



Tampereen kaupunki

Ranta-Tampellan tärinäselvitys

Raportti

30.4.2009

Tampereen kaupunki

Ranta-Tampellan tärinäselvitys

Viite	82123898
Versio	
Pvm	30.4.2009
Hyväksynyt	
Tarkistanut	Jouko Noukka
Kirjoittanut	Jussi Kurikka-Oja

Ramboll
PL 718
33101 Tampere
Finland

Puhelin 020 755 6800
www.ramboll.fi

Sisällysluettelo

1.	Johdanto	2
2.	Noudatettavat ohjeet.....	2
3.	Tärinämittausten suorittaminen.....	3
4.	Junaliikenne	4
5.	Tärinämittaustulokset	4
	5.1. Häiritsevyyden arviointi	4
	5.2. Vaurioherkkyyden arviointi.....	5
6.	Johtopäätökset	5

1. Johdanto

Työssä suoritettiin värinämittaukset Tampereella Ranta-Tampellan alueella. Mittauksia suoritettiin sekä maaperästä että olemassa olevan rakennuksen sisätiloista. Maaperämittaukset suoritettiin valvotusti yhden työvuoron aikana ja sisätiloissa suoritettavat mittaukset suoritettiin valvomattomina yhden viikon aikana.

Työn on tilannut Tampereen kaupunki. Tilaajan yhteyshenkilönä on toiminut Juha Jaakola. Ramboll Finland Oy:ssä työn projektipäällikkönä on toiminut DI (SNIL) Hans Westman. Mittaukset ja raportoinnin suoritti Jussi Kurikka-Oja. Työtä ohjasi DI Jouko Noukka.

2. Noudatettavat ohjeet

Vaurioriskien arvioimiseen on olemassa VTT:n ohje "Rautatieliikenteen värinän vaikutus rakenteisiin – vaurioalttiuden kartoittaminen ja mittaaminen". Ohjeen perusteella määritellään värinän aiheuttaman heilahdusnopeuden resultantin huippuarvo, jonka perusteella tehdään alueen värähtelyluokitus. Värähtelyluokitus on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Rakennusten värähtelyluokitus vaurioriskin arvioinnissa

Värähtelyluokka	Kuvaus värähtelyolosuhteista	Heilahdusnopeuden resultantin huippuarvo v_B (mm/s)
V	Kohonneen värähtelyalttiuden alue, vauriot mahdollisia.	≥ 3
H	Vähäisen värähtelyalttiuden alue, haitat mahdollisia.	1-3
E	Haitat epätodennäköisiä	≤ 1

Värinän häiritsevyyden arviointiin on olemassa VTT:n suositus "Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa" VTT Working papers 50, Espoo. Suosituksen mukaan mittaustuloksena saaduista heilahdusnopeuden tehollisarvoista (V_{RMS} , mm/s) lasketaan tunnusluvut, $v_{w,95}$.

Ohjeen mukainen tarkastelu perustuu pystysuuntaiseen värähtelyyn. Mittaustuloksista tulisi valita 15 merkittävintä värinä tapahtumaa. Näiden 15 tapahtuman pohjalta lasketaan keskihajonta ja keskiarvo, joiden pohjalta tunnusluku $v_{w,95}$ lasketaan seuraavalla kaavalla: $v_{w,95} = \text{Keskiarvo} + 1,8 \times \text{Keskihajonta}$

Tunnusluvun perusteella rakennuksille on annettu suositus värähtelyluokituksesta, joka esitetään taulukossa 2.

Taulukko 2. Rakennusten värähtelyluokitus häiritsevyyden arvioinnissa

Värähtelyluokka	Kuvaus värähtelyolosuhteista	$v_{w,95}$ (mm/s)
A	Hyvät asuinolosuhteet (Ihmiset eivät yleensä havaitse värähtelyitä)	$\leq 0,10$
B	Suhteellisen hyvät asuinolosuhteet (Ihmiset voivat havaita värähtelyitä, mutta ne eivät ole häiritseviä)	$\leq 0,15$
C	Suositus uusien rakennusten ja väylien suunnittelussa (Keskimäärin 15 % asukkaista pitää värähtelyitä häiritsevinä ja voi valittaa häiriöistä)	$\leq 0,30$
D	Olosuhteet, joihin pyritään vanhoilla asuinalueilla (Keskimäärin 25 % asukkaista pitää värähtelyitä häiritsevinä ja voi valittaa häiriöistä)	$\leq 0,60$

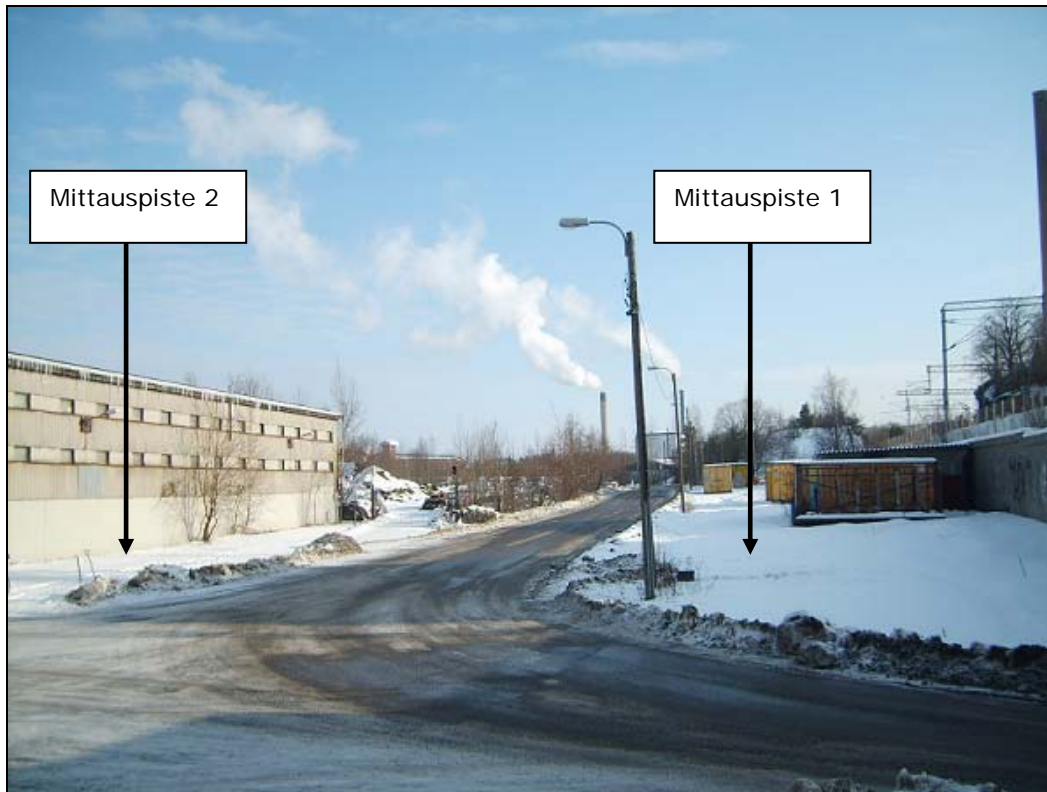
3. Tärinämittausten suorittaminen

Tärinämittauksia suoritettiin sekä valvotusti että valvomattomana. Mittauspisteet sijoitettiin täyttöalueille käytössä olleiden suunnittelukohteen maaperätutkimustietojen pohjalta. Mittauksia suoritettiin yhteensä neljässä pisteessä.

Mittauspisteiden sijainti on esitetty liitteessä 1.

Valvomaton mittaus suoritettiin yhdestä pisteestä aikavälillä 5.-13.3.2009. Mittauspiste sijaitsi suunnittelualueen länsipuolella olevassa liikuntahallissa (nk. Sysyn Sulkkiksen halli). Kyseinen rakennus on perustettu maanvaraisesti. Mittari sijoitettiin hallin radan puoleiselle sivulle, siivoukskomeron lattialle.

Valvottuja mittauksia suoritettiin 6.3.2009 ja 13.3.2009. Mittauspisteet 1 ja 2 sijoituivat valvomattoman mittauksen pisteen ja radan väliin ja mittauspiste 3 noin 300 metriä itään edellä mainituista. Valvottujen mittausten avulla tarkennettiin valvomattoman mittauksen tuloksia. Kuvassa 1 näkyvät mittauspisteet 1 ja 2.



Kuva 1. Mittauspisteet 1 ja 2

Mittausetäisyys valvomattoman mittauksen pisteestä rataan oli 30 m. Valvottuja mittauksia suoritettiin 10 m (mittauspiste 1), 20 m (mittauspiste 2) ja 40 m (mittauspiste 3) etäisyyksiltä.

Valvomattomissa mittauksissa käytettiin Instantel MiniMate Plus tärinämittaria, sarjanumeroltaan BE11186. Mittariin kytkettiin kolmiakselinen tärinäanturi ja mittauksen käynnistymisen kynnsarvoksi asetettiin alin mahdollinen, 0,1 mm/s. Kuvassa 2 tärinämittari mittauspaikalla



Kuva 2. Tärinämittari rakennuksen sisällä

Valvotuissa mittauksissa käytettiin seuraavaa laitteistoa:

- Sinus Soundbook, 8-kanavainen ääni- ja tärinäanalyysointilaite
 - o Sarjanumero 65536
- MMF:n valmistama kolmiakselinen tärinäanturi, tyyppi KS813B
 - o Sarjanumero 06002
- 300 mm maapiikki

Mittalaite tallensi mittausdataa jatkuvasti, 1 s tallennusväliä. Mittaussignaalia ei tallennettu. Mittausdata jälkikäsiteltiin hyödyntäen Noise & Vibration Works – ohjelmistoa sekä Microsoft Exceliä.

4. Junaliikenne

Mittausjakson junaliikennetiedot hankittiin VR:n kautta. Yhteensä mittausjakson aikana tutkimusalueen ohitti yli 600 junaa jotka edustivat paikalle tyypillistä liikennettä. Viisi massaltaan suurinta junaa tarkasteluajana olivat 3397 t, 1922 t, 1908 t, 1859 t ja 1791 t tavarajunat. Keskimäärin alueen ohitti vuorokaudessa noin 75 junaa eri koostumuksilla.

Tutkimusalueeseen rajoittuvalla rataosalla on käytössä 40 km/h nopeusrajoitus.

5. Tärinämittaustulokset

Mittaustulokset esitetään valvottujen mittausten osalta liitteessä 2 aika-tärinä kuvaajina. Liitteessä 3 esitetään kooste valvottujen mittausten tuloksista ja mitatuista junista.

5.1. Häiritsevyyden arviointi

VTT:n ohjeen mukaan käsittelyyn tulisi valita 15 suurinta raideliikenteestä aiheutunutta tärinä tapahtumaa pystysuuntaisen värähtelyn mukaan.

Valvomattoman mittausjakson aikana 5.-13.3.2009 mittari tallensi yhteensä 17 erillistä tärinä tapahtumaa. Tuloksista ei kuitenkaan todettu mittarin kynnysarvon ylittäviä raideliikenteestä aiheutuneita tärinä tapahtumia, eli raideliikenteestä aiheutunut tärinä ei ylittänyt mittausjaksolla 0,1 mm/s:a (V_{peak}) mitattuna kiinteistön lattiasta.

Mittarin kynnysarvon ylittävät 17 tapahtumaa johtuivat taajuussisällön, tapahtumien voimakkuuden ja ajankohtien perusteella todennäköisesti Syssyn Sulkkiksen henkilökunnan liikehdinnästä mittarin läheisyydessä.

Valvottujen mitausten aikana tärinä ei ylittänyt 0,1 mm/s (V_{peak}) maaperästä mitattuna. Tärinän häiritsevyyttä kuvaavan tunnusluvun laskennassa käytettävä tärinän heilahdusnopeuden tehollisarvo V_{RMS} ei ylittänyt arvoa 0,05 mm/s.

Koska mittarin kynnysarvon ylittäviä, raideliikenteestä aiheutuneita tärinä tapahtumia ei todettu valvomattoman mittausjakson aikana, ei mitaustuloksista voida muodostaa tunnuslukua.

Mittarin kynnysarvon perusteella voidaan kuitenkin todeta, että VTT:n ohjeen mukaiseen luokitukseen verrattaessa luokan C (suositus uusien rakennusten ja väylien suunnittelussa) tunnusluvun raja-arvoa ei ylitetä.

5.2. Vaurioherkkyyden arviointi

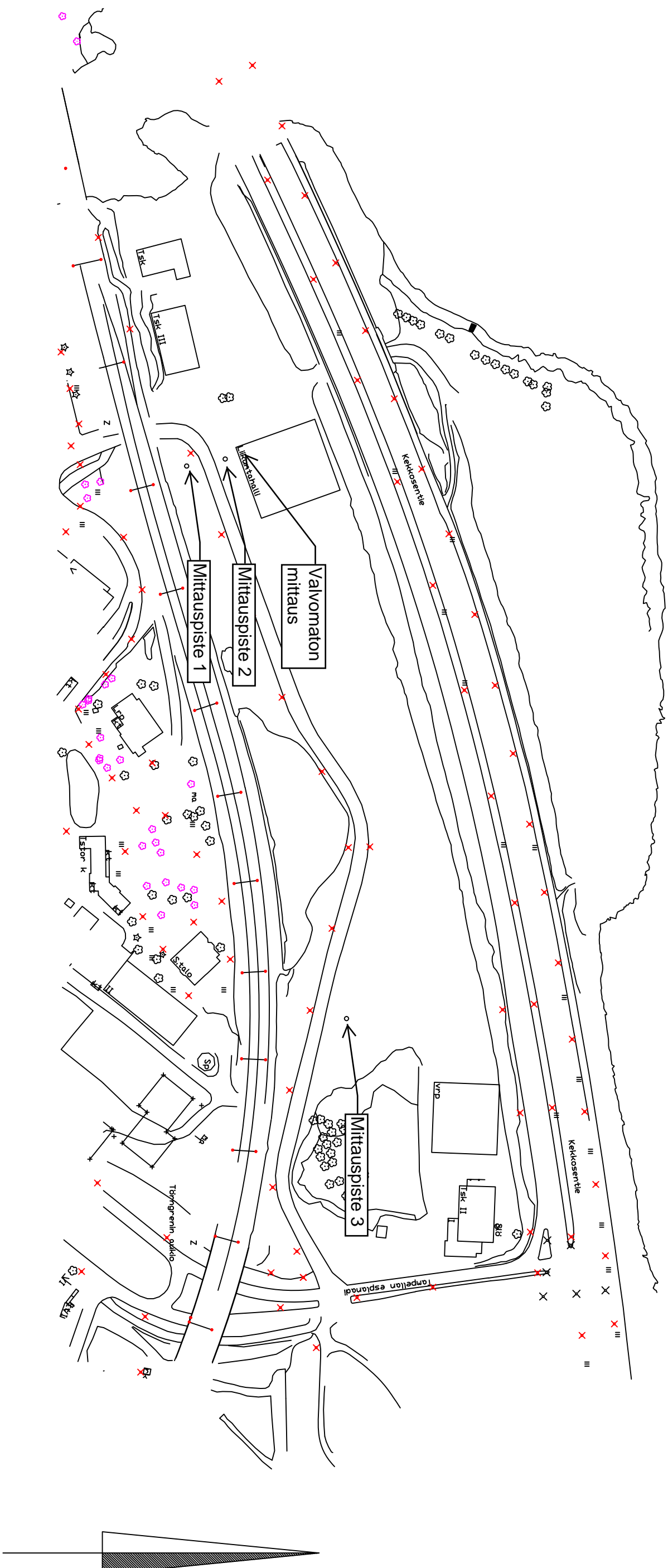
Mittaustulosten perusteella luokan E (haitat epätodennäköisiä) raja-arvo 1 mm/s värähtelyn resultantin maksimiarvolle ei ylittynyt rakennuksesta tai maaperästä mitattuna.

6. Johtopäätökset

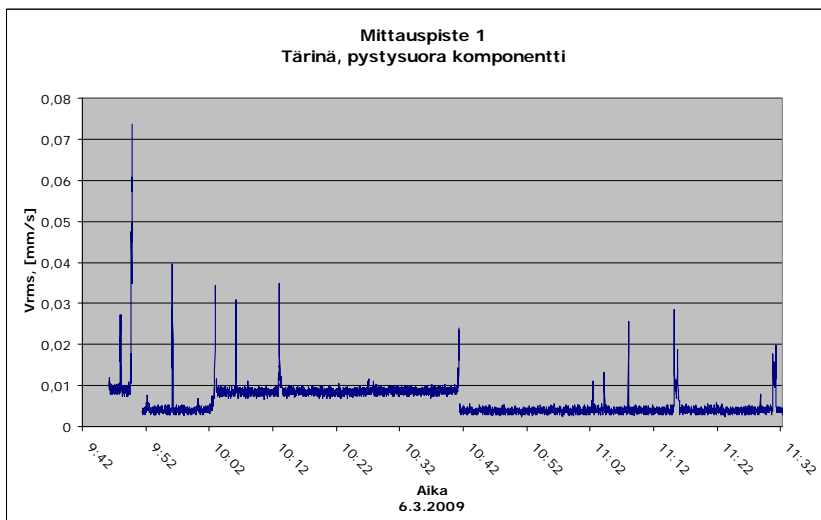
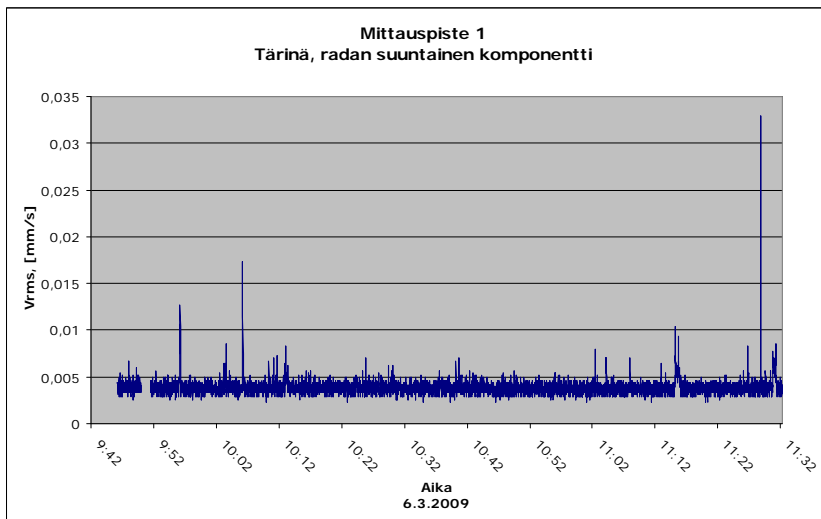
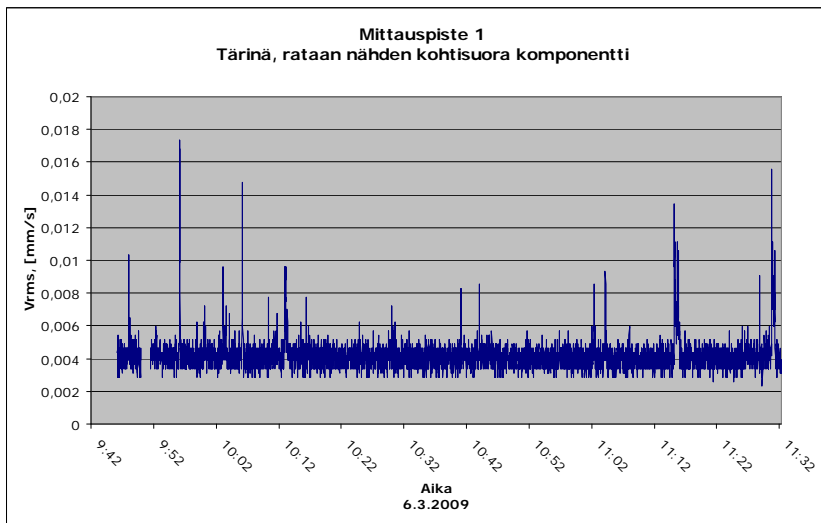
Tutkimusalueella suoritettiin tärinämittauksia täyttöalueilla. Mittausten perusteella junaliikenteestä aiheutuvan tärinän voimakkuus ei ylitä nykyisten ohjeistusten suositusarvoja tärinälle häiritsevyyden ja rakenteiden vaurioitumisen kannalta tarkasteltuna.

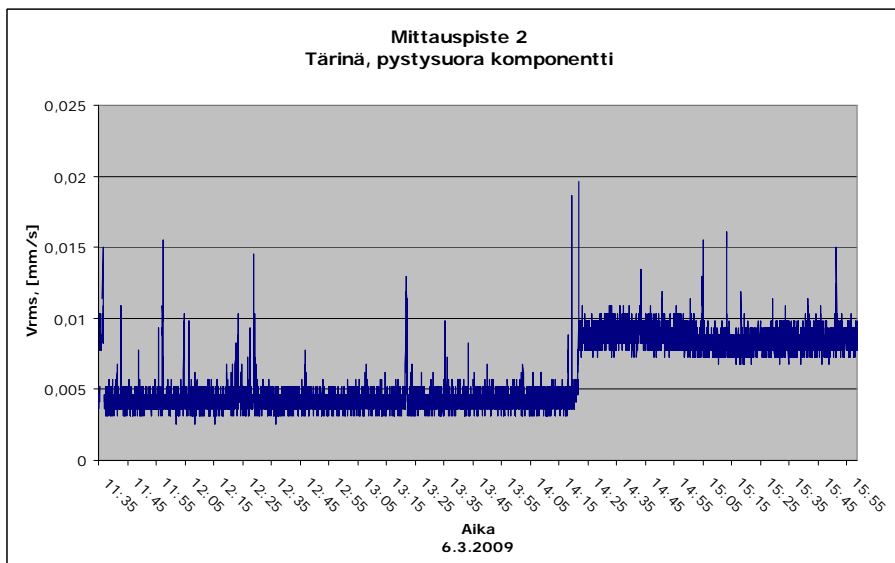
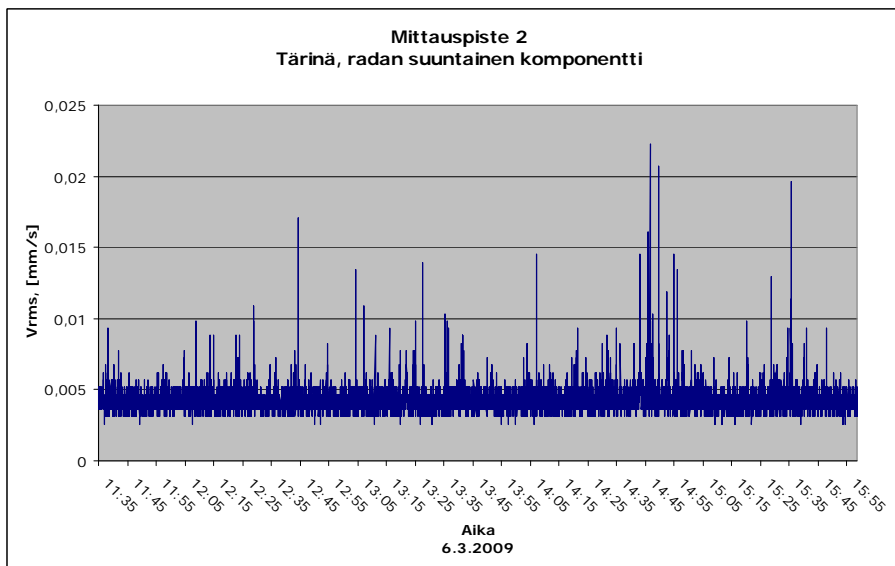
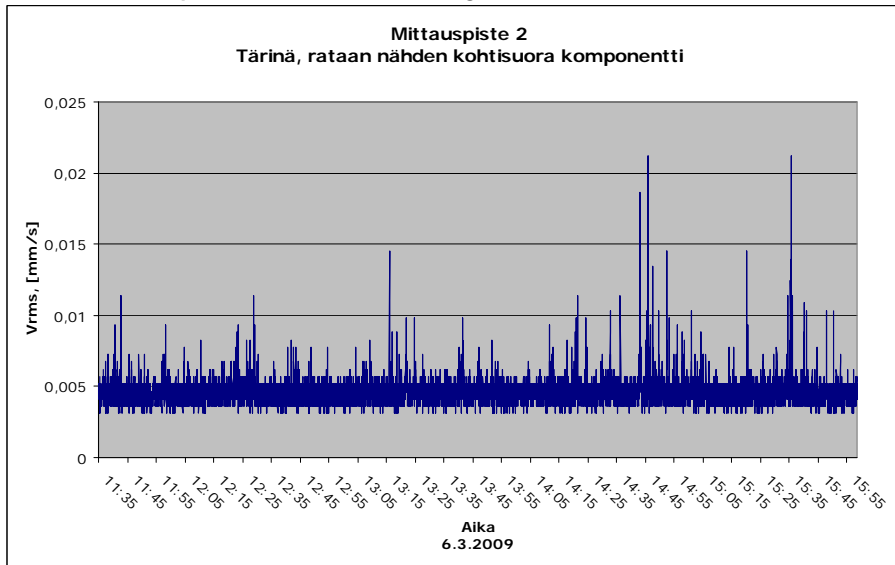
Mittaustuloksia tulkittaessa on syytä huomioida junaliikenteen suhteellisen alhainen ajonopeus tutkimusalueen kohdalla.

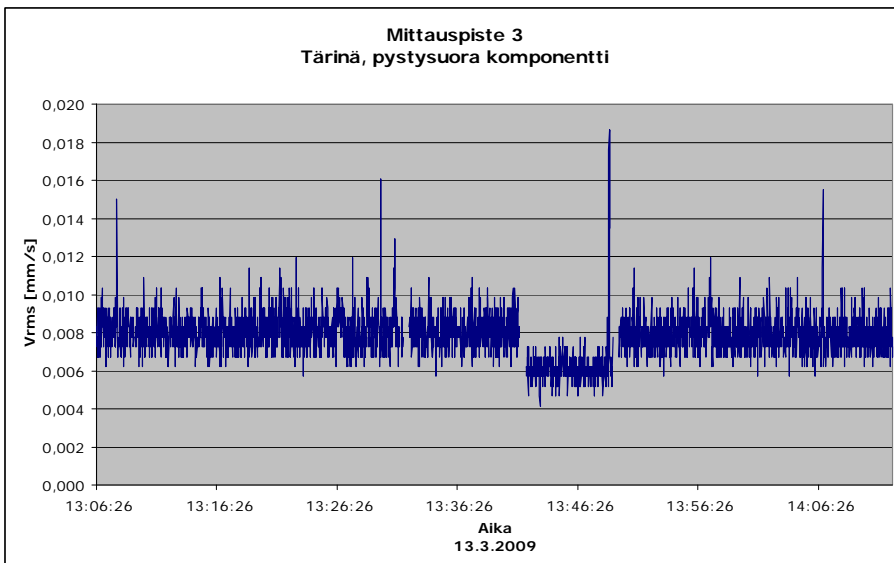
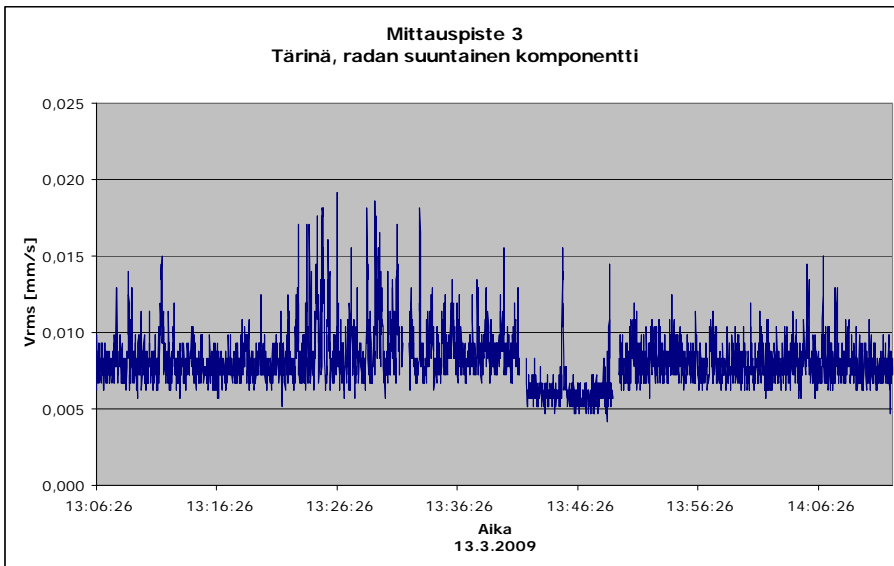
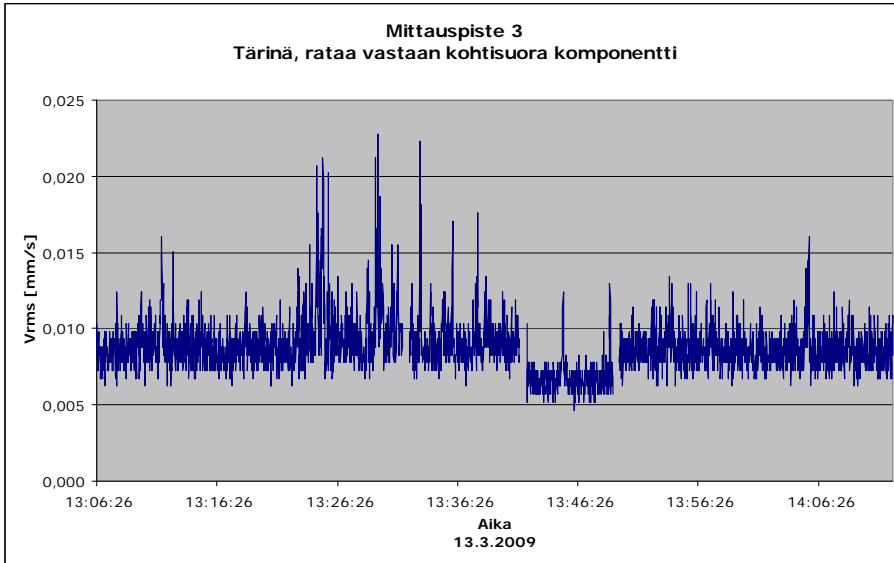
Jos alueelle suunnitellaan tärinälle erityisen herkkiä kohteita, voi olla tarpeen tarkentaa tämän selvityksen tuloksia lisämittauksin. Mikäli alueella tapahtuu merkittäviä tärinään vaikuttavia muutoksia rautatieliikenteessä, tulee selvitys päivittää vastaamaan muuttunutta tilannetta. Esimerkkinä tällaisesta muutoksesta on junaliikenteen nopeuden kasvaminen.



k.osa/ kyla	korttel/ tila	Tontti/ Rn:o	Viranomaisen merkintöjä
Rakennustoimenpide		Piirustuslaji	
Tärinäselvitys - Mittauspistekartta		Piirustuksen sisältö	Mittakaava
Rakennuskohteen nimi ja osoite		Mittauspisteet	
Tampereen kaupunki Ranta-Tampellan tärinäselvitys Tampere			
Suunn./nimi, tutkinto, allekirj.)		Piiritt.	Pvm
J. Kurikka-Oja		JKO	10.4.2009
Rakennuskohteen nimi ja osoite		Suunn. ala	Työno
Ramboll PL 718, Pakkahuoneenaukio 2 33101 Tampere puh. 020 755 6800 fax 020 755 6801 www.ramboll.fi		YMP	82123898
Suunn./nimi, tutkinto, allekirj.)		Piirustusno	Piirustuskala
J. Kurikka-Oja		01	1
Suunn./nimi, tutkinto, allekirj.)		Piiritt.	Pvm
J. Kurikka-Oja		JKO	10.4.2009







RAMBOLL

Ranta-Tampellan tärinäselvitys - Mittaustulokset

Piste 1		6.3.2009														
Päivämäärä	Aikataulun mukainen ohitusaika	Junan numero	Veturit	Junan tyyppi	Kokonais-massa	Kokonais-pituus	Akselien lukumäärä	Vaunuja	Nopeus	Ohitus-aika	CH1, peak	CH2, peak	CH3, peak	CH1, vrms	CH2, vrms	CH3, vrms
6.3.2009	9:54	46	1 SM3	S	321	159	24	6	40	957	0,04	0,03	0,09	0,02	0,03	0,04
6.3.2009	10:08	3917	1 SR1	T	699	229	38	16	40	1007	0,03	0,03	0,06	0,01	0,02	0,03
6.3.2009	10:20	3809	1 SR1	T	426	113	32	9	40	1014	0,02	0,02	0,07	0,01	0,01	0,03
6.3.2009	11:02	45	1 SM3	S	321	159	24	6	40	1102	0,02	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01
6.3.2009	21:41	3802	2 DV12	T	331	194	34	11	40	1116	0,03	0,02	0,06	0,01	0,01	0,03
6.3.2009	11:31	3430	1 SR2	TA	1182	300	76	19	40	1132	0,03	0,02	0,04	0,02	0,01	0,02

Piste 2		6.3.2009														
Päivämäärä	Aikataulun mukainen ohitusaika	Junan numero	Veturit	Junan tyyppi	Kokonais-massa	Kokonais-pituus	Akselien lukumäärä	Vaunuja	Nopeus	Ohitus-aika	CH1, peak	CH2, peak	CH3, peak	CH1, vrms	CH2, vrms	CH3, vrms
6.3.2009	11:43	464	1 SR1	H	224	132	20	5	40	1143	0,08	0,03	0,03	0,02	0,01	0,01
6.3.2009	11:56	48	1 SR2	IC	439	238	36	9	40	1156	0,02	0,02	0,04	0,01	0,01	0,02
6.3.2009	12:02	47	1 SR2	IC	371	185	28	7	40	1202	0,05	0,04	0,04	0,01	0,01	0,01
6.3.2009	13:02	3432	1 SR1	TA	724	162	36	9	40	1321	0,03	0,03	0,04	0,01	0,01	0,02
6.3.2009	14:06	3238	2 DV12	TR	1094	332	62	17	40	1343	0,02	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01
6.3.2009	15:06	3730	1 SR1	TA	991	294	76	19	40	1505	0,05	0,02	0,03	0,01	0,01	0,02

Osa mittausajan junista ei erotu taustasta, tasot selvästi alle tässä esitettyjen

Piste 3		13.3.2009														
Päivämäärä	Aikataulun mukainen ohitusaika	Junan numero	Veturit	Junan tyyppi	Kokonais-massa	Kokonais-pituus	Akselien lukumäärä	Vaunuja	Nopeus	Ohitus-aika	CH1, peak	CH2, peak	CH3, peak	CH1, vrms	CH2, vrms	CH3, vrms
13.3.2009	14:06	3238	1 DV12	TR	660	223	36	14	40	1406	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Osa mittausajan junista ei erotu taustasta, tasot selvästi alle tässä esitettyjen