

Janakkalan kunta
Leena Turkka
Juttilantie 1
14200 Turenki

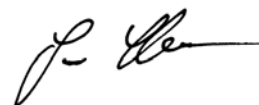
Turku 23.2.2012

Sivu 1 (19) + liitteet

RAIDELIIKENNETÄRINÄSELVITYS

Turengin asemanseudun asemakaavamuutos

Raportin vakuudeksi



Jani Kankare
Toimitusjohtaja, FM



HELSINKI

Porvoonkatu 9 A
00510 HELSINKI
puh (09) 321 2228
fax (09) 328 1050

www.promethor.fi

TURKU

Rautakatu 5 A 6
20520 TURKU
puh (02) 467 5110
fax (02) 467 5118

promet@promethor.fi

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	3
1 Yleistä.....	6
2 Mittaus- ja arviointimenetelmät	6
3 Mittauslaitteet	7
4 Tärinän suositusarvot.....	7
4.1 Tärinän suositusarvot rakennusten vaurioriskin kannalta	7
4.2 Tärinän suositusarvot asumisviihtyvyyden kannalta asuinrakennuksissa	8
4.3 Tärinän suositusarvot käyttöviihtyvyyden kannalta toimistorakennuksissa	9
4.4 Runkomelun suositusarvot	9
5 Selvitysalue ja mittauspisteet	9
6 Mittaustulokset	11
6.1 Värähtelyn heilahdusnopeuden resultantti v_{res}	11
6.2 Tärinän tunnusluku $v_{w,95}$	11
6.3 Maasta rakennukseen siirtyvän tärinän arviointi	12
6.3.1 Yleinen voimistuminen.....	12
6.3.2 Resonanssitarkastelu.....	13
6.4 Värähtelyn taajuussisältö	14
6.5 Arvio runkomelun enimmäistasosta.....	15
7 Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset	16
7.1 Tärinän aiheuttama rakennusten vaurioitumisriski	16
7.2 Tärinän vaikutus asumisviihtyvyyteen (normaalit asuinrakennukset).....	16
7.3 Tärinän vaikutus käyttöviihtyvyyteen (toimistorakennukset).....	17
7.4 Tärinän aiheuttama runkomelu	18
8 Muita huomioita	18
9 Kirjallisuutta	19
10 Lisätietoja	19
Liite 1 Mittauspisteiden tulossivut	
Liite 2 Mittauspisteiden runkomelutulossivut	
Liite 3 Mittauspisteet ja mittaustulokset kartalla	
Liite 4 Tärinän rakentamiselle asettamat rajoitukset alueittain	
Liite 5 Junatiedot	

TIIVISTELMÄ

Janakkalan kunta on tilannut Promethor Oy:ltä liikennetärinäselvityksen Turengin asemanseudusta asemakaavamuutosta varten. Tässä selvityksessä on määritetty raideliikenteen alueelle aiheuttama tärinä. Tärinää mitattiin kaikkiaan yhdeksässä (9) pisteessä maasta. Mittauksilla selvitettiin tärinän voimakkuus uusien rakennusten vaurioitumisriskin, tilojen asumisviihtyvyyden sekä runkomelun kannalta. Selvityksen tuloksia on tarkasteltu VTT:n esittämiä suositusarvoja käyttäen. Mittaukset tehtiin kuvan 1 alueilla 1 ja 2, joille alustavasti suunniteltu massoittelu sijoittuu. Kuvan 1 alueen 3 kahden pientalotontin tärinätarkastelu tehtiin edellä mainittujen mittaustulosten, karttatarkastelun ja asukaskyselyjen perusteella.

Rakennusten vaurioriski:

Maasta suoritettujen mittaustulosten perusteella raideliikenteen aiheuttama tärinä ei aiheuta selvitysalueella rakennuksille vaurioriskiä

Asumisviihtyvyys:

Mittaus- ja arviontitulosten mukaan selvitysalueella radan vieressä on etelään mentäessä levenevä kaistale (kuva 1, alue 1), jossa maasta mitattu ja rakennuksiin aiheutuvaksi arvioitu tärinä ylittää VTT:n uusille normaaleille asuinrakennuksille antaman suositusarvon 0,30 mm/s. Tälle alueelle ei tule rakentaa asuinrakennuksia. Toimisto- ja/tai liiketilojen rakentaminen tälle alueelle on mahdollista.

Edellä mainitun kaistaleen länsipuolella on alue (kuva 1, alue 2), jolla tärinä saattaa valmiissa rakennuksessa ylittää VTT:n uusille normaaleille asuinrakennuksille antaman suositusarvon 0,30 mm/s. Suositusarvon ylittyminen voidaan välttää huomioimalla resonanssi-ilmiö rakennusten suunnittelussa. Käytännössä tämä tarkoittaa yksi- tai vähintään neljäkerroksisten talojen käyttöä ja ala- ja välipohjien jänneväljen mitoittamista.

Aseman takana junarataan nähden on kaksi pientaloa, joiden taakse alustavissa massoitteluluonnoksissa on suunniteltu kahta uutta pientaloa (kuva 1, alue 3). Tehdyn tärinätarkastelun perusteella raideliikenteen tärinä ei aseta näille rakennuksille erityisvaatimuksia.

Kaavoitusalueen olemassa olevissa asuinrakennuksissa raideliikenteen aiheuttaman tärinätason voidaan arvioida täyttävän vanhojen asuinalueiden suositusarvon 0,60 mm/s. Kaavoitusalueen länsireunan rakennuksissa voidaan arvioida täyttyvän myös uusien asuinrakennusten suositusarvon 0,30 mm/s.

Runkomelu:

Runkomelu on pääsääntöisesti kovien maaperien haaste. Riskialttiimmat kohteet ovat rakennukset, joissa rata ja rakennus on perustettu suoraan samalle kalliolle. Tällaisilla alueilla tyypillisesti itse tärinä ei ole merkittävää. Pehmeämmillä maaperillä vastaavasti tärinä on suurempi haaste ja runkomelua ei rakennuksissa tyypillisesti esiinny (poikkeuksena jotkin maanalaiset tilat). Kaavoitusalueella maaperä on merkittävältä osin pehmeää.

Arviointimenetelmä ei pysty riittävästi huomioimaan edellä esitettyä ominaisuutta ja runkomelun arviointi maasta tehdyistä värähtelymittauksista on osoittautunut lukuisissa

pehmeän maaperän kohteissa runkomelutasoa yliarvioivaksi. Runkomelun arviointitulokset ylittävät lähes kaikissa mittauspisteistä asuintilojen suositusarvon 35 dB(A) ja toimistotilojen suositusarvon 45 dB(A). Edellä esitetyn vuoksi tärinäsignaaleista määritettyjä runkomelutasoja voidaan pitää ainoastaan suuntaa antavina arvioina. Runkomeluriskistä johtuen selvityskohteen alueelle ei tule rakentaa osittain tai kokonaan maan alla sijaitsevia asuinkerroksia. Runkomelun vaimennustarve/tarpeettomuus tulee varmistaa radan läheisyyteen rakennuksia suunniteltaessa talokohtaisesti.

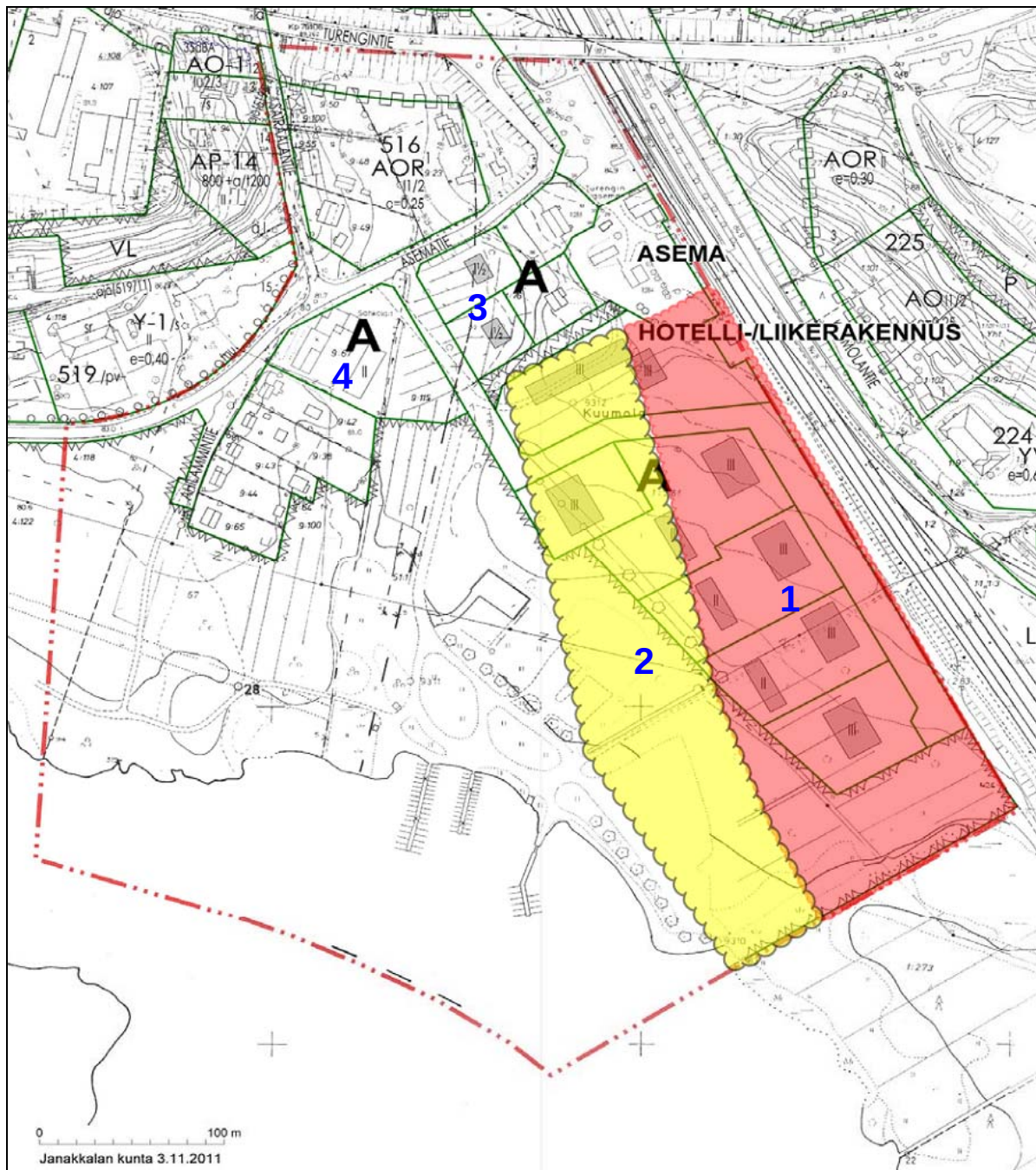
Suositus kaavamääräyksestä:

Kaavamääräyksenä suositellaan esitettävän arvot tärinän voimakkuudelle asumis-viihtyvyyden kannalta. Kaavamääräys voidaan muotoilla esim. *Rata- ja tieliikenteestä aiheutuva tärinä tulee huomioida rakennusten suunnittelussa siten, että liikennetärinä normaaleissa asuinrakennuksissa ei ylitetä VTT:n laatiman ohjeen värähtelyluokan C tunnusluvun arvoa 0,30 mm/s tai voimassa olevaa määräysarvoa.*

Rata- ja tieliikenteestä aiheutuva tärinä tulee huomioida rakennusten suunnittelussa siten, että liikennetärinä toimistorakennuksissa ei ylitetä tunnusluvun arvoa 0,90 mm/s tai voimassa olevaa määräysarvoa.

Huomioita:

Kaavoitusalueen tärinäselvitys on tehty käyttäen parasta olemassa olevaa tietoa. Nykytiedon perusteella muun muassa kuvan 1 alueelle 1 ei voida rakentaa asuinrakennuksia. Kyseisen alueen maaperän tärinää vaimentavaa, tai tärinän siirtymistä rakennuksiin vaimentavaa, teknillistaloudellisesti järkevää vaimennusmahdollisuutta ei ole. Alueen tärinätarkastelu suositellaan päivittämään tarpeen mukaan noin viiden vuoden päästä mahdollisten kehittyneempien vaimennus- ja arviointimenetelmien mukaisiksi.



Kuva 1. Tärinän vaikutusalueet (siniset numerot liittyvät tekstin viittauksiin). Pohjakartta tarjouspyynnön liitteestä 3, alustava massoitteluluonnos VE1.

1 YLEISTÄ

Promethor Oy mittasi 30.1.–6.2.2012 raideliikenteen aiheuttamaa tärinää Turengin asemanseudun alueella asemakaavan muutosta varten. Mittauksia suoritettiin yhdeksässä (9) pisteestä maasta. Mittaukset keskittyivät alueelle johon alustavien massoitte-luluonnosten rakennukset sijoittuvat. Mittausjakson pituus kaikissa mittauspisteissä oli yksi (1) viikko. Mittauksilla selvitettiin tärinän voimakkuus kohteessa

- 1) rakennusten vaurioitumisriskin ja
- 2) tilojen asumisviihtyvyyden kannalta.

Mittauksista arvioitiin lisäksi laskennallisesti tärinän aiheuttama runkomelutaso tyypillisessä asuinhuoneessa.

Selvityksen laadintaan ovat osallistuneet Toni Niiniviita, Kimmo Kokki, Olli Laivoranta ja Jani Kankare. Janakkalan kunnalta työtä on ohjannut Leena Turkka.

2 MITTAUS- JA ARVIOINTIMENETELMÄT

Tärinämittaukset suoritettiin VTT:n tiedotteen "Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta" mukaisesti. Mittauksien 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. Mittauksien 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*. 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 $v_{w,95}$. Värähtelyn tunnusluvulla $v_{w,95}$ tarkoitetaan arvoa, jota pienempänä suurimpien painotettujen värähtelyn nopeuksien tehollisarvo pysyy 95 prosentin tilastollisella todennäköisyydellä.

Mittaus suoritettiin miehittämättömänä eli mittauslaitteisto toimi itsenäisesti. Heräte- kynnnyksen ylittyttyä mittaussignaali tallentui laitteen muistiin, josta se analysoitiin

* 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.

myöhemmin. Signaalien pääteltiin olevan raideliikenteen aiheuttamia mm. tärinäsignaalien kestoajan, muodon ja amplitudin perusteella.

Suomessa ei ole standardoitua menetelmää runkomelun arviointiin. Tässä raportissa raideliikenteen aiheuttamaa runkomelua arvioidaan VTT:n tiedotteen 2468 ”Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi” mukaisesti. Arvio määritetään slow-aikavakiolla määritetyistä A-painotetuista maasta mitatuista nopeussignaaleista käyttämällä referenssinopeutena 1 nm/s ja muuttamalla saatu tulos runkomelutasoksi VTT:n tiedotteen mukaisia lisätekijöitä käyttäen.

Maasta rakennukseen siirtyvää tärinää arvioidaan VTT:n tiedotteen 2425, ”Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi”, 2008, ja VTT:n tiedotteen 2569, ”Ohjeita liikennetärinän arviointiin”, 2011, mukaisesti. VTT Working papers 50, Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maakäytön suunnittelussa, 2006, mukaan varmin arvio rakennuksen värähtelystä saadaan, kun tärinää mitataan suoraan edustavasta vertailukohteesta.

Rakennuksen rungon ja välipohjien värähtelysuunnittelu tehdään VTT:n tiedotteen 2569, ”Ohjeita liikennetärinän arviointiin”, 2011, mukaisesti.

3 MITTAUSLAITTEET

Mittauksissa käytetyt laitteet olivat

- datatallentimet Rion DA-20
- kiihtyvyyssanturit 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 herkätkä rakennukset tai rakenteet ja kulttuurihistoriallisesti tai yhteiskunnallisesti merkittävät rakennukset.	< 10	2
	10...30	3
	> 30	4

4.2 Tärinän suositusarvot asumisviihtyvyyden kannalta asuinrakennuksissa

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

VTT on antanut suosituksen normaalien asuinrakennusten värähtelyluokituksesta tunnuslukuun $v_{w,95}$ perustuen tiedotteessa 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 värähtelyn, mutta ne eivät ole häiritseviä.</i>	$\leq 0,15$
C	Suositus uusien asuinrakennusten ja väylien suunnittelussa <i>Keskimäärin 15 % asukkaista pitää värähtelyitä häiritsevinä ja voi valittaa häiriöstä.</i>	$\leq 0,30$
D	Olosuhteet, joihin pyritään vanhoilla asuinalueilla <i>Keskimäärin 25 % asukkaista pitää värähtelyitä häiritsevinä ja voi valittaa häiriöistä.</i>	$\leq 0,60$

4.3 Tärinän suositusarvot käyttöviihtyvyyden kannalta toimistorakennuksissa

Toimistorakennuksille ei ole annettu selkeitä suositusarvoja. Toimistotiloille esitetyt suositusarvot vaihtelevat 0,6...1,2 mm/s välillä suosituksen esittäjästä ja lähdeoteoksesta riippuen.

Tässä raportissa värähtelyn tunnusluvun $v_{w,95}$ suositusarvona toimisto- ja liiketiloille käytetään 0,9 mm/s.

4.4 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_{pm} [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 selvän 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 SELVITYSALUE JA MITTAUSPISTEET

Mittaukset keskittyivät alueelle johon kaavoitusalueen alustavien massoitelluonnosten rakennukset sijoittuvat. Selvitysalueen merkittävin tärinälähde on rautatie. Insinööritoimisto Soilplan Ky:n raportin 878 mukaan tiiviin ja kivisen moreenikerroksen pinta on suunniteltujen uusien rakennusten alueella 20...25 m syvyydellä maanpinnasta. Pintakerroksen ja moreenikerroksen välillä maaperä on silttiä.

Mittauksia suoritettiin yhdeksässä (9) pisteessä maasta. Mittausjakson pituus oli yksi (1) viikko lukuun ottamatta mittauspistettä 6, jossa mittari oli sammunut jo ensimmäisen päivän iltana. Mittauspisteiden sijainnit on esitetty kuvassa 2.

6 MITTAUSTULOKSET

6.1 Värähtelyn heilahdusnopeuden resultantti v_{res}

Rakennusten vaurioitumisriskiä arvioitiin painottamattoman värähtelynnopeuden resultantin suurimman arvon avulla. Taulukossa 4 on esitetty suurimmat mitatut resultanttien arvot. Liitteessä 1 on esitetty 15 suurinta mitattua resultanttia kaikissa mittauspisteissä.

Taulukko 4. Suurimmat havaitut heilahdusnopeuden resultantin arvot v_{res} (suositusarvo 4 mm/s).

Mittauspiste	Mittauspaikka	Etäisyys rautatiestä [m]	Resultantti [mm/s]	Pvm	Klo
mp1	maa	40	0,7	6.2.	2:52
mp2	maa	75	0,5	3.2.	2:17
mp3	maa	25	1,9	30.1.	14:20
mp4	maa	70	0,6	2.2.	2:50
mp5	maa	120	0,4	2.2.	2:49
mp6	maa	25	0,8*	30.1.	14:19
mp7	maa	50	0,8	2.2.	2:50
mp8	maa	85	0,8	2.2.	2:50
mp9	maa	30	1,5	31.1.	5:42

* Lukuarvo ei ole edustava, koska mittausjakson pituus teknisen vian vuoksi oli alle vuorokausi

6.2 Tärinän tunnusluku $v_{w,95}$

Ihmisen kokemaa tärinähaittaa arvioidaan tärinän tunnuslukua käyttäen. Tunnusluku määritetään taajuuspainotettujen heilahdusnopeuksien tehollisarvoista huomioimalla 15 suurinta tärinätaapahtumaa viikon aikana. Taulukossa 5 on esitetty määritetyt tunnusluvut.

Laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot on esitetty liitteessä 1. Tunnusluvut on lisäksi esitetty karttapohjalle merkittyinä liitteessä 3.

Taulukko 5. Maasta mitatut värinän tunnusluvut $v_{w,95}$ (uudessa asuinrakennuksessa suositusarvo $\leq 0,30$ mm/s).

Mittauspiste	Mittauspaikka	Etäisyys rautatiestä [m]	$v_{w,95}$ [mm/s]		
			z	y	x
mp1	maa	40	0,25	0,18	0,14
mp2	maa	75	0,18	0,17	0,13
mp3	maa	25	0,23	0,42	0,23
mp4	maa	70	0,21	0,20	0,11
mp5	maa	120	0,16	0,14	0,09
mp6	maa	25	0,21*	0,24*	0,17*
mp7	maa	50	0,26	0,22	0,17
mp8	maa	85	0,30	0,15	0,14
mp9	maa	30	0,48	0,52	0,33

* Lukuarvo ei ole edustava, koska mittausjakson pituus teknisen vian vuoksi oli alle vuorokausi

6.3 Maasta rakennukseen siirtyvän värinän arviointi

Maasta rakennukseen siirtyvää värinää arvioidaan VTT:n tiedotteen 2425 ”Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi”, 2008 mukaisesti. Arviointimenetelmässä arvioidaan ensiksi maasta perustukseen siirtyvän värähtelyn vaimenemista käyttämällä taajuuskaistakohtaista kerrointa. Tämän jälkeen perustuksesta runkoon ja lattiaan siirtyvän värähtelyn vahvistumista arvioidaan käyttämällä yleisen voimistumisen ja resonanssitarkastelun kertoimia.

Yleinen voimistuminen kuvaa nimensä mukaisesti värähtelyn yleistä voimistumista rakennuksen rungossa tai lattiassa. Resonanssitarkastelu kuvaa rakennuksen rungon tai lattian ominaistajuuden ”syttymistä”, jolloin värähtely voimistuu moninkertaiseksi. Resonanssitarkastelussa mahdollisesti ilmeneviä riskejä voidaan välttää rakennusten värähtelyteknisellä suunnittelulla mm. välttämällä tiettyjä jännevälejä ja talon korkeuksia.

6.3.1 Yleinen voimistuminen

Yleinen voimistuminen kuvaa nimensä mukaisesti värähtelyn tasaista voimistumista siirtyessään rakennuksen perustuksesta runkoon ja lattiaan.

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

Taulukko 6. VTT:n menetelmillä värinäsignaaleista arvioidun perustuksen värähtelyn perusteella arvioitu värähtelyn yleinen voimistuminen rakennuksen rungossa ja lattiassa (suositusarvo $\leq 0,30$ mm/s).

Mittauspiste	Rungon värähtelyn yleinen voimistuminen $v_{w1,runko}$ [mm/s]	Lattian värähtelyn yleinen voimistuminen $v_{w1,lattia}$ [mm/s]
mp1	0,26	0,39
mp2	0,25	0,27
mp3	0,31	0,34
mp4	0,30	0,31
mp5	0,21	0,24
mp6	0,22*	0,22*
mp7	0,33	0,38
mp8	0,22	0,44
mp9	0,77	0,71

* Lukuarvo ei ole edustava, koska mittausjakson pituus teknisen vian vuoksi oli alle vuorokausi

6.3.2 Resonanssitarkastelu

Resonanssitarkastelu kuvaa rakennuksen rungon tai lattian ominaistajuuden ”syttymistä”, jolloin värähtely voimistuu resonanssitaajuudella moninkertaiseksi. Rungon tai lattian resonanssia voi esiintyä silloin, kun maaperän värinän hallitseva taajuuskomponentti osuu lattian tai rungon ominaistajuudelle. Mahdollinen resonanssi voidaan välttää värähtelysuunnittelulla mitoittamalla välipohjien ja rungon rakenteet huomioimalla maaperän värinä.

Rungon resonanssitarkastelu tehdään perustuksen värähtelyn vaakakomponentin perusteella käyttäen resonanssikerrointa $k_2 = 4$. Lattian resonanssitarkastelu tehdään perustuksen värähtelyn pystykomponentin perusteella käyttäen resonanssikerrointa $k_2 = 6$. Arviointitulokset on esitetty taulukoissa 7 ja 8. Tulokset kuvaavat ns. pahinta mahdollista tilannetta jossa lattian ominaistajuus osuu maaperän värähtelyn kanssa samalle taajuudelle. Mikäli kyseinen tulos ylittää suositusarvon, tulee ylityksen aiheuttava taajuus tai taajuudet ottaa huomioon rakennuksen välipohjien mitoituksessa.

Taulukko 7. VTT:n menetelmällä värinäsignaaleista arvioidun perustuksen värähtelyn perusteella tehty rungon resonanssitarkastelu (suositusarvo $\leq 0,30$ mm/s).

Mittauspiste	Rungon resonanssitarkastelu $v_{w2,runko}$ [mm/s]	Resonanssitaajuudet [Hz] (terssikaistat, joilla $v_{w2,runko}$ ylittää 0,30 mm/s)
mp1	0,27	-
mp2	0,27	-
mp3	0,26	-
mp4	0,36	6,3
mp5	0,24	-
mp6	0,19*	-
mp7	0,38	6,3
mp8	0,27	-
mp9	0,80	6,3, 8, 10 ja 12,5

* Lukuarvo ei ole edustava, koska mittausjakson pituus teknisen vian vuoksi oli alle vuorokausi

Taulukko 8. VTT:n menetelmällä värinäsignaaleista arvioidun perustuksen värähtelyn perusteella tehty lattian resonanssitarkastelu (suositusarvo $\leq 0,30$ mm/s).

Mittauspiste	Lattian resonanssitarkastelu $v_{w2,lattia}$ [mm/s]	Resonanssitaajuudet [Hz] (terssikaistat, joilla $v_{w2,lattia}$ ylittää 0,30 mm/s)
mp1	0,69	6,3, 8 ja 10
mp2	0,48	6,3 ja 8
mp3	0,53	6,3 ja 8
mp4	0,54	6,3 ja 8
mp5	0,42	6,3 ja 8
mp6	0,29*	-
mp7	0,67	6,3, 8 ja 10
mp8	0,81	6,3, 8 ja 10
mp9	1,19	6,3, 8, 10, 12,5 ja 16

* Lukuarvo ei ole edustava, koska mittausjakson pituus teknisen vian vuoksi oli alle vuorokausi

6.4 Värähtelyn taajuussisältö

Rakennusten perustuksiin arvioidut värinän taajuuspainotetut taajuusjakaumat on esitetty liitteessä 1 terssikaistoittain VTT:n suosituksen mukaisesti.

6.5 Arvio runkomelun enimmäistasosta

Taulukossa 9 on esitetty runkomelun arviointitulokset mittauspisteittäin. Pystysuuntainen tärinä (z-suunta) säteilee runkoääntä vaakasuorista pinnoista eli mm. lattioista ja vaakasuuntainen tärinä (y- ja x-suunnat) pystysuorista pinnoista eli seinistä. Liitteessä 2 on esitetty laskennassa käytetyt runkomeluarvot ja korjaustekijät.

Taulukko 9. VTT:n menetelmällä tärinäsignaaleista arvioidut runkomelutasot L_{prm} (suositusarvo asuinhuoneistossa on 35 dB(A))

Mittauspiste	L_{prm} [dB(A)]		
	z	y	x
mp1	40	46	43
mp2	36	43	38
mp3	46	57	52
mp4	39	39	36
mp5	31	30	36
mp6	46*	54*	53*
mp7	42	44	44
mp8	46	45	45
mp9	34	30	27

* Lukuarvo ei ole edustava, koska mittausjakson pituus teknisen vian vuoksi oli alle vuorokausi

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 rakennusten vaurioitumisriski

Koska mitattujen tärinäsignaalien taajuussisältö on osittain alle 10 Hz, niin tässä raportissa rakennusten vaurioriskiä arvioidaan vertaamalla tärinän resultantin maksimiarvoja pienimpään suositusarvoon 4 mm/s (vertaa luku 4.1).

Mittauspisteissä mitatut tärinän heilahdusnopeuden resultantin arvot 0,4–1,9 mm/s ovat suositusarvoa 4 mm/s pienempiä. Näin ollen voidaan arvioida, että tärinä ei aiheuta suunnitelluille rakennuksille vaurioriskiä.

7.2 Tärinän vaikutus asumisviihtyvyyteen (normaalit asuinrakennukset)

Maasta mitatut tärinän tunnusluvun $v_{w,95}$ arvot 0,09...0,52 mm/s ylittävät mittauspisteissä mp3 ja mp9 suositusarvon 0,30 mm/s (luokka C – suositus uusille normaaleille asuinrakennuksille).

Värähtelyn yleinen voimistuminen rakennuksessa

Lattian värähtelyn yleiseen voimistumiseen perustuvaa VTT:n arviointimenetelmää käyttäen tärinän tunnusluvun $v_{w1,lattia}$ arvioitu arvo ei täytä (ylittää) suositusarvoa 0,30 mm/s mittauspisteissä

- mp1 (arvioitu $v_{w1,lattia}$ 0,39 mm/s)
- mp3 (arvioitu $v_{w1,lattia}$ 0,31 mm/s)
- mp4 (arvioitu $v_{w1,lattia}$ 0,31 mm/s)
- mp7 (arvioitu $v_{w1,lattia}$ 0,38 mm/s)
- mp8 (arvioitu $v_{w1,lattia}$ 0,44 mm/s)
- mp9 (arvioitu $v_{w1,lattia}$ 0,71 mm/s).

→ Värähtelyn yleisen voimistumisen arviointitulosten perusteella näiden mittauspisteiden alueella valmiin rakennuksen lattian värähtely ylittää suositusarvon 0,30 mm/s.

Rungon värähtelyn yleiseen voimistumiseen perustuvaa VTT:n arviointimenetelmää käyttäen tärinän tunnusluvun $v_{w1,runko}$ arvioitu arvo ei täytä (ylittää) suositusarvoa 0,30 mm/s mittauspisteissä

- mp3 (arvioitu $v_{w1,runko}$ 0,34 mm/s)
- mp7 (arvioitu $v_{w1,runko}$ 0,33 mm/s)
- mp9 (arvioitu $v_{w1,runko}$ 0,77 mm/s)

→ Värähtelyn yleisen voimistumisen arviointitulosten perusteella näiden mittauspisteiden alueella valmiin rakennuksen rungon värähtely ylittää suositusarvon 0,30 mm/s.

Rakennuksen rungon resonanssitarkastelu

Rakennuksen rungon resonanssitarkastelun avulla voidaan määrittää rakennusten korkeudet (kerrosmäärä), joita tulee välttää alueen rakentamisessa. VTT:n arviointimenetelmällä arvioidut tunnusluvun $v_{w2,runko}$ ylitykset ovat mittauspisteissä, joissa jo yleisen voimistumisen perusteella ylitetään normaalien asuinrakennusten suositusarvo. Näin ollen resonanssitarkastelun suorittaminen ei ole asuinrakennusten osalta tarkoituksenmukaista.

Rakennuksen lattian resonanssitarkastelu

Rakennuksen lattian resonanssitarkastelun avulla voidaan määrittää välipohjien ominaistajuuksia, joita tulee välttää alueen rakentamisessa. Lattian värähtelyn resonanssitarkasteluun perustuvaa VTT:n arviointimenetelmää käyttäen asuinrakennusten lattioiden (ala- ja välipohjien) ominaisuudet tulee mitoitaa siten, että lattian resonanttitaajuus ei ole

- mittauspisteessä mp2 ja mp5 tärinän tunnusluvun $v_{w2,lattia}$ arvo ylittää suositusarvon 0,30 mm/s 6,3...8 Hz:n taajuusalueella
 - Arviointituloksen perusteella mittauspisteiden 2 ja 5 alueella välipohjien ominaistajuus ei saa osua 6,3...8 Hz:n taajuusalueelle. Tämä tarkoittaa esimerkiksi ontelolaattaa P37 ilman pintavalua (tasoitus < 50 mm) käyttäen vähintään 13 m tai enintään 9 m jännevälejä.
- Muut tunnusluvun $v_{w2,lattia}$ ylitykset tapahtuvat mittauspisteissä (1, 3, 4, 7, 8 ja 9), joissa jo yleisen voimistumisen perusteella ylitetään normaalien asuinrakennusten suositusarvo. Näin ollen resonanssitarkastelun suorittaminen ei ole asuinrakennusten osalta tarkoituksenmukaista.

7.3 Tärinän vaikutus käyttöviihtyvyyteen (toimistorakennukset)

Maasta mitatut tärinän tunnusluvun $v_{w,95}$ arvot 0,09...0,52 mm/s täyttävät suositusarvon 0,90 mm/s.

Värähtelyn yleinen voimistuminen rakennuksessa

Lattian ja rungon värähtelyn yleiseen voimistumiseen perustuvaa VTT:n arviointimenetelmää käyttäen tärinän tunnusluvun $v_{w1,lattia}$ ja $v_{w1,runko}$ arvioidut arvot täyttävät (eivät ylitä) suositusarvon 0,90 mm/s.

Rakennuksen rungon resonanssitarkastelu

VTT:n arviointimenetelmällä arvioidut tunnusluvun $v_{w2,runko}$ arvot täyttävät (eivät ylitä) suositusarvon 0,90 mm/s kaikilla taajuuskaistoilla.

Rakennuksen lattian resonanssitarkastelu

VTT:n arviointimenetelmällä arvioidut tunnusluvun $v_{w2,lattia}$ arvot täyttävät (eivät ylitä) suositusarvon 0,90 mm/s kaikilla taajuuskaistoilla kaikissa mittauspisteissä mittauspistettä 9 lukuun ottamatta. Arviointituloksen perusteella mittauspisteen 9 alueella välipohjien ominaistajuus ei saa osua 6,3...8 Hz:n taajuusalueelle.

7.4 Tärinän aiheuttama runkomelu

Tärinäsignaaleista arvioitu runkomelutaso ylittää asuintiloille annetun suositusarvon 35 dB(A) mittauspistettä mp9 lukuun ottamatta kaikissa mittauspisteissä. Mittauspisteissä mp4 ja mp5 ylitys on vähäinen.

Tärinäsignaaleista arvioitu runkomelutaso ylittää toimistotiloille annetun suositusarvon 45 dB(A) mittauspisteissä mp1, mp3, mp6 ja mp8. Mittauspisteissä mp1 ja mp8 ylitys on vähäinen.

Epävarmuustekijöiden vuoksi tärinäsignaaleista määritettyjä runkomelutasoja voidaan pitää ainoastaan suuntaa antavina arvioina. Runkomeluriskistä johtuen selvityskohteen alueelle ei tule rakentaa osittain tai kokonaan maan alla sijaitsevia asuinkerroksia. Runkomelun vaimennustarve/tarpeettomuus tulee varmistaa radan läheisyyteen rakennuksia suunniteltaessa talokohtaisesti.

Runkomelu on pääsääntöisesti kovien maaperien haaste. Riskialttiimmat kohteet ovat rakennukset, joissa rata ja rakennus on perustettu suoraan samalle kalliolle. Tällaisilla alueilla tyypillisesti itse tärinä ei ole merkittävää. Pehmeämmillä maaperillä vastaavasti tärinä on suurempi haaste ja runkomelua ei rakennuksissa tyypillisesti esiinny (poikkeuksena jotkin maanalaiset tilat). Kaavoitusalueella maaperä on merkittävältä osin pehmeää.

8 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.

Mittauspisteen 6 mittari oli sammunut tuntemattomasta syystä jo ensimmäisen päivän aikana. Mittauspisteen 6 tilannetta voidaan kuitenkin arvioida vertaamalla havaittujen tärinätapahtumien voimakkuutta muissa pisteissä tehtyjen havaintojen voimakkuuteen. Vertailussa eniten samanaikaisia tapahtumia löytyi pisteiden 3 ja 6 välillä ja lopputuloksena voidaan sanoa, että mittauspisteen 6 tulokset olivat säännöllisesti, etenkin pystysuunnassa, hieman voimakkaampia kuin mittauspisteen 3 vastaavat tulokset. Mittauspisteen 6 tulos todennäköisesti aliarvioi tärinää ja tarkasteltaessa tärinän vaimentumista samalla linjalla sijainneissa mittauspisteissä voidaan päätellä, että tunnusluvun $v_{w,95}$ arvo todennäköisesti ylittyy mittauspisteessä 6.

Kaavoitusalueen tärinäselvitys on tehty käyttäen parasta olemassa olevaa tietoa. Nykytiedon perusteella muun muassa kuvan 1 alueelle 1 ei voida rakentaa asuinrakennuksia. Kyseisen alueen maaperän tärinää, tai tärinän siirtymistä rakennuksiin vaimentavaa teknillistaloudellisesti järkevää vaimennusmahdollisuutta ei ole. Alueen tärinätarkastelu suositellaan päivittämään tarpeen mukaan noin viiden vuoden päästä mahdollisten kehittyneempien vaimennus- ja arviointimenetelmien mukaisiksi.

9 KIRJALLISUUTTA

Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi, I Esiselvitys, VTT:n tiedotteita 2468, A. Talja ja A. Saarinen, Valtion Tekninen Tutkimuskeskus, Espoo 2009

Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa, VTT Working Papers 50, J. Törnqvist ja A. Talja, Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus, Espoo 2006

Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta, VTT:n tiedotteita 2278, A. Talja, Otamedia Oy, Espoo 2005

Rautatieliikenteen vaikutus rakenteisiin, J. Törnqvist ja O. Nuutilainen, Luonnos, Otamedia Oy, Espoo 2002

Standardi NS 8176.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

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

10 LISÄTIETOJA

Olli Laivoranta
Promethor Oy

sp. olli.laivoranta@promethor.fi
puh. 041 506 3418

Jani Kankare
Promethor Oy

sp. jani.kankare@promethor.fi
puh. 040 574 0028

Mittauspisteen kuvaus: 3-akselialinen mittaus maasta
Mittausjakso: 30.1.-6.2.2012

Suurimmat resultantit (Suositusarvo (max) 4,0 mm/s)

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
6.2.2012	2:52	0,7	0,72	0,34	0,33
31.1.2012	5:40	0,7	0,66	0,35	0,29
2.2.2012	2:50	0,7	0,60	0,35	0,34
3.2.2012	2:17	0,6	0,54	0,43	0,43
5.2.2012	11:06	0,5	0,53	0,16	0,20
3.2.2012	17:34	0,5	0,48	0,34	0,29
30.1.2012	14:19	0,5	0,49	0,47	0,33
30.1.2012	15:29	0,4	0,42	0,36	0,26
2.2.2012	22:28	0,4	0,39	0,25	0,20
6.2.2012	0:39	0,4	0,41	0,16	0,18
2.2.2012	7:36	0,4	0,40	0,24	0,23
31.1.2012	4:07	0,4	0,37	0,22	0,30
31.1.2012	4:14	0,4	0,33	0,30	0,17
6.2.2012	1:41	0,4	0,37	0,15	0,15
1.2.2012	22:13	0,4	0,33	0,23	0,20

MP 1

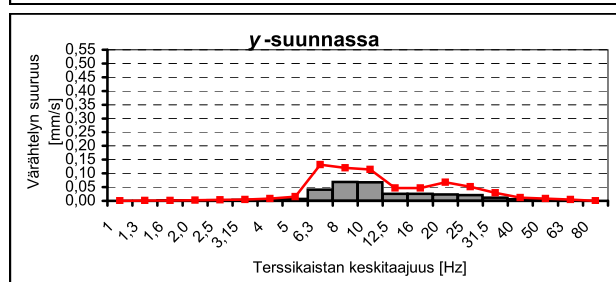
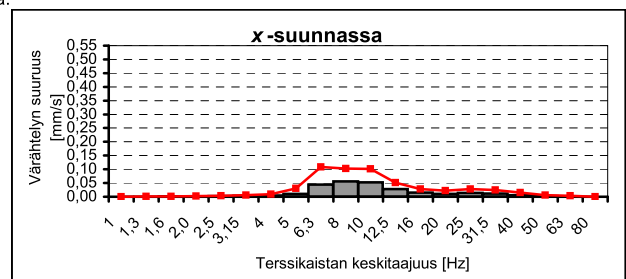
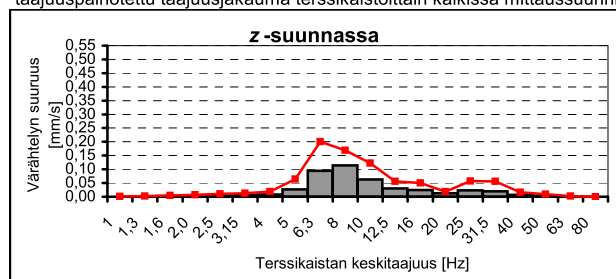
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot (Suositusarvo (max) 0,30 mm/s)

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

Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s]	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s]	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s]
		z			y			x
6.2.2012	2:52	0,26	3.2.2012	2:17	0,17	31.1.2012	5:40	0,14
31.1.2012	5:40	0,26	31.1.2012	5:40	0,17	2.2.2012	2:50	0,14
2.2.2012	2:50	0,22	30.1.2012	14:19	0,16	3.2.2012	2:17	0,14
3.2.2012	2:17	0,20	2.2.2012	2:50	0,16	3.2.2012	17:34	0,12
3.2.2012	17:34	0,20	3.2.2012	17:34	0,15	6.2.2012	2:52	0,12
31.1.2012	4:07	0,18	31.1.2012	0:23	0,14	1.2.2012	16:39	0,11
5.2.2012	11:06	0,18	30.1.2012	15:29	0,14	30.1.2012	14:19	0,10
30.1.2012	14:19	0,16	1.2.2012	16:39	0,12	30.1.2012	21:18	0,09
6.2.2012	0:39	0,16	6.2.2012	2:52	0,11	3.2.2012	5:25	0,09
2.2.2012	22:28	0,16	30.1.2012	23:28	0,11	30.1.2012	15:29	0,09
2.2.2012	7:36	0,15	31.1.2012	4:14	0,11	30.1.2012	23:28	0,09
30.1.2012	15:29	0,15	1.2.2012	4:21	0,10	30.1.2012	21:11	0,09
2.2.2012	1:36	0,14	31.1.2012	0:31	0,10	2.2.2012	7:36	0,08
4.2.2012	0:51	0,14	2.2.2012	22:28	0,10	31.1.2012	22:14	0,08
1.2.2012	16:39	0,13	31.1.2012	4:07	0,09	30.1.2012	23:33	0,08
$v_{w,95} =$		0,25	$v_{w,95} =$		0,18	$v_{w,95} =$		0,14

Tärinän spektrit

15:n voimakkaimman tärinäsignaalin keskimääräinen (pylväät) ja suurin (viiva) rakennuksen perustukseen arvioitu taajuuspainotettu taajuusjakauma tertiäkaistoittain kaikissa mittaus suunnissa.



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

Mittauspisteen kuvaus: 3-akselialinen mittaus maasta
Mittausjakso: 30.1.-6.2.2012

Suurimmat resultantit (Suositusarvo (max) 4,0 mm/s)

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
3.2.2012	2:17	0,5	0,51	0,54	0,37
2.2.2012	2:50	0,5	0,42	0,37	0,36
6.2.2012	2:53	0,5	0,48	0,28	0,21
31.1.2012	5:41	0,5	0,43	0,38	0,29
3.2.2012	17:35	0,4	0,31	0,31	0,31
30.1.2012	15:29	0,3	0,25	0,33	0,21
31.1.2012	4:08	0,3	0,26	0,26	0,27
30.1.2012	14:20	0,3	0,29	0,26	0,21
30.1.2012	23:33	0,3	0,27	0,18	0,20
1.2.2012	22:13	0,3	0,24	0,19	0,19
2.2.2012	7:37	0,3	0,25	0,22	0,18
3.2.2012	23:33	0,2	0,21	0,12	0,14
6.2.2012	4:06	0,2	0,24	0,16	0,14
2.2.2012	22:28	0,2	0,24	0,15	0,15
3.2.2012	14:54	0,2	0,24	0,20	0,11

MP 2

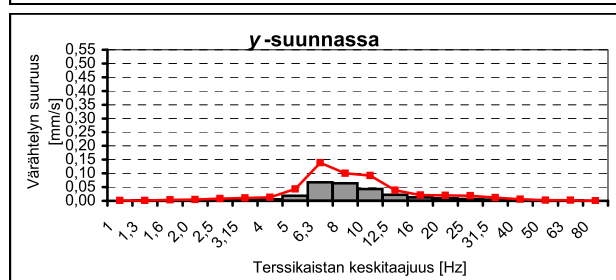
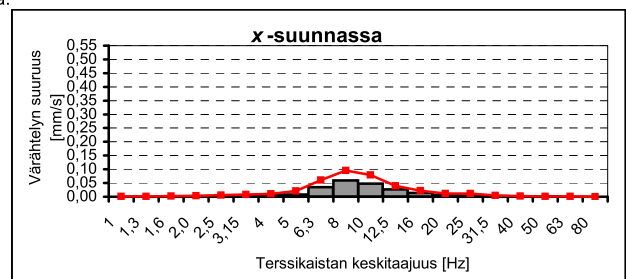
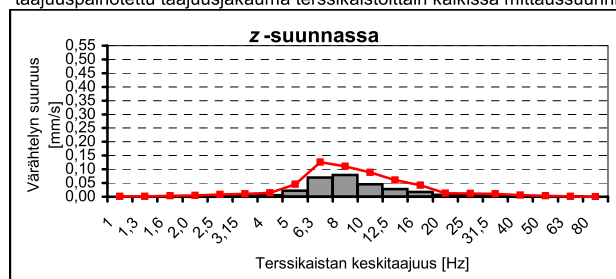
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot (Suositusarvo (max) 0,30 mm/s)

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

Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s]	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s]	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s]
		z			y			x
3.2.2012	2:17	0,18	3.2.2012	2:17	0,20	3.2.2012	2:17	0,13
6.2.2012	2:53	0,17	2.2.2012	2:50	0,15	3.2.2012	17:35	0,12
2.2.2012	2:50	0,16	31.1.2012	5:41	0,15	2.2.2012	2:50	0,12
31.1.2012	5:41	0,16	3.2.2012	17:35	0,12	31.1.2012	5:41	0,11
31.1.2012	4:08	0,12	31.1.2012	4:08	0,11	31.1.2012	4:08	0,11
3.2.2012	17:35	0,12	30.1.2012	15:29	0,10	30.1.2012	21:31	0,09
2.2.2012	7:37	0,11	2.2.2012	7:37	0,10	6.2.2012	2:53	0,09
3.2.2012	0:00	0,11	6.2.2012	2:53	0,10	1.2.2012	16:39	0,08
30.1.2012	14:20	0,11	31.1.2012	8:55	0,09	30.1.2012	15:29	0,08
30.1.2012	23:33	0,10	30.1.2012	14:20	0,08	1.2.2012	22:13	0,08
2.2.2012	22:28	0,10	2.2.2012	1:37	0,08	30.1.2012	14:20	0,07
2.2.2012	1:37	0,10	31.1.2012	23:11	0,08	30.1.2012	23:33	0,07
3.2.2012	14:54	0,09	31.1.2012	0:32	0,08	1.2.2012	4:21	0,07
6.2.2012	4:06	0,09	3.2.2012	14:54	0,07	2.2.2012	7:37	0,07
30.1.2012	15:29	0,09	30.1.2012	23:29	0,07	3.2.2012	21:50	0,07
$v_{w,95} =$		0,18	$v_{w,95} =$		0,17	$v_{w,95} =$		0,13

Tärinän spektrit

15:n voimakkaimman tärinäsignaalin keskimääräinen (pylväät) ja suurin (viiva) rakennuksen perustukseen arvioitu taajuuspainotettu taajuusjakauma tersedistaistoin kaikissa mittaus suunnissa.



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

Mittauspisteen kuvaus: 3-akselialinen mittaus maasta
Mittausjakso: 30.1.-6.2.2012

Suurimmat resultantit (Suositusarvo (max) 4,0 mm/s)

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
30.1.2012	14:20	1,9	0,32	1,80	0,88
30.1.2012	13:26	0,9	0,18	0,87	0,51
30.1.2012	23:30	0,8	0,31	0,75	0,50
30.1.2012	15:57	0,7	0,16	0,70	0,34
31.1.2012	0:33	0,7	0,37	0,72	0,33
2.2.2012	2:51	0,7	0,52	0,56	0,41
3.2.2012	17:35	0,7	0,46	0,55	0,44
30.1.2012	13:57	0,7	0,14	0,71	0,38
3.2.2012	2:18	0,7	0,54	0,52	0,43
31.1.2012	5:42	0,7	0,55	0,61	0,41
30.1.2012	14:03	0,7	0,15	0,65	0,38
4.2.2012	0:53	0,6	0,54	0,46	0,26
3.2.2012	5:26	0,6	0,51	0,55	0,50
30.1.2012	15:08	0,6	0,14	0,60	0,29
6.2.2012	8:46	0,6	0,43	0,50	0,43

MP 3

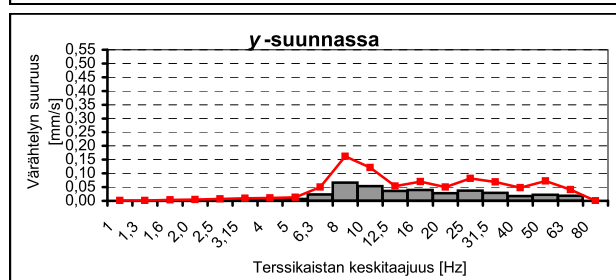
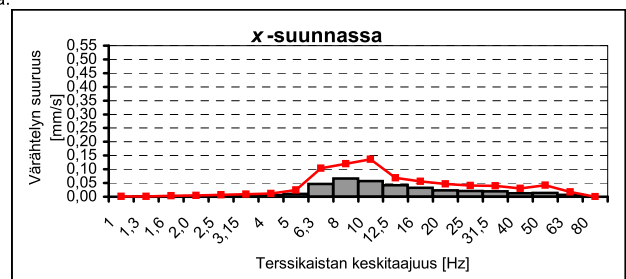
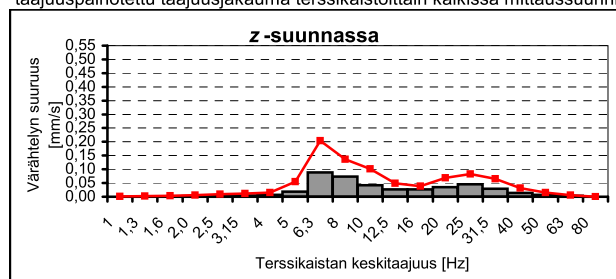
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot (Suositusarvo (max) 0,30 mm/s)

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

Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s]	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s]	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s]
		z			y			x
31.1.2012	5:42	0,25	30.1.2012	14:20	0,56	30.1.2012	14:20	0,29
6.2.2012	0:40	0,21	30.1.2012	13:26	0,34	30.1.2012	13:26	0,18
2.2.2012	2:51	0,21	30.1.2012	23:30	0,26	30.1.2012	15:30	0,18
3.2.2012	5:26	0,21	31.1.2012	0:33	0,25	3.2.2012	2:18	0,17
3.2.2012	2:18	0,20	30.1.2012	15:57	0,23	3.2.2012	5:26	0,17
5.2.2012	11:08	0,20	30.1.2012	14:03	0,22	3.2.2012	17:35	0,17
6.2.2012	2:53	0,19	30.1.2012	15:08	0,22	6.2.2012	2:53	0,17
2.2.2012	7:38	0,17	30.1.2012	16:05	0,22	6.2.2012	8:46	0,16
4.2.2012	0:53	0,17	3.2.2012	17:35	0,21	30.1.2012	23:30	0,16
6.2.2012	4:07	0,17	30.1.2012	16:39	0,20	2.2.2012	23:35	0,14
6.2.2012	0:52	0,17	2.2.2012	2:51	0,20	2.2.2012	2:51	0,14
3.2.2012	17:35	0,16	2.2.2012	23:35	0,19	31.1.2012	5:42	0,14
2.2.2012	23:35	0,16	30.1.2012	13:57	0,19	31.1.2012	4:08	0,14
31.1.2012	0:24	0,16	3.2.2012	2:18	0,19	1.2.2012	7:38	0,14
5.2.2012	19:43	0,15	3.2.2012	5:26	0,19	31.1.2012	4:15	0,13
$v_{w,95} =$		0,23	$v_{w,95} =$		0,42	$v_{w,95} =$		0,23

Tärinän spektrit

15:n voimakkaimman tärinäsignaalin keskimääräinen (pylväät) ja suurin (viiva) rakennuksen perustukseen arvioitu taajuuspainotettu taajuusjakauma tertiäkaistoittain kaikissa mittaus suunnissa.



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

Mittauspisteen kuvaus: 3-akselialinen mittaus maasta
Mittausjakso: 30.1.-6.2.2012

Suurimmat resultantit (Suositusarvo (max) 4,0 mm/s)

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
2.2.2012	2:50	0,6	0,50	0,53	0,34
31.1.2012	5:40	0,6	0,45	0,47	0,24
6.2.2012	2:52	0,5	0,52	0,39	0,29
3.2.2012	2:17	0,5	0,38	0,47	0,32
30.1.2012	15:29	0,4	0,24	0,41	0,22
6.2.2012	4:06	0,4	0,35	0,12	0,16
3.2.2012	17:34	0,4	0,31	0,28	0,28
31.1.2012	8:55	0,4	0,21	0,32	0,14
2.2.2012	7:37	0,3	0,28	0,31	0,21
30.1.2012	14:19	0,3	0,29	0,29	0,24
31.1.2012	4:07	0,3	0,28	0,19	0,25
30.1.2012	21:31	0,3	0,26	0,17	0,22
30.1.2012	23:33	0,3	0,28	0,18	0,21
2.2.2012	23:11	0,3	0,27	0,12	0,14
30.1.2012	23:29	0,3	0,22	0,26	0,16

MP 4

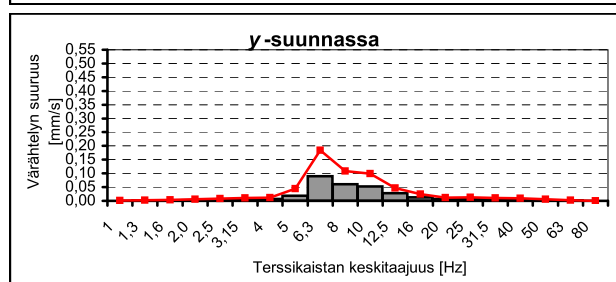
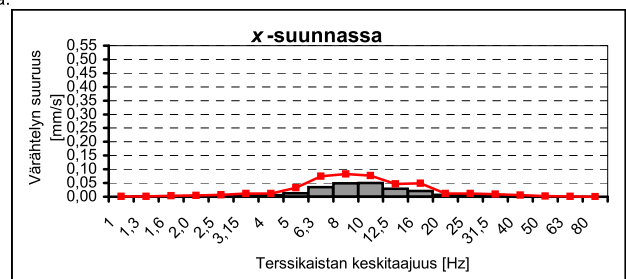
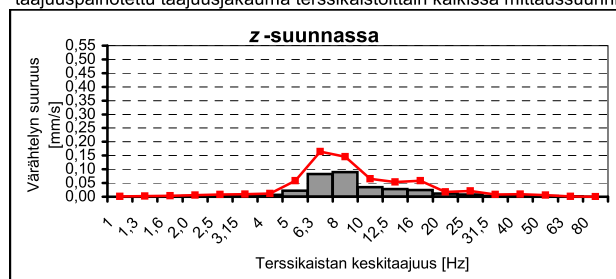
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot (Suositusarvo (max) 0,30 mm/s)

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

Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s]	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s]	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s]
		z			y			x
31.1.2012	5:40	0,21	31.1.2012	5:40	0,22	3.2.2012	2:17	0,11
2.2.2012	2:50	0,20	2.2.2012	2:50	0,19	2.2.2012	2:50	0,11
6.2.2012	2:52	0,20	3.2.2012	2:17	0,17	6.2.2012	2:52	0,11
6.2.2012	4:06	0,16	6.2.2012	2:52	0,15	3.2.2012	17:34	0,10
3.2.2012	2:17	0,15	30.1.2012	15:29	0,14	31.1.2012	4:07	0,10
3.2.2012	17:34	0,13	2.2.2012	7:37	0,13	1.2.2012	4:21	0,09
31.1.2012	4:07	0,12	31.1.2012	8:55	0,12	31.1.2012	5:40	0,09
2.2.2012	7:37	0,11	30.1.2012	14:19	0,10	30.1.2012	21:31	0,09
6.2.2012	0:26	0,11	3.2.2012	17:34	0,10	30.1.2012	23:33	0,09
5.2.2012	21:45	0,11	30.1.2012	23:29	0,09	30.1.2012	15:29	0,08
30.1.2012	14:19	0,10	31.1.2012	16:34	0,09	1.2.2012	22:13	0,08
6.2.2012	1:41	0,10	1.2.2012	16:39	0,08	1.2.2012	16:39	0,08
30.1.2012	23:33	0,10	31.1.2012	4:07	0,08	30.1.2012	14:19	0,08
4.2.2012	20:13	0,10	6.2.2012	1:41	0,08	2.2.2012	5:13	0,08
3.2.2012	0:43	0,09	30.1.2012	23:33	0,08	1.2.2012	21:10	0,08
$v_{w,95} =$		0,21	$v_{w,95} =$		0,20	$v_{w,95} =$		0,11

Tärinän spektrit

15:n voimakkaimman tärinäsignaalin keskimääräinen (pylväät) ja suurin (viiva) rakennuksen perustukseen arvioitu taajuuspainotettu taajuusjakauma tertiäkaistoittain kaikissa mittaus suunnissa.



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

Mittauspisteen kuvaus: 3-akselialinen mittaus maasta
Mittausjakso: 30.1.-6.2.2012

Suurimmat resultantit (Suositusarvo (max) 4,0 mm/s)

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
2.2.2012	2:49	0,4	0,39	0,31	0,26
3.2.2012	2:16	0,4	0,38	0,29	0,19
31.1.2012	5:40	0,4	0,33	0,34	0,18
6.2.2012	2:52	0,4	0,36	0,22	0,22
30.1.2012	15:28	0,3	0,21	0,22	0,17
3.2.2012	17:34	0,3	0,25	0,16	0,18
2.2.2012	7:36	0,2	0,17	0,17	0,13
31.1.2012	4:07	0,2	0,19	0,17	0,15
30.1.2012	14:19	0,2	0,20	0,19	0,12
6.2.2012	1:40	0,2	0,20	0,11	0,08
6.2.2012	4:05	0,2	0,20	0,10	0,07
3.2.2012	0:43	0,2	0,20	0,13	0,10
31.1.2012	4:14	0,2	0,13	0,17	0,13
31.1.2012	8:55	0,2	0,17	0,15	0,11
1.2.2012	21:17	0,2	0,16	0,11	0,07

MP 5

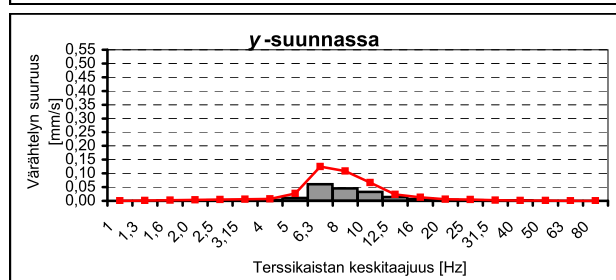
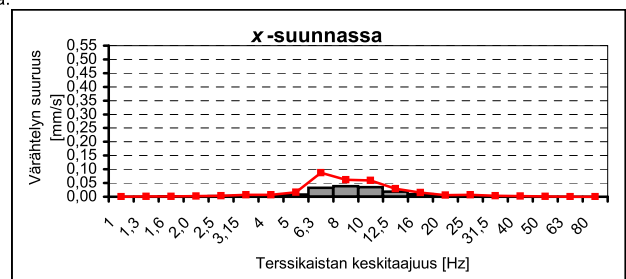
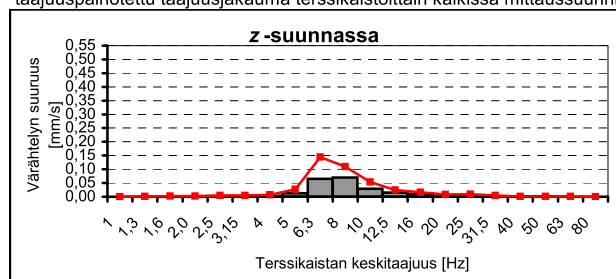
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot (Suositusarvo (max) 0,30 mm/s)

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

Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s]	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s]	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s]
		z			y			x
2.2.2012	2:49	0,16	31.1.2012	5:40	0,17	2.2.2012	2:49	0,11
31.1.2012	5:40	0,15	2.2.2012	2:49	0,12	3.2.2012	2:16	0,08
6.2.2012	2:52	0,14	3.2.2012	2:16	0,12	6.2.2012	2:52	0,07
3.2.2012	2:16	0,14	6.2.2012	2:52	0,09	3.2.2012	17:34	0,07
3.2.2012	17:34	0,10	31.1.2012	4:07	0,08	31.1.2012	5:40	0,07
6.2.2012	4:05	0,09	30.1.2012	15:28	0,08	30.1.2012	15:28	0,07
31.1.2012	4:07	0,09	30.1.2012	14:19	0,07	31.1.2012	4:07	0,07
4.2.2012	0:51	0,08	31.1.2012	4:14	0,07	1.2.2012	16:39	0,06
30.1.2012	15:28	0,08	31.1.2012	8:55	0,07	1.2.2012	22:13	0,06
6.2.2012	1:40	0,08	2.2.2012	7:36	0,06	31.1.2012	4:14	0,06
30.1.2012	14:19	0,08	3.2.2012	17:34	0,06	30.1.2012	23:32	0,05
3.2.2012	0:43	0,07	30.1.2012	18:51	0,05	30.1.2012	23:28	0,05
31.1.2012	8:55	0,07	30.1.2012	21:18	0,05	2.2.2012	7:36	0,05
2.2.2012	1:36	0,07	3.2.2012	0:43	0,05	2.2.2012	22:28	0,05
2.2.2012	7:36	0,07	1.2.2012	4:20	0,05	30.1.2012	14:19	0,05
$v_{w,95} =$		0,16	$v_{w,95} =$		0,14	$v_{w,95} =$		0,09

Tärinän spektrit

15:n voimakkaimman tärinäsignaalin keskimääräinen (pylväät) ja suurin (viiva) rakennuksen perustukseen arvioitu taajuuspainotettu taajuusjakauma tertsikaistoittain kaikissa mittaus suunnissa.



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

Mittauspisteen kuvaus: 3-akselialinen mittaus maasta

Mittausjakso: 30.1.-30.1.2012

Suurimmat resultantit

(Suositusarvo (max) 4,0 mm/s)

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
30.1.2012	14:19	0,8	0,59	0,71	0,57
30.1.2012	21:12	0,7	0,57	0,58	0,35
30.1.2012	13:56	0,6	0,28	0,51	0,46
30.1.2012	17:40	0,6	0,36	0,51	0,38
30.1.2012	14:03	0,5	0,25	0,44	0,30
30.1.2012	16:39	0,5	0,28	0,45	0,31
30.1.2012	15:29	0,5	0,40	0,44	0,39
30.1.2012	13:48	0,4	0,16	0,42	0,27
30.1.2012	15:19	0,4	0,38	0,30	0,23
30.1.2012	14:56	0,4	0,26	0,37	0,29
30.1.2012	15:57	0,4	0,28	0,35	0,25
30.1.2012	19:37	0,4	0,29	0,29	0,25
30.1.2012	18:54	0,4	0,28	0,27	0,37
30.1.2012	19:55	0,4	0,27	0,28	0,26
30.1.2012	19:22	0,4	0,32	0,32	0,28

MP 6

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

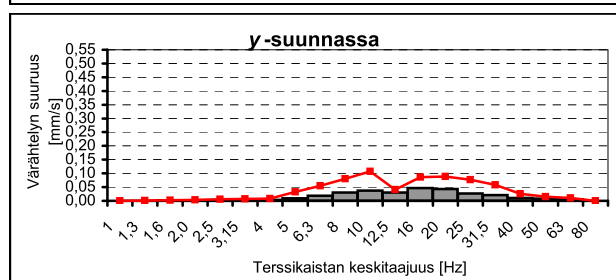
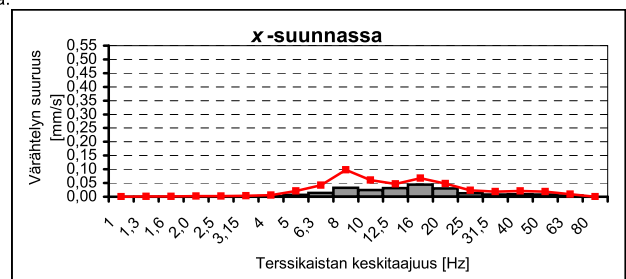
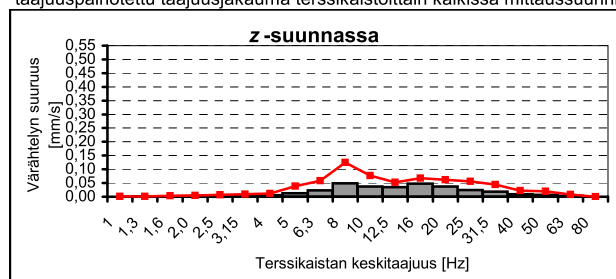
(Suositusarvo (max) 0,30 mm/s)

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

Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s]	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s]	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s]
		z			y			x
30.1.2012	14:19	0,23	30.1.2012	14:19	0,30	30.1.2012	14:19	0,20
30.1.2012	21:12	0,21	30.1.2012	21:12	0,20	30.1.2012	13:56	0,15
30.1.2012	21:31	0,16	30.1.2012	17:40	0,20	30.1.2012	21:12	0,14
30.1.2012	15:29	0,15	30.1.2012	13:56	0,18	30.1.2012	17:40	0,14
30.1.2012	17:40	0,15	30.1.2012	15:29	0,14	30.1.2012	21:31	0,13
30.1.2012	19:37	0,13	30.1.2012	14:03	0,14	30.1.2012	15:29	0,13
30.1.2012	15:19	0,12	30.1.2012	16:39	0,14	30.1.2012	14:03	0,11
30.1.2012	19:22	0,11	30.1.2012	19:37	0,13	30.1.2012	15:19	0,11
30.1.2012	16:39	0,11	30.1.2012	14:56	0,12	30.1.2012	14:56	0,11
30.1.2012	20:39	0,11	30.1.2012	21:19	0,12	30.1.2012	19:22	0,11
30.1.2012	18:54	0,11	30.1.2012	15:19	0,12	30.1.2012	16:39	0,11
30.1.2012	16:21	0,11	30.1.2012	13:48	0,12	30.1.2012	18:54	0,10
30.1.2012	18:52	0,10	30.1.2012	16:21	0,12	30.1.2012	19:55	0,10
30.1.2012	18:40	0,10	30.1.2012	18:54	0,11	30.1.2012	17:07	0,10
30.1.2012	21:02	0,10	30.1.2012	15:57	0,11	30.1.2012	15:08	0,09
$v_{w,95} =$		0,21	$v_{w,95} =$		0,24	$v_{w,95} =$		0,17

Tärinän spektrit

15:n voimakkaimman tärinäsignaalin keskimääräinen (pylväät) ja suurin (viiva) rakennuksen perustukseen arvioitu taajuuspainotettu taajuusjakauma terssikaistoittain kaikissa mittaus suunnissa.



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

Mittauspisteen kuvaus: 3-akselialinen mittaus maasta
Mittausjakso: 30.1.-6.2.2012

Suurimmat resultantit (Suositusarvo (max) 4,0 mm/s)

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
2.2.2012	2:50	0,8	0,78	0,52	0,25
30.1.2012	14:19	0,8	0,36	0,49	0,61
6.2.2012	2:52	0,6	0,61	0,46	0,25
3.2.2012	2:16	0,5	0,50	0,46	0,25
31.1.2012	5:41	0,5	0,48	0,42	0,24
2.2.2012	7:36	0,5	0,34	0,44	0,21
3.2.2012	17:34	0,4	0,44	0,31	0,16
31.1.2012	4:07	0,4	0,37	0,35	0,27
6.2.2012	4:05	0,4	0,26	0,19	0,36
31.1.2012	0:31	0,4	0,19	0,34	0,26
30.1.2012	15:29	0,4	0,34	0,32	0,20
3.2.2012	5:25	0,3	0,20	0,26	0,32
31.1.2012	0:23	0,3	0,17	0,34	0,21
3.2.2012	21:50	0,3	0,33	0,21	0,15
30.1.2012	23:29	0,3	0,24	0,30	0,28

MP 7

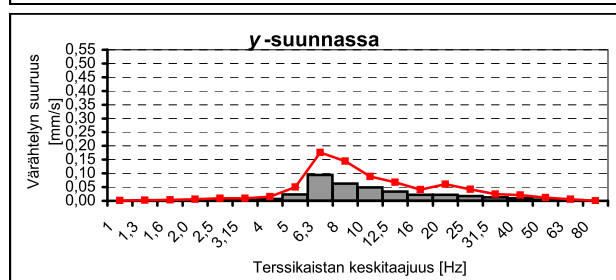
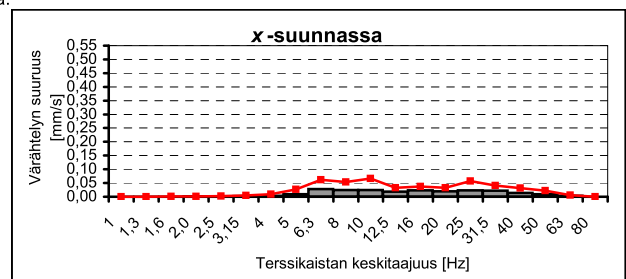
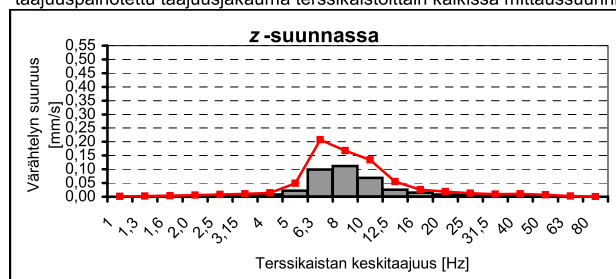
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot (Suositusarvo (max) 0,30 mm/s)

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

Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s]	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s]	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s]
		z			y			x
2.2.2012	2:50	0,30	2.2.2012	2:50	0,22	30.1.2012	14:19	0,22
6.2.2012	2:52	0,23	6.2.2012	2:52	0,20	3.2.2012	5:25	0,12
3.2.2012	17:34	0,20	3.2.2012	2:16	0,19	31.1.2012	0:31	0,11
31.1.2012	5:41	0,20	31.1.2012	5:41	0,18	6.2.2012	4:05	0,11
3.2.2012	2:16	0,20	2.2.2012	7:36	0,18	5.2.2012	11:06	0,11
31.1.2012	4:07	0,18	31.1.2012	4:07	0,16	2.2.2012	23:34	0,11
2.2.2012	7:36	0,15	30.1.2012	14:19	0,16	31.1.2012	5:41	0,11
30.1.2012	15:29	0,14	30.1.2012	21:30	0,12	30.1.2012	23:29	0,10
30.1.2012	14:19	0,14	31.1.2012	0:23	0,12	2.2.2012	2:50	0,10
4.2.2012	20:13	0,13	3.2.2012	17:34	0,11	1.2.2012	17:38	0,10
31.1.2012	8:55	0,12	30.1.2012	23:33	0,11	3.2.2012	2:16	0,09
30.1.2012	21:30	0,12	31.1.2012	0:31	0,11	31.1.2012	4:07	0,09
3.2.2012	21:50	0,12	30.1.2012	15:29	0,10	3.2.2012	16:18	0,09
31.1.2012	23:12	0,12	30.1.2012	23:29	0,10	3.2.2012	7:43	0,09
6.2.2012	1:40	0,12	30.1.2012	21:18	0,10	30.1.2012	19:37	0,09
$v_{w,95} =$		0,26	$v_{w,95} =$		0,22	$v_{w,95} =$		0,17

Tärinän spektrit

15:n voimakkaimman tärinäsignaalin keskimääräinen (pylväät) ja suurin (viiva) rakennuksen perustukseen arvioitu taajuuspainotettu taajuusjakauma tertiäkaistoittain kaikissa mittaus suunnissa.



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

Mittauspisteen kuvaus: 3-akselialinen mittaus maasta
Mittausjakso: 30.1.-6.2.2012

Suurimmat resultantit (Suositusarvo (max) 4,0 mm/s)

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
2.2.2012	2:50	0,8	0,78	0,39	0,46
6.2.2012	2:52	0,7	0,66	0,25	0,24
3.2.2012	2:17	0,7	0,69	0,33	0,27
31.1.2012	5:41	0,6	0,57	0,31	0,25
2.2.2012	7:37	0,5	0,49	0,29	0,17
3.2.2012	17:35	0,5	0,46	0,29	0,21
31.1.2012	4:07	0,4	0,43	0,29	0,19
6.2.2012	1:41	0,4	0,43	0,16	0,16
30.1.2012	14:19	0,4	0,40	0,26	0,24
30.1.2012	15:29	0,4	0,41	0,24	0,20
3.2.2012	21:50	0,4	0,40	0,21	0,15
31.1.2012	23:13	0,3	0,32	0,19	0,14
1.2.2012	22:13	0,3	0,31	0,17	0,18
3.2.2012	23:33	0,3	0,31	0,12	0,11
31.1.2012	8:56	0,3	0,30	0,19	0,16

MP 8

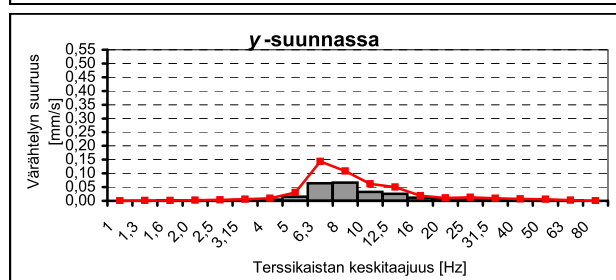
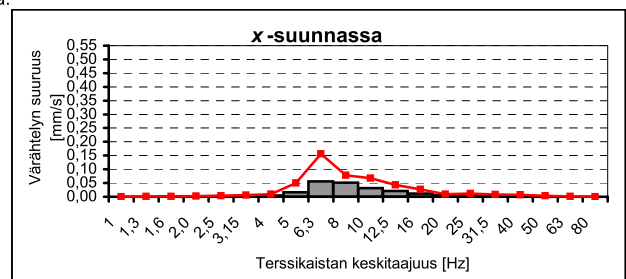
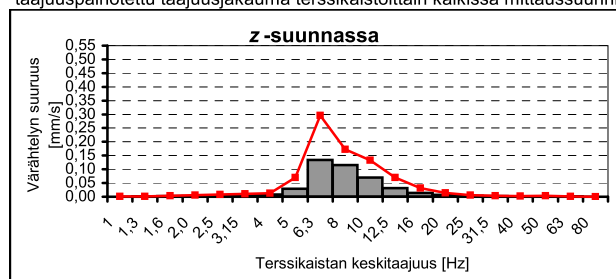
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot (Suositusarvo (max) 0,30 mm/s)

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

Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s]	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s]	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s]
		z			y			x
2.2.2012	2:50	0,33	2.2.2012	2:50	0,16	2.2.2012	2:50	0,18
6.2.2012	2:52	0,28	31.1.2012	5:41	0,13	31.1.2012	5:41	0,11
3.2.2012	2:17	0,25	3.2.2012	2:17	0,13	3.2.2012	2:17	0,09
31.1.2012	5:41	0,23	3.2.2012	17:35	0,12	30.1.2012	14:19	0,09
2.2.2012	7:37	0,21	31.1.2012	4:07	0,12	6.2.2012	2:52	0,09
31.1.2012	4:07	0,18	2.2.2012	7:37	0,12	30.1.2012	15:29	0,08
3.2.2012	17:35	0,18	6.2.2012	2:52	0,11	4.2.2012	20:13	0,08
6.2.2012	1:41	0,17	30.1.2012	15:29	0,09	31.1.2012	4:07	0,08
30.1.2012	14:19	0,17	30.1.2012	14:19	0,09	1.2.2012	16:39	0,08
30.1.2012	15:29	0,15	3.2.2012	21:50	0,08	3.2.2012	17:35	0,07
2.2.2012	20:52	0,15	30.1.2012	21:31	0,08	30.1.2012	23:29	0,07
3.2.2012	21:50	0,15	31.1.2012	23:13	0,08	31.1.2012	8:56	0,07
30.1.2012	21:31	0,13	31.1.2012	4:15	0,08	3.2.2012	0:00	0,07
5.2.2012	21:45	0,13	1.2.2012	1:04	0,08	30.1.2012	23:33	0,06
4.2.2012	4:10	0,13	31.1.2012	8:56	0,07	6.2.2012	1:41	0,06
$v_{w,95} =$		0,30	$v_{w,95} =$		0,15	$v_{w,95} =$		0,14

Tärinän spektrit

15:n voimakkaimman tärinäsignaalin keskimääräinen (pylväät) ja suurin (viiva) rakennuksen perustukseen arvioitu taajuuspainotettu taajuusjakauma tertiäkaistoittain kaikissa mittaus suunnissa.



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

Mittauspisteen kuvaus: 3-akselialinen mittaus maasta
Mittausjakso: 30.1.-6.2.2012

Suurimmat resultantit (Suositussarvo (max) 4,0 mm/s)

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

Pvm	Klo	Resultantti [mm/s]	Nopeuden maksimi [mm/s]		
			z	y	x
31.1.2012	5:42	1,5	1,02	1,42	0,56
3.2.2012	2:18	1,4	1,35	1,06	0,82
2.2.2012	2:52	1,2	1,16	0,97	0,93
31.1.2012	4:09	1,2	0,80	1,00	0,68
6.2.2012	2:54	1,0	0,95	0,85	0,71
2.2.2012	7:39	1,0	0,86	0,91	0,45
30.1.2012	23:34	1,0	0,76	0,76	0,42
30.1.2012	15:31	0,9	0,76	0,86	0,79
3.2.2012	17:36	0,9	0,77	0,70	0,73
30.1.2012	21:32	0,8	0,60	0,81	0,60
1.2.2012	22:15	0,8	0,70	0,55	0,47
1.2.2012	4:22	0,8	0,60	0,60	0,51
1.2.2012	16:41	0,8	0,72	0,56	0,56
31.1.2012	22:16	0,8	0,66	0,46	0,50
3.2.2012	23:34	0,8	0,74	0,44	0,42

MP 9

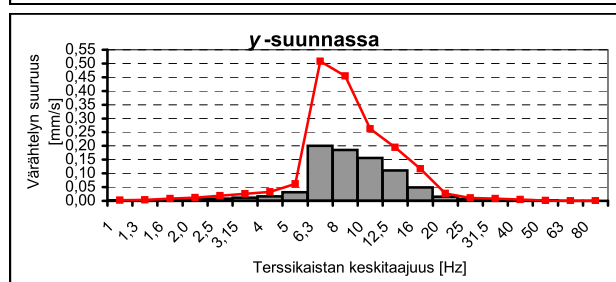
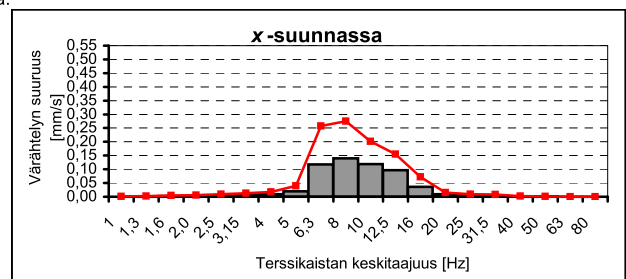
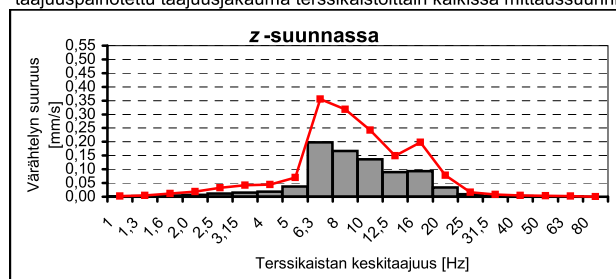
Tunnusluvun laskuissa käytetyt $v_{w,max}$ -arvot (Suositussarvo (max) 0,30 mm/s)

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

Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s]	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s]	Pvm	Klo	$v_{w,max}$ [mm/s]
		z			y			x
3.2.2012	2:18	0,49	31.1.2012	5:42	0,60	2.2.2012	2:52	0,34
31.1.2012	5:42	0,46	31.1.2012	4:09	0,48	3.2.2012	2:18	0,31
2.2.2012	2:52	0,44	3.2.2012	2:18	0,43	31.1.2012	4:09	0,31
6.2.2012	2:54	0,38	2.2.2012	7:39	0,36	30.1.2012	21:32	0,27
2.2.2012	7:39	0,37	4.2.2012	4:11	0,36	30.1.2012	15:31	0,27
31.1.2012	4:09	0,37	6.2.2012	2:54	0,34	6.2.2012	2:54	0,26
31.1.2012	8:57	0,29	2.2.2012	2:52	0,33	3.2.2012	17:36	0,25
3.2.2012	16:20	0,29	3.2.2012	17:36	0,28	31.1.2012	5:42	0,25
30.1.2012	23:34	0,29	30.1.2012	21:32	0,28	1.2.2012	16:41	0,24
3.2.2012	23:34	0,28	30.1.2012	15:31	0,27	31.1.2012	4:17	0,22
1.2.2012	16:41	0,28	31.1.2012	8:57	0,27	2.2.2012	23:13	0,21
2.2.2012	10:58	0,27	30.1.2012	23:34	0,26	2.2.2012	7:39	0,20
3.2.2012	17:36	0,26	2.2.2012	10:58	0,25	2.2.2012	10:58	0,19
1.2.2012	4:22	0,25	3.2.2012	0:45	0,24	31.1.2012	8:57	0,18
30.1.2012	21:32	0,25	1.2.2012	16:41	0,24	31.1.2012	14:25	0,18
$v_{w,95} =$		0,48	$v_{w,95} =$		0,52	$v_{w,95} =$		0,33

Tärinän spektrit

15:n voimakkaimman tärinäsignaalin keskimääräinen (pylväät) ja suurin (viiva) rakennuksen perustukseen arvioitu taajuuspainotettu taajuusjakauma tersedistaistoin kaikissa mittaus suunnissa.



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

Mittauspisteen kuvaus: 3-aksaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 30.1.-6.2.2012

MP 1

Arvioidut runkomelutasot

Suurimmista tärinätapauhtumista VTT:n ohjeen mukaiset
runkomelun arviointitulokset:

Pvm	Klo	L_{ASmax} z [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} y [dB]	Pvm	Klo	L_{ASmax} x [dB]
3.2.2012	21:50	41	30.1.2012	14:19	45	30.1.2012	14:19	43
2.2.2012	23:34	41	30.1.2012	21:11	45	3.2.2012	21:50	43
3.2.2012	5:25	39	30.1.2012	23:28	45	2.2.2012	23:34	42
31.1.2012	4:07	39	6.2.2012	4:06	43	30.1.2012	21:11	40
1.2.2012	17:38	39	30.1.2012	19:37	42	30.1.2012	23:28	40
6.2.2012	4:06	39	1.2.2012	7:37	41	31.1.2012	4:07	40
30.1.2012	23:28	38	1.2.2012	17:38	40	6.2.2012	4:06	40
1.2.2012	7:37	38	30.1.2012	21:30	40	3.2.2012	5:25	40
30.1.2012	21:11	38	2.2.2012	23:34	39	1.2.2012	10:24	39
5.2.2012	21:45	38	3.2.2012	5:25	39	2.2.2012	10:56	39
1.2.2012	10:24	37	30.1.2012	18:40	38	31.1.2012	15:22	39
5.2.2012	11:06	37	3.2.2012	21:50	38	2.2.2012	7:36	38
2.2.2012	10:56	37	1.2.2012	10:24	38	1.2.2012	17:38	38
31.1.2012	5:40	37	31.1.2012	15:22	37	1.2.2012	7:37	38
6.2.2012	0:51	37	30.1.2012	13:25	37	31.1.2012	5:40	38
$L_{prm} = 40$			$L_{prm} = 46$			$L_{prm} = 43$		

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	☒
Ylemmät kerrokset	-1 dB/kerros	-	☐
Rakenneosien resonanssi			
Lattia, seinät, katto	6 dB		☒
Muunto äänenpainetasoksi			
vakio	-28 dB		☒
Varmuusvara*			
vakio (maa)	6 dB		☒

* Sovellettu VTT:n ohjeesta.

Varmuusvarana käytetään + 6 dB mitattaessa värähtelyä maasta

Varmuusvarana käytetään + 3 dB mitattaessa värähtelyä valmiin rakennuksen kantavasta rakenteesta tai vastaavasta rakennuksesta

Varmuusvarana käytetään + 0 dB mitattaessa värähtelyä valmiin rakennuksen lattialta

Mittauspisteen kuvaus: 3-aksaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 30.1.-6.2.2012

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]
31.1.2012	5:41	36	6.2.2012	4:06	42	30.1.2012	23:29	38
30.1.2012	23:29	36	31.1.2012	4:08	42	31.1.2012	5:41	38
31.1.2012	4:08	34	30.1.2012	19:37	40	31.1.2012	21:24	37
31.1.2012	14:24	34	30.1.2012	23:29	40	31.1.2012	4:08	36
31.1.2012	21:24	34	31.1.2012	5:41	40	30.1.2012	19:37	36
6.2.2012	4:06	33	31.1.2012	21:24	38	2.2.2012	10:56	36
2.2.2012	10:56	33	30.1.2012	21:31	38	31.1.2012	14:24	35
3.2.2012	21:50	33	31.1.2012	14:24	37	30.1.2012	21:31	35
1.2.2012	1:12	32	3.2.2012	21:50	37	3.2.2012	21:50	35
30.1.2012	19:37	32	1.2.2012	1:12	36	6.2.2012	4:06	34
30.1.2012	21:31	31	2.2.2012	22:28	35	1.2.2012	1:12	34
2.2.2012	7:37	31	4.2.2012	20:13	35	30.1.2012	14:20	33
4.2.2012	20:13	30	2.2.2012	10:56	34	2.2.2012	7:37	33
2.2.2012	22:28	30	6.2.2012	1:41	34	31.1.2012	0:32	32
31.1.2012	0:32	30	1.2.2012	0:26	34	4.2.2012	20:13	32
		$L_{prm} = 36$			$L_{prm} = 43$			$L_{prm} = 38$

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	☒
Ylemmät kerrokset	-1 dB/kerros	-	☐
Rakenneosien resonanssi			
Lattia, seinät, katto	6 dB		☒
Muunto äänenpainetasoksi			
vakio	-28 dB		☒
Varmuusvara*			
vakio (maa)	6 dB		☒

* Sovellettu VTT:n ohjeesta.

Varmuusvarana käytetään + 6 dB mitattaessa värähtelyä maasta

Varmuusvarana käytetään + 3 dB mitattaessa värähtelyä valmiin rakennuksen kantavasta rakenteesta tai vastaavasta rakennuksesta

Varmuusvarana käytetään + 0 dB mitattaessa värähtelyä valmiin rakennuksen lattialta

Mittauspisteen kuvaus: 3-akσιαallinen mittaus maasta
Mittausjakso: 30.1.-6.2.2012

MP 3

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]
2.2.2012	23:35	46	30.1.2012	14:20	58	30.1.2012	14:20	52
3.2.2012	5:26	46	30.1.2012	23:30	57	5.2.2012	19:43	51
5.2.2012	19:43	46	30.1.2012	16:05	55	30.1.2012	23:30	51
6.2.2012	8:46	45	30.1.2012	13:26	55	6.2.2012	8:46	50
2.2.2012	21:39	45	30.1.2012	15:57	55	30.1.2012	13:26	50
30.1.2012	23:30	45	3.2.2012	7:44	53	3.2.2012	7:44	49
3.2.2012	21:51	45	30.1.2012	16:39	53	3.2.2012	5:26	49
3.2.2012	7:44	45	5.2.2012	19:43	53	30.1.2012	14:03	48
1.2.2012	3:26	44	30.1.2012	15:08	53	2.2.2012	23:35	48
6.2.2012	4:07	44	30.1.2012	17:07	53	30.1.2012	13:57	48
2.2.2012	22:29	43	6.2.2012	8:46	52	30.1.2012	16:39	48
1.2.2012	17:39	43	3.2.2012	5:26	52	2.2.2012	21:39	48
1.2.2012	7:38	43	3.2.2012	21:51	52	3.2.2012	16:19	48
5.2.2012	21:46	43	2.2.2012	23:35	52	1.2.2012	17:39	47
3.2.2012	16:19	42	30.1.2012	16:56	52	30.1.2012	15:57	47
$L_{prm} =$		46	$L_{prm} =$		57	$L_{prm} =$		52

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	☒
Ylemmät kerrokset	-1 dB/kerros	-	☐
Rakenneosien resonanssi			
Lattia, seinät, katto	6 dB		☒
Muunto äänenpainetasoksi			
vakio	-28 dB		☒
Varmuusvara*			
vakio (maa)	6 dB		☒

* Sovellettu VTT:n ohjeesta.

Varmuusvarana käytetään + 6 dB mitattaessa värähtelyä maasta

Varmuusvarana käytetään + 3 dB mitattaessa värähtelyä valmiin rakennuksen kantavasta rakenteesta tai vastaavasta rakennuksesta

Varmuusvarana käytetään + 0 dB mitattaessa värähtelyä valmiin rakennuksen lattialta

Mittauspisteen kuvaus: 3-akiaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 30.1.-6.2.2012

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]
30.1.2012	23:29	38	30.1.2012	23:29	38	30.1.2012	23:29	35
6.2.2012	4:06	37	30.1.2012	21:11	37	30.1.2012	21:11	34
31.1.2012	4:07	37	2.2.2012	23:34	35	6.2.2012	11:53	31
2.2.2012	6:09	34	6.2.2012	11:53	34	31.1.2012	4:07	30
5.2.2012	21:45	33	31.1.2012	4:07	32	6.2.2012	4:06	29
30.1.2012	21:11	32	6.2.2012	4:06	30	2.2.2012	23:34	28
2.2.2012	23:34	32	2.2.2012	6:09	29	30.1.2012	21:31	26
6.2.2012	11:53	31	3.2.2012	0:43	29	5.2.2012	21:45	26
3.2.2012	0:43	31	30.1.2012	21:31	28	2.2.2012	6:09	25
2.2.2012	14:20	30	4.2.2012	0:52	28	4.2.2012	0:52	24
4.2.2012	0:52	29	3.2.2012	14:47	27	4.2.2012	23:55	23
31.1.2012	15:55	29	30.1.2012	22:34	27	1.2.2012	6:20	23
3.2.2012	14:47	28	31.1.2012	0:23	26	1.2.2012	8:24	23
31.1.2012	14:59	28	5.2.2012	21:45	26	3.2.2012	14:47	23
1.2.2012	4:32	28	2.2.2012	23:34	26	31.1.2012	14:59	22
$L_{prm} =$		39	$L_{prm} =$		39	$L_{prm} =$		36

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	☒
Ylemmät kerrokset	-1 dB/kerros	-	☐
Rakenneosien resonanssi			
Lattia, seinät, katto	6 dB		☒
Muunto äänenpainetasoksi			
vakio	-28 dB		☒
Varmuusvara*			
vakio (maa)	6 dB		☒

* Sovellettu VTT:n ohjeesta.

Varmuusvarana käytetään + 6 dB mitattaessa värähtelyä maasta

Varmuusvarana käytetään + 3 dB mitattaessa värähtelyä valmiin rakennuksen kantavasta rakenteesta tai vastaavasta rakennuksesta

Varmuusvarana käytetään + 0 dB mitattaessa värähtelyä valmiin rakennuksen lattialta

Mittauspisteen kuvaus: 3-aksaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 30.1.-6.2.2012

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]
6.2.2012	4:05	32	30.1.2012	23:28	32	6.2.2012	4:05	38
30.1.2012	23:28	30	30.1.2012	14:19	29	4.2.2012	22:48	34
4.2.2012	22:48	28	6.2.2012	4:05	28	30.1.2012	23:28	32
1.2.2012	10:24	28	31.1.2012	21:04	28	4.2.2012	5:19	31
31.1.2012	14:23	28	31.1.2012	4:07	27	6.2.2012	0:25	31
31.1.2012	21:04	26	1.2.2012	10:24	27	5.2.2012	21:45	30
6.2.2012	0:25	25	4.2.2012	22:48	27	4.2.2012	0:51	29
5.2.2012	21:26	25	30.1.2012	21:30	27	5.2.2012	21:26	29
5.2.2012	21:45	25	31.1.2012	14:23	26	4.2.2012	20:12	29
4.2.2012	5:19	25	4.2.2012	0:51	26	6.2.2012	1:40	29
1.2.2012	21:17	25	31.1.2012	5:40	26	31.1.2012	14:23	28
31.1.2012	5:40	24	4.2.2012	5:19	25	3.2.2012	23:04	27
31.1.2012	4:07	24	30.1.2012	18:39	25	2.2.2012	22:28	27
6.2.2012	1:40	24	4.2.2012	20:12	24	3.2.2012	21:49	26
4.2.2012	0:51	24	3.2.2012	21:49	24	31.1.2012	4:07	26
$L_{prm} =$		31	$L_{prm} =$		30	$L_{prm} =$		36

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	☒
Ylemmät kerrokset	-1 dB/kerros	-	☐
Rakenneosien resonanssi			
Lattia, seinät, katto	6 dB		☒
Muunto äänenpainetasoksi			
vakio	-28 dB		☒
Varmuusvara*			
vakio (maa)	6 dB		☒

* Sovellettu VTT:n ohjeesta.

Varmuusvarana käytetään + 6 dB mitattaessa värähtelyä maasta

Varmuusvarana käytetään + 3 dB mitattaessa värähtelyä valmiin rakennuksen kantavasta rakenteesta tai vastaavasta rakennuksesta

Varmuusvarana käytetään + 0 dB mitattaessa värähtelyä valmiin rakennuksen lattialta

Mittauspisteen kuvaus: 3-akselialinen mittaus maasta
Mittausjakso: 30.1.-30.1.2012

MP 6

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]
30.1.2012	21:12	47	30.1.2012	14:19	53	30.1.2012	14:19	52
30.1.2012	14:19	44	30.1.2012	13:56	52	30.1.2012	13:56	51
30.1.2012	17:40	42	30.1.2012	21:12	50	30.1.2012	21:12	49
30.1.2012	15:57	40	30.1.2012	14:03	49	30.1.2012	14:03	47
30.1.2012	19:37	40	30.1.2012	17:40	48	30.1.2012	14:56	47
30.1.2012	16:39	39	30.1.2012	15:57	47	30.1.2012	15:57	47
30.1.2012	18:54	39	30.1.2012	14:56	47	30.1.2012	17:40	46
30.1.2012	13:56	39	30.1.2012	13:48	46	30.1.2012	13:48	46
30.1.2012	15:08	39	30.1.2012	15:08	46	30.1.2012	15:08	45
30.1.2012	21:01	38	30.1.2012	16:39	45	30.1.2012	16:39	45
30.1.2012	21:31	38	30.1.2012	19:37	44	30.1.2012	19:37	43
30.1.2012	14:03	38	30.1.2012	18:54	44	30.1.2012	18:54	43
30.1.2012	14:56	38	30.1.2012	17:27	43	30.1.2012	17:27	42
30.1.2012	17:27	37	30.1.2012	15:03	42	30.1.2012	21:31	42
30.1.2012	16:56	37	30.1.2012	16:56	42	30.1.2012	17:57	42
		$L_{prm} = 46$			$L_{prm} = 54$			$L_{prm} = 53$

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		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 (maa)	6 dB		x

* Sovellettu VTT:n ohjeesta.

Varmuusvarana käytetään + 6 dB mitattaessa värähtelyä maasta

Varmuusvarana käytetään + 3 dB mitattaessa värähtelyä valmiin rakennuksen kantavasta rakenteesta tai vastaavasta rakennuksesta

Varmuusvarana käytetään + 0 dB mitattaessa värähtelyä valmiin rakennuksen lattialta

Mittauspisteen kuvaus: 3-akiaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 30.1.-6.2.2012

MP 7

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]
6.2.2012	4:05	43	30.1.2012	14:19	46	30.1.2012	14:19	46
3.2.2012	21:50	41	30.1.2012	23:29	41	3.2.2012	5:25	42
2.2.2012	23:34	40	3.2.2012	7:43	40	6.2.2012	8:44	40
3.2.2012	7:43	39	1.2.2012	17:38	40	5.2.2012	19:42	40
2.2.2012	21:38	39	1.2.2012	7:37	39	30.1.2012	23:29	40
30.1.2012	14:19	39	5.2.2012	19:42	39	3.2.2012	7:43	40
3.2.2012	5:25	39	3.2.2012	5:25	39	2.2.2012	23:34	39
6.2.2012	1:40	38	6.2.2012	8:44	39	1.2.2012	17:38	39
1.2.2012	17:38	38	2.2.2012	23:34	38	6.2.2012	4:05	38
5.2.2012	19:42	38	30.1.2012	17:39	38	1.2.2012	7:37	38
6.2.2012	8:44	38	6.2.2012	4:05	37	30.1.2012	19:37	37
1.2.2012	7:37	38	30.1.2012	16:38	37	3.2.2012	16:18	37
1.2.2012	10:24	37	31.1.2012	5:41	37	30.1.2012	17:39	37
6.2.2012	0:50	37	30.1.2012	19:37	36	30.1.2012	21:11	37
3.2.2012	16:18	37	30.1.2012	21:11	36	30.1.2012	16:38	37
$L_{prm} =$		42	$L_{prm} =$		44	$L_{prm} =$		44

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	☒
Ylemmät kerrokset	-1 dB/kerros	-	☐
Rakenneosien resonanssi			
Lattia, seinät, katto	6 dB		☒
Muunto äänenpainetasoksi			
vakio	-28 dB		☒
Varmuusvara*			
vakio (maa)	6 dB		☒

* Sovellettu VTT:n ohjeesta.

Varmuusvarana käytetään + 6 dB mitattaessa värähtelyä maasta

Varmuusvarana käytetään + 3 dB mitattaessa värähtelyä valmiin rakennuksen kantavasta rakenteesta tai vastaavasta rakennuksesta

Varmuusvarana käytetään + 0 dB mitattaessa värähtelyä valmiin rakennuksen lattialta

Mittauspisteen kuvaus: 3-aksaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 30.1.-6.2.2012

MP 8

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]
31.1.2012	4:07	46	31.1.2012	4:07	45	31.1.2012	4:07	45
31.1.2012	5:41	44	3.2.2012	21:50	45	31.1.2012	5:41	43
31.1.2012	23:30	44	6.2.2012	4:06	44	30.1.2012	23:29	42
3.2.2012	21:50	42	31.1.2012	5:41	44	3.2.2012	21:50	41
30.1.2012	23:29	42	1.2.2012	21:18	43	31.1.2012	23:30	41
1.2.2012	21:18	42	31.1.2012	23:30	42	6.2.2012	4:06	40
31.1.2012	21:24	41	31.1.2012	21:24	42	1.2.2012	21:18	40
6.2.2012	4:06	41	30.1.2012	23:29	42	31.1.2012	21:24	39
2.2.2012	20:52	39	2.2.2012	20:52	40	2.2.2012	20:52	37
3.2.2012	0:55	39	4.2.2012	22:48	40	2.2.2012	7:37	36
2.2.2012	7:37	38	2.2.2012	7:37	40	3.2.2012	0:55	36
1.2.2012	1:04	38	3.2.2012	0:55	40	30.1.2012	21:31	36
31.1.2012	14:23	38	2.2.2012	16:57	40	31.1.2012	0:32	36
2.2.2012	16:57	37	3.2.2012	0:44	39	2.2.2012	16:57	36
3.2.2012	0:44	37	4.2.2012	20:13	38	31.1.2012	14:23	36
$L_{prm} =$		46	$L_{prm} =$		45	$L_{prm} =$		45

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	☒
Ylemmät kerrokset	-1 dB/kerros	-	☐
Rakenneosien resonanssi			
Lattia, seinät, katto	6 dB		☒
Muunto äänenpainetasoksi			
vakio	-28 dB		☒
Varmuusvara*			
vakio (maa)	6 dB		☒

* Sovellettu VTT:n ohjeesta.

Varmuusvarana käytetään + 6 dB mitattaessa värähtelyä maasta

Varmuusvarana käytetään + 3 dB mitattaessa värähtelyä valmiin rakennuksen kantavasta rakenteesta tai vastaavasta rakennuksesta

Varmuusvarana käytetään + 0 dB mitattaessa värähtelyä valmiin rakennuksen lattialta

Mittauspisteen kuvaus: 3-aksaalinen mittaus maasta
Mittausjakso: 30.1.-6.2.2012

MP 9

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]
3.2.2012	7:45	34	5.2.2012	11:08	30	5.2.2012	11:08	27
5.2.2012	19:44	33	3.2.2012	5:27	29	3.2.2012	7:45	25
3.2.2012	5:27	33	3.2.2012	16:20	28	5.2.2012	19:44	25
1.2.2012	10:26	33	5.2.2012	19:44	28	3.2.2012	16:20	25
3.2.2012	16:20	32	6.2.2012	4:07	28	6.2.2012	4:07	25
5.2.2012	11:08	32	3.2.2012	7:45	27	3.2.2012	5:27	25
6.2.2012	4:07	30	31.1.2012	5:42	26	31.1.2012	5:42	24
30.1.2012	23:31	30	30.1.2012	23:31	25	30.1.2012	19:38	24
31.1.2012	5:42	30	30.1.2012	19:38	25	1.2.2012	10:26	24
30.1.2012	19:38	30	1.2.2012	10:26	25	30.1.2012	23:31	24
31.1.2012	14:25	30	31.1.2012	14:25	25	31.1.2012	21:06	23
2.2.2012	7:39	28	31.1.2012	21:06	24	31.1.2012	14:25	22
3.2.2012	16:38	28	1.2.2012	21:20	23	3.2.2012	16:38	22
3.2.2012	23:58	28	2.2.2012	7:39	23	30.1.2012	18:41	22
3.2.2012	0:45	27	31.1.2012	4:09	23	2.2.2012	7:39	21
$L_{prm} =$		34	$L_{prm} =$		30	$L_{prm} =$		27

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	☒
Ylemmät kerrokset	-1 dB/kerros	-	☐
Rakenneosien resonanssi			
Lattia, seinät, katto	6 dB		☒
Muunto äänenpainetasoksi			
vakio	-28 dB		☒
Varmuusvara*			
vakio (maa)	6 dB		☒

* Sovellettu VTT:n ohjeesta.

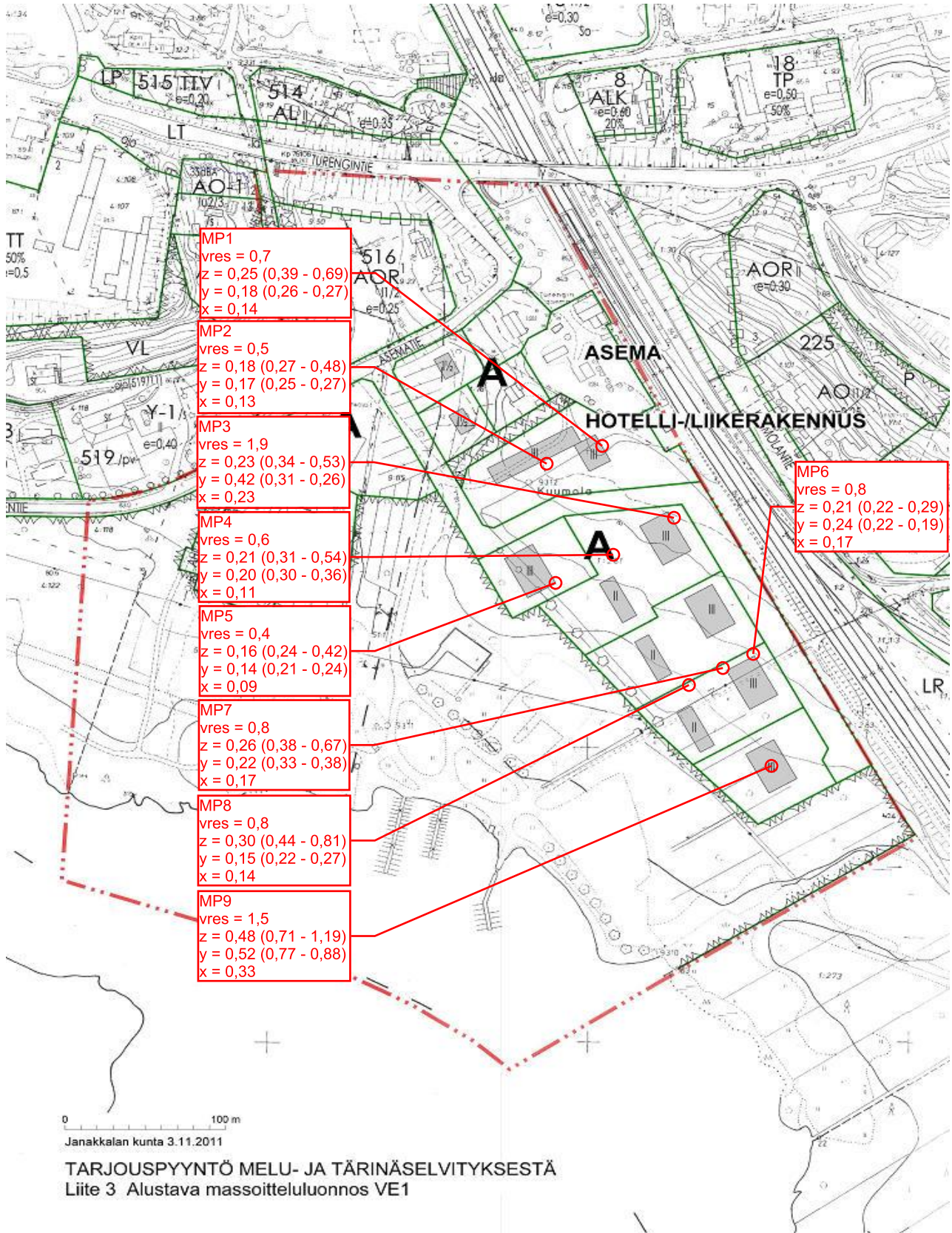
Varmuusvarana käytetään + 6 dB mitattaessa värähtelyä maasta

Varmuusvarana käytetään + 3 dB mitattaessa värähtelyä valmiin rakennuksen kantavasta rakenteesta tai vastaavasta rakennuksesta

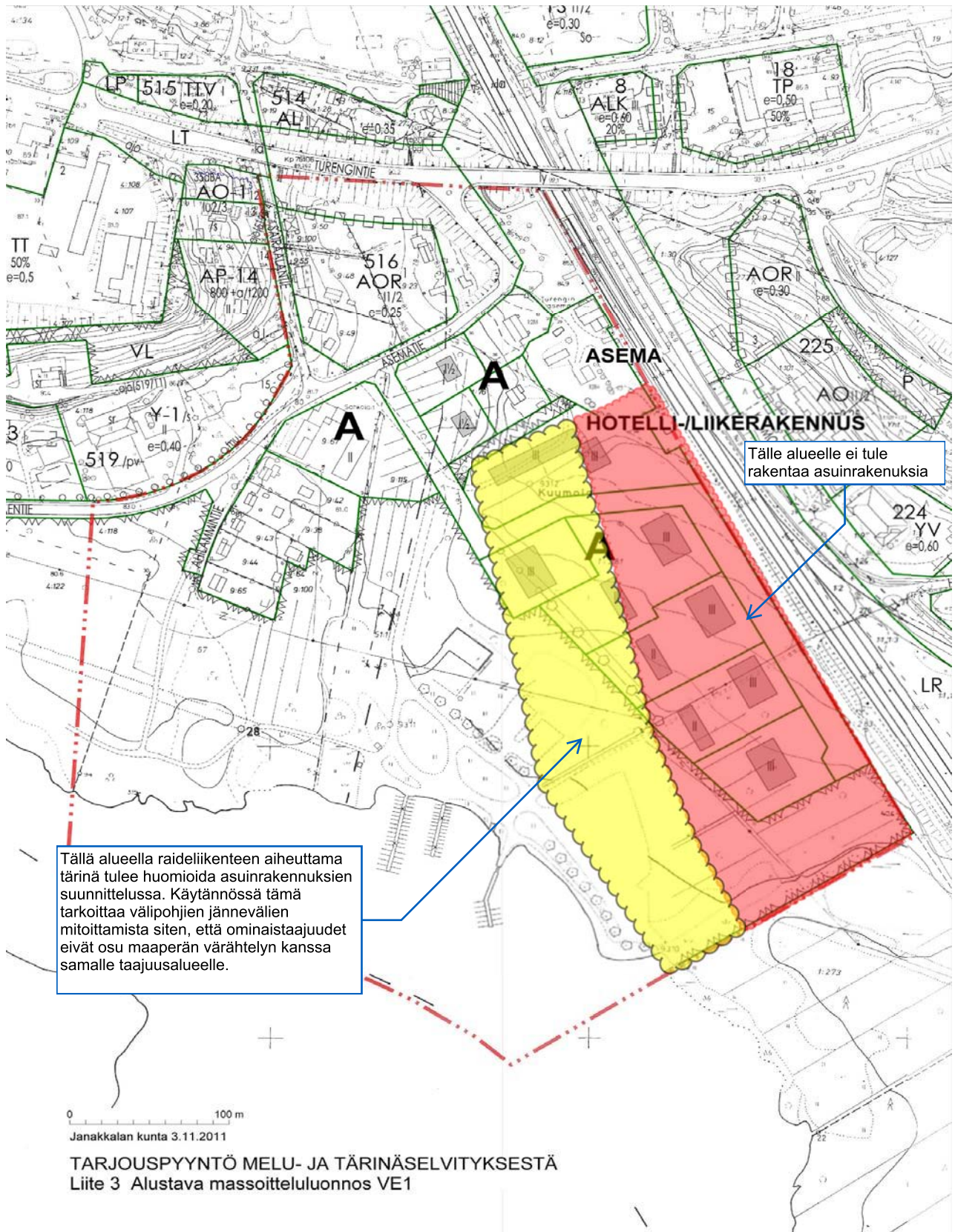
Varmuusvarana käytetään + 0 dB mitattaessa värähtelyä valmiin rakennuksen lattialta

Mittaustulokset

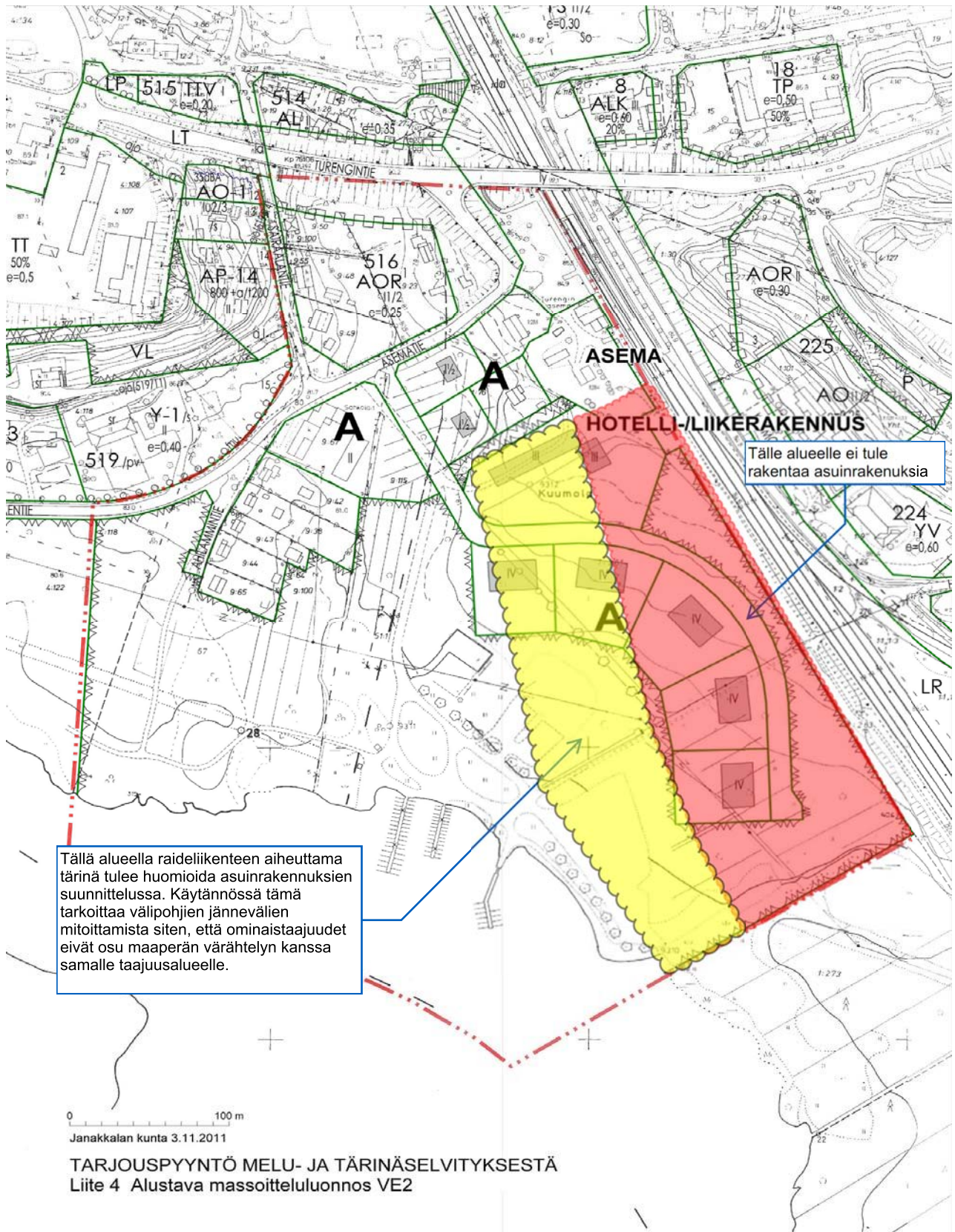
Mittaustuloksena on ilmoitettu värähtelynopeuden resultantin suurin arvo vres (vaurioitumisriski) sekä tunnusluku vw,95 (z-, y- ja x-suunnissa), jota suositellaan käytettäväksi maankäytön suunnittelussa. VTT:n suosituksen mukaan uusilla asuinalueilla normaaleille asuinrakennuksille on pyrittävä siihen, ettei tunnusluku ylitä arvoa 0,30 mm/s. Suluissa on esitetty VTT:n lattian (z-suunta) ja rungon (vaakasunta) värähtelyn yleiseen voimistumiseen ja resonanssitarkasteluun perustuvan arviontimenetelmän tulokset (yleinen voimistuminen - resonanssitarkastelu). Resonanssitarkastelun tulokset ovat rakenneriippuvaisia, jotka voidaan välttää asianmukaisella rakennesuunnittelulla.



Tärinän vaikutusalueet



Tärinän vaikutusalueet



Junatiedot

Tässä liitteessä on esitetty VR Oy:ltä (Martta Peltola) saadut junatiedot Turengin rataosuudelta.

Aikavälillä 30.1.-6.2.2012 kulkeneet yli 1000 tonnin painoiset junat (arvioitu ohitusaika 5 minuutin tarkkuudella Mäntyläntien kohdalla)

pvm	klo	juna	veturi	ton	pituus	aks	suunta
30.1.2012	1:25	3601	1 SR1	1045	595	110	Tampere
30.1.2012	1:50	2052	1 SR1	1990	416	110	Tampere
30.1.2012	14:20	2036	1 SR1	1991	426	108	Tampere
30.1.2012	15:30	3001	1 SR1	1241	446	148	Riihimäki
30.1.2012	19:35	56789	1 SR1	1351	400	66	Tampere
30.1.2012	21:15	3634	1 SR1	1739	505	96	Riihimäki
30.1.2012	21:30	2050	1 SR1	1844	414	92	Tampere
30.1.2012	23:30	3640	3 DV12	2452	347	112	Riihimäki
31.1.2012	4:10	3605	1 SR2	1922	397	88	Tampere
31.1.2012	5:40	3631	2 DV12	1158	272	76	Tampere
31.1.2012	21:05	3640	3 DV12	1046	162	48	Riihimäki
31.1.2012	21:25	2050	1 SR1	1900	432	96	Tampere
31.1.2012	23:10	3004	1 SR1	1693	326	108	Tampere
31.1.2012	23:15	3097	1 SR2	1561	580	112	Riihimäki
31.1.2012	23:20	3608	1 SR1	1737	512	96	Riihimäki
31.1.2012	23:30	3634	1 SR1	1581	478	88	Riihimäki
1.2.2012	0:25	3628	1 SR1	1740	577	96	Riihimäki
1.2.2012	1:15	3621	1 SR2	1166	706	128	Tampere
1.2.2012	1:55	3601	1 SR1	1406	679	128	Tampere
1.2.2012	2:25	3091	1 SR2	1386	694	122	Riihimäki
1.2.2012	4:10	3200	1 SR1	1342	408	76	Riihimäki
1.2.2012	4:40	5006	1 SR1	1727	534	82	Riihimäki
1.2.2012	6:20	3021	1 SR2	1010	440	104	Riihimäki
1.2.2012	15:50	2036	1 SR1	1843	531	114	Tampere
1.2.2012	20:50	56624	2 SR1	1743	518	96	Riihimäki
1.2.2012	21:20	2050	1 SR1	1910	432	96	Tampere
1.2.2012	23:05	3640	3 DV12	1822	259	84	Riihimäki
1.2.2012	23:20	3608	1 SR1	1550	456	86	Riihimäki
1.2.2012	23:25	53167	1 SR1	1739	526	96	Tampere
2.2.2012	2:50	3091	1 SR2	1799	606	118	Riihimäki
2.2.2012	2:50	3004	1 SR1	1750	326	108	Tampere
2.2.2012	4:40	3605	1 SR2	1046	616	102	Tampere
2.2.2012	5:15	5016	1 SR2	1203	565	92	Riihimäki
2.2.2012	6:10	3042	2 SR1	1387	504	74	Riihimäki
2.2.2012	7:35	3021	1 SR2	1644	573	108	Riihimäki
2.2.2012	14:20	3023	1 SR1	1443	682	134	Riihimäki
2.2.2012	17:00	2036	1 SR1	1983	458	96	Tampere
2.2.2012	18:55	3635	3 DV12	1006	520	98	Tampere
2.2.2012	20:55	3640	3 DV12	1664	229	76	Riihimäki
2.2.2012	21:40	3624	1 SR1	1761	518	96	Riihimäki
2.2.2012	23:30	3608	1 SR1	1261	344	66	Riihimäki
2.2.2012	23:35	3628	1 SR1	1734	527	94	Riihimäki
3.2.2012	0:45	3601	1 SR1	1087	434	64	Tampere
3.2.2012	0:55	2050	1 SR1	1469	324	72	Tampere
3.2.2012	2:20	3004	1 SR1	1666	326	108	Tampere
3.2.2012	14:50	2036	1 SR1	1183	517	92	Tampere
3.2.2012	17:35	3001	1 SR1	1421	506	168	Riihimäki
3.2.2012	19:00	3107	1 SR1	1013	249	64	Tampere
3.2.2012	21:50	2050	1 SR1	1932	432	96	Tampere

Junatiedot

Tässä liitteessä on esitetty VR Oy:ltä (Martta Peltola) saadut junatiedot Turengin rataosuudelta.

Aikavälillä 30.1.-6.2.2012 kulkeneet yli 1000 tonnin painoiset junat (arvioitu ohitusaika 5 minuutin tarkkuudella Mäntyläntien kohdalla)

pvm	klo	juna	veturi	ton	pituus	aks	suunta
3.2.2012	23:05	3608	1 SR2	1635	506	90	Riihimäki
4.2.2012	0:10	3628	1 SR1	1659	513	90	Riihimäki
4.2.2012	3:40	3200	1 SR1	1376	394	74	Riihimäki
4.2.2012	4:20	5006	1 SR2	1642	526	78	Riihimäki
4.2.2012	5:20	3021	1 SR1	1533	478	86	Riihimäki
4.2.2012	15:40	2036	1 SR1	1726	630	122	Tampere
4.2.2012	21:45	2044	1 SR1	1542	457	84	Tampere
4.2.2012	22:50	2050	2 SR1	1753	396	88	Tampere
5.2.2012	21:30	2050	2 SR1	1661	378	84	Tampere
5.2.2012	21:45	3097	1 SR2	1643	689	122	Riihimäki
5.2.2012	23:35	3628	1 SR1	1525	422	80	Riihimäki
6.2.2012	1:40	2052	1 SR1	1986	631	126	Tampere
6.2.2012	2:55	3004	1 SR1	1638	326	108	Tampere
6.2.2012	4:05	3605	1 SR1	1774	467	92	Tampere
6.2.2012	17:05	2036	1 SR1	1830	640	110	Tampere
6.2.2012	21:25	2050	1 SR1	1406	306	68	Tampere