

Janakkalan kunta
Piia Tuokko

TÄRINÄ- JA RUNKOMELUSELVITYS

Janakkala, Turenki, Hopealahti, asemakaavan muutos

Mittaukset kohteessa 10.–19.6.2020

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

TURKU
Rautakatu 5 A
20520 Turku
puh. 050 570 3476

TAMPERE
Viinikankatu 47
33800 Tampere
puh. 040 866 8615



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

Tilaja:

Janakkalan kunta
Piia Tuokko

Tärinä- ja runkomeluserelvitys

Kohde:

Janakkala, Turenki, Hopealahti, asemakaavan muutos

Raportin numero:

PR5458-TÄR01

Raportin päiväys:

11.8.2020

Kirjoittaja(t):

Olli Laivoranta
Suunnittelija, DI
041 506 3418
olli.laivoranta@promethor.fi

Tarkastanut:

Jani Kankare
Fysikko, FM
040 574 0028
jani.kankare@promethor.fi

Sisällysluettelo

1	Yleistä.....	4
2	Kohteen sijainti, ympäristö ja mittauspisteet.....	4
3	Mittaus- ja arviointimenetelmät	5
4	Tärinän suositusarvot	6
4.1	Tärinän suositusarvot rakennusten vaurioriskin kannalta	6
4.2	Tärinän suositusarvot asumisviihtyvyyden kannalta	6
4.3	Runkomelun suositusarvot.....	7
5	Mittaustulokset	8
5.1	Värähtelyn taajuussisältö	8
5.2	Mitatut heilahdusnopeuden resultantit v_{res}	8
5.3	Mitatut tärinän tunnusluvun arvot $v_{w,95}$	8
5.4	Rakennukseen siirtyvän tärinän arviointi $v_{w,95}$	9
5.5	Arvio runkomelutasoista L_{prm}	10
6	Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset.....	11
6.1	Tärinän aiheuttama vaurioitumisriski	11
6.2	Tärinän aiheuttama viihtyvyyshaitta.....	11
6.3	Runkomelu	11
6.4	Johtopäätökset.....	12
6.5	Muita huomioita.....	12
7	Lisätietoa	12
8	Kirjallisuus.....	12

Liitteet:

- Liite 1. Mittauspistesivut, tärinä.
- Liite 2. Mittauspistesivut, runkomelu.

1 YLEISTÄ

Promethor Oy mittasi 10.–19.6.2020 raideliikenteen aiheuttamaa värähtelyä Janakkalan Turengissa, Hopealahden asemakaavan muutosalueella. Asemakaavan muutos koskee korttelia 526 sekä katualueita. Mittauksilla selvitettiin raideliikenteen aiheuttama tärinä kohteessa

- rakennusten vaurioitumisriskin,
- tilojen asuinviihtyvyyden, sekä
- runkomelun kannalta.

Mittaus- ja analysointituloksia verrataan VTT:n ohjeiden mukaisiin suositusarvoihin.

Promethor Oy on mitannut kohteessa tärinää aikaisemmin 30.1.–6.2.2012 (raportti PR-TÄR1214, 23.2.2012).

2 KOHTEEN SIJAINTI, YMPÄRISTÖ JA MITTAUSPISTEET

Tarkasteltava alue sijaitsee Turengin rautatieaseman läheisyydessä. Rautatieliikenne on alueen merkittäv in tärinälähde. Värähtelymittaukset tehtiin maaperästä. Värähtelyä mitattiin samanaikaisesti viidestä pisteestä (kuva 1). Vuoden 2012 tietojen perusteella pintakerroksen ja noin 20...25 m syvyydellä olevan moreenikerroksen välillä maaperä on silttiä.



Kuva 1. Kohteen ja mittauspisteiden sijainnit (vasen kuva: ote Janakkalan kunnan karttapalvelun kaupunkikartasta, oikea kuva: ote asemakaava-alueennoksesta).

3 MITTAUS- JA ARVIOINTIMENETELMÄT

Raideliikenteen aiheuttaman tärinän mittaukset suoritettiin VTT:n tiedotteen ”Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokitukselta” mukaisesti maaperästä mittaamalla. Mittaukset suoritettiin miehittämättömänä mittauksena eli mittalaitteisto toimi alueella itsenäisesti. Signaalien pääteltiin olevan raideliikenteen aiheuttamia signaalien muodon ja keston sekä muissa mittauspisteissä samanaikaisesti havaittujen tapahtumien perusteella. Mittaus tehtiin kaikissa mittauspisteissä kolmiaksisiaalisesti. Mittausjakson pituus oli kussakin mittauspisteessä yhdeksän vuorokautta.

Mittaustulosten analysointi ja tulkinta rakenteiden vaurioitumisriskin kannalta tehtiin VTT:n ohjeen ”Rautatieliikenteen tärinän vaikutus rakenteisiin – Vaurioalttiuden kartoittaminen ja mittaaminen” mukaan. Rakenteiden vaurioriskiä arvioitiin värähtelyn taajuuspainottamattoman heilahdusnopeuden resultantin maksimiarvon v_{res} avulla.

Mittaustulosten analysointi ja tulkinta ihmisen kokeman tärinähaitan kannalta tehtiin VTT:n ohjeiden ”Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja 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 tärinätapahtuman taajuuspainotetut tehollisarvot pysyvät 95 prosentin tilastollisella todennäköisyydellä.

Maasta rakennukseen siirtyvää tärinää arvioitiin VTT:n tiedotteen ”Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi” ja VTT:n tiedotteen ”Ohjeita liikennetärinän arviointiin” mukaisesti.

Suomessa ei ole standardoitua menetelmää runkomelun arviointiin. Tässä raportissa raideliikenteen aiheuttamaa runkomelua arvioidaan VTT:n tiedotteen ”Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi” mukaisesti. Arvio määritetään slow-aikavakiolla määritetyistä A-painotetuista maasta mitatuista nopeus-signaaleista käyttämällä referenssinopeutena 1 nm/s ja muuttamalla saatu tulos runkomelutasoksi VTT:n tiedotteen mukaisia lisätekiöitä käyttäen.

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

4 TÄRINÄN SUOSITUSARVOT

4.1 Tärinän suositusarvot rakennusten vaurioriskin kannalta

Suomessa rakennusten rakenteiden vaurioriskille ei ole toistaiseksi annettu virallisia raja-arvoja. VTT:n tiedotteen ”Rautatieliikenteen tärinän vaikutus rakenteisiin, 2002” mukaan rakennusten vaurioriskiä voidaan arvioida värähtelyn heilahdusnopeuden resultantin suurimman arvon v_{res} ja hallitsevan taajuuden avulla. Tiedotteessa on annettu taulukon 1 mukaiset suositusarvot rakennusten vaurioitumisalttiuden arvioimiseksi.

Taulukko 1. VTT:n tiedotteessa ”Rautatieliikenteen tärinän vaikutus rakenteisiin, 2002” annetut suositusarvot tärinän aiheuttamalle rakennusten vaurioriskille.

Tärinäalttiusluokka	Hallitseva taajuus [Hz]	Resultantin maksimi v_{res} [mm/s]
I. 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 herkkät 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 värähtelyluokitukselta tunnuslukuun $v_{w,95}$ perustuen tiedotteessaan 2278 ”Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokitukselta”. Tämä ohjeellinen värähtelyluokitus on esitetty taulukossa 2.

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

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 värähtelyitä häiritsevinä ja voi valittaa häiriöstä.</i>	≤ 0,30
D	Olosuhteet, joilla pyritään vanhoilla asuinalueilla <i>Keskimäärin 25 % asukkaista pitää värähtelyitä häiritsevinä ja voi valittaa häiriöstä.</i>	≤ 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 $L_{p_{rm}}$ [dB(A)]
Radio-, tv- ja äänitysstudiot, konserttitalit	25–30
Asuinhuoneistot	30/35*
Hoito- ja sosiaalihuollon laitokset, majoitustilat <ul style="list-style-type: none">potilashuoneet, majoitustilatpäiväkodit, lasten ja henkilökunnan oleskeluun tarkoitettut huoneet	30/35*
Kokoontumis- ja opetustilat <ul style="list-style-type: none">luokkahuoneet, luentosalit, kirkot ja muut huonetilat, joissa edellytetään yleisön saavan hyvin puheesta selvää ilman äänentoistolaitteiden käyttöämuut kokoontumistilat, kuten teatterit ja kirjastot	35
Toimistot, kaupat, näyttelytilat, museot	40/45*

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

5 MITTAUSTULOKSET

5.1 Värähtelyn taajuussisältö

Tärinän taajuuspainotetut taajuusjakaumat on esitetty liitteessä 1 terssikaistoittain VTT:n suosituksen mukaisesti. Merkittävin tärinän taajuussisältö on alle 10 Hz taajuuksilla.

5.2 Mitatut heilahdusnopeuden resultantit v_{res}

Rakennusten vaurioitumisriskiä arvioidaan painottamattoman värähtelyn nopeuden resultantin suurimman arvon avulla. Taulukossa 4 on esitetty suurimmat mitatut resultanttien arvot.

Tärinän taajuuspainotetut taajuusjakaumat on esitetty liitteessä 1 terssikaistoittain VTT:n suosituksen mukaisesti. Suositeltavana enimmäisarvona voidaan tarkasteltavassa kohteessa pitää 4,0 mm/s (vrt. taulukko 1). Liitteessä 1 on esitetty kaikkien mitattujen ohiajojen suurimmat resultantin arvot kussakin mitauspisteessä.

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

Mittauspiste	Etäisyys rautatiestä [m]	Resultantti [mm/s]
MP1	60	1,3
MP2	105	0,9
MP3	150	0,9
MP4	180	0,9
MP5	215	0,9

5.3 Mitatut tärinän tunnusluvun arvot $v_{w,95}$

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

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

Mittauspiste	Etäisyys rautatiestä [m]	Tunnusluku $v_{w,95}$ [mm/s]		
		<i>pystysuunta</i>	<i>rataa vasten kohtisuora vaakasuunta</i>	<i>radan suuntainen vaakasuunta</i>
MP1	60	0,36	0,36	0,39
MP2	105	0,32	0,23	0,23
MP3	150	0,31	0,18	0,17
MP4	180	0,30	0,24	0,23
MP5	215	0,29	0,17	0,13

5.4 Rakennukseen siirtyvän tärinän arviointi $v_{w,95}$

Rakennuksen ominaisuuksista riippuen maaperästä ja perustuksesta rakennukseen siirtyvän tärinän tietyn taajuiset värähtelykomponentit voimistuvat ja tietyt vaimenevat. Ominaisuuksista riippuen rakennuksessa havaittavan tärinän voimakkuus on pienempää, yhtä suurta tai suurempaa kuin maaperästä tai perustuksesta mitattu tärinä.

Maaperästä ja perustuksesta mitatusta tärinästä rakennukseen siirtyvää tärinää arvioidaan VTT:n tiedotteen 2425 ”Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi”, 2008 mukaisesti. Arviointimenetelmällä arvioidaan ensin maasta perustukseen siirtyvän ja tämän jälkeen perustuksesta runkoon ja lattiaan siirtyvän värähtelyn vahvistumista käyttämällä yleisen voimistumisen ja resonanssitarkastelun kertoimia.

Yleinen voimistuminen kuvaa nimensä mukaisesti värähtelyn mahdollista yleistä voimistumista rakennuksen rungossa tai lattiassa (ns. varmuustarkastelu). Resonanssitarkastelu kuvaa rakennuksen rungon tai lattian ominaistaajuuden ”syttymistä”, jolloin värähtely voimistuu moninkertaiseksi. Rungon tai lattian resonanssia voi esiintyä silloin, kun maaperän tärinän hallitseva taajuuskomponentti osuu lattian tai rungon ominaistaajuudelle. Resonanssitarkastelussa mahdollisesti ilmeneviä riskejä voidaan välttää rakennusten värähtelyteknisellä suunnittelulla mm. välttämällä tiettyjä jännevälejä ja talon korkeuksia.

Yleinen voimistuminen

Yleinen voimistuminen määritetään perustuksen värähtelyn vaaka- (runko) ja pystykomponentin (lattia) perusteella käyttäen voimistumiskerrointa $k_1 = 1,5$. Arviointitulokset on esitetty taulukossa 6.

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

Mittauspiste	Rungon värähtelyn yleinen voimistuminen $v_{w1,runko}$ [mm/s]	Lattian värähtelyn yleinen voimistuminen $v_{w1,lattia}$ [mm/s]
MP1	0,35	0,53
MP2	0,33	0,47
MP3	0,26	0,46
MP4	0,36	0,44
MP5	0,26	0,43

Resonanssitarkastelu

Rungon resonanssitarkastelu tehdään perustuksen värähtelyn vaakakomponentin perusteella käyttäen resonanssikerrointa $k_2 = 4$. Lattian resonanssitarkastelu tehdään perustuksen värähtelyn pystykomponentin perusteella käyttäen resonanssikerrointa $k_2 = 6$. Mahdollinen ylityksen aiheuttava taajuus tai taajuudet tulee ottaa huomioon rakennuksen välipohjien tai rakennuksen rungon mitoituksessa.

VTT:n menetelmällä tehdyn rungon resonanssitarkastelun perusteella koko tarkastelualueella on mahdollista, että rakennuksen ominaistaajuuden osuessa taajuuskaistalla $f = 6,3$ Hz, rakennuksen ylempiin kerroksiin aiheutuva tärinä ylittää uusille asuinrakennuksille sovellettavan enimmäisarvon 0,30 mm/s. Resonanssiriski voidaan välttää osoittamalla alueella vain yksikerroksisia tai vähintään neljäkerroksisia rakennuksia. Liike- ja toimistotiloille sovellettavan ohjearvon 0,60 mm/s ylittymistä ei arvion mukaan tapahdu.

Lattian resonanssitarkastelun perusteella on mahdollista, että rakennusten ala-/välipohjien ominaistajuuden osuessa taajuusalueelle $f = 5...8$ Hz, näissä tiloissa havaittava tärinä ylittää uusille asuinrakennuksille sovellettavan enimmäisarvon 0,30 mm/s.

Lattian resonanssitarkastelun perusteella on mahdollista, että rakennusten ala-/välipohjien ominaistajuuden osuessa taajuusalueelle $f = 6,3$ Hz, näissä tiloissa havaittava tärinä ylittää myös liike- ja toimistotiloille sovellettavan enimmäisarvon 0,60 mm/s.

Lattian resonanssiriski voidaan välttää käyttämällä maanvaraista alapohjaa ja/tai mitoittamalla ala- ja mahdolliset välipohjat siten, että rakenteen ominaistajuus ei osu vältettävälle taajuusalueelle.

5.5 Arvio runkomelutasoista $L_{pr,m}$

Taulukossa 7 on esitetty värähtelymittauksista VTT:n arviointimenetelmällä määritetyt runkomelutasot mittauspisteittäin ja akselisuunnittain. Laskennassa on käytetty rakennuksen tyyppin osalta korjaustekijää -5...-10 dB.

Taulukko 7. VTT:n menetelmällä tärinäsignaaleista arvioidut runkomelutasot $L_{pr,m}$.

Mittauspiste	Etäisyys rautatiestä [m]	A-painotettu runkomelutaso $L_{pr,m}$ [dB]		
		<i>pystysuunta</i>	<i>rataa vasten kohtisuora vaakasuunta</i>	<i>radan suuntainen vaakasuunta</i>
MP1	60	40	53	54
MP2	105	29	41	43
MP3	150	23	27	26
MP4	180	26	29	32
MP5	215	32	27	24

Lainaus VTT:n tiedotteesta 2468, Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arvioiminen, I Esiselvitys. "Julkaisussa esitetyt kriteerit, raja-arvot ja arviointiohjeet perustuvat pääasiassa kirjallisuuskatsaukseen ja niiden soveltuvuus tulisi varmistaa mittauksin, jotta Suomen liikennettä, väylää, maaperää ja rakentamistapaa koskevat erityispiirteet tulevat otetuksi oikein huomioon,... ..Koska värähtelyn syntymiseen ja leviämiseen vaikuttaa monia epävarmuustekijöitä, esitettyä arviointia voidaan pitää toistaiseksi vain suuntaa-antavana."

6 TULOSEN TARKASTELU JA JOHTOPÄÄTÖKSET

6.1 Tärinän aiheuttama vaurioitumisriski

Koska mitattujen tärinäsignaalien taajuussisältö painottui alle 10 Hz taajuuksille, arvioidaan rakennuksen rakenteiden vaurioriskiä vertaamalla tärinän resultantin maksimiarvoja suositusarvoon 4,0 mm/s. Mitattujen resultanttien arvot 0,9–1,3 mm/s ovat selvästi suositusarvoa 4,0 mm/s pienempiä. Mittaustulosten perusteella raideliikenteen tärinä ei aiheuta suunnittelualueella rakennuksille rakenteiden vaurioriskiä.

6.2 Tärinän aiheuttama viihtyvyshaitta

Mittaustuloksista on havaittavissa, että merkittävää tärinää (maasta mitattu taajuuspainotettu tehollisarvo on yli 0,10...0,20 mm/s) aiheuttavia tärinätapahtumia on yhdeksän vuorokauden mittaussjakson aikana vain muutamia. Toisin sanoen vain harva ohi ajava juna aiheuttaa aistittavaa tärinää. Suurimmat tärinätasot aiheutuivat yöaikaan kello kolmen ja kuuden välillä kulkeneista junista. Viihtyvyshaitan arvioinnissa käytettävä tunnusluku ei kuitenkaan huomioi tärinätapahtumien lukumäärän vaikutusta mahdolliseen viihtyvyshaittaan.

AL-4-alue

Mittaus ja arviointitulosten perusteella alueelle suositellaan osoittamaan vain yksikerroksisia tai vähintään neljäkerroksisia asuinrakennuksia. Liike- ja toimistorakennusten kerrosmäärälle ei kohdistu rajoituksia. Kerrosluvun osalta määräävänä tekijänä on rungon resonanssitarkastelu. Käytettäessä maanvaraista alapohjaa tai mitoittamalla alapohja edellä esitetty lattian resonanssitarkastelu huomioiden, voidaan asuinrakennuksille sovellettavan tärinäluokan C vaatimuksen $v_{w,95} \leq 0,30$ mm/s, ja liike- ja toimistorakennuksille sovellettavan tärinäluokan D vaatimuksen $v_{w,95} \leq 0,60$ mm/s, arvioida täyttyvän.

AP-alue

Mittaus ja arviointitulosten perusteella alueelle suositellaan osoittamaan vain yksikerroksisia asuinrakennuksia. Kerrosluvun osalta määräävänä tekijänä on rungon resonanssitarkastelu. Yksikerroksisissa rakennuksissa käytettäessä maanvaraista alapohjaa tai mitoittamalla alapohja edellä esitetty lattian resonanssitarkastelu huomioiden, voidaan asuinrakennuksille sovellettavan tärinäluokan C vaatimuksen $v_{w,95} \leq 0,30$ mm/s arvioida täyttyvän.

6.3 Runkomelu

Runkomelun arviotulosten perusteella tarkasteltava alue on radan läheisyydessä runkomelun riskialuetta. Alueella mitattu korkeataajuinen vaakasuuntainen värähtely vaimenee kuitenkin huomattavasti maasta rakennukseen siirtyessään käytettäessä oikeanlaisia perustusratkaisuja. Runkomelun arvioinnin kannalta keskeisin tarkasteltava akselisuunta on pystysuunta. Pystysuuntainen runkomelun arviotaso ylittää 35 dB ainoastaan mittauspisteessä MP1. Alueen maaperän ollessa pehmeää ja huomioiden arviointimenetelmän epävarmuudet sekä muista vastaavista kohteista saadut kokemukset, voidaan runkomelutasojen ylittymistä tarkastelualueen uudisrakennuksissa pitää erittäin epätodennäköisenä. Runkomeluriskin vuoksi alueen rakennuksiin ei tule kuitenkaan sijoittaa maanpinnan alapuolelle asuintiloja tai muita runkomelulle herkkiä tiloja.

6.4 Johtopäätökset

Tarkastelualueelle voidaan kaavoittaa asuin-, liike- ja toimistorakennuksia. Mittaus- ja arviointitulosten perusteella asuinrakennusten tulisi kuitenkin olla yksikerroksisia tai vähintään neljäkerroksisia. Lisäksi rakennusten ala- ja välipohjien suunnittelussa tulee huomioida tässä raportissa esitetyt reunaehdot, esimerkiksi toteuttaen yksikerroksisen asuinrakennuksen alapohja maanvaraisena. Asemakaavaluonnoksessa esitetyllä kerroslukumäärällä (II) rakennuksissa havaittavan tärinän voimakkuus ylittää arviointitulosten perusteella luokan C suositusarvon.

6.5 Muita huomioita

Näiden mittauksien avulla on selvitetty olemassa olevan raideliikenteen vaikutus kaava-alueella. Mittaus tulokset edustavat mittauskohteen tärinää vain niissä olosuhteissa, joissa mittaukset suoritettiin. Muun muassa liikenneväylän kunnon, kaluston tai ajonopeuksien poiketessa oleellisesti mittausajankohdasta on tärinäarvojen muuttuminen mahdollista.

7 LISÄTIETOA

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

8 KIRJALLISUUS

1. Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta, VTT:n tiedotteita 2278, A. Talja, Otamedia Oy, Espoo 2005
2. Rautatieliikenteen vaikutus rakenteisiin, J. Törnqvist ja O. Nuutilainen, Luonnos, Otamedia Oy, Espoo 2002
3. Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa, VTT working papers 50, J. Törnqvist ja A. Talja, Espoo 2006
4. Ohjeita liikennetärinän arviointiin, VTT:n tiedotteita 2569, A. Talja, Espoo 2011
5. Rakennukseen siirtyvän tärinän arviointi, VTT:n tiedotteita 2425, A. Talja et. al, Espoo 2008
6. Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi, I Esiselvytys, VTT:n tiedotteita 2468, A. Talja ja A. Saarinen, Valtion Tekninen Tutkimuskeskus, Espoo 2009
7. Standardi NS8176.E, Vibration and Shock, Measurement Of Vibration In Buildings From Landbased Transport And Guidance To Evaluation Its Effect On Human Beings, Norjan standardisoimisvirasto, Norja 1999
8. Standardi ISO 2631, Mechanical Vibration and Shock - Evaluation of Human Exposure To Whole-body Vibration, Osat 1 ja 2, International Organization of Standardization, Sveitsi 1997

Mittauspisteen kuvaus: Kolmiakselialinen mittaus maaperästä
Mittausjakso: 10.-19.6.2020

Suurimmat resultantit

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
19.6.2020	03.28	1,3	0,91	0,94	0,80
16.6.2020	04.56	1,2	0,42	0,83	1,00
12.6.2020	05.29	1,1	0,49	0,86	1,03
15.6.2020	03.20	1,0	0,98	0,76	0,63
19.6.2020	02.27	1,0	0,20	0,95	0,68
19.6.2020	05.40	0,9	0,28	0,80	0,69
17.6.2020	04.49	0,9	0,35	0,61	0,87
15.6.2020	05.18	0,8	0,16	0,54	0,73
11.6.2020	05.04	0,8	0,55	0,75	0,59
18.6.2020	05.26	0,8	0,26	0,79	0,69
12.6.2020	04.29	0,8	0,39	0,61	0,69
16.6.2020	01.18	0,7	0,16	0,61	0,69
16.6.2020	04.56	0,7	0,23	0,37	0,71
17.6.2020	03.22	0,7	0,18	0,54	0,68
15.6.2020	18.14	0,7	0,09	0,65	0,51

MP 1

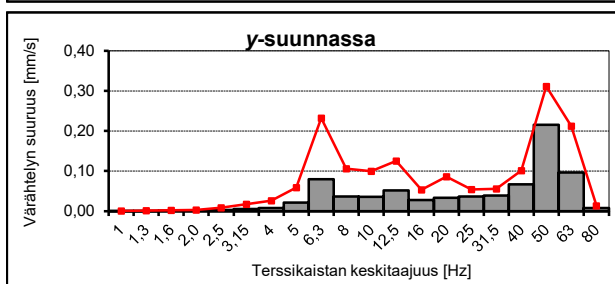
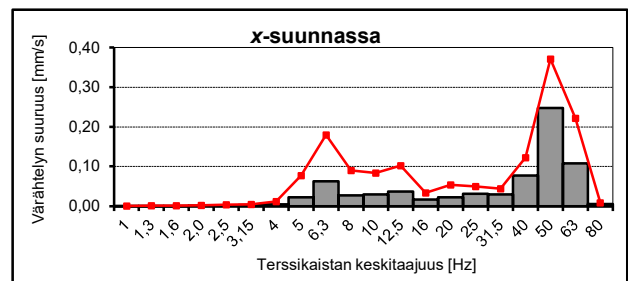
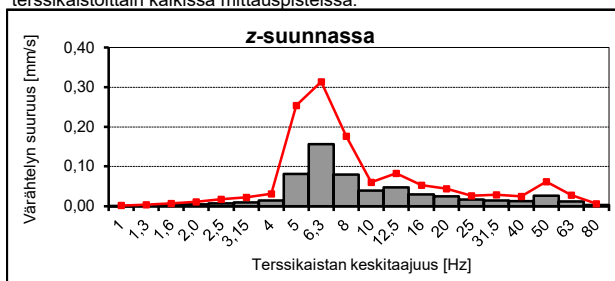
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot

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
19.6.2020	3:28	0,35	12.6.2020	5:29	0,36	17.6.2020	4:49	0,39
16.6.2020	4:56	0,25	19.6.2020	3:28	0,33	16.6.2020	4:56	0,38
13.6.2020	4:41	0,23	19.6.2020	5:40	0,31	16.6.2020	1:18	0,31
17.6.2020	4:49	0,21	19.6.2020	2:27	0,28	15.6.2020	5:18	0,29
12.6.2020	5:29	0,20	15.6.2020	3:19	0,28	19.6.2020	5:40	0,28
11.6.2020	5:04	0,20	16.6.2020	7:17	0,26	15.6.2020	3:19	0,28
19.6.2020	5:40	0,18	18.6.2020	5:26	0,26	17.6.2020	7:22	0,27
12.6.2020	4:29	0,13	12.6.2020	2:30	0,26	12.6.2020	2:30	0,27
18.6.2020	5:26	0,13	16.6.2020	1:18	0,25	19.6.2020	3:28	0,26
13.6.2020	14:55	0,13	17.6.2020	4:49	0,25	12.6.2020	4:29	0,26
12.6.2020	0:43	0,11	11.6.2020	5:04	0,25	19.6.2020	2:27	0,26
16.6.2020	15:03	0,11	12.6.2020	1:15	0,22	12.6.2020	1:15	0,25
11.6.2020	15:18	0,11	16.6.2020	16:37	0,22	17.6.2020	3:22	0,24
15.6.2020	18:39	0,10	15.6.2020	5:18	0,21	18.6.2020	5:26	0,24
		$v_{w,95} = 0,36$			$v_{w,95} = 0,36$			$v_{w,95} = 0,39$

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: Kolmiakselialinen mittaus maaperästä
Mittausjakso: 10.-19.6.2020

Suurimmat resultantit

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
19.6.2020	03.28	0,9	0,88	0,76	0,72
15.6.2020	03.20	0,9	0,87	0,53	0,36
13.6.2020	04.40	0,5	0,48	0,39	0,19
16.6.2020	04.56	0,5	0,38	0,33	0,29
12.6.2020	04.28	0,4	0,37	0,34	0,26
12.6.2020	05.29	0,4	0,39	0,38	0,25
11.6.2020	05.04	0,4	0,40	0,28	0,25
17.6.2020	04.49	0,4	0,35	0,33	0,21
19.6.2020	05.40	0,4	0,33	0,30	0,27
13.6.2020	14.55	0,4	0,39	0,18	0,18
12.6.2020	05.30	0,4	0,33	0,27	0,25
17.6.2020	04.49	0,3	0,31	0,28	0,14
11.6.2020	15.18	0,3	0,31	0,24	0,17
12.6.2020	05.09	0,3	0,26	0,23	0,16
18.6.2020	05.26	0,3	0,22	0,26	0,19

MP 2

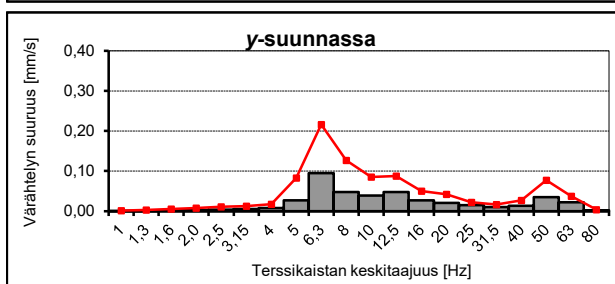
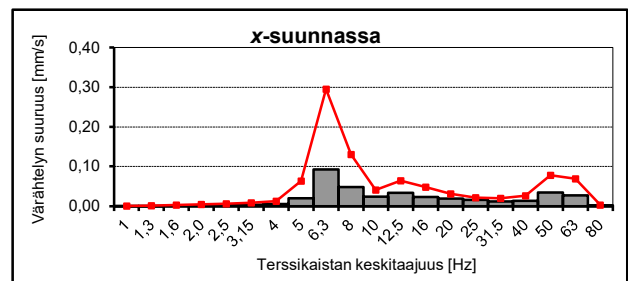
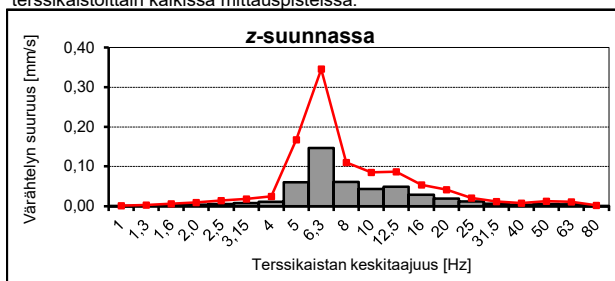
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot

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
15.6.2020	3:20	0,36	15.6.2020	3:19	0,22	15.6.2020	3:20	0,14
12.6.2020	5:29	0,17	12.6.2020	5:29	0,14	11.6.2020	5:04	0,13
13.6.2020	4:40	0,16	13.6.2020	4:40	0,14	19.6.2020	5:40	0,11
16.6.2020	4:56	0,16	16.6.2020	4:56	0,14	16.6.2020	4:56	0,10
11.6.2020	5:04	0,15	11.6.2020	5:04	0,12	19.6.2020	2:27	0,09
19.6.2020	5:40	0,14	17.6.2020	4:49	0,12	12.6.2020	4:28	0,09
13.6.2020	14:55	0,14	19.6.2020	5:40	0,11	15.6.2020	18:39	0,09
17.6.2020	4:49	0,14	11.6.2020	15:18	0,10	12.6.2020	5:30	0,09
12.6.2020	5:30	0,13	17.6.2020	4:49	0,10	19.6.2020	5:40	0,09
12.6.2020	4:28	0,12	18.6.2020	5:26	0,10	13.6.2020	4:40	0,08
15.6.2020	18:39	0,12	12.6.2020	4:28	0,10	17.6.2020	7:22	0,08
11.6.2020	15:18	0,11	19.6.2020	2:27	0,09	10.6.2020	17:22	0,08
12.6.2020	5:09	0,11	12.6.2020	5:09	0,09	17.6.2020	4:49	0,08
18.6.2020	1:20	0,10	18.6.2020	10:06	0,07	11.6.2020	9:17	0,07
		$v_{w,95} = 0,32$			$v_{w,95} = 0,23$			$v_{w,95} = 0,23$

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: Kolmiakselialinen mittaus maaperästä
Mittausjakso: 10.-19.6.2020

Suurimmat resultantit

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
19.6.2020	03.28	0,9	0,89	0,47	0,43
15.6.2020	03.19	0,8	0,75	0,49	0,33
12.6.2020	04.28	0,4	0,39	0,24	0,30
16.6.2020	04.56	0,4	0,35	0,22	0,24
13.6.2020	14.55	0,4	0,37	0,18	0,20
12.6.2020	05.30	0,3	0,27	0,31	0,20
17.6.2020	04.49	0,3	0,32	0,21	0,15
11.6.2020	05.04	0,3	0,31	0,26	0,24
13.6.2020	04.41	0,3	0,31	0,19	0,24
17.6.2020	01.22	0,3	0,29	0,09	0,08
19.6.2020	03.27	0,3	0,28	0,17	0,16
19.6.2020	05.40	0,3	0,23	0,24	0,18
18.6.2020	05.26	0,3	0,19	0,14	0,19
11.6.2020	15.18	0,3	0,23	0,14	0,19
18.6.2020	10.15	0,2	0,18	0,10	0,17

MP 3

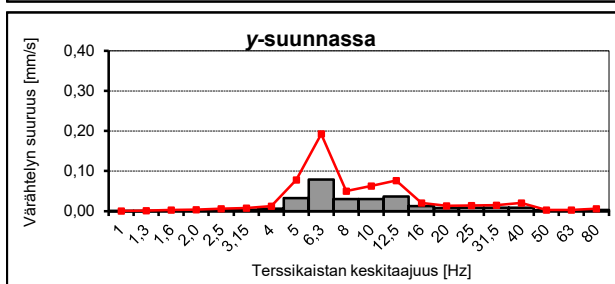
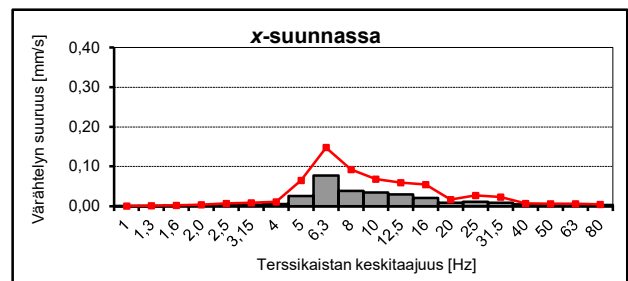
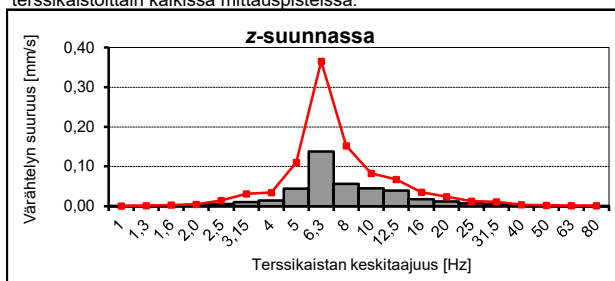
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot

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
15.6.2020	3:19	0,30	19.6.2020	3:28	0,17	15.6.2020	3:20	0,19
16.6.2020	4:56	0,15	12.6.2020	5:30	0,10	13.6.2020	4:41	0,10
17.6.2020	4:49	0,15	11.6.2020	5:04	0,10	16.6.2020	4:56	0,10
11.6.2020	5:04	0,13	16.6.2020	4:56	0,09	12.6.2020	4:28	0,10
13.6.2020	14:55	0,12	13.6.2020	4:41	0,09	11.6.2020	5:04	0,10
12.6.2020	4:28	0,12	19.6.2020	5:40	0,08	17.6.2020	4:49	0,09
13.6.2020	4:41	0,12	12.6.2020	4:28	0,08	18.6.2020	5:26	0,08
19.6.2020	3:27	0,11	17.6.2020	4:49	0,07	13.6.2020	14:55	0,08
12.6.2020	5:30	0,11	13.6.2020	14:55	0,07	18.6.2020	10:15	0,08
19.6.2020	5:40	0,09	19.6.2020	3:27	0,07	19.6.2020	5:40	0,07
15.6.2020	10:33	0,09	10.6.2020	21:35	0,07	18.6.2020	10:15	0,07
18.6.2020	10:15	0,09	11.6.2020	5:04	0,07	12.6.2020	5:30	0,07
17.6.2020	1:22	0,08	11.6.2020	15:18	0,06	12.6.2020	5:29	0,07
11.6.2020	15:18	0,08	16.6.2020	15:03	0,05	12.6.2020	9:51	0,07
$v_{w,95} =$		0,31	$v_{w,95} =$		0,18	$v_{w,95} =$		0,17

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: Kolmiakselialinen mittaus maaperästä
Mittausjakso: 10.-19.6.2020

Suurimmat resultantit

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
19.6.2020	03.28	0,9	0,84	0,45	0,49
15.6.2020	03.19	0,8	0,70	0,71	0,57
11.6.2020	05.04	0,5	0,36	0,36	0,29
15.6.2020	15.01	0,5	0,38	0,38	0,48
12.6.2020	05.30	0,5	0,36	0,37	0,34
13.6.2020	14.55	0,5	0,30	0,44	0,29
15.6.2020	13.11	0,5	0,21	0,27	0,36
13.6.2020	04.41	0,4	0,39	0,27	0,23
16.6.2020	04.56	0,4	0,38	0,31	0,26
15.6.2020	15.04	0,4	0,20	0,27	0,39
12.6.2020	04.28	0,4	0,36	0,36	0,26
11.6.2020	15.18	0,4	0,23	0,32	0,24
19.6.2020	05.40	0,3	0,26	0,24	0,23
16.6.2020	15.03	0,3	0,20	0,24	0,27
17.6.2020	04.49	0,3	0,27	0,21	0,16

MP 4

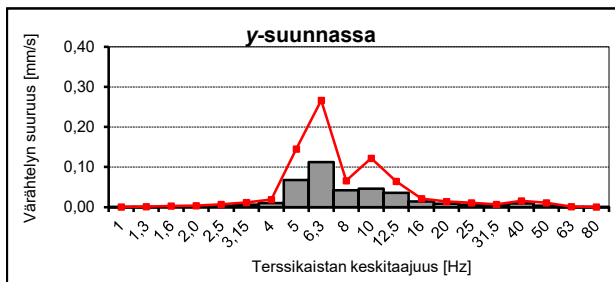
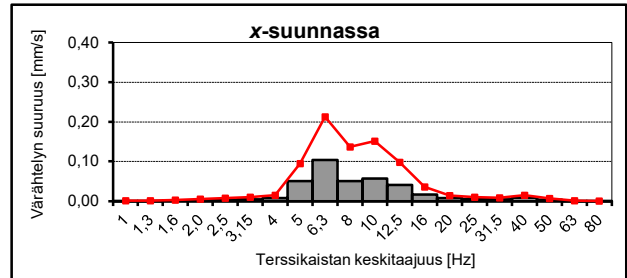
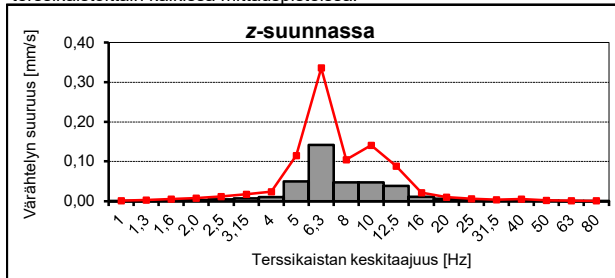
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot

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
15.6.2020	3:19	0,31	19.6.2020	3:28	0,20	15.6.2020	3:19	0,24
11.6.2020	5:04	0,17	13.6.2020	14:55	0,17	15.6.2020	15:01	0,18
15.6.2020	15:01	0,17	11.6.2020	5:04	0,15	12.6.2020	5:30	0,16
12.6.2020	5:29	0,15	12.6.2020	5:30	0,15	15.6.2020	15:04	0,15
13.6.2020	4:41	0,15	15.6.2020	15:01	0,14	16.6.2020	4:56	0,13
16.6.2020	4:56	0,15	11.6.2020	15:18	0,14	11.6.2020	5:04	0,12
12.6.2020	4:28	0,13	16.6.2020	4:56	0,14	13.6.2020	14:55	0,12
13.6.2020	14:55	0,11	13.6.2020	4:41	0,12	16.6.2020	15:03	0,12
17.6.2020	4:49	0,11	12.6.2020	4:28	0,12	11.6.2020	15:18	0,10
11.6.2020	15:18	0,09	19.6.2020	5:40	0,10	13.6.2020	4:41	0,10
19.6.2020	5:40	0,09	15.6.2020	15:04	0,10	19.6.2020	5:40	0,10
18.6.2020	5:26	0,09	16.6.2020	15:03	0,09	12.6.2020	4:29	0,10
15.6.2020	15:04	0,08	17.6.2020	4:49	0,09	15.6.2020	13:11	0,10
15.6.2020	12:30	0,08	15.6.2020	13:11	0,08	15.6.2020	12:30	0,09
		$v_{w,95} = 0,30$			$v_{w,95} = 0,24$			$v_{w,95} = 0,23$

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: Kolmiakselialinen mittaus maaperästä
Mittausjakso: 10.-19.6.2020

Suurimmat resultantit

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
15.6.2020	03.19	0,9	0,80	0,47	0,29
19.6.2020	03.28	0,8	0,82	0,42	0,29
12.6.2020	05.30	0,5	0,46	0,21	0,20
16.6.2020	04.56	0,4	0,35	0,33	0,18
11.6.2020	15.18	0,4	0,38	0,11	0,22
12.6.2020	04.28	0,4	0,35	0,20	0,18
13.6.2020	14.55	0,4	0,31	0,28	0,17
11.6.2020	05.04	0,4	0,37	0,23	0,19
19.6.2020	05.40	0,4	0,34	0,16	0,11
17.6.2020	04.49	0,3	0,31	0,13	0,16
13.6.2020	04.41	0,3	0,25	0,18	0,21
15.6.2020	13.11	0,3	0,27	0,12	0,12
16.6.2020	15.02	0,3	0,22	0,13	0,15
18.6.2020	05.27	0,2	0,24	0,08	0,10
10.6.2020	15.42	0,2	0,19	0,08	0,05

MP 5

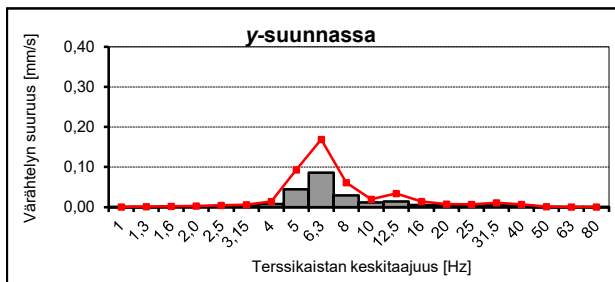
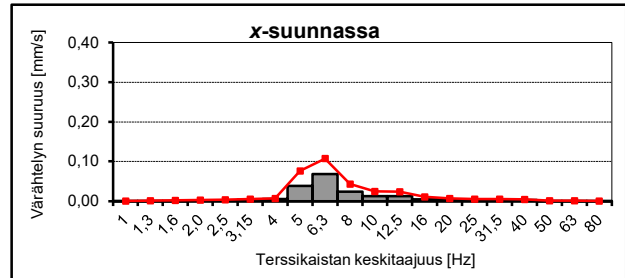
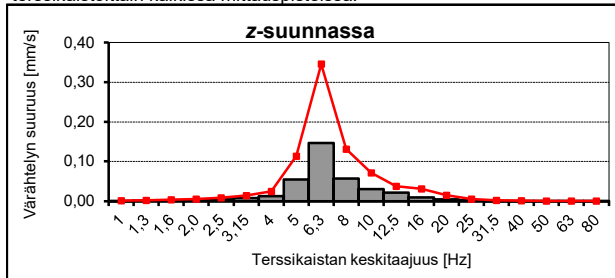
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot

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
19.6.2020	3:28	0,26	19.6.2020	3:28	0,17	19.6.2020	3:28	0,12
12.6.2020	5:30	0,21	16.6.2020	4:56	0,14	11.6.2020	15:18	0,10
16.6.2020	4:56	0,16	13.6.2020	14:55	0,11	13.6.2020	14:55	0,10
11.6.2020	5:04	0,16	11.6.2020	5:04	0,11	12.6.2020	4:28	0,09
11.6.2020	15:18	0,16	12.6.2020	5:29	0,10	16.6.2020	4:56	0,09
17.6.2020	4:49	0,14	13.6.2020	4:41	0,09	13.6.2020	4:41	0,09
19.6.2020	5:40	0,14	11.6.2020	15:18	0,08	12.6.2020	5:30	0,08
12.6.2020	4:28	0,13	19.6.2020	5:40	0,08	19.6.2020	5:40	0,08
13.6.2020	4:41	0,12	12.6.2020	4:28	0,08	11.6.2020	5:04	0,07
13.6.2020	14:55	0,11	18.6.2020	5:26	0,07	17.6.2020	4:49	0,06
18.6.2020	5:26	0,10	17.6.2020	4:49	0,06	16.6.2020	15:02	0,06
15.6.2020	13:11	0,10	16.6.2020	15:02	0,06	15.6.2020	13:11	0,05
10.6.2020	15:42	0,09	15.6.2020	13:11	0,05	18.6.2020	5:27	0,04
16.6.2020	15:02	0,09	10.6.2020	15:42	0,04	10.6.2020	15:42	0,02
		$v_{w,95} = 0,29$			$v_{w,95} = 0,17$			$v_{w,95} = 0,13$

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: Kolmiaksaalinen mittaus maaperästä
Mittausjakso: 10.-19.6.2020

MP 1

Arvioidut runkomelutasot

Suurimmista tärinä tapahtumista VTT:n ohjeen mukaiset
runkomelun arviointitulokset:

Pvm	Klo	L_{ASmax} z [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} y [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} x [dB]
16.6.2020	4:56	39	16.6.2020	4:56	54	16.6.2020	4:56	54
12.6.2020	5:29	39	12.6.2020	5:29	52	12.6.2020	5:29	54
17.6.2020	4:49	39	16.6.2020	1:18	51	17.6.2020	4:49	54
16.6.2020	1:18	38	19.6.2020	5:40	51	16.6.2020	1:18	53
15.6.2020	5:18	37	19.6.2020	2:27	51	17.6.2020	7:22	52
17.6.2020	7:22	37	16.6.2020	7:17	51	15.6.2020	5:18	51
12.6.2020	2:30	36	15.6.2020	18:14	50	19.6.2020	5:40	50
19.6.2020	2:27	36	12.6.2020	2:30	50	17.6.2020	3:22	50
17.6.2020	3:22	36	18.6.2020	5:26	49	12.6.2020	2:30	50
14.6.2020	13:00	36	17.6.2020	4:49	49	16.6.2020	7:17	50
12.6.2020	4:29	35	17.6.2020	7:22	49	14.6.2020	13:00	50
15.6.2020	14:39	35	15.6.2020	5:18	49	12.6.2020	4:29	50
19.6.2020	5:40	35	12.6.2020	1:15	49	17.6.2020	0:39	49
15.6.2020	11:44	35	17.6.2020	3:33	49	15.6.2020	18:14	49
15.6.2020	18:14	35	16.6.2020	16:37	48	12.6.2020	1:15	49
		$L_{pA} = 40$			$L_{pA} = 53$			$L_{pA} = 54$

Laskennassa käytetyt VTT:n ohjeen mukaiset lisätekijät:

Rakennuksen tyyppi			käytetty
Perustus kalliolle	0 dB		<input type="checkbox"/>
Puutalo 1-2 krs	-5 dB		<input type="checkbox"/>
Betonitalo 1-2 krs	-7 dB		<input type="checkbox"/>
Kerrostalo	-10 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
Tarkasteltava asuinkerros		kerros:	
Kerrokset 1-5	-2 dB/kerros	<input type="text" value="1"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ylemmät kerrokset	-1 dB/kerros	<input type="text" value="-"/>	<input type="checkbox"/>
Rakenneosien resonanssi			
Lattia, seinät, katto	6 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
Muunto äänenpainetasoksi			
vakio	-28 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
Varmuusvara			
vakio (maasta)	6 dB		<input checked="" type="checkbox"/>

* Sovellettu VTT:n ohjeesta.

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

Mittauspisteen kuvaus: Kolmiaksaalinen mittaus maaperästä
Mittausjakso: 10.-19.6.2020

MP 2

Arvioidut runkomelutasot

Suurimmista tärinä tapahtumista VTT:n ohjeen mukaiset
runkomelun arviointitulokset:

Pvm	Klo	L_{ASmax} z [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} y [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} x [dB]
19.6.2020	2:27	28	19.6.2020	2:27	41	19.6.2020	2:27	42
12.6.2020	4:29	27	12.6.2020	4:29	40	17.6.2020	7:22	42
17.6.2020	7:22	27	12.6.2020	5:29	39	12.6.2020	4:29	41
19.6.2020	3:27	26	17.6.2020	7:22	38	12.6.2020	5:29	38
12.6.2020	5:29	25	15.6.2020	3:19	38	19.6.2020	5:40	38
12.6.2020	4:28	25	16.6.2020	4:56	38	16.6.2020	4:56	36
19.6.2020	5:40	24	19.6.2020	5:40	37	19.6.2020	3:28	36
16.6.2020	4:56	23	19.6.2020	3:28	37	11.6.2020	5:04	36
17.6.2020	4:49	22	11.6.2020	5:04	36	15.6.2020	3:19	35
15.6.2020	3:19	22	19.6.2020	6:22	36	17.6.2020	4:49	35
11.6.2020	5:04	22	17.6.2020	4:49	35	18.6.2020	5:26	34
13.6.2020	19:24	21	13.6.2020	8:15	34	13.6.2020	19:24	34
18.6.2020	5:26	20	13.6.2020	19:24	34	19.6.2020	6:22	33
18.6.2020	21:40	20	18.6.2020	5:26	33	16.6.2020	15:03	33
19.6.2020	6:22	20	11.6.2020	9:39	32	10.6.2020	14:16	33
		$L_{pA} = 29$			$L_{pA} = 41$			$L_{pA} = 43$

Laskennassa käytetyt VTT:n ohjeen mukaiset lisätekijät:

Rakennuksen tyyppi			käytetty
Perustus kalliolle	0 dB		<input type="checkbox"/>
Puutalo 1-2 krs	-5 dB		<input type="checkbox"/>
Betonitalo 1-2 krs	-7 dB		<input type="checkbox"/>
Kerrostalo	-10 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
Tarkasteltava asuinkerros		kerros:	
Kerrokset 1-5	-2 dB/kerros	<input type="text" value="1"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ylemmät kerrokset	-1 dB/kerros	<input type="text" value="-"/>	<input type="checkbox"/>
Rakenneosien resonanssi			
Lattia, seinät, katto	6 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
Muunto äänenpainetasoksi			
vakio	-28 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
Varmuusvara			
vakio (maasta)	6 dB		<input checked="" type="checkbox"/>

* Sovellettu VTT:n ohjeesta.

Varmuusvarana käytetään + 6 dB mitattaessa värähtelyä maasta

Varmuusvarana käytetään + 3 dB mitattaessa värähtelyä kantavasta rakenteesta

Varmuusvarana käytetään + 0 dB mitattaessa värähtelyä valmiin rakennuksen lattialta

Mittauspisteen kuvaus: Kolmiaksaalinen mittaus maaperästä
Mittausjakso: 10.-19.6.2020

MP 3

Arvioidut runkomelutasot

Suurimmista tärinätaapahtumista VTT:n ohjeen mukaiset
runkomelun arviointitulokset:

Pvm	Klo	L_{ASmax} z [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} y [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} x [dB]
15.6.2020	3:19	23	19.6.2020	3:28	26	12.6.2020	4:28	26
12.6.2020	4:28	23	12.6.2020	4:29	26	19.6.2020	5:40	24
12.6.2020	5:09	21	19.6.2020	5:40	25	12.6.2020	5:29	24
12.6.2020	5:29	20	17.6.2020	4:49	24	15.6.2020	18:40	23
19.6.2020	5:40	19	15.6.2020	18:40	24	19.6.2020	3:28	23
19.6.2020	3:28	18	12.6.2020	5:29	24	17.6.2020	4:49	22
11.6.2020	5:04	18	16.6.2020	4:56	21	16.6.2020	15:03	21
12.6.2020	5:29	18	15.6.2020	3:19	21	11.6.2020	15:18	21
15.6.2020	18:40	17	12.6.2020	5:09	21	16.6.2020	4:56	20
17.6.2020	4:49	17	16.6.2020	15:03	21	15.6.2020	3:19	20
13.6.2020	4:41	16	18.6.2020	5:26	20	10.6.2020	19:17	20
15.6.2020	3:19	16	10.6.2020	19:17	20	11.6.2020	19:20	20
11.6.2020	15:18	16	11.6.2020	19:20	20	15.6.2020	9:53	19
16.6.2020	4:56	15	11.6.2020	9:17	19	18.6.2020	5:26	19
11.6.2020	9:17	15	15.6.2020	9:53	18	11.6.2020	9:17	19
		$L_{pA} = 23$			$L_{pA} = 27$			$L_{pA} = 26$

Laskennassa käytetyt VTT:n ohjeen mukaiset lisätekijät:

Rakennuksen tyyppi			käytetty
Perustus kalliolle	0 dB		<input type="checkbox"/>
Puutalo 1-2 krs	-5 dB		<input type="checkbox"/>
Betonitalo 1-2 krs	-7 dB		<input type="checkbox"/>
Kerrostalo	-10 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
Tarkasteltava asuinkerros		kerros:	
Kerrokset 1-5	-2 dB/kerros	<input type="text" value="1"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ylemmät kerrokset	-1 dB/kerros	<input type="text" value="-"/>	<input type="checkbox"/>
Rakenneosien resonanssi			
Lattia, seinät, katto	6 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
Muunto äänenpainetasoksi			
vakio	-28 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
Varmuusvara			
vakio (maasta)	6 dB		<input checked="" type="checkbox"/>

* Sovellettu VTT:n ohjeesta.

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

Mittauspisteen kuvaus: Kolmiaksaalinen mittaus maaperästä
Mittausjakso: 10.-19.6.2020

MP 4

Arvioidut runkomelutasot

Suurimmista tärinä tapahtumista VTT:n ohjeen mukaiset runkomelun arviointitulokset:

Pvm	Klo	L_{ASmax} z [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} y [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} x [dB]
13.6.2020	4:41	26	12.6.2020	4:29	30	12.6.2020	4:28	31
15.6.2020	3:20	26	19.6.2020	3:28	28	12.6.2020	5:30	31
12.6.2020	5:30	23	11.6.2020	5:04	26	19.6.2020	5:40	28
19.6.2020	3:28	22	19.6.2020	5:40	26	19.6.2020	3:28	28
12.6.2020	4:28	22	15.6.2020	15:01	25	16.6.2020	4:56	27
11.6.2020	5:04	21	12.6.2020	5:29	24	15.6.2020	3:19	26
16.6.2020	4:56	20	15.6.2020	15:04	24	15.6.2020	15:01	25
17.6.2020	4:49	20	15.6.2020	17:39	24	17.6.2020	4:49	25
19.6.2020	5:40	20	16.6.2020	15:03	24	11.6.2020	15:18	25
18.6.2020	5:26	19	13.6.2020	4:41	23	16.6.2020	15:03	24
15.6.2020	15:01	18	17.6.2020	4:49	22	15.6.2020	17:39	23
15.6.2020	13:11	17	16.6.2020	4:56	22	11.6.2020	5:04	23
15.6.2020	12:30	17	15.6.2020	3:20	22	13.6.2020	4:41	22
16.6.2020	15:03	17	18.6.2020	5:26	21	15.6.2020	15:04	22
11.6.2020	15:18	16	15.6.2020	13:11	21	15.6.2020	12:30	22
		$L_{pA} = 26$			$L_{pA} = 29$			$L_{pA} = 32$

Laskennassa käytetyt VTT:n ohjeen mukaiset lisätekijät:

Rakennuksen tyyppi			käytetty
Perustus kalliolle	0 dB		<input type="checkbox"/>
Puutalo 1-2 krs	-5 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
Betonitalo 1-2 krs	-7 dB		<input type="checkbox"/>
Kerrostalo	-10 dB		<input type="checkbox"/>
Tarkasteltava asuinkerros			
		kerros:	
Kerrokset 1-5	-2 dB/kerros	<input type="text" value="1"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ylemmät kerrokset	-1 dB/kerros	<input type="text" value="-"/>	<input type="checkbox"/>
Rakenneosien resonanssi			
Lattia, seinät, katto	6 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
Muunto äänenpainetasoksi			
vakio	-28 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
Varmuusvara			
vakio (maasta)	6 dB		<input checked="" type="checkbox"/>

* Sovellettu VTT:n ohjeesta.

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

Mittauspisteen kuvaus: Kolmiakksiaalinen mittaus maaperästä
Mittausjakso: 10.-19.6.2020

MP 5

Arvioidut runkomelutasot

Suurimmista tärinä tapahtumista VTT:n ohjeen mukaiset
runkomelun arviointitulokset:

Pvm	Klo	L_{ASmax} z [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} y [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} x [dB]
19.6.2020	3:27	27	19.6.2020	3:28	23	15.6.2020	13:11	20
15.6.2020	3:20	27	16.6.2020	4:56	22	19.6.2020	3:28	19
12.6.2020	4:28	20	12.6.2020	5:29	21	13.6.2020	4:41	19
12.6.2020	5:29	20	15.6.2020	13:11	20	12.6.2020	4:29	15
19.6.2020	5:40	19	15.6.2020	3:19	16	19.6.2020	5:40	15
18.6.2020	5:26	18	19.6.2020	5:40	15	15.6.2020	3:19	15
16.6.2020	4:57	17	18.6.2020	5:26	14	11.6.2020	15:18	15
17.6.2020	4:49	16	12.6.2020	4:28	13	18.6.2020	5:26	14
15.6.2020	13:11	16	11.6.2020	5:04	13	17.6.2020	4:49	13
11.6.2020	15:18	14	13.6.2020	4:41	12	16.6.2020	4:56	12
11.6.2020	5:04	14	17.6.2020	4:49	11	12.6.2020	5:29	11
13.6.2020	14:55	13	11.6.2020	15:18	10	11.6.2020	5:04	11
13.6.2020	4:41	12	10.6.2020	15:42	9	10.6.2020	15:42	10
16.6.2020	15:02	7	16.6.2020	15:02	8	13.6.2020	14:55	6
10.6.2020	15:42	6	13.6.2020	14:56	7	16.6.2020	15:02	0
		$L_{pA} = 32$			$L_{pA} = 27$			$L_{pA} = 24$

Laskennassa käytetyt VTT:n ohjeen mukaiset lisätekijät:

Rakennuksen tyyppi			käytetty
Perustus kalliolle	0 dB		<input type="checkbox"/>
Puutalo 1-2 krs	-5 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
Betonitalo 1-2 krs	-7 dB		<input type="checkbox"/>
Kerrostalo	-10 dB		<input type="checkbox"/>
Tarkasteltava asuinkerros		kerros:	
Kerrokset 1-5	-2 dB/kerros	<input type="text" value="1"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Ylemmät kerrokset	-1 dB/kerros	<input type="text" value="-"/>	<input type="checkbox"/>
Rakenneosien resonanssi			
Lattia, seinät, katto	6 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
Muunto äänenpainetasoksi			
vakio	-28 dB		<input checked="" type="checkbox"/>
Varmuusvara			
vakio (maasta)	6 dB		<input checked="" type="checkbox"/>

* Sovellettu VTT:n ohjeesta.

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