0,11	0,26	0,16
MP6	maa	80	0,12	0,13	0,14
MP7	maa	30	0,43	1,02	0,53
MP8	maa	50	0,16	0,69	0,47
MP9	maa	70	0,12	0,25	0,22

6.3 Rakennukseen siirtyvän tärinän arviointi

Maasta rakennukseen siirtyvää tärinää (valmiissa rakennuksessa havaittavaa tärinää) arvioidaan VTT:n tiedotteen 2425 ”Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi”, 2008 mukaisesti. Arviointimenetelmässä arvioidaan maasta perustukseen ja edelleen perustuksesta runkoon ja lattiaan siirtyvän värähtelyn vaimentumista / vahvistumista käyttämällä yleisen voimistumisen ja resonanssitarkastelun kertoimia.

Yleinen voimistuminen kuvaa nimensä mukaisesti värähtelyn mahdollista yleistä voimistumista rakennuksen rungossa tai lattiassa.

Resonanssitarkastelu kuvaa rakennuksen rungon tai lattian ominaistaajuuden ”syttymistä”, jolloin värähtely saattaa voimistua jopa moninkertaiseksi. Rungon tai lattian voimakasta resonanssia voi esiintyä silloin, kun maaperän tärinän hallitseva taajuuskomponentti osuu lattian tai rungon ominaistaajuudelle. Resonanssitarkastelussa mahdollisesti ilmeneviä riskejä voidaan tarvittaessa 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. Tärinäsignaaleista arvioitu värähtelyn yleinen voimistuminen rakennuksen rungossa ja lattiassa (suositusarvo normaaleille asuinrakennuksille ≤ 0,30 mm/s).

Mittauspiste	Paikka	Etäisyys junaradasta [m]	Rungon värähtelyn yleinen voimistuminen $v_{w1,runko}$ [mm/s]	Lattian värähtelyn yleinen voimistuminen $v_{w1,lattia}$ [mm/s]
MP1	maa	30	0,25	0,35
MP2	maa	55	0,14	0,41
MP3	maa	80	0,24	0,15
MP4	maa	30	0,68	0,19
MP5	maa	55	0,21	0,14
MP6	maa	80	0,17	0,16
MP7	maa	30	0,83	0,39
MP8	maa	50	0,35	0,20
MP9	maa	70	0,21	0,16

Rungon resonanssitarkastelu

Rungon resonanssitarkastelu tehdään perustuksen värähtelyn vaakakomponenttien perusteella käyttäen taajuuskaistakohtaista resonanssikerrointa k_2 = 4. Toisin sanoen perustuksen vaakasuuntaisen värähtelyn terssikaistaiset arvot kerrotaan kertoimella 4. Jos tarkastelun perusteella joidenkin terssikaistojen värähtelyn suuruus ylittää suositusarvon, tulee rakennusten korkeus mittauspisteen alueella mitoittaa siten, ettei rakennusten rungon ominaistaajuus osu kyseisten ”kiellettyjen” terssikaistojen alueelle. Arviointitulokset on esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7. Tärinäsignaaleista arvioitu resonanssiin perustuva värähtelyn voimistuminen rakennuksen rungossa (suositusarvo normaaleille asuinrakennuksille ≤ 0,30 mm/s).

Mittauspiste	Paikka	Etäisyys junaradasta [m]	Rungon värähtelyn voimistuminen resonanssin perusteella $v_{w2,runko}$
MP1	maa	30	Ei ylitystä, suurin arvo 0,20 mm/s (8 Hz)
MP2	maa	55	Ei ylitystä, suurin arvo 0,14 mm/s (8 Hz)
MP3	maa	80	Ei ylitystä, suurin arvo 0,20 mm/s (8 Hz)
MP4	maa	30	0,36 mm/s (31,5 Hz), 1,22 mm/s (40 Hz) ja 0,38 mm/s (50 Hz)
MP5	maa	55	Ei ylitystä, suurin arvo 0,25 mm/s (25 Hz)
MP6	maa	80	Ei ylitystä, suurin arvo 0,16 mm/s (8 Hz)
MP7	maa	30	0,62 mm/s (16 Hz), 0,45 mm/s (20 Hz), 0,98 mm/s (25 Hz) ja 0,42 mm/s (31,5 Hz)
MP8	maa	50	0,34 mm/s (25 Hz), 0,38 mm/s (31,5 Hz), 0,39 mm/s (40 Hz) ja 0,37 mm/s (50 Hz)
MP9	maa	70	Ei ylitystä, suurin arvo 0,26 mm/s (25 Hz)

Rungon resonanssitarkastelun perusteella rakennusten kerrosten lukumäärälle ei tule rajoituksia, sillä resonanssitarkastelussa esille nousevat taajuudet ovat niin korkeita, että jo yksikerroksisen rakennuksen rungon ominaistaajuus on pienempi.

Lattian resonanssitarkastelu

Lattian resonanssitarkastelu tehdään perustuksen värähtelyn pystykomponentin perusteella käyttäen taajuuskaistakohtaista resonanssikerrointa k_2 = 6. Toisin sanoen perustuksen pystysuuntaisen värähtelyn terssikaistaiset arvot kerrotaan kertoimella 6. Jos tarkastelun perusteella joidenkin terssikaistojen värähtelyn suuruus ylittää suositusarvon, tulee välipohjien ominaisuudet (jännevälit) mittauspisteen alueella mitoittaa siten, että välipohjien ominaistaajuus ei osu kyseisten ”kiellettyjen” terssikaistojen alueelle. Arviointitulokset on esitetty taulukossa 8.

Taulukko 8. Tärinäsignaaleista arvioitu resonanssiin perustuva värähtelyn voimistuminen rakennuksen lattiassa (suositusarvo normaaleille asuinrakennuksille ≤ 0,30 mm/s).

Mittauspiste	Paikka	Etäisyys junaradasta [m]	Lattian värähtelyn voimistuminen resonanssin perusteella $v_{w2,lattia}$
MP1	maa	30	0,31 mm/s (6,3 Hz) ja 0,55 mm/s (8 Hz)
MP2	maa	55	0,74 mm/s (8 Hz)
MP3	maa	80	Ei ylitystä, suurin arvo 0,23 mm/s (8 Hz)
MP4	maa	30	Ei ylitystä, suurin arvo 0,25 mm/s (40 Hz)
MP5	maa	55	Ei ylitystä, suurin arvo 0,20 mm/s (8 Hz)
MP6	maa	80	Ei ylitystä, suurin arvo 0,23 mm/s (8 Hz)
MP7	maa	30	0,40 mm/s (20 Hz) ja 0,83 mm/s (25Hz)
MP8	maa	50	0,33 mm/s (8 Hz)
MP9	maa	70	Ei ylitystä, suurin arvo 0,25 mm/s (10 Hz)

Lattian resonanssitarkastelun perusteella välipohjien ominaisuuksille kohdistuu erityisvaatimuksia mittauspisteiden 1, 2, 7 ja 8 alueilla. Muissa mittauspisteissä lattian resonanssitarkastelu ei anna suositusarvoa 0,30 mm/s ylittävää värähtelyä.

Jotta resonanssi-ilmiöltä vältytään, tulee rakennusten välipohjat mitoittaa siten, että mittauspisteen 1 kohdalla resonanssitaajuus ei ole terssikaistojen 6,3 ja 8 Hz taajuusalueilla, mittauspisteiden 2 ja 8 kohdalla terssikaistan 8 Hz taajuusalueella ja mittauspisteen 7 kohdalla terssikaistojen 20 ja 25 Hz taajuusalueella.

6.4 Värähtelyn taajuussisältö

Mitatut tärinän taajuusjakaumat on esitetty liitteessä 1 terssikaistoittain VTT:n suosituksen mukaisesti.

6.5 Arvio runkomelutasosta L_{prm}

Mitatuista tärinäsignaaleista voidaan arvioida tulevassa rakennuksessa havaittavaa A-painotettua runkomelutasoa L_{prm} VTT:n tiedotteen 2468 ”Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi” mukaisesti. Mitatuista tärinäsignaaleista arvioidut runkomelutasot L_{prm} on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 9. VTT:n menetelmällä mittatuista signaaleista arvioidut runkomelutasot L_{prm}.

Mittauspiste	Paikka	Etäisyys junaradasta [m]	L_{prm} [dB(A)]		
			Pystysuunta	Rataa vasten kohtisuora vaakasuunta	Radan suuntainen vaakasuunta
MP1	maa	30	44	57	52
MP2	maa	55	34	46	45
MP3	maa	80	26	40	39
MP4	maa	30	46	59	59
MP5	maa	55	35	43	46
MP6	maa	80	32	46	45
MP7	maa	30	41	57	53
MP8	maa	50	40	56	54
MP9	maa	70	31	43	42

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 JA JOHTOPÄÄTÖKSET

7.1 Tärinän aiheuttama vaurioitumisriski

Mitattujen resultanttien arvot 0,6–3,6 mm/s ovat suositusarvoja 4–6 mm/s pienempiä. Mittaustulosten perusteella raideliikenteen tärinä ei aiheuta selvitysalueilla rakenteiden vaurioriskiä.

7.2 Tärinän aiheuttama viihtyvyyshaitta

Valmiisiin rakennuksiin arvioidut tärinätasot ylittävät uusille normaaleille asuinrakennuksille annetun suositusarvon 0,30 mm/s mittauspisteissä 1, 2, 7 ja 8 lattian pystysuuntaisen värähtelyn osalta. Lattian värähtelyä voidaan hallita välipohjien ominaisuuksien hallinnalla. Mittauspisteiden 1, 2 ja 8 alueilla resonanssitaajuudet 6,3 ja 8 Hz voidaan välttää ontelolaatan tapauksessa jännevälien mitoituksella tai käyttämällä paikalla valettua betonivälipohjaa. Vastaavasti mittauspisteen 7 8 alueella resonanssitaajuudet voidaan välttää välipohjarakenteen valinnalla ja jännevälien mitoittamisella.

7.3 Runkomelu

Runkomelun arviointitulokset ylittävät suositusarvon 35 dB(A) kaikissa mittauspisteessä. Arviointimenetelmä sisältää merkittäviä epävarmuustekijöitä ja se pääsääntöisesti kokemuksemme perusteella yliarvioi tulosta. Runkomelu on pääasiassa kovien maaperien ongelma. Selvitysalueen maaperä on Gelologian tutkimuskeskuksen maaperäaineistojen (http://gtkdata.gtk.fi/Maankamara/index.html) mukaan karkeaa hietaa, eli runkomelun kannalta pehmeää maaperää, joten selvitysalue ei ole runkomelun kannalta riskialuetta. Jos rakennusten asuintilat sijoittuvat noin 50 m etisyydelle junaradasta, ei runkomelun odoteta aiheuttavan ongelmia valmiissa rakennuksissa.

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.

7.5 Johtopäätös

Mittaus- ja arviointitulosten perusteella alue on kaavoitettavissa asuinkäyttöön. Liikenteen aiheuttama tärinä ei aiheuta rakenteiden vaurioriskiä ja tärinän voimakkuus asumisviihtyvyyden kannalta saadaan koko alueella suositusarvojen mukaiseksi rakennusten välipohjien mitoitussuunnittelulla. Suurella osaa aluetta tärinän voimakkuus on uusissa rakennuksissa suositusarvojen mukainen ilman erityisiä toimenpiteitä.

Tulosten perusteella tärinä tulee ottaa rakennussuunnittelussa huomioon noin 50 m etäisyydellä junaradasta. Rakennussuunnitteluvaiheessa rakennusten sijaintien varmistuttua tulee tehdä tärinätekninen tarkastelu välipohjien osalta ennen kuin välipohjatyypit on ”lyöty lukkoon” (kannattaa tehdä mahdollisimman aikaisessa vaiheessa). Tällöin nyt tehtyjen mittausten tulosten perusteella voidaan määrittää rakennusten alueet, joilla välipohjatarkastelu tulee tehdä ja toisaalta määrittää soveltuvat välipohjatyypit ja niiden jännevälit.

Mittaustulosten perusteella tärinä on voimakkaampaa tontin junaradan puolella ja tämän vuoksi suosittelemme sijoittamaan rakennusten asuintilat tontin Puistokadun puoleiselle osalle (mahdollisimman kauas junaradasta). Autokatoksia, varastotiloja, ruokailutiloja yms. tiloja, joissa ei oleskella pysyvästi asuintarkoituksessa, voidaan sijoittaa lähemmäs junarataa. Maankäyttöluonnoksissa rakennusten sijainti on pääosin suosituksen mukainen. Luonnosvaihtoehdossa A pohjoisimman talon toinen siipi tulee melko lähelle junarataa, mutta jos kaksikerroksisessa siivessä on esimerkiksi senioritalon ruokailutiloja ja muita vastaavia yhteisiä tiloja, ei siiven poistaminen suunnitelmasta ole mielestämme tarpeellista.

Lisäksi vielä mainittakoon, että tarvittaessa rakennusten valmistumisen jälkeenkin raideliikenteen tärinää voidaan vielä vaimentaa radan ja rakennuksen väliin maahan asennettavalla tärinäesteellä, esimerkiksi teräsponttiseinällä, mikäli maassa kulkevat kaivannot, putket ja johdot eivät ole esteenä. Tärinäesteen käyttötarpeen todennäköisyys on nyt kuitenkin erittäin pieni.

8 LISÄTIETOJA

Jani Kankare
Promethor Oy
puh. 040 574 0028

sp. jani.kankare@promethor.fi

Toni Niiniviita
Promethor Oy
puh. 050 593 7800

sp. toni.niiniviita@promethor.fi

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

Mittauspisteen kuvaus: 3-aksiaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 18.-25.6.2015

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*
22.6.2015	05.31	**1,3**	0,92	1,23	0,59
19.6.2015	06.50	1,1	0,38	1,08	0,68
22.6.2015	19.03	1,0	0,29	0,94	0,67
23.6.2015	05.03	1,0	0,24	1,01	0,65
19.6.2015	05.39	0,8	0,24	0,82	0,48
18.6.2015	12.16	0,8	0,35	0,74	0,46
22.6.2015	09.28	0,7	0,35	0,70	0,58
18.6.2015	19.46	0,7	0,31	0,69	0,44
20.6.2015	15.29	0,7	0,21	0,62	0,48
19.6.2015	12.41	0,7	0,43	0,54	0,60
22.6.2015	21.20	0,7	0,24	0,60	0,48
23.6.2015	12.05	0,6	0,34	0,58	0,54
23.6.2015	07.36	0,6	0,40	0,59	0,46
18.6.2015	15.35	0,6	0,29	0,58	0,32
23.6.2015	21.43	0,6	0,22	0,59	0,40

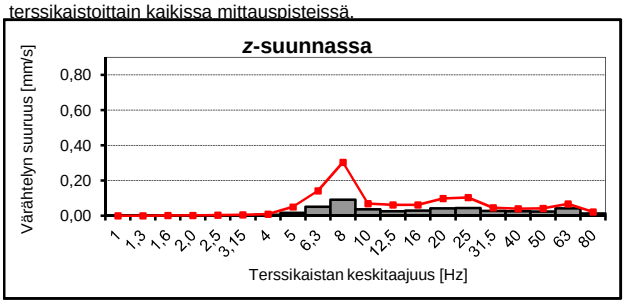
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$-arvot

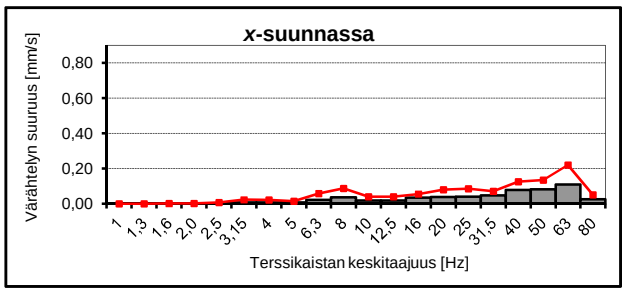
Tärinän tunnusluvun $v_{w,95}$ laskemisessa käytetyt $v_{w,max}$-arvot. Tunnuslukua käytetään asumis- tai käyttöviihtyvyyden arvioinnissa

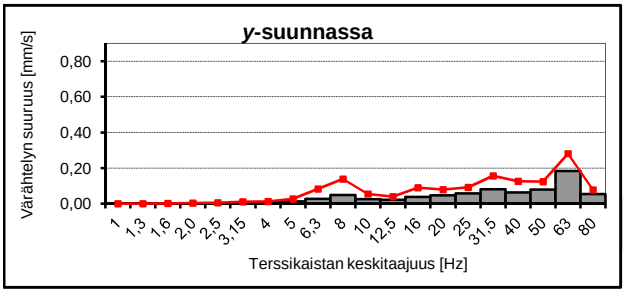
Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *z*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *y*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *x*
22.6.2015	5:31	0,38	22.6.2015	5:31	0,37	22.6.2015	19:03	0,26
19.6.2015	12:41	0,16	23.6.2015	5:03	0,34	19.6.2015	6:50	0,24
23.6.2015	0:53	0,15	19.6.2015	6:50	0,31	23.6.2015	5:03	0,22
18.6.2015	12:16	0,12	22.6.2015	19:03	0,30	22.6.2015	5:31	0,21
19.6.2015	6:50	0,12	18.6.2015	12:16	0,27	19.6.2015	12:41	0,20
22.6.2015	9:28	0,12	19.6.2015	5:39	0,26	22.6.2015	21:20	0,18
23.6.2015	7:36	0,12	20.6.2015	15:29	0,24	23.6.2015	12:05	0,18
23.6.2015	12:05	0,11	22.6.2015	9:28	0,22	19.6.2015	5:39	0,17
22.6.2015	21:20	0,11	23.6.2015	7:36	0,21	23.6.2015	7:36	0,16
18.6.2015	19:46	0,10	18.6.2015	19:46	0,21	23.6.2015	4:32	0,16
22.6.2015	16:04	0,10	23.6.2015	0:53	0,21	18.6.2015	12:16	0,16
18.6.2015	15:35	0,10	22.6.2015	16:04	0,21	23.6.2015	16:35	0,16
18.6.2015	19:04	0,10	19.6.2015	12:41	0,20	23.6.2015	21:43	0,16
22.6.2015	19:03	0,09	23.6.2015	7:56	0,20	18.6.2015	19:46	0,16
23.6.2015	5:03	0,09	23.6.2015	12:05	0,20	20.6.2015	15:29	0,15
	$v_{w,95}$ =	**0,26**		**$v_{w,95}$ =**	**0,35**		**$v_{w,95}$ =**	**0,24**

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: 18.-25.6.2015

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*
22.6.2015	05.31	**0,9**	0,87	0,42	0,34
23.6.2015	05.03	0,5	0,17	0,49	0,24
18.6.2015	12.16	0,5	0,42	0,28	0,25
19.6.2015	06.50	0,4	0,26	0,35	0,22
23.6.2015	00.53	0,3	0,31	0,21	0,19
23.6.2015	07.36	0,3	0,28	0,24	0,18
19.6.2015	12.41	0,3	0,16	0,30	0,17
22.6.2015	21.20	0,3	0,14	0,25	0,22
22.6.2015	19.03	0,3	0,10	0,25	0,26
22.6.2015	16.04	0,3	0,24	0,20	0,15
19.6.2015	05.39	0,3	0,19	0,21	0,15
23.6.2015	12.54	0,2	0,23	0,08	0,13
23.6.2015	12.05	0,2	0,20	0,17	0,14
18.6.2015	15.35	0,2	0,21	0,16	0,14
22.6.2015	09.28	0,2	0,20	0,18	0,18

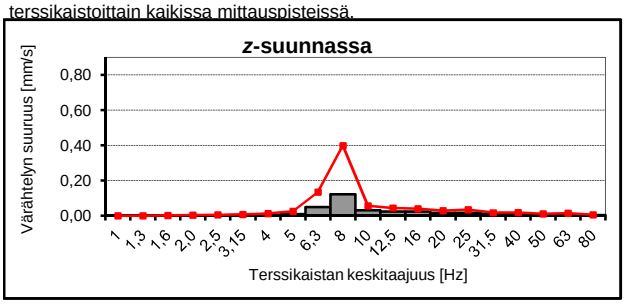
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$-arvot

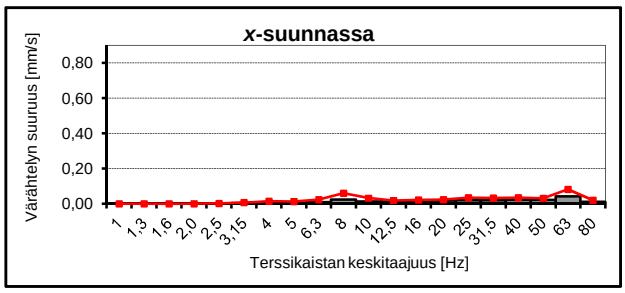
Tärinän tunnusluvun $v_{w,95}$ laskemisessa käytetyt $v_{w,max}$-arvot. Tunnuslukua käytetään asumis- tai käyttöviihtyvyyden arvioinnissa

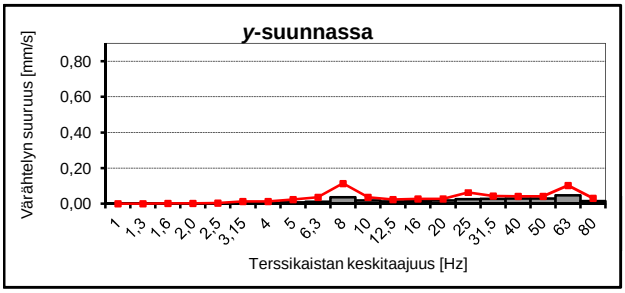
Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *z*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *y*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *x*
22.6.2015	5:31	0,43	22.6.2015	5:31	0,16	22.6.2015	5:31	0,11
18.6.2015	12:16	0,18	23.6.2015	5:03	0,13	18.6.2015	12:16	0,09
23.6.2015	7:36	0,12	19.6.2015	6:50	0,10	22.6.2015	21:20	0,09
23.6.2015	0:53	0,11	19.6.2015	12:41	0,10	23.6.2015	5:03	0,09
19.6.2015	6:50	0,10	18.6.2015	12:16	0,09	22.6.2015	19:03	0,08
22.6.2015	16:04	0,10	22.6.2015	19:03	0,08	19.6.2015	6:50	0,08
18.6.2015	15:35	0,09	23.6.2015	7:36	0,08	23.6.2015	0:53	0,07
23.6.2015	12:05	0,08	22.6.2015	21:20	0,08	19.6.2015	12:41	0,07
23.6.2015	12:54	0,08	23.6.2015	0:53	0,08	23.6.2015	7:36	0,06
22.6.2015	9:28	0,08	23.6.2015	4:32	0,08	23.6.2015	21:43	0,06
19.6.2015	5:39	0,07	18.6.2015	19:46	0,07	23.6.2015	4:32	0,06
18.6.2015	19:04	0,07	24.6.2015	4:19	0,07	23.6.2015	16:35	0,05
23.6.2015	5:03	0,07	23.6.2015	16:35	0,07	24.6.2015	4:19	0,05
19.6.2015	12:41	0,06	23.6.2015	21:43	0,06	22.6.2015	16:04	0,05
23.6.2015	16:35	0,06	19.6.2015	5:39	0,06	23.6.2015	7:56	0,05
	$v_{w,95}$ =	**0,28**		**$v_{w,95}$ =**	**0,14**		**$v_{w,95}$ =**	**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: 18.-25.6.2015

Suurimmat resultantit

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	*y*	*x*
22.6.2015	05.31	**0,7**	0,32	0,61	0,43
22.6.2015	10.02	0,5	0,23	0,41	0,30
21.6.2015	18.17	0,4	0,10	0,34	0,26
23.6.2015	10.26	0,4	0,14	0,33	0,22
23.6.2015	06.31	0,4	0,14	0,31	0,22
20.6.2015	18.55	0,4	0,18	0,34	0,21
19.6.2015	06.50	0,4	0,23	0,31	0,31
18.6.2015	12.16	0,3	0,22	0,31	0,26
22.6.2015	05.47	0,3	0,14	0,29	0,19
23.6.2015	05.03	0,3	0,14	0,27	0,26
19.6.2015	05.39	0,3	0,19	0,24	0,19
22.6.2015	16.04	0,3	0,16	0,21	0,24
22.6.2015	20.25	0,3	0,11	0,21	0,17
18.6.2015	19.04	0,3	0,13	0,23	0,20
22.6.2015	19.03	0,3	0,16	0,20	0,25

MP3

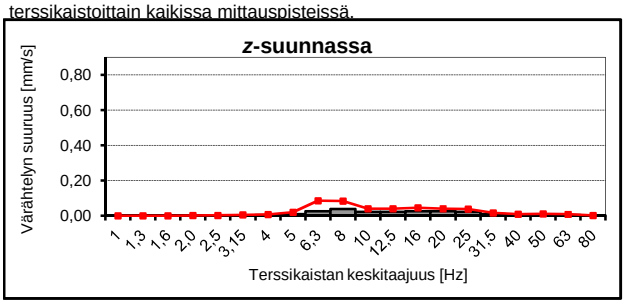
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$-arvot

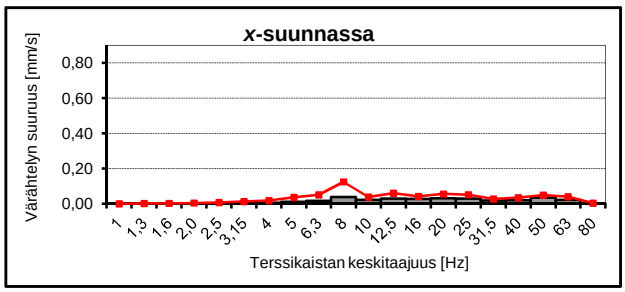
Tärinän tunnusluvun $v_{w,95}$ laskemisessa käytetyt $v_{w,max}$-arvot. Tunnuslukua käytetään asumis- tai käyttöviihtyvyyden arvioinnissa

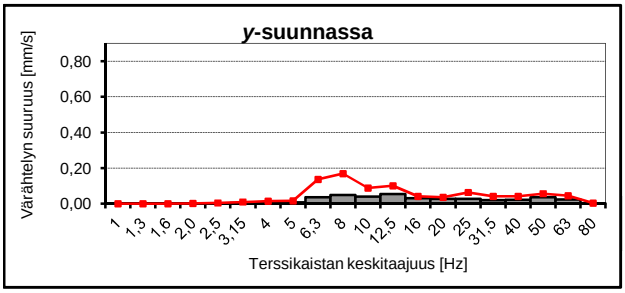
Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *z*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *y*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *x*
22.6.2015	5:31	0,13	22.6.2015	5:31	0,24	22.6.2015	5:31	0,17
18.6.2015	12:16	0,09	20.6.2015	18:55	0,15	19.6.2015	6:50	0,11
19.6.2015	6:50	0,08	22.6.2015	10:02	0,13	18.6.2015	12:16	0,10
20.6.2015	18:55	0,07	23.6.2015	10:26	0,12	19.6.2015	12:41	0,09
23.6.2015	7:36	0,07	19.6.2015	6:50	0,11	20.6.2015	18:55	0,09
18.6.2015	15:35	0,07	22.6.2015	5:47	0,10	23.6.2015	5:03	0,09
22.6.2015	16:04	0,07	18.6.2015	12:16	0,10	22.6.2015	19:03	0,08
19.6.2015	5:39	0,06	21.6.2015	18:17	0,10	22.6.2015	10:02	0,08
23.6.2015	16:35	0,06	23.6.2015	5:03	0,10	22.6.2015	21:20	0,08
23.6.2015	0:53	0,06	23.6.2015	6:31	0,09	22.6.2015	16:04	0,08
22.6.2015	5:47	0,06	18.6.2015	19:04	0,09	23.6.2015	10:26	0,08
23.6.2015	12:54	0,06	23.6.2015	7:36	0,09	18.6.2015	19:46	0,08
22.6.2015	10:02	0,06	23.6.2015	0:53	0,09	18.6.2015	15:35	0,07
22.6.2015	19:03	0,06	19.6.2015	5:39	0,08	18.6.2015	19:04	0,07
19.6.2015	12:41	0,06	22.6.2015	21:20	0,08	23.6.2015	12:05	0,07
	$v_{w,95}$ =	**0,11**		**$v_{w,95}$ =**	**0,18**		**$v_{w,95}$ =**	**0,13**

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: 18.-25.6.2015

Suurimmat resultantit

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	*y*	*x*
23.6.2015	16.35	**3,6**	0,43	3,16	2,15
22.6.2015	21.20	3,5	0,61	2,40	2,69
23.6.2015	07.56	3,5	0,53	3,04	1,79
22.6.2015	05.31	3,3	0,63	2,73	2,81
18.6.2015	19.04	3,0	0,54	3,00	2,07
18.6.2015	19.46	3,0	0,39	2,86	1,42
18.6.2015	12.16	2,8	0,67	2,55	2,23
23.6.2015	04.32	2,7	0,46	2,13	2,28
23.6.2015	21.43	2,7	0,54	2,08	2,44
19.6.2015	06.50	2,6	0,43	2,25	1,86
23.6.2015	05.03	2,6	0,61	1,96	2,22
20.6.2015	15.29	2,5	0,52	1,79	2,37
19.6.2015	12.41	2,5	0,45	2,18	1,73
24.6.2015	08.47	2,4	0,48	2,17	2,15
18.6.2015	15.35	2,4	0,40	1,99	1,69

MP4

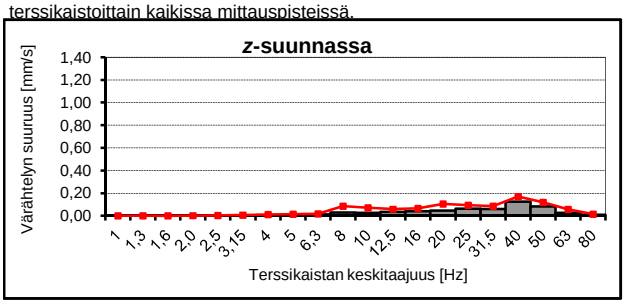
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$-arvot

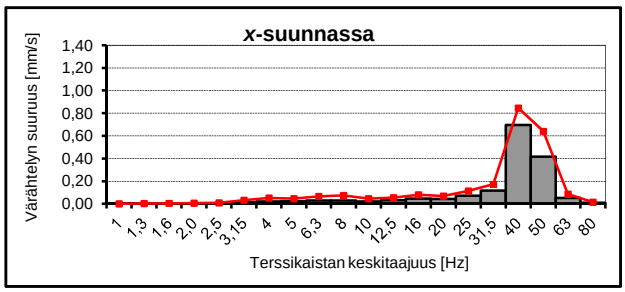
Tärinän tunnusluvun $v_{w,95}$ laskemisessa käytetyt $v_{w,max}$-arvot. Tunnuslukua käytetään asumis- tai käyttöviihtyvyyden arvioinnissa

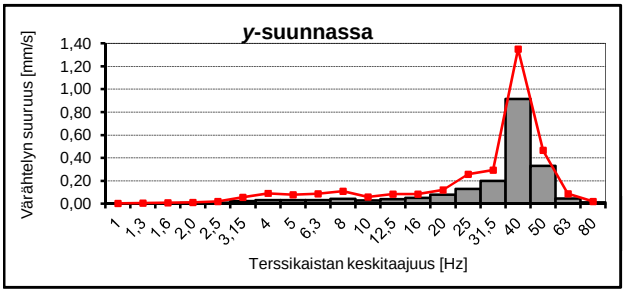
Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *z*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *y*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *x*
18.6.2015	12:16	0,24	23.6.2015	7:56	1,47	23.6.2015	21:43	1,06
22.6.2015	5:31	0,22	18.6.2015	19:04	1,12	18.6.2015	12:16	1,00
18.6.2015	19:04	0,21	22.6.2015	5:31	1,09	22.6.2015	21:20	0,98
19.6.2015	12:41	0,21	23.6.2015	16:35	1,07	18.6.2015	19:04	0,88
23.6.2015	21:43	0,21	18.6.2015	12:16	1,06	22.6.2015	5:31	0,88
22.6.2015	21:20	0,21	24.6.2015	7:31	1,02	20.6.2015	15:29	0,84
23.6.2015	7:56	0,20	22.6.2015	21:20	0,97	23.6.2015	5:03	0,82
23.6.2015	5:03	0,18	23.6.2015	4:32	0,97	24.6.2015	21:35	0,77
19.6.2015	6:50	0,18	19.6.2015	12:41	0,97	23.6.2015	0:53	0,76
23.6.2015	4:32	0,18	19.6.2015	6:50	0,95	23.6.2015	12:05	0,75
20.6.2015	15:29	0,17	23.6.2015	21:43	0,92	24.6.2015	8:47	0,73
23.6.2015	12:05	0,17	18.6.2015	19:46	0,89	19.6.2015	12:41	0,73
24.6.2015	7:31	0,17	22.6.2015	19:03	0,85	23.6.2015	4:32	0,72
24.6.2015	8:47	0,17	18.6.2015	15:35	0,83	22.6.2015	19:03	0,71
24.6.2015	21:35	0,17	23.6.2015	5:03	0,82	22.6.2015	9:28	0,70
	$v_{w,95}$ =	**0,23**		**$v_{w,95}$ =**	**1,29**		**$v_{w,95}$ =**	**1,03**

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: 18.-25.6.2015

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*
19.6.2015	06.50	**0,7**	0,26	0,67	0,47
22.6.2015	05.31	0,6	0,40	0,46	0,46
19.6.2015	12.41	0,6	0,18	0,55	0,31
22.6.2015	16.04	0,6	0,17	0,54	0,29
18.6.2015	19.04	0,5	0,12	0,45	0,26
23.6.2015	05.03	0,5	0,17	0,44	0,32
22.6.2015	21.20	0,5	0,15	0,44	0,29
23.6.2015	07.36	0,4	0,19	0,43	0,22
18.6.2015	19.46	0,4	0,18	0,39	0,20
23.6.2015	16.35	0,4	0,15	0,38	0,23
23.6.2015	04.32	0,4	0,14	0,34	0,25
18.6.2015	15.35	0,4	0,16	0,38	0,20
22.6.2015	19.03	0,4	0,12	0,38	0,32
19.6.2015	10.32	0,4	0,13	0,38	0,17
23.6.2015	21.43	0,4	0,11	0,37	0,23

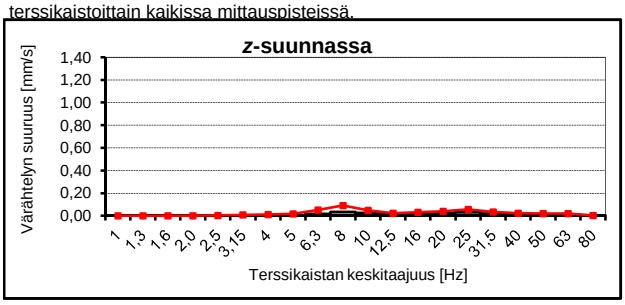
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$-arvot

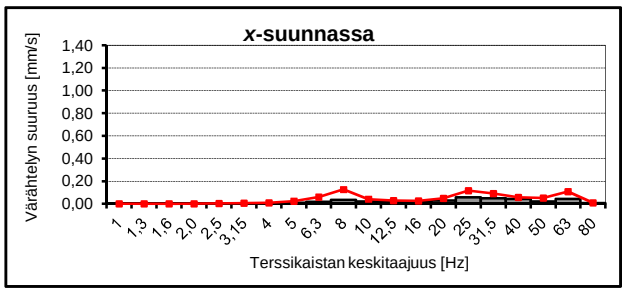
Tärinän tunnusluvun $v_{w,95}$ laskemisessa käytetyt $v_{w,max}$-arvot. Tunnuslukua käytetään asumis- tai käyttöviihtyvyyden arvioinnissa

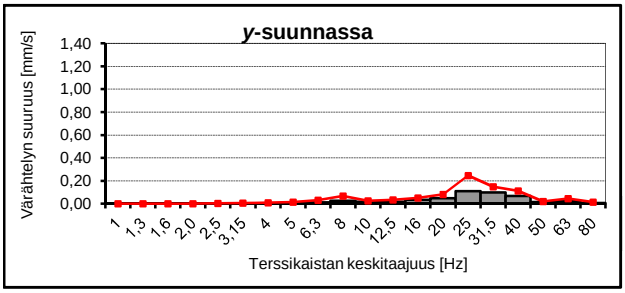
Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *z*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *y*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *x*
22.6.2015	5:31	0,13	19.6.2015	6:50	0,30	22.6.2015	5:31	0,17
23.6.2015	0:53	0,09	19.6.2015	12:41	0,24	19.6.2015	6:50	0,17
19.6.2015	6:50	0,09	18.6.2015	19:04	0,21	22.6.2015	21:20	0,13
19.6.2015	12:41	0,08	22.6.2015	16:04	0,19	19.6.2015	12:41	0,12
22.6.2015	16:04	0,07	22.6.2015	5:31	0,17	18.6.2015	19:04	0,11
23.6.2015	5:03	0,07	18.6.2015	15:35	0,16	18.6.2015	12:16	0,11
23.6.2015	7:36	0,07	22.6.2015	19:03	0,16	23.6.2015	12:05	0,11
18.6.2015	12:16	0,06	19.6.2015	10:32	0,15	22.6.2015	19:03	0,10
18.6.2015	15:35	0,06	23.6.2015	7:36	0,15	22.6.2015	16:04	0,10
18.6.2015	19:46	0,06	22.6.2015	21:20	0,15	23.6.2015	5:03	0,10
22.6.2015	21:20	0,06	23.6.2015	5:03	0,15	23.6.2015	4:32	0,10
22.6.2015	9:28	0,06	23.6.2015	12:05	0,15	23.6.2015	21:43	0,09
23.6.2015	12:05	0,06	23.6.2015	16:35	0,15	23.6.2015	7:36	0,09
23.6.2015	16:35	0,05	23.6.2015	21:43	0,14	23.6.2015	16:35	0,09
18.6.2015	19:04	0,05	24.6.2015	4:19	0,14	24.6.2015	4:19	0,09
	$v_{w,95}$ =	**0,11**		**$v_{w,95}$ =**	**0,26**		**$v_{w,95}$ =**	**0,16**

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: 18.-25.6.2015

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*
22.6.2015	05.31	**0,6**	0,29	0,42	0,56
19.6.2015	06.50	0,5	0,36	0,34	0,22
25.6.2015	09.10	0,4	0,17	0,32	0,34
23.6.2015	05.03	0,3	0,16	0,30	0,25
23.6.2015	00.53	0,3	0,27	0,22	0,28
22.6.2015	19.02	0,3	0,15	0,26	0,26
19.6.2015	12.41	0,3	0,20	0,30	0,25
22.6.2015	09.28	0,3	0,16	0,29	0,19
24.6.2015	08.47	0,3	0,12	0,27	0,21
25.6.2015	05.31	0,3	0,15	0,25	0,24
23.6.2015	12.05	0,3	0,21	0,23	0,25
19.6.2015	05.39	0,3	0,15	0,22	0,26
18.6.2015	19.04	0,3	0,16	0,24	0,16
18.6.2015	15.35	0,3	0,15	0,24	0,19
22.6.2015	16.04	0,3	0,16	0,23	0,18

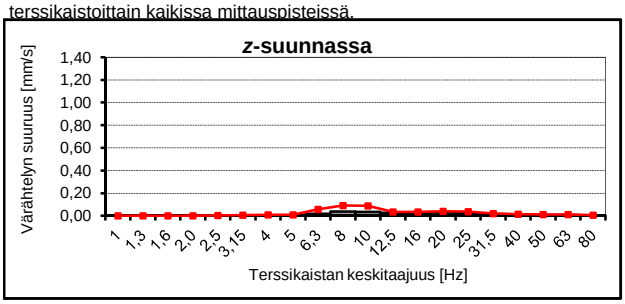
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$-arvot

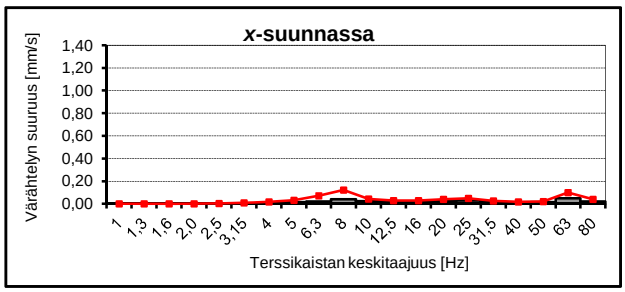
Tärinän tunnusluvun $v_{w,95}$ laskemisessa käytetyt $v_{w,max}$-arvot. Tunnuslukua käytetään asumis- tai käyttöviihtyvyyden arvioinnissa

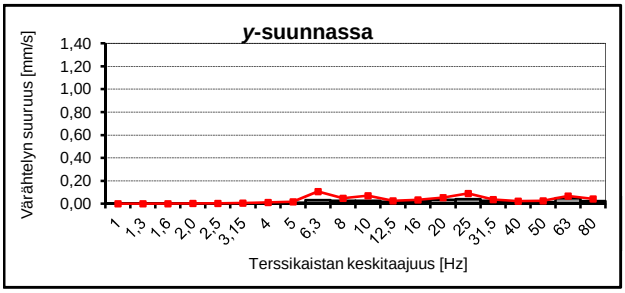
Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *z*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *y*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *x*
19.6.2015	6:50	0,14	22.6.2015	5:31	0,15	22.6.2015	5:31	0,17
22.6.2015	5:31	0,10	19.6.2015	6:50	0,12	25.6.2015	9:10	0,12
23.6.2015	0:53	0,10	19.6.2015	12:41	0,12	23.6.2015	5:03	0,09
23.6.2015	7:36	0,08	22.6.2015	9:28	0,10	19.6.2015	6:50	0,09
23.6.2015	12:05	0,08	23.6.2015	5:03	0,10	24.6.2015	7:00	0,09
22.6.2015	21:20	0,07	25.6.2015	9:10	0,10	23.6.2015	0:53	0,08
19.6.2015	12:41	0,07	18.6.2015	19:04	0,09	25.6.2015	8:12	0,08
24.6.2015	7:00	0,07	22.6.2015	19:02	0,09	23.6.2015	12:05	0,08
18.6.2015	19:04	0,06	24.6.2015	8:47	0,09	24.6.2015	8:47	0,08
25.6.2015	8:12	0,06	23.6.2015	12:05	0,09	22.6.2015	19:02	0,08
22.6.2015	9:28	0,06	25.6.2015	5:31	0,09	25.6.2015	5:31	0,08
23.6.2015	7:56	0,06	23.6.2015	0:53	0,09	19.6.2015	5:39	0,08
18.6.2015	15:35	0,06	18.6.2015	19:46	0,09	19.6.2015	12:41	0,08
25.6.2015	9:10	0,06	24.6.2015	19:25	0,08	24.6.2015	7:31	0,07
23.6.2015	21:43	0,06	24.6.2015	7:31	0,08	18.6.2015	19:04	0,07
	$v_{w,95}$ =	**0,12**		**$v_{w,95}$ =**	**0,13**		**$v_{w,95}$ =**	**0,14**

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: 18.-25.6.2015

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*
19.6.2015	06.50	**3,0**	0,99	2,83	1,28
19.6.2015	12.41	2,7	1,17	2,65	1,38
18.6.2015	15.35	1,8	0,48	1,71	0,83
18.6.2015	19.04	1,8	0,68	1,73	0,90
22.6.2015	05.31	1,7	0,84	1,49	1,51
22.6.2015	21.20	1,7	0,98	1,56	1,30
23.6.2015	12.05	1,5	0,77	1,23	1,05
23.6.2015	05.03	1,4	0,63	1,22	0,99
24.6.2015	08.47	1,4	0,41	1,41	0,95
23.6.2015	07.56	1,3	0,64	1,25	1,10
23.6.2015	16.35	1,3	0,52	1,23	1,00
23.6.2015	04.32	1,3	0,63	1,31	0,66
19.6.2015	10.32	1,3	0,70	1,21	0,75
22.6.2015	19.03	1,3	0,56	1,12	0,93
23.6.2015	21.43	1,3	0,59	1,04	1,06

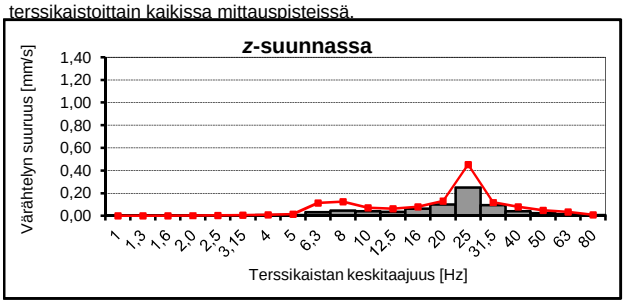
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$-arvot

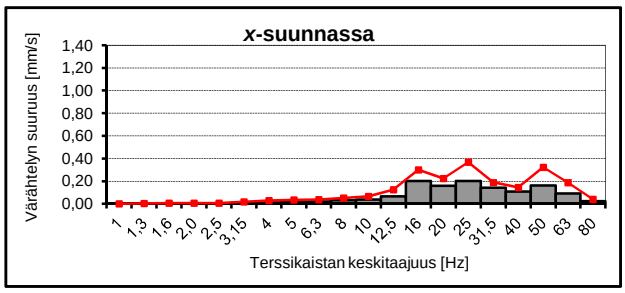
Tärinän tunnusluvun $v_{w,95}$ laskemisessa käytetyt $v_{w,max}$-arvot. Tunnuslukua käytetään asumis- tai käyttöviihtyvyyden arvioinnissa

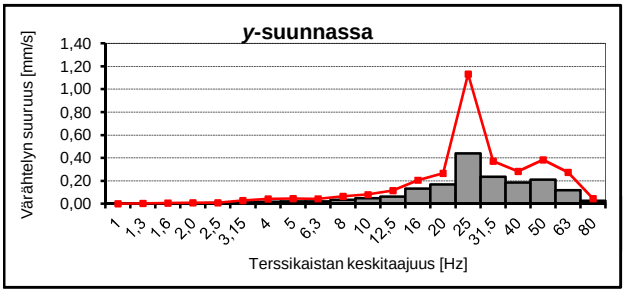
Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *z*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *y*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *x*
19.6.2015	12:41	0,49	19.6.2015	6:50	1,27	22.6.2015	5:31	0,57
19.6.2015	6:50	0,43	19.6.2015	12:41	1,03	19.6.2015	6:50	0,53
24.6.2015	19:25	0,34	22.6.2015	5:31	0,61	19.6.2015	12:41	0,46
22.6.2015	5:31	0,31	18.6.2015	19:04	0,60	23.6.2015	16:35	0,46
22.6.2015	21:20	0,30	23.6.2015	5:03	0,54	22.6.2015	21:20	0,45
23.6.2015	12:05	0,30	24.6.2015	8:47	0,52	23.6.2015	5:03	0,43
19.6.2015	10:32	0,29	22.6.2015	21:20	0,51	23.6.2015	21:43	0,42
23.6.2015	7:56	0,27	18.6.2015	15:35	0,51	23.6.2015	7:36	0,41
23.6.2015	5:03	0,25	23.6.2015	7:36	0,47	24.6.2015	8:47	0,39
22.6.2015	16:04	0,25	23.6.2015	16:35	0,47	24.6.2015	19:25	0,38
23.6.2015	7:36	0,25	19.6.2015	10:32	0,47	18.6.2015	19:04	0,38
18.6.2015	19:04	0,25	22.6.2015	16:04	0,46	19.6.2015	5:39	0,37
23.6.2015	4:32	0,25	23.6.2015	4:32	0,46	22.6.2015	19:03	0,36
23.6.2015	21:43	0,24	18.6.2015	19:46	0,45	23.6.2015	12:05	0,36
23.6.2015	16:35	0,23	23.6.2015	12:05	0,44	22.6.2015	16:04	0,36
	$v_{w,95}$ =	**0,43**		**$v_{w,95}$ =**	**1,02**		**$v_{w,95}$ =**	**0,53**

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: 18.-25.6.2015

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*
23.6.2015	05.03	**2,2**	0,27	2,14	1,14
22.6.2015	05.31	1,9	0,43	1,82	1,33
22.6.2015	21.20	1,8	0,29	1,73	1,03
18.6.2015	19.04	1,8	0,23	1,77	0,91
19.6.2015	06.50	1,7	0,35	1,60	1,16
24.6.2015	08.47	1,6	0,23	1,59	0,88
23.6.2015	21.43	1,6	0,17	1,48	0,73
18.6.2015	15.35	1,6	0,29	1,56	0,91
24.6.2015	07.00	1,5	0,24	1,50	0,74
19.6.2015	12.41	1,5	0,23	1,49	0,92
18.6.2015	19.46	1,5	0,16	1,45	0,68
23.6.2015	00.53	1,5	0,33	1,36	0,92
23.6.2015	02.35	1,4	0,20	1,40	0,93
23.6.2015	07.37	1,4	0,29	1,30	0,89
24.6.2015	07.31	1,4	0,25	1,36	0,97

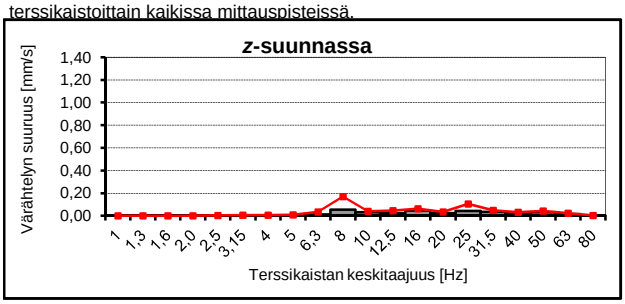
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$-arvot

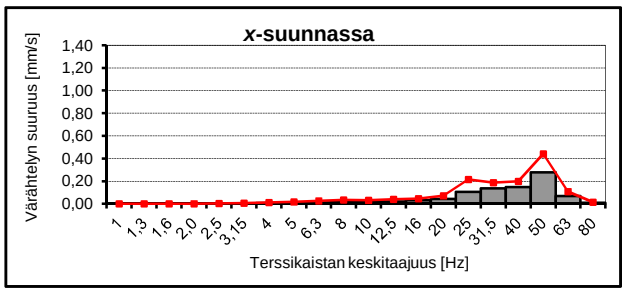
Tärinän tunnusluvun $v_{w,95}$ laskemisessa käytetyt $v_{w,max}$-arvot. Tunnuslukua käytetään asumis- tai käyttöviihtyvyyden arvioinnissa

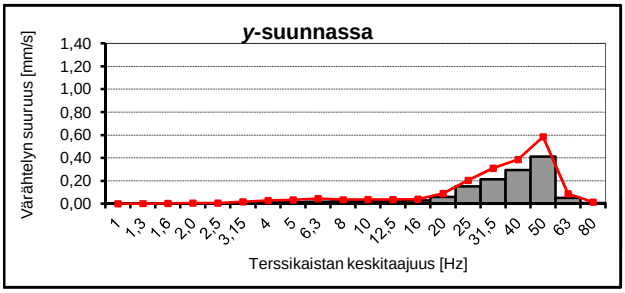
Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *z*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *y*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *x*
22.6.2015	5:31	0,20	22.6.2015	5:31	0,70	22.6.2015	5:31	0,52
19.6.2015	6:50	0,14	23.6.2015	5:03	0,68	19.6.2015	6:50	0,42
23.6.2015	7:37	0,11	18.6.2015	19:04	0,64	23.6.2015	5:03	0,42
23.6.2015	5:03	0,11	22.6.2015	21:20	0,60	22.6.2015	21:20	0,40
23.6.2015	0:53	0,11	24.6.2015	8:47	0,59	18.6.2015	19:04	0,39
23.6.2015	12:05	0,10	19.6.2015	12:41	0,58	18.6.2015	15:35	0,38
18.6.2015	15:35	0,10	18.6.2015	19:46	0,58	22.6.2015	16:04	0,38
19.6.2015	12:41	0,10	23.6.2015	21:43	0,58	19.6.2015	12:41	0,35
24.6.2015	7:31	0,10	18.6.2015	15:35	0,57	23.6.2015	7:37	0,34
22.6.2015	21:20	0,09	19.6.2015	6:50	0,54	23.6.2015	7:56	0,34
24.6.2015	8:47	0,09	24.6.2015	7:31	0,52	24.6.2015	8:47	0,33
23.6.2015	16:35	0,09	24.6.2015	7:00	0,52	23.6.2015	16:35	0,32
19.6.2015	10:32	0,09	23.6.2015	12:05	0,52	23.6.2015	12:05	0,32
24.6.2015	4:19	0,09	22.6.2015	16:04	0,52	23.6.2015	4:32	0,30
23.6.2015	4:32	0,09	23.6.2015	7:37	0,49	24.6.2015	7:00	0,30
	$v_{w,95}$ =	**0,16**		**$v_{w,95}$ =**	**0,69**		**$v_{w,95}$ =**	**0,47**

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: 18.-25.6.2015

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*
19.6.2015	06.50	**0,8**	0,26	0,77	0,50
18.6.2015	15.35	0,7	0,18	0,53	0,72
19.6.2015	12.41	0,7	0,19	0,65	0,58
22.6.2015	16.04	0,6	0,18	0,42	0,63
22.6.2015	05.31	0,6	0,25	0,54	0,47
23.6.2015	12.05	0,6	0,22	0,56	0,53
24.6.2015	04.19	0,5	0,19	0,33	0,50
19.6.2015	10.32	0,5	0,11	0,49	0,30
22.6.2015	21.20	0,5	0,18	0,47	0,40
22.6.2015	09.28	0,5	0,14	0,43	0,28
24.6.2015	07.00	0,5	0,18	0,33	0,46
23.6.2015	07.37	0,5	0,24	0,38	0,41
23.6.2015	04.32	0,5	0,24	0,40	0,41
22.6.2015	19.02	0,5	0,18	0,37	0,46
23.6.2015	05.03	0,5	0,23	0,42	0,39

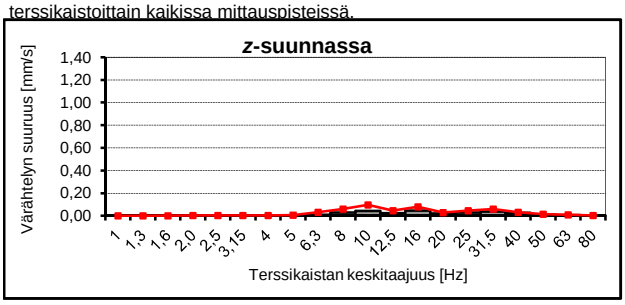
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$-arvot

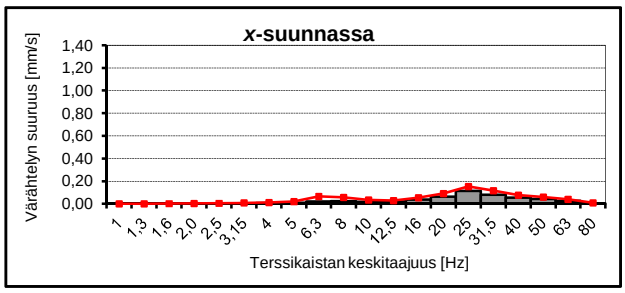
Tärinän tunnusluvun $v_{w,95}$ laskemisessa käytetyt $v_{w,max}$-arvot. Tunnuslukua käytetään asumis- tai käyttöviihtyvyyden arvioinnissa

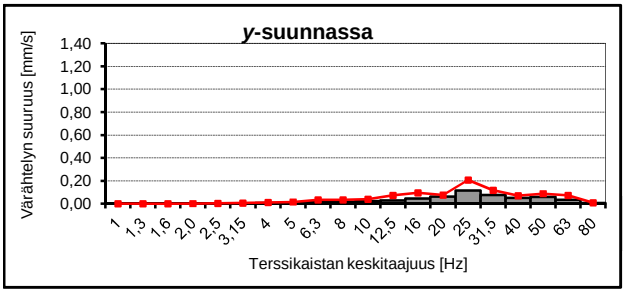
Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *z*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *y*	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s] *x*
23.6.2015	0:53	0,13	19.6.2015	6:50	0,26	22.6.2015	16:04	0,22
19.6.2015	6:50	0,11	23.6.2015	12:05	0,23	18.6.2015	15:35	0,21
22.6.2015	5:31	0,11	19.6.2015	12:41	0,23	22.6.2015	5:31	0,21
23.6.2015	5:03	0,11	22.6.2015	5:31	0,22	23.6.2015	12:05	0,20
23.6.2015	16:35	0,10	18.6.2015	15:35	0,19	19.6.2015	6:50	0,20
23.6.2015	4:32	0,10	23.6.2015	5:03	0,17	19.6.2015	12:41	0,18
24.6.2015	7:31	0,09	22.6.2015	21:20	0,17	23.6.2015	7:37	0,17
23.6.2015	7:37	0,09	22.6.2015	9:28	0,17	24.6.2015	7:00	0,17
22.6.2015	16:04	0,08	23.6.2015	4:32	0,16	22.6.2015	19:02	0,17
24.6.2015	4:19	0,08	23.6.2015	21:43	0,16	18.6.2015	19:04	0,16
23.6.2015	12:05	0,08	19.6.2015	10:32	0,16	24.6.2015	4:19	0,16
22.6.2015	21:20	0,08	23.6.2015	16:35	0,15	24.6.2015	7:31	0,16
18.6.2015	15:35	0,07	23.6.2015	7:37	0,15	22.6.2015	21:20	0,15
19.6.2015	12:41	0,07	22.6.2015	16:04	0,15	23.6.2015	5:03	0,15
23.6.2015	7:56	0,07	24.6.2015	7:31	0,15	23.6.2015	4:32	0,15
	$v_{w,95}$ =	**0,12**		**$v_{w,95}$ =**	**0,25**		**$v_{w,95}$ =**	**0,22**

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: 18.-25.6.2015

MP1

Arvioidut runkomelutasot

Suurimmista tärinätapahtumista VTT:n ohjeen mukaiset runkomelun arviointitulokset:

Pvm	Klo	L_{ASmax} z [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} y [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} x [dB]
22.6.2015	19:03	45	22.6.2015	19:03	56	22.6.2015	19:03	53
18.6.2015	12:16	44	23.6.2015	5:03	55	23.6.2015	5:03	50
18.6.2015	19:46	43	19.6.2015	6:50	55	19.6.2015	6:50	50
19.6.2015	6:50	42	19.6.2015	5:39	53	18.6.2015	19:46	49
23.6.2015	5:03	41	18.6.2015	12:16	53	19.6.2015	5:39	48
19.6.2015	5:39	41	20.6.2015	15:29	53	22.6.2015	5:31	47
22.6.2015	21:20	40	18.6.2015	19:46	52	20.6.2015	15:29	47
23.6.2015	12:05	40	22.6.2015	9:28	51	18.6.2015	12:16	47
22.6.2015	5:31	40	23.6.2015	0:53	51	23.6.2015	12:05	47
23.6.2015	7:36	39	22.6.2015	5:31	50	22.6.2015	9:28	47
20.6.2015	15:29	39	23.6.2015	12:05	50	22.6.2015	21:20	46
23.6.2015	0:53	38	23.6.2015	7:36	49	23.6.2015	7:36	46
22.6.2015	9:28	38	18.6.2015	19:04	48	23.6.2015	0:53	46
23.6.2015	21:43	38	23.6.2015	7:56	48	23.6.2015	7:56	45
18.6.2015	19:04	38	22.6.2015	16:04	47	19.6.2015	12:41	44
	L_{pA} =	**44**		**L_{pA} =**	**57**		**L_{pA} =**	**52**

Laskennassa käytetyt VTT:n ohjeen mukaiset lisätekijät:

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

* Sovellettu VTT:n ohjeesta.

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

Mittauspisteen kuvaus: 3-aksiaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 18.-25.6.2015

MP2

Arvioidut runkomelutasot

Suurimmista tärinätapahtumista VTT:n ohjeen mukaiset runkomelun arviointitulokset:

Pvm	Klo	L_{ASmax} z [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} y [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} x [dB]
18.6.2015	15:35	34	23.6.2015	5:03	47	23.6.2015	5:03	43
18.6.2015	19:04	31	22.6.2015	19:03	44	22.6.2015	21:20	43
19.6.2015	6:50	31	22.6.2015	5:31	43	22.6.2015	19:03	43
18.6.2015	12:16	30	22.6.2015	21:20	42	22.6.2015	5:31	42
22.6.2015	19:03	30	18.6.2015	19:46	41	18.6.2015	12:16	41
23.6.2015	5:03	30	19.6.2015	6:50	41	19.6.2015	6:50	38
22.6.2015	5:31	29	18.6.2015	12:16	40	18.6.2015	19:46	37
22.6.2015	21:20	29	23.6.2015	7:36	39	23.6.2015	7:36	37
18.6.2015	19:46	27	22.6.2015	9:28	39	23.6.2015	4:32	37
23.6.2015	7:36	26	19.6.2015	5:39	38	23.6.2015	16:35	37
19.6.2015	5:39	25	20.6.2015	15:29	38	22.6.2015	9:28	37
23.6.2015	0:53	25	23.6.2015	2:34	37	19.6.2015	5:39	36
22.6.2015	9:28	25	23.6.2015	4:32	37	23.6.2015	0:53	36
23.6.2015	2:34	25	23.6.2015	21:43	37	22.6.2015	16:04	35
23.6.2015	21:43	25	23.6.2015	16:35	37	23.6.2015	12:05	35
	L_{pA} =	**34**		**L_{pA} =**	**46**		**L_{pA} =**	**45**

Laskennassa käytetyt VTT:n ohjeen mukaiset lisätekijät:

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

* Sovellettu VTT:n ohjeesta.

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

Mittauspisteen kuvaus: 3-aksiaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 18.-25.6.2015

MP3

Arvioidut runkomelutasot

Suurimmista tärinätapahtumista VTT:n ohjeen mukaiset runkomelun arviointitulokset:

Pvm	Klo	L_{ASmax} z [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} y [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} x [dB]
23.6.2015	5:03	26	23.6.2015	5:03	40	23.6.2015	5:03	40
22.6.2015	19:03	26	18.6.2015	12:16	38	22.6.2015	19:03	38
18.6.2015	12:16	25	23.6.2015	7:36	38	23.6.2015	7:36	37
22.6.2015	21:20	25	22.6.2015	5:31	38	22.6.2015	5:31	37
19.6.2015	6:50	24	19.6.2015	6:50	38	22.6.2015	21:20	37
18.6.2015	15:35	24	22.6.2015	19:03	37	18.6.2015	12:16	37
22.6.2015	5:31	24	19.6.2015	5:39	37	19.6.2015	6:50	36
20.6.2015	18:55	24	23.6.2015	2:35	36	19.6.2015	5:39	35
18.6.2015	19:46	24	22.6.2015	21:20	36	20.6.2015	18:55	35
23.6.2015	7:36	24	22.6.2015	9:28	36	24.6.2015	4:19	34
19.6.2015	12:41	23	18.6.2015	19:46	35	19.6.2015	12:41	34
22.6.2015	5:47	23	19.6.2015	12:41	35	22.6.2015	16:04	34
23.6.2015	0:53	22	22.6.2015	16:04	35	23.6.2015	7:56	34
19.6.2015	5:39	22	24.6.2015	4:19	34	18.6.2015	19:46	34
23.6.2015	12:05	22	23.6.2015	12:05	34	23.6.2015	2:35	34
	L_{pA} =	**26**		**L_{pA} =**	**40**		**L_{pA} =**	**39**

Laskennassa käytetyt VTT:n ohjeen mukaiset lisätekijät:

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

* Sovellettu VTT:n ohjeesta.

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

Mittauspisteen kuvaus: 3-aksiaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 18.-25.6.2015

MP4

Arvioidut runkomelutasot

Suurimmista tärinätapahtumista VTT:n ohjeen mukaiset runkomelun arviointitulokset:

Pvm	Klo	L_{ASmax} z [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} y [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} x [dB]
18.6.2015	12:16	46	23.6.2015	7:56	59	23.6.2015	21:43	60
23.6.2015	5:03	46	22.6.2015	21:20	58	18.6.2015	12:16	57
23.6.2015	21:43	45	23.6.2015	21:43	58	23.6.2015	5:03	57
24.6.2015	8:47	44	18.6.2015	12:16	57	22.6.2015	21:20	57
22.6.2015	21:20	44	18.6.2015	19:04	57	18.6.2015	19:04	57
22.6.2015	5:31	44	19.6.2015	12:41	57	24.6.2015	8:47	56
23.6.2015	12:05	43	24.6.2015	7:31	57	23.6.2015	12:05	56
18.6.2015	19:04	43	23.6.2015	5:03	57	22.6.2015	5:31	56
19.6.2015	12:41	43	22.6.2015	5:31	56	20.6.2015	15:29	56
23.6.2015	7:36	43	22.6.2015	16:04	56	19.6.2015	12:41	55
20.6.2015	15:29	43	23.6.2015	4:32	56	22.6.2015	19:03	55
23.6.2015	2:34	43	23.6.2015	0:53	56	23.6.2015	7:36	55
22.6.2015	19:03	43	24.6.2015	8:47	56	24.6.2015	19:25	55
24.6.2015	19:25	42	23.6.2015	16:35	56	23.6.2015	2:34	55
22.6.2015	16:04	42	18.6.2015	15:35	55	23.6.2015	10:09	54
	L_{pA} =	**46**		**L_{pA} =**	**59**		**L_{pA} =**	**59**

Laskennassa käytetyt VTT:n ohjeen mukaiset lisätekijät:

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

* Sovellettu VTT:n ohjeesta.
Varmuusvarana käytetään + 6 dB mitattaessa värähtelyä maasta
Varmuusvarana käytetään + 3 dB mitattaessa värähtelyä kantavasta rakenteesta
Varmuusvarana käytetään + 0 dB mitattaessa värähtelyä valmiin rakennuksen lattialta

Mittauspisteen kuvaus: 3-aksiaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 18.-25.6.2015

MP5

Arvioidut runkomelutasot

Suurimmista tärinätapahtumista VTT:n ohjeen mukaiset runkomelun arviointitulokset:

Pvm	Klo	L_{ASmax} z [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} y [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} x [dB]
22.6.2015	21:20	34	22.6.2015	21:20	44	22.6.2015	21:20	46
22.6.2015	19:03	34	22.6.2015	19:03	42	22.6.2015	19:03	45
18.6.2015	12:16	33	23.6.2015	5:03	41	19.6.2015	6:50	42
19.6.2015	6:50	33	19.6.2015	6:50	40	18.6.2015	12:16	41
22.6.2015	5:31	32	22.6.2015	5:31	40	22.6.2015	5:31	41
23.6.2015	5:03	32	18.6.2015	19:04	40	23.6.2015	5:03	40
18.6.2015	19:46	31	18.6.2015	12:16	39	19.6.2015	5:39	39
22.6.2015	16:04	30	22.6.2015	16:04	38	18.6.2015	19:46	39
19.6.2015	5:39	30	18.6.2015	19:46	38	22.6.2015	9:28	37
23.6.2015	12:05	30	23.6.2015	12:05	38	22.6.2015	16:04	37
23.6.2015	7:36	30	23.6.2015	7:36	37	23.6.2015	12:05	37
23.6.2015	21:43	29	23.6.2015	16:35	37	23.6.2015	0:53	37
23.6.2015	0:53	28	22.6.2015	9:28	37	23.6.2015	7:36	36
19.6.2015	12:41	28	23.6.2015	0:53	37	20.6.2015	15:29	36
18.6.2015	15:35	28	19.6.2015	5:39	37	23.6.2015	2:35	36
	L_{pA} =	**35**		**L_{pA} =**	**43**		**L_{pA} =**	**46**

Laskennassa käytetyt VTT:n ohjeen mukaiset lisätekijät:

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

* Sovellettu VTT:n ohjeesta.

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

Mittauspisteen kuvaus: 3-aksiaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 18.-25.6.2015

MP6

Arvioidut runkomelutasot

Suurimmista tärinätapahtumista VTT:n ohjeen mukaiset runkomelun arviointitulokset:

Pvm	Klo	L_{ASmax} z [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} y [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} x [dB]
25.6.2015	9:10	34	23.6.2015	5:03	45	25.6.2015	9:10	47
25.6.2015	5:31	31	25.6.2015	5:31	45	25.6.2015	5:31	43
23.6.2015	5:03	31	25.6.2015	9:10	44	22.6.2015	19:02	43
22.6.2015	19:02	30	22.6.2015	19:02	44	23.6.2015	5:03	42
24.6.2015	8:47	30	19.6.2015	6:50	43	20.6.2015	15:29	42
24.6.2015	19:25	30	22.6.2015	5:31	43	19.6.2015	5:39	41
22.6.2015	5:31	29	24.6.2015	8:47	43	24.6.2015	8:47	41
19.6.2015	5:39	29	24.6.2015	19:25	42	24.6.2015	19:25	41
20.6.2015	15:29	29	24.6.2015	7:00	42	19.6.2015	6:50	40
19.6.2015	6:50	29	18.6.2015	19:46	41	22.6.2015	5:31	40
18.6.2015	19:46	28	19.6.2015	5:39	41	24.6.2015	7:00	40
24.6.2015	7:00	28	23.6.2015	12:05	40	18.6.2015	19:46	40
23.6.2015	12:05	28	22.6.2015	9:28	40	22.6.2015	9:28	40
22.6.2015	9:28	28	20.6.2015	15:29	39	23.6.2015	12:05	39
23.6.2015	0:53	27	24.6.2015	7:31	39	23.6.2015	0:53	38
	L_{pA} =	**32**		**L_{pA} =**	**46**		**L_{pA} =**	**45**

Laskennassa käytetyt VTT:n ohjeen mukaiset lisätekijät:

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

* Sovellettu VTT:n ohjeesta.

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

Mittauspisteen kuvaus: 3-aksiaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 18.-25.6.2015

MP7

Arvioidut runkomelutasot

Suurimmista tärinätapahtumista VTT:n ohjeen mukaiset runkomelun arviointitulokset:

Pvm	Klo	L_{ASmax} z [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} y [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} x [dB]
19.6.2015	12:41	41	22.6.2015	5:31	57	22.6.2015	5:31	54
22.6.2015	5:31	40	24.6.2015	8:47	56	22.6.2015	19:03	52
22.6.2015	19:03	39	22.6.2015	19:03	55	24.6.2015	8:47	52
19.6.2015	6:50	39	23.6.2015	5:03	54	23.6.2015	5:03	51
23.6.2015	5:03	39	19.6.2015	6:50	52	19.6.2015	6:50	49
23.6.2015	12:05	39	23.6.2015	0:53	52	18.6.2015	19:04	48
24.6.2015	8:47	39	23.6.2015	7:36	51	23.6.2015	12:05	48
22.6.2015	21:20	38	19.6.2015	5:39	51	19.6.2015	5:39	48
24.6.2015	19:25	38	18.6.2015	19:04	51	23.6.2015	7:36	47
18.6.2015	19:04	38	18.6.2015	19:46	50	24.6.2015	19:25	47
18.6.2015	19:46	38	19.6.2015	12:41	50	23.6.2015	0:53	47
23.6.2015	7:36	38	22.6.2015	21:20	50	22.6.2015	21:20	47
19.6.2015	10:32	36	24.6.2015	19:25	50	19.6.2015	12:41	47
23.6.2015	4:32	36	22.6.2015	9:28	49	23.6.2015	21:43	47
23.6.2015	7:56	36	23.6.2015	2:34	49	18.6.2015	19:46	47
	L_{pA} =	**41**		**L_{pA} =**	**57**		**L_{pA} =**	**53**

Laskennassa käytetyt VTT:n ohjeen mukaiset lisätekijät:

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

* Sovellettu VTT:n ohjeesta.

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

Mittauspisteen kuvaus: 3-aksiaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 18.-25.6.2015

MP8

Arvioidut runkomelutasot

Suurimmista tärinätapahtumista VTT:n ohjeen mukaiset runkomelun arviointitulokset:

Pvm	Klo	L_{ASmax} z [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} y [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} x [dB]
22.6.2015	5:31	40	23.6.2015	5:03	57	22.6.2015	5:31	55
24.6.2015	8:47	39	22.6.2015	5:31	56	23.6.2015	5:03	53
23.6.2015	5:03	39	22.6.2015	21:20	55	22.6.2015	21:20	53
23.6.2015	7:37	37	18.6.2015	19:04	55	22.6.2015	16:04	52
22.6.2015	21:20	37	23.6.2015	21:43	54	23.6.2015	7:37	52
19.6.2015	6:50	37	18.6.2015	19:46	54	24.6.2015	8:47	51
23.6.2015	12:05	37	19.6.2015	12:41	54	18.6.2015	19:04	51
18.6.2015	19:04	37	24.6.2015	8:47	54	23.6.2015	12:05	51
22.6.2015	16:04	37	24.6.2015	7:31	54	18.6.2015	15:35	51
22.6.2015	19:02	37	23.6.2015	0:53	54	19.6.2015	6:50	51
18.6.2015	15:35	36	23.6.2015	7:37	53	19.6.2015	12:41	51
18.6.2015	19:46	36	23.6.2015	12:05	53	23.6.2015	7:56	51
23.6.2015	0:53	36	18.6.2015	15:35	53	23.6.2015	2:35	50
19.6.2015	5:39	36	24.6.2015	7:00	53	24.6.2015	7:31	50
23.6.2015	2:35	36	23.6.2015	2:35	53	24.6.2015	7:00	50
	L_{pA} =	**40**		**L_{pA} =**	**56**		**L_{pA} =**	**54**

Laskennassa käytetyt VTT:n ohjeen mukaiset lisätekijät:

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

* Sovellettu VTT:n ohjeesta.

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

Mittauspisteen kuvaus: 3-aksiaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 18.-25.6.2015

MP9

Arvioidut runkomelutasot

Suurimmista tärinätapahtumista VTT:n ohjeen mukaiset runkomelun arviointitulokset:

Pvm	Klo	L_{ASmax} z [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} y [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} x [dB]
23.6.2015	5:03	31	22.6.2015	5:31	44	23.6.2015	5:03	43
19.6.2015	6:50	30	23.6.2015	5:03	43	22.6.2015	5:31	41
22.6.2015	5:31	30	22.6.2015	21:20	43	22.6.2015	19:02	40
23.6.2015	16:35	30	23.6.2015	12:05	42	18.6.2015	19:46	40
23.6.2015	4:32	29	19.6.2015	5:39	42	18.6.2015	15:35	39
24.6.2015	4:19	29	23.6.2015	7:56	41	19.6.2015	6:50	39
22.6.2015	21:20	29	19.6.2015	6:50	41	24.6.2015	8:47	39
23.6.2015	12:05	29	23.6.2015	0:53	40	23.6.2015	12:05	39
18.6.2015	15:35	29	19.6.2015	12:41	40	23.6.2015	0:53	39
22.6.2015	19:02	28	24.6.2015	8:47	40	24.6.2015	7:31	39
23.6.2015	7:37	28	23.6.2015	16:35	40	19.6.2015	5:39	38
18.6.2015	19:46	28	22.6.2015	19:02	40	22.6.2015	16:04	38
18.6.2015	19:04	28	18.6.2015	15:35	40	19.6.2015	12:41	38
19.6.2015	12:41	28	23.6.2015	7:37	40	22.6.2015	21:20	38
23.6.2015	7:56	28	18.6.2015	19:04	40	23.6.2015	7:37	38
	L_{pA} =	**31**		**L_{pA} =**	**43**		**L_{pA} =**	**42**

Laskennassa käytetyt VTT:n ohjeen mukaiset lisätekijät:

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

* Sovellettu VTT:n ohjeesta.

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