

If Vahinkovakuutus Oyj
c/o Arkkitehtitoimisto Haroma & Partners Oy
Esa Ristisuo

RAIDELIIKENTEEN TÄRINÄ- JA RUNKOMELUSELVITYS

Puutarhakatu 55, Turku



Tilaaaja:

If Vahinkovakuutus Oyj
c/o Arkkitehtitoimisto Haroma & Partners Oy
Esa Ristisuo

Raideliikenteen tärinä- ja runkomeluselvitys

Kohde:

Puutarhakatu 55, Turku

Raportin numero:

PR5044-TÄR01

Raportin päiväys:

11.9.2019

Kirjoittaja(t):

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

Tarkastanut:

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

Sisällysluettelo

1	Yleistä.....	4
2	Kohteen sijainti, ympäristö ja mittauspisteet.....	4
3	Mittaus- ja arviointimenetelmät	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	Mittau tulokset	8
5.1	Värähtelyn taajuussisältö	8
5.2	Värähtelyn heilahdusnopeuden resultantti v_{res}	8
5.3	Tärinän tunnusluku $v_{w,95}$	8
5.4	Arvio runkomelun enimmäistasosta	8
5.5	Runkomelun äänitasomittaukset	9
6	Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset.....	10
6.1	Tärinän aiheuttama vaurioitumisriski	10
6.2	Tärinän aiheuttama viihtyvyyshaitta	10
6.3	Runkomelu	10
7	Lisätietoa	10
8	Kirjallisuus.....	11

Liitteet:

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

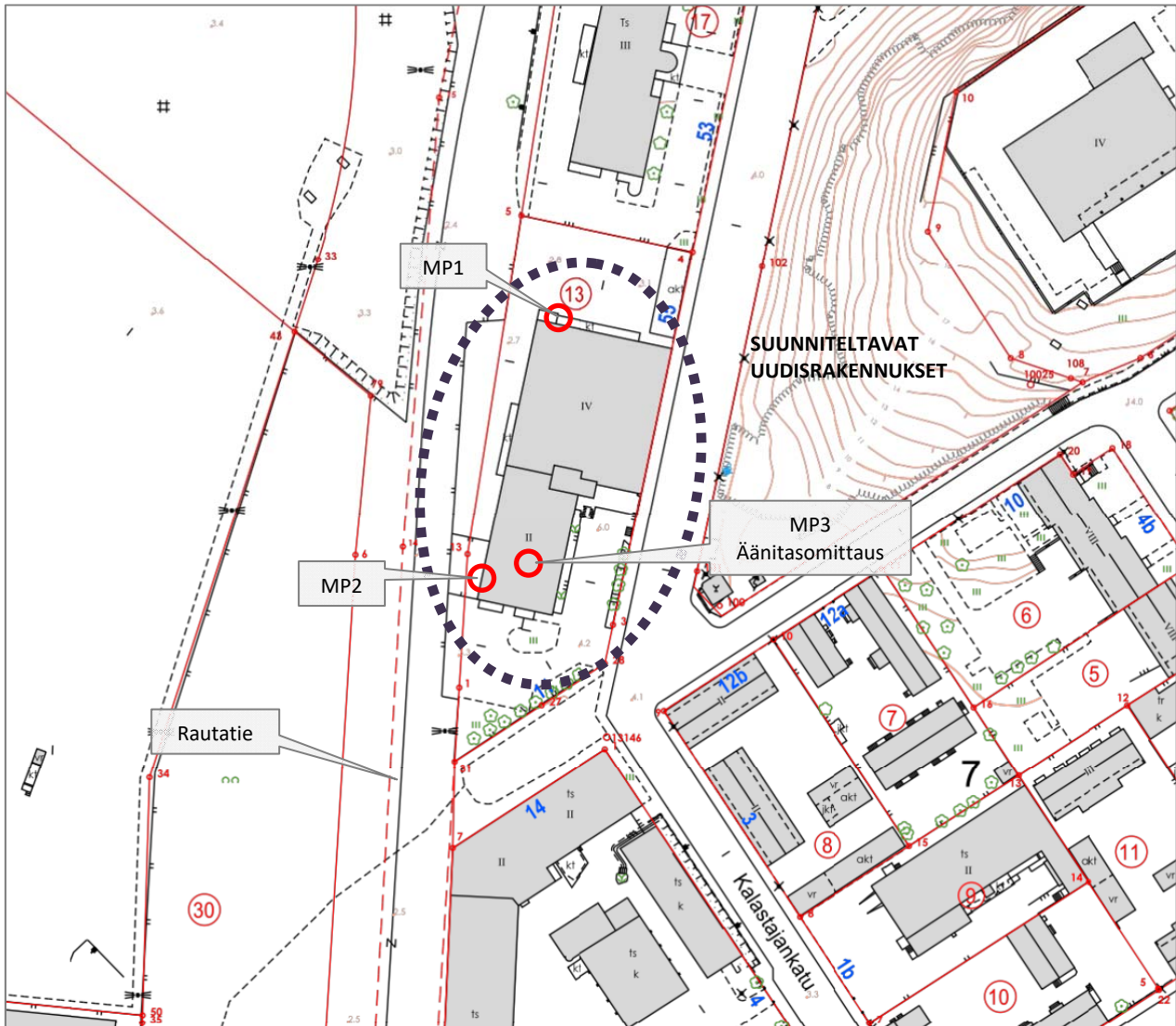
1 YLEISTÄ

Promethor Oy mittasi 6.–7.9.2019 raideliikenteen aiheuttamaa tärinää ja runkomelua osoitteessa Puutarhakatu 55, Turku. Kohteeseen ollaan suunnittelemassa kaavamutosta, joka mahdollistaisi kolmen asuinkerrostalon rakentamisen. Mittaukset tehtiin tontilla olemassa olevasta toimistorakennuksesta. Mittauksilla selvitettiin tärinän voimakkuus suunniteltavien uudisasuinrakennusten rakenteiden vaurioitumisriskin, tilojen asumis- ja käyttöviihtyvyyden sekä runkomelun kannalta.

2 KOHTEEN SIJAINTI, YMPÄRISTÖ JA MITTAUSPISTEET

Tarkasteltava kohde sijaitsee Turussa sataman läheisyydessä. Kuvassa 1 on esitetty tarkasteltavan kohteen sijainti. Merkittävin tärinälähde tarkastelualueelle on satamaan johtava rautatie. Rataosuutta käyttää ainoastaan sataman ja päärautatieaseman välillä kulkevat henkilöjunat. Junan ohituksia alueella on noin 11 kertaa päivässä, ajoittuen aamu- ja iltalivojen satama-aikatauluihin.

Tärinää mitattiin samanaikaisesti kahdessa pisteessä (kuva 1). Samalla äänitasoa mitattiin rakennuksen ensimmäisen toimistokerroksen keskellä olevassa wc:ssä todellisten runkomelutasojen määrittämiseksi.



Kuva 1. Ote maastokartasta (lähde: kartta.turku.fi, 10.9.2019). Mittauspisteiden sijainnit.

3 MITTAUS- JA ARVIOINTIMENETELMÄT

Raideliikenteen aiheuttaman tärinän mittaukset suoritettiin VTT:n tiedotteen ”Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta” mukaisesti olemassa olevasta rakennuksesta mittaamalla. Mittausjakson pituutta voitiin lyhentää viikosta puolentoista vuorokauden mittaiseksi rataosuuden homogeenisen juna-kaluston vuoksi. Mittauspisteissä 1 ja 2 mitattiin tärinää Rion DA-20 -datatallentimilla sekä Metra KS-48B/C -kiihtyvyyssantureilla. Mittauspisteessä 3 mitattiin äänitasoa tarkkuusluokan 1 äänitasomittarilla Rion NL-52.

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

Mittaustulosten analysointi ja tulkinta ihmisen kokeman tärinähaitan kannalta tehtiin VTT:n ohjeiden ”Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta”, ”Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa” ja ”Ohjeita liikennetärinän arviointiin” mukaan. Ihmisen kokeman häiriön kuvaamiseksi tärinäsignaaleista laskettiin tunnusluku $v_{w,95}$ VTT:n suositusten 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.

Suomessa ei ole standardoitua menetelmää runkomelun arviointiin. Tässä raportissa raideliikenteen aiheuttamaa runkomelua arvioidaan mitattujen äänitasojen perusteella sekä VTT:n tiedotteen ”Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi” mukaisesti tärinätulosten perusteella. Tärinämittaustuloksista laskettu arvio määritetään slow-aikavakiolla määritetyistä A-painotetuista mitatuista nopeussignaaleista käyttämällä referenssinopeutena 1 nm/s ja muuttamalla saatu tulos runkomelutasoksi VTT:n tiedotteen mukaisia lisätekijöitä käyttäen.

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

4 TÄRINÄN SUOSITUSARVOT

4.1 Tärinän suositusarvot rakennusten vaurioriskin kannalta

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

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

Tärinäalttiusluokka	Hallitseva taajuus [Hz]	Resultantin maksimi v_{res} [mm/s]
I. Normaalkuntoiset hyvin jäykistetyt rakennukset. Teräs- ja betoniset teollisuusrakennukset, muut teräsrakenteet, sillat ja muut niihin rinnastettavat rakenteet	< 10	8
	10...30	10
	> 30	12
II. Perinteisesti rakennetut betoni- tiili- tai puurakenteiset asuin- ja liikerakennukset tai muut niihin rinnastettavat rakennukset ja rakenteet. Luokan I rakennukset, joissa on muurattuja kellariseiniä tai tiiliverhoilu.	< 10	4
	10...30	5
	> 30	6
III. Erityisen herkätkä rakennukset tai rakenteet ja kulttuurihistoriallisesti tai yhteiskunnallisesti merkittävät rakennukset.	< 10	2
	10...30	3
	> 30	4

4.2 Tärinän suositusarvot asumisviihtyvyyden kannalta

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

VTT on antanut suosituksen normaalien asuinrakennusten värähtelyluokituksista tunnuslukuun $v_{w,95}$ perustuen tiedotteessaan 2278 ”Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksista”. Tämä ohjeellinen värähtelyluokitus on esitetty taulukossa 2.

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

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

4.3 Runkomelun suositusarvot

Suomessa ei ole virallisia raja-arvoja runkomelun enimmäistasolle. VTT:n tiedotteessa 2468 ”Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi”, 2009, on esitetty suositus runkomelutasojen raja-arvoiksi. Suositusarvot on esitetty taulukossa 3.

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

Rakennustyyppi	Runkomelutaso L_{prm} [dB(A)]
Radio-, tv- ja äänitysstudiot, konserttitalit	25–30
Asuinhuoneistot	30/35*
Hoito- ja sosiaalihuollon laitokset, majoitustilat - potilashuoneet, majoitustilat - päiväkodit, lasten ja henkilökunnan oleskeluun tarkoitetut huoneet	30/35*
Kokoontumis- ja opetustilat - luokkahuoneet, luentosalit, kirkot ja muut huonetilat, joissa edellytetään yleisön saavan hyvin puheesta selvää ilman äänentoistolaitteiden käyttöä - muut kokoontumistilat, kuten teatterit ja kirjastot	35
Toimistot, kaupat, näyttelytilat, museot	40/45*

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

5 MITTAUSTULOKSET

5.1 Värähtelyn taajuussisältö

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

5.2 Värähtelyn heilahdusnopeuden resultantti v_{res}

Rakennusten vaurioitumisriskiä arvioidaan painottamattoman värähtelynnopeuden resultantin suurimman arvon avulla. Taulukossa 4 on esitetty suurimmat mitatut resultanttien arvot. Suositeltavana enimmäisarvona voidaan tarkasteltavassa kohteessa pitää 4 mm/s (vrt. taulukko 1). Liitteessä 1 on esitetty mitatuista resultanteista 15 suurinta kussakin mittauspisteessä.

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

Mittauspiste	Sijainti	Resultantti [mm/s]
mp1	Päärautatieaseman puoleinen pääty	0,0
mp2	Sataman puoleinen pääty	0,1

5.3 Tärinän tunnusluku $v_{w,95}$

Ihmisten kokemaa tärinähaittaa arvioidaan tärinän tunnusluvun $v_{w,95}$ avulla. VTT:n suosituksen mukaan uusissa normaaleissa asuinrakennuksissa tärinän tunnusluku $v_{w,95}$ ei saisi ylittää arvoa 0,30 mm/s (luokka C). Taulukossa 5 on esitetty 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	Sijainti	Tunnusluku $v_{w,95}$ [mm/s]		
		<i>pystysuunta</i>	<i>rataa vasten kohtisuora vaakasuunta</i>	<i>radan suuntainen vaakasuunta</i>
mp1	Päärautatieaseman puoleinen pääty	0,01	0,01	0,01
mp2	Sataman puoleinen pääty	0,01	0,02	0,01

5.4 Arvio runkomelun enimmäistasosta

Taulukossa 6 on esitetty tärinämittaustuloksista määritetyt runkomelun arviointitulokset mittauspisteittäin. Pystysuuntainen tärinä (z-suunta) säteilee runkoääntä vaakasuorista pinnoista, eli mm. lattioista ja vaakasuuntainen tärinä (y- ja x-suunnat) pystysuorista pinnoista eli seinistä.

Taulukko 6. VTT:n menetelmällä tärinäsignaaleista arvioidut runkomelutasot L_{prm} (A-painotettu suositusarvo asuinhuoneistossa ja vastaavissa tiloissa on 35 dB).

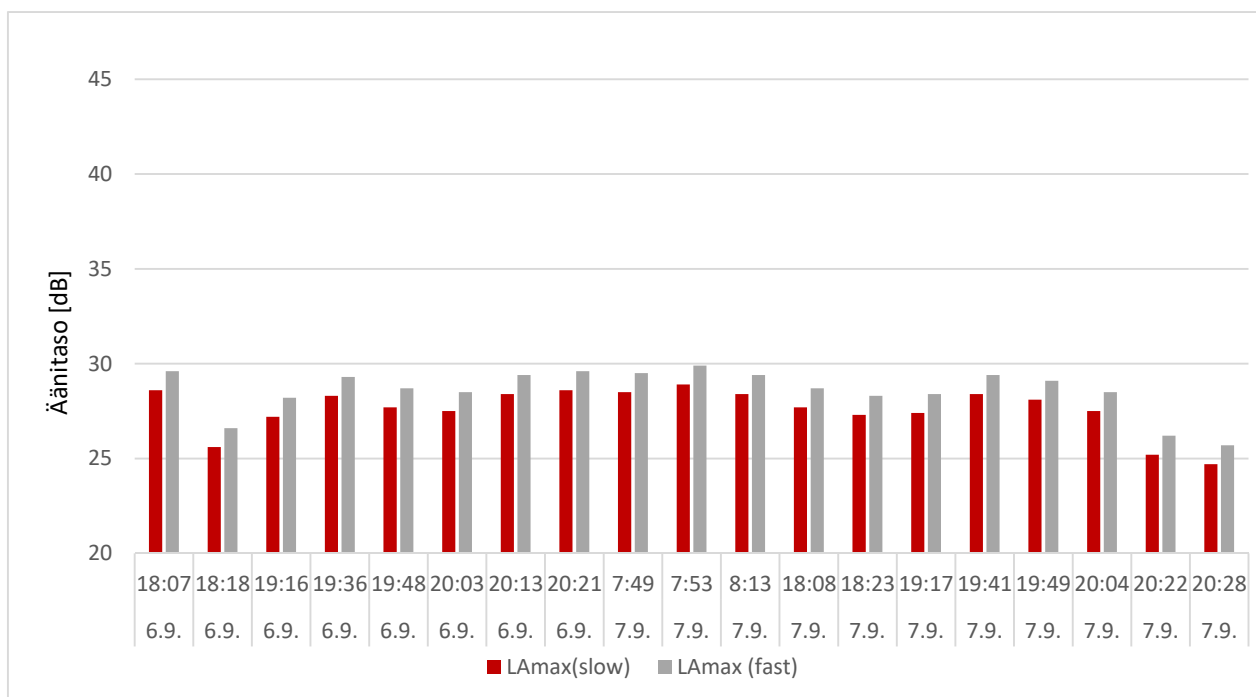
Mittauspiste	Sijainti	A-painotettu runkomelutaso L_{prm} [dB]		
		<i>z</i>	<i>y</i>	<i>x</i>
mp1	Päärautatieaseman puoleinen pääty	18	16	16
mp2	Sataman puoleinen pääty	27	35	30

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 rakentamis-

tapaa koskevat erityispiirteet tulevat otetuksi oikein huomioon,... Koska värähtelyn syntymiseen ja leviämiseen vaikuttaa monia epävarmuustekijöitä, esitettyä arviointia voidaan pitää toistaiseksi vain suunta-antavana."

5.5 Runkomelun äänitasomittaukset

Kuvassa 2 on esitetty mittauspisteessä mp3, toimistotilan keskellä sijannut wc, junien ohiajojen aikana mitatut A-painotetut maksimiäänitasot (slow- ja fast-aikavakioita käyttäen). Kaikki mitatut enimmäisäänitasot ovat alle 30 dB. Taustaaäänitaso mittaustilassa oli noin 20 dB. Vaikka mitaus tehtiin rakennuksen keskellä tilassa, jossa ei ole ulkoseinää, saattaa mitattu äänitaso olla osittain määrätynyt julkisivun kautta sisälle tulleen ja edelleen mittaustilaan siirtyneen ilmaäänien mukaan. Todellinen runkomelutaso on tällöin vielä esitettyä mittaustulosta alhaisempi.



Kuva 2. Junien ohiajoista aiheutuneet maksimiäänitasot mittauspisteessä 3.

6 TULOSTEN TARKASTELU JA JOHTOPÄÄTÖKSET

6.1 Tärinän aiheuttama vaurioitumisriski

Kaikki mitatut tärinän heilahdusnopeuden resultantin arvot 0,0...0,1 mm/s ovat selvästi suositusarvoa 4 mm/s pienempiä (merkitsevä värähtelyn taajuus f on alle 10 Hz).

Raideliikenteen aiheuttama tärinä ei aiheuta suunnitelluille rakennuksille vaurioriskiä.

6.2 Tärinän aiheuttama viihtyvyyshaitta

Rakennuksissa mitatut tärinätasot 0,01...0,02 ovat hyvin alhaisia. Valmiisiin asuinrakennuksiin aiheutuvi-
en tärinän tunnusluvun arvojen voidaan arvioida täyttävän selvästi suositusarvon 0,30 mm/s (luokka C –
suositus uusille normaaleille asuinrakennuksille).

Raideliikenteen aiheuttama tärinä ei aseta erityisvaatimuksia uudiskohteen suunnitteluun.

6.3 Runkomelu

Mitatuista värähtelysignaaleista arvioidut runkomelutasot täyttävät (alittavat tai sivuavat) suositusarvon 35 dB(A).

Myös mittauspisteessä mp3 mitattujen äänitasojen perusteella runkomelutasot jäävät selvästi alle suosi-
tusarvon 35 dB(A).

Raideliikenteen aiheuttama runkomelu ei aseta erityisvaatimuksia kohteen jatkosuunnitteluun.

6.4 Muita huomioita

Näiden mittauksien avulla on selvitetty olemassa olevan rautatien vaikutus suunnitteilla oleviin raken-
nuksiin. Mittaustulokset edustavat mittauskohteen tärinää vain niissä olosuhteissa, joissa mittaukset
suoritettiin. Muun muassa liikenneväylän kunnon, kaluston tai ajonopeuksien poiketessa oleellisesti mit-
tausajankohdasta on tärinäarvojen muuttuminen mahdollista.

7 LISÄTIETOA

Olli Laivoranta
Promethor Oy
puh. 041 506 3418
sp. 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 Esiselvitys, 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 standardisöimisvirasto, 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: Kolmiaksaalinen mittaus vanhan rakennuksen sokkelista
Mittausjakso: 6.-7.9.2019

Suurimmat resultantit

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
7.9.2019	07.52	0,0	0,01	0,03	0,01
6.9.2019	19.36	0,0	0,02	0,03	0,02
6.9.2019	18.07	0,0	0,02	0,03	0,02
6.9.2019	19.49	0,0	0,02	0,02	0,02
6.9.2019	18.18	0,0	0,02	0,02	0,02
6.9.2019	20.13	0,0	0,02	0,02	0,02
6.9.2019	19.16	0,0	0,02	0,02	0,02
6.9.2019	20.22	0,0	0,02	0,02	0,02
6.9.2019	20.03	0,0	0,02	0,02	0,02
7.9.2019	07.49	0,0	0,01	0,02	0,01
7.9.2019	08.14	0,0	0,02	0,02	0,01
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

MP 1

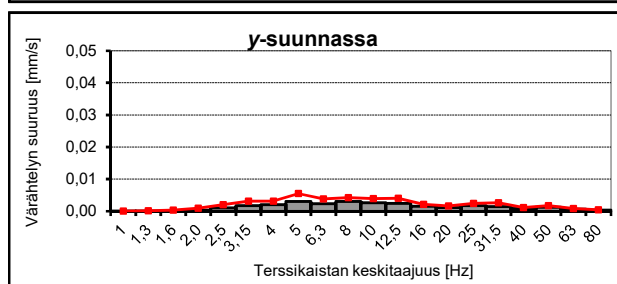
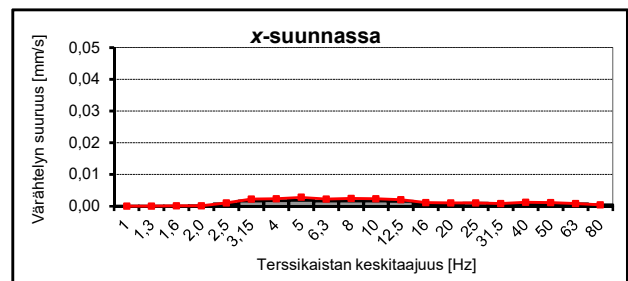
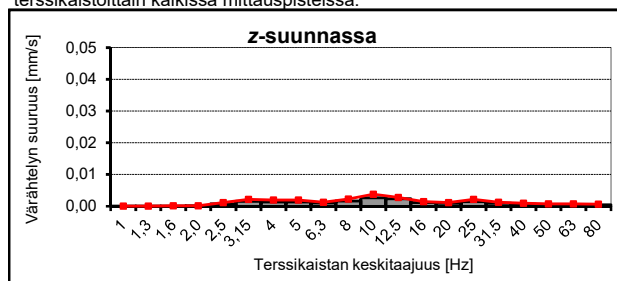
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot

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
6.9.2019	19:36	0,01	6.9.2019	20:03	0,01	6.9.2019	20:03	0,01
6.9.2019	20:03	0,01	7.9.2019	7:52	0,01	6.9.2019	19:36	0,01
6.9.2019	18:18	0,01	6.9.2019	18:07	0,01	6.9.2019	18:18	0,01
6.9.2019	19:16	0,01	6.9.2019	20:22	0,01	6.9.2019	19:16	0,01
6.9.2019	20:22	0,01	6.9.2019	19:49	0,01	6.9.2019	18:07	0,01
7.9.2019	8:14	0,01	6.9.2019	18:18	0,01	6.9.2019	20:13	0,01
6.9.2019	20:13	0,01	6.9.2019	19:16	0,01	7.9.2019	7:53	0,00
6.9.2019	18:07	0,01	6.9.2019	20:13	0,01	6.9.2019	20:22	0,00
6.9.2019	19:49	0,00	6.9.2019	19:36	0,01	6.9.2019	19:49	0,00
7.9.2019	7:53	0,00	7.9.2019	8:14	0,01	7.9.2019	8:14	0,00
7.9.2019	7:49	0,00	7.9.2019	7:49	0,00	7.9.2019	7:49	0,00
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
$v_{w,95} =$		0,01	$v_{w,95} =$		0,01	$v_{w,95} =$		0,01

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 vanhan rakennuksen sokkelista
Mittausjakso: 6.-7.9.2019

Suurimmat resultantit

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
6.9.2019	18.18	0,1	0,05	0,04	0,05
6.9.2019	18.07	0,1	0,05	0,05	0,05
6.9.2019	19.16	0,1	0,03	0,04	0,03
6.9.2019	19.36	0,0	0,03	0,04	0,03
7.9.2019	18.23	0,0	0,02	0,02	0,03
7.9.2019	18.08	0,0	0,02	0,04	0,03
6.9.2019	19.48	0,0	0,02	0,03	0,03
6.9.2019	20.03	0,0	0,02	0,04	0,02
7.9.2019	19.41	0,0	0,01	0,04	0,02
7.9.2019	20.04	0,0	0,01	0,03	0,02
7.9.2019	19.18	0,0	0,02	0,02	0,02
6.9.2019	20.13	0,0	0,02	0,02	0,03
6.9.2019	20.22	0,0	0,02	0,03	0,02
7.9.2019	19.49	0,0	0,01	0,02	0,02
7.9.2019	07.53	0,0	0,01	0,03	0,01

MP 2

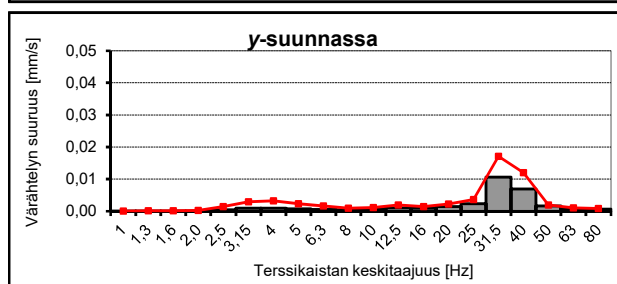
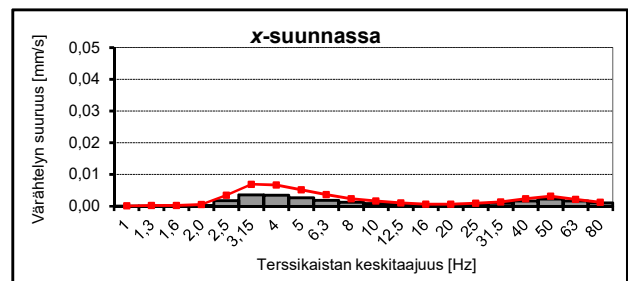
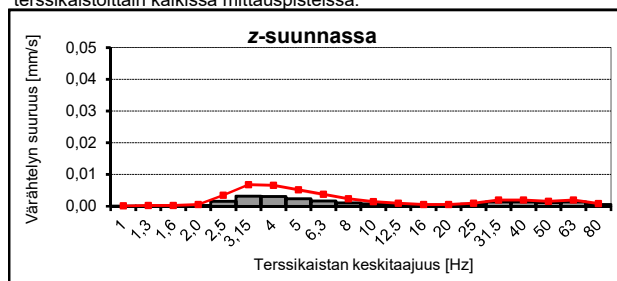
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot

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
6.9.2019	18:18	0,01	6.9.2019	18:07	0,02	6.9.2019	18:07	0,01
6.9.2019	18:07	0,01	7.9.2019	18:08	0,02	6.9.2019	18:18	0,01
6.9.2019	19:16	0,01	6.9.2019	19:36	0,02	7.9.2019	18:08	0,01
6.9.2019	19:36	0,01	6.9.2019	20:03	0,02	6.9.2019	19:16	0,01
7.9.2019	18:22	0,01	7.9.2019	19:41	0,02	6.9.2019	19:36	0,01
6.9.2019	19:48	0,01	7.9.2019	8:13	0,01	7.9.2019	18:23	0,01
6.9.2019	20:03	0,01	6.9.2019	18:18	0,01	6.9.2019	20:03	0,01
7.9.2019	18:08	0,00	6.9.2019	19:16	0,01	6.9.2019	19:49	0,01
6.9.2019	20:22	0,00	6.9.2019	20:22	0,01	6.9.2019	20:13	0,01
7.9.2019	19:18	0,00	7.9.2019	19:17	0,01	7.9.2019	19:18	0,01
6.9.2019	20:13	0,00	6.9.2019	19:48	0,01	6.9.2019	20:22	0,01
7.9.2019	20:04	0,00	7.9.2019	7:53	0,01	7.9.2019	19:41	0,01
7.9.2019	19:41	0,00	7.9.2019	18:23	0,01	7.9.2019	20:04	0,01
7.9.2019	19:49	0,00	7.9.2019	7:49	0,01	7.9.2019	20:28	0,00
7.9.2019	7:53	0,00	6.9.2019	20:13	0,01	7.9.2019	19:49	0,00
$v_{w,95} =$		0,01	$v_{w,95} =$		0,02	$v_{w,95} =$		0,01

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 vanhan rakennuksen sokkelista
Mittausjakso: 6.-7.9.2019

MP 1

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]
7.9.2019	8:14	18	6.9.2019	20:13	16	6.9.2019	18:07	16
7.9.2019	7:49	17	6.9.2019	19:16	16	7.9.2019	8:14	16
7.9.2019	7:53	17	6.9.2019	20:22	15	6.9.2019	20:22	16
6.9.2019	19:36	17	7.9.2019	8:14	15	7.9.2019	7:49	16
6.9.2019	20:22	16	6.9.2019	19:49	15	6.9.2019	19:36	16
6.9.2019	19:16	16	6.9.2019	20:03	15	6.9.2019	18:18	16
6.9.2019	20:03	16	6.9.2019	19:36	15	7.9.2019	7:53	15
6.9.2019	20:13	16	7.9.2019	7:53	14	6.9.2019	19:16	15
6.9.2019	19:49	16	7.9.2019	7:49	14	6.9.2019	20:03	15
6.9.2019	18:18	15	6.9.2019	18:18	14	6.9.2019	19:49	15
6.9.2019	18:07	14	6.9.2019	18:07	14	6.9.2019	20:13	15
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
$L_{pA} =$		18	$L_{pA} =$		16	$L_{pA} =$		16

Laskennassa käytetyt VTT:n ohjeen mukaiset lisätekijät:

Rakennuksen tyyppi			käytetty	
Perustus kalliolle	0 dB			
Puutalo 1-2 krs	-5 dB			
Betonitalo 1-2 krs	-7 dB			
Kerrostalo	-10 dB			
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 (kantava rakenne)	3 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: Kolmiaksaalinen mittaus vanhan rakennuksen sokkelista
Mittausjakso: 6.-7.9.2019

MP 2

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]
6.9.2019	20:22	27	7.9.2019	19:41	35	6.9.2019	20:03	30
6.9.2019	20:03	26	6.9.2019	20:03	34	6.9.2019	18:07	30
7.9.2019	19:41	26	6.9.2019	19:36	34	6.9.2019	19:36	30
7.9.2019	8:13	26	7.9.2019	18:08	34	6.9.2019	20:22	29
6.9.2019	19:36	26	6.9.2019	20:22	34	7.9.2019	19:41	29
7.9.2019	18:08	26	6.9.2019	19:16	33	6.9.2019	19:16	28
7.9.2019	7:49	26	6.9.2019	18:07	33	7.9.2019	8:13	28
6.9.2019	18:07	26	7.9.2019	19:49	33	7.9.2019	18:08	28
6.9.2019	19:48	26	7.9.2019	7:49	33	6.9.2019	19:48	28
7.9.2019	7:53	25	7.9.2019	19:17	33	7.9.2019	7:53	28
7.9.2019	19:49	25	6.9.2019	19:48	33	7.9.2019	19:17	28
7.9.2019	19:17	25	6.9.2019	20:13	33	6.9.2019	20:13	28
6.9.2019	20:13	25	7.9.2019	8:13	33	7.9.2019	19:49	27
6.9.2019	19:16	25	7.9.2019	18:23	32	7.9.2019	7:49	27
7.9.2019	18:23	25	7.9.2019	20:04	32	7.9.2019	20:04	27
$L_{pA} =$		27	$L_{pA} =$		35	$L_{pA} =$		30

Laskennassa käytetyt VTT:n ohjeen mukaiset lisätekijät:

Rakennuksen tyyppi			käytetty	
Perustus kalliolle	0 dB			
Puutalo 1-2 krs	-5 dB			
Betonitalo 1-2 krs	-7 dB			
Kerrostalo	-10 dB			
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 (kantava rakenne)	3 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