

AXXELL UTBILDNING AB KARIS
RATAKATU / NILS GRABBENKATU KARJAA

Liikenteen tärinävaikutusten arviointi

2.1.2009

Viite
Tarkistanut
Kirjoittanut

Kirsi Koivisto
Johanna Hellberg

Ramboll
PL 3, Piispanmäentie 5
02241 Espoo
Finland

Puhelin: 020 755 611
www.ramboll.fi

Sisällys

1.	Tehtävä	1
2.	Lähtötiedot ja käytetyt menetelmät	1
3.	Tärinän raja-arvot	3
4.	Arvioidut vaikutukset	5
5.	Loppupäätelmä	6

1. Tehtävä

Ramboll Finland Oy on tehnyt selvityksen rautatie- ja katuliikenteestä aiheutuvista värinähaitoista ja arvioinut mahdollisesti tarvittavia suojaustoimenpiteitä Axxell Utbildningin tontilla. Alue sijaitsee Karjaan kaupungin keskustassa Ratakadun ja Nils Grabbenkadun kulmassa. Kohteen sijainti on esitetty liitteessä 1.

Värinäriskikartoitus on toteutettu noudattaen soveltuvin osin VTT:n ohjeita "Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa" ja "Rautatieliikenteen värinän vaikutus rakenteisiin – vaurioalttiuden kartoittaminen ja mittaaminen".

2. Lähtötiedot ja käytetyt menetelmät

Lähtötiedot

Selvitysalueelta on koottu olemassa oleva lähtöaineisto. Käytössä on ollut seuraava aineisto:

- Rakennuksen suunnitelmaluonnos (24.9.2008)
- Pohjatutkimustietoja tutkimuskohteesta ja sen lähialueilta
- Rataosalla liikkuvien junien tyypit ja aikataulut (saadaan myöhemmin)

Junaliikenne

Raideliikenne selvitysalueen kohdalla on ympärivuorokautista. Raiteita tutkimuskohdalla on yksi kappale. Alueen kautta kulkee sekä henkilö- että tavari liikennettä.

Tarkastelukohdalla on vaihde. Tavarajunilla kohdalla havaitut ajonopeudet ovat olleet n. 40 km/h.

Pohjasuhteet

Maanpinta tutkitulla alueella vaihtelee välillä +25,50...+28,30. Ylimmillään maanpinta on Ratakadun pohjoispuolisen tontin koilliskulmassa ja alimmillaan Ratakadun eteläpuolisen tontin luoteiskulmassa. Pohjoispuolisella tontilla maanpinta viettää varsin tasaisesti koillisesta lounaaseen. Eteläpuoleinen tontti on yleispiirteittäin varsin tasainen.

Ratakadun pohjoispuolinen tontti n:o 4 on asfaltoitua pysäköintialuetta, jossa on mm. valaisinpylväitä. Länsipuolinen tontti n:o 13 on viheraluetta, jolla on puretun rakennuksen perustuksia. Ratakadun eteläpuolisen tontin alueelta on purettu pois vanhoja varistorakennuksia. Oletettavasti alueella on vielä raivaamattomia perustusrakenteita. Muu osa Ratakadun eteläpuolisesta alueesta on täytettyä, asfaltoitua tai kivettyä kenttää. Ratakadun puolella on puurivi. Länsireunalla Rautia-myymälän sivulla oleva aita on tutkitun tontin puolella.

Täyttämättömillä alueilla maanpinnassa on 0,2...0,3 m paksuinen kasvukerros.

Tutkitun alueen koillisosalla luonnollisessa maapohjassa tiivis moreenimuodostuma ulottuu lähelle maanpintaa. Moreenin päällä on ohut tiivisrakentei-

nen silttiä ja hiekkaa sisältävä kerros. Moreeni on kivistä. Kairaukset ovat alueella päätyneet kiveen tai kallioon tai kiilautuneet 1.5...5.5 m syvyydellä maanpinnasta.

Länsi – ja lounaisosissa täytön tai humuskerroksen alla on verraten paksu löyhä tai keskitiivis silttiä ja hiekkaa sisältävä muodostuma. Siltti- ja hiekkakerroksen paksuus on enimmillään n. 7,0 m tutkitun alueen eteläreunalla. Silttikerroksen vesipitoisuudeksi mitattiin maanäytteistä 20...25 % laskettuna aineksen kuivapainosta.

Ratakadun eteläpuolisen tontin länsireunalla on olemassa olevan täytön alla ohut laihaa savea sisältävä kerros. Savimuodostuman paksuus tutkituissa pisteissä vaihtelee välillä 0...2,5 m. Konsistenssiltaan savi on sitkeää sisältäen vettä enimmillään 60 % laskettuna aineksen kuivapainosta. Saven ja siltin leikkauslujuus on tutkittu siipikairauksella. Siipikairausvastuksen perusteella saven redusoimaton leikkauslujuus on n. 30 kPa ja siltin 45 kPa.

Siltti ja hiekkakerroksen alla on tiivis moreenimuodostuma. Moreeni on kivistä. Kairaukset on päätetty määräsyvyyteen 6,0...12,0 m syvyydellä maanpinnasta.

Alueella olevien täyttöjen laatua ei tutkittu. Täytemaan paksuus vaihtelee Ratakadun eteläpuoleisella tontilla yleisesti 1,0...1,4 m. Todennäköisesti ainakin osa olevasta täytöstä on routimatonta.

Pohjavedenpinta oli pohjoisosaan asennetussa havaintoputkessa vaiheen 1 tutkimusten aikana tasolla +25,87...+24,97 eli pohjavedenpinta on vain n. eli vain 1,2 m syvyydellä maanpinnasta. Eteläosaan asennetussa pohjavesiputkessa on pohjavedenpinta vaihdellut välillä +24,50...+24,62 eli pohjavedenpinta on ollut n. 1,6 m syvyydellä maanpinnasta.

Rakennusalue sijaitsee I-luokan pohjavesialueella.

Tärinämittaukset

Alueella on tehty tärinämittauksia 9-10.12.2008. Mittaukset ja niiden analysointi on tehty soveltaen VTT:n ohjetta *"Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta"*. Ohje perustuu standardeihin NS 8176 ja ISO 2631-2.

Mittauksissa käytettiin seuraavaa laitteistoa:

- Sinus Soundbook, 8-kanavainen ääni- ja tärinäanalyysointilaitteisto
- 1 kpl MMF:n valmistamia kolmiakselisia tärinäantureita, tyyppi KS813B
- 2 kpl MMF:n valmistamia yksiakselisia tärinäantureita, tyyppi KS48B
- 150 mm maapiikkejä

Tärinää mitattiin heilahdusnopeuden taajuuspainotetuilla tehollisarvoilla (v_{RMS}). Mittauksia tehtiin neljässä mittauspisteessä etäisyyksillä 20 m (R1, 1-akselinen mittaaminen, maaperä), 30 m (R2, 1-akselinen mittaaminen, maaperä) ja 45 m (R3, 3-akselinen mittaaminen, maaperä) raiteesta. Mittauspisteiden paikat ja kohdetietokortti on esitetty liitteessä 2. Mittaukset tehtiin maan pinta-kerroksesta.

Mittauspisteissä mitattiin samalla myös Ratakadun katuliikenteen aiheuttamaa tärinää. Mittauspisteet sijaitsivat n. 5, 20 ja 30 m etäisyydellä ajoväylän keskeltä.

Mittaustulokset

Suurimmat junatärinästä saadut taajuuspainotetut rms-arvot on esitetty taulukossa 1 ja liitteessä 3 ja katuliikennetärinästä saadut rms-arvot taulukossa 2 ja liitteessä 4.

Taulukko 1 Axxell Karis. Eri mittauspisteissä mitatut suurimmat junaliikenteen aiheuttamat heilahdusnopeuden taajuuspainotetut tehollisarvot.

Mittauspiste	M1 (20 m)	M2 (30 m)	M3 (45 m)		
	v_z	v_z	v_z	v_y	v_x
$v_{rms, 95}$ (mm/s)	0,104	0,101	0,098	0,188	0,147

Taulukko 2. Axxell Karis. Eri mittauspisteissä mitatut suurimmat katuliikenteen aiheuttamat pystysuuntaisen heilahdusnopeuden taajuuspainotetut tehollisarvot.

Mittauspiste	M1 (30 m)	M2 (20 m)	M3 (5 m)		
	v_z	v_z	v_z	v_y	v_x
$v_{rms, 95}$ (mm/s)	0,065	0,082	0,089	0,14	0,145

Tärinän laskennallinen tarkastelu ennustemallilla

Tärinän leviämisen ja tärinän vaikutusten arviointi on tehty käyttäen VTT:n ohjeessa "Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa" esitettyä laskentamallia. Ennustemalli kalibroitiin 9-10.12.2008 tehdyillä tärinämittauksilla.

Tehtyjen rekisteröintien perusteella on laskettu kullekin mittauspisteelle tiilastollinen pystysuuntaisen värähtelyn maksimiarvo (tärinän tunnusluku) maanpinnassa, $v_{RMS,95}$, jonka perusteella on laskettu ennustekäyrä rakennuksiin vaikuttavan heilahdusnopeuden ja rakennuksen etäisyyden vuorosuhteelle. Ennustekäyrän laskennassa on noudatettu VTT:n ohjetta "Suositus liikennetärinän raja-arvoista ja mittaamisesta".

3. Tärinän raja-arvot

Toimistotyöskentelyssä koettava häiriö

Suomessa ei ole esitetty tärinän raja-arvoja ihmisten kokemalle häiriölle toimistotyöskentelyssä. Näin ollen ohjeellisena arvona on tässä käytetty Yh-

dysvaltalaisen suosituksen FRA 1998 esittämää raja-arvoa $\leq 0,36$ mm/s (VTT 2005).

Koska FRA ei käytä lainkaan värähtelyn nopeuden taajuuspainotusta, on raja-arvo tässä tapauksessa kerrottu arvioidun vallitsevan taajuuden (8 Hz) mukaisella painotuskertoimella, jolloin häiriöttömän toimistotyöskentelyn ohjeelliseksi raja-arvoksi (taajuuspainotettu tehollisarvo) saadaan 0,30 mm/s. Tämä arvo on sama kuin VTT:n (2005) ohjeen mukainen uusien rakennusten ja väylien suunnittelussa suositeltu värähtelyluokan C raja-arvo.

Rakennuksissa, joissa ihmiset ovat pääasiassa liikkeessä tai muut kuin liikenteestä aiheutuvat häiriöt voivat olla merkittävämpiä (esim. kaupat, kahvilat, ostoskeskukset, tavaratalot, liikuntatilat) tärinän arvot ihmisen koke-malle häiriölle ovat suuremmat kuin toimistotyöskentelyssä.

Rakenteiden vaurioalttius

Rakenteiden vaurioalttiutta kuvataan V-, H- ja E-luokituksella (taulukko 3). Koska vaurioalttiuden raja-arvot on annettu heilahdusnopeuden huippuarvoina, on ne muunnettu taajuuspainotetuiksi tehollisarvoiksi kaavalla 1 (VTT 2005). Muunnos on tehty, jotta vaurioalttiuden arvot olisivat vertailukelpoisia ihmisten häiriöksi kokeman tärinän arvoihin ja kaikkien mittaustulosten käsittely yhdessä olisi yksinkertaisempaa. Vallitsevaksi taajuudeksi on arvioitu 8 Hz.

$$v_{RMS} \leq 0,55 \cdot v_{max} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{f_0}{f}\right)^2} \quad (1)$$

missä v_{RMS} on taajuuspainotettu tehollisarvo
 v_{max} heilahdusnopeuden huippuarvo
 f_0 3,5 Hz
 f hallitseva värähtelytaajuus

Taulukko 3 Rakenteiden vaurioalttiuden rajaamisessa käytettävät kriteerit, (VTT 2001).

Värähtely-alue	Kuvaus värähtelyolosuhteista	Heilahdusnopeuden huippuarvo v_{max} [mm/s]	Taajuuspainotettu tehollisarvo (merkitsevä) v_{RMS} [mm/s]
V	Rakenteiden vauriot mahdollisia. <i>Tärinä on niin suurta, että siitä voi aiheutua tai se voi myötävaikuttaa rakenteellisten vaurioiden syntymiseen.</i>	$\geq 3,0$	$\geq 1,8$
H	Rakenteiden vauriot epätodennäköisiä.	$\leq 3,0$	$\leq 1,8$
E	Rakenteiden vaurioriski merkityksetön.	$\leq 1,0$	$\leq 0,6$

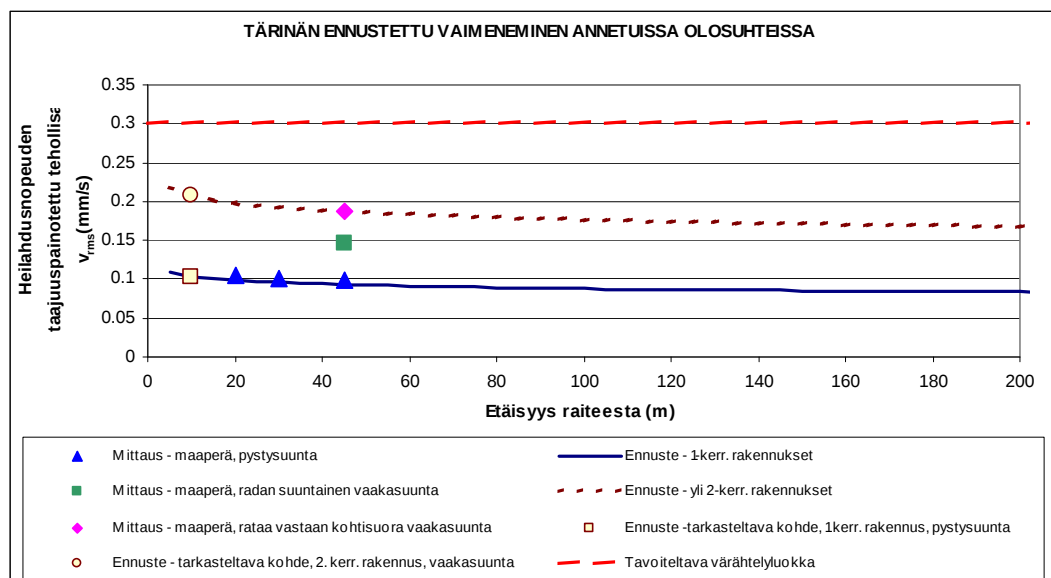
4. Arvioidut vaikutukset

Junaliikenteen tärinääarviointi on tehty soveltaen mittaustuloksia ja ennustemallia (VTT 2006) siten, että v_0 (20 m) on 0,104 mm/s, etäisyys eksponentti 0,07 ja radan kuntokerroin 1. Arviointilaskelma on esitetty liitteessä 5.

Kuvassa 1 on esitetty arvio tärinän leviämisestä radan eteläpuolella sekä maasta mitatut tärinäarvot heilahdusnopeuden tunnuslukuina $v_{RMS,95}$.

Ennustekäyrän perusteella arvioidut tärinäluokkien alueet etäisyyksinä radasta on esitetty taulukossa 4.

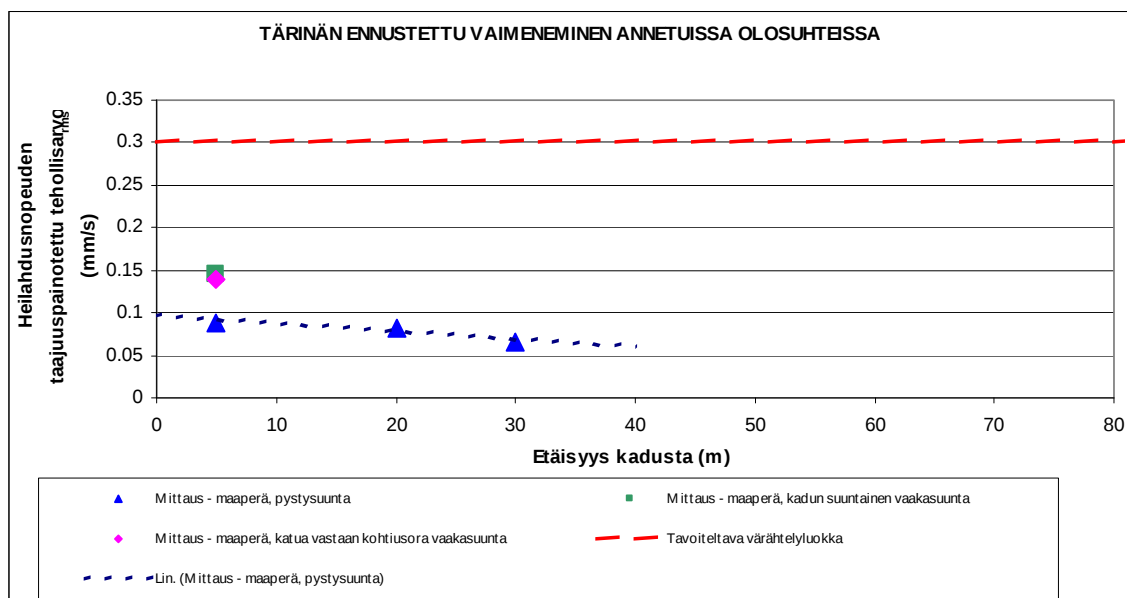
Katuliikenteen tärinästä tehdyt mittaukset on esitetty kuvassa 2.



Kuva 1. Axxell Karis. Arvioitu junatärinän heilahdusnopeus rakennuksessa etäisyyden suhteen.

Taulukko 4 Axxell Karis. Tärinäluokkien alueet radan eteläpuolella.

Ihmisten häiriintyminen		Rakennusten vaurioituminen	
v_{RMS}	etäisyys radasta	luokka	etäisyys radasta
< 0,30 mm/s	> 0 m	V	0 m
		H	0 m
		E	0 m



Kuva 2. Axxell Karis. Katuliikennetärinän heilahdusnopeus etäisyyden suhteen.

5. Loppupäätelmä

Suunniteltu rakennus sijaitsee lähimmillään noin 10 m etäisyydellä radasta. Tärinämittausten perusteella kalibroidun ennustemallin mukaan rakennukseen raideliikennetärinästä aiheutuvan rakenteellisen vaurion riski tällä etäisyydellä on merkityksetön (E-alue alkaa 0 m etäisyydellä radasta). Toimistotyö- tai asuintiloissa ihmisten häiriöksi kokeman tärinän ohjearvo (luokka C) ylittyy 0 m etäisyydellä radasta. Katuliikenteestä aiheutuva tärinä on mittausten mukaan vielä vähäisempää kuin junaliikenteestä aiheutuva.

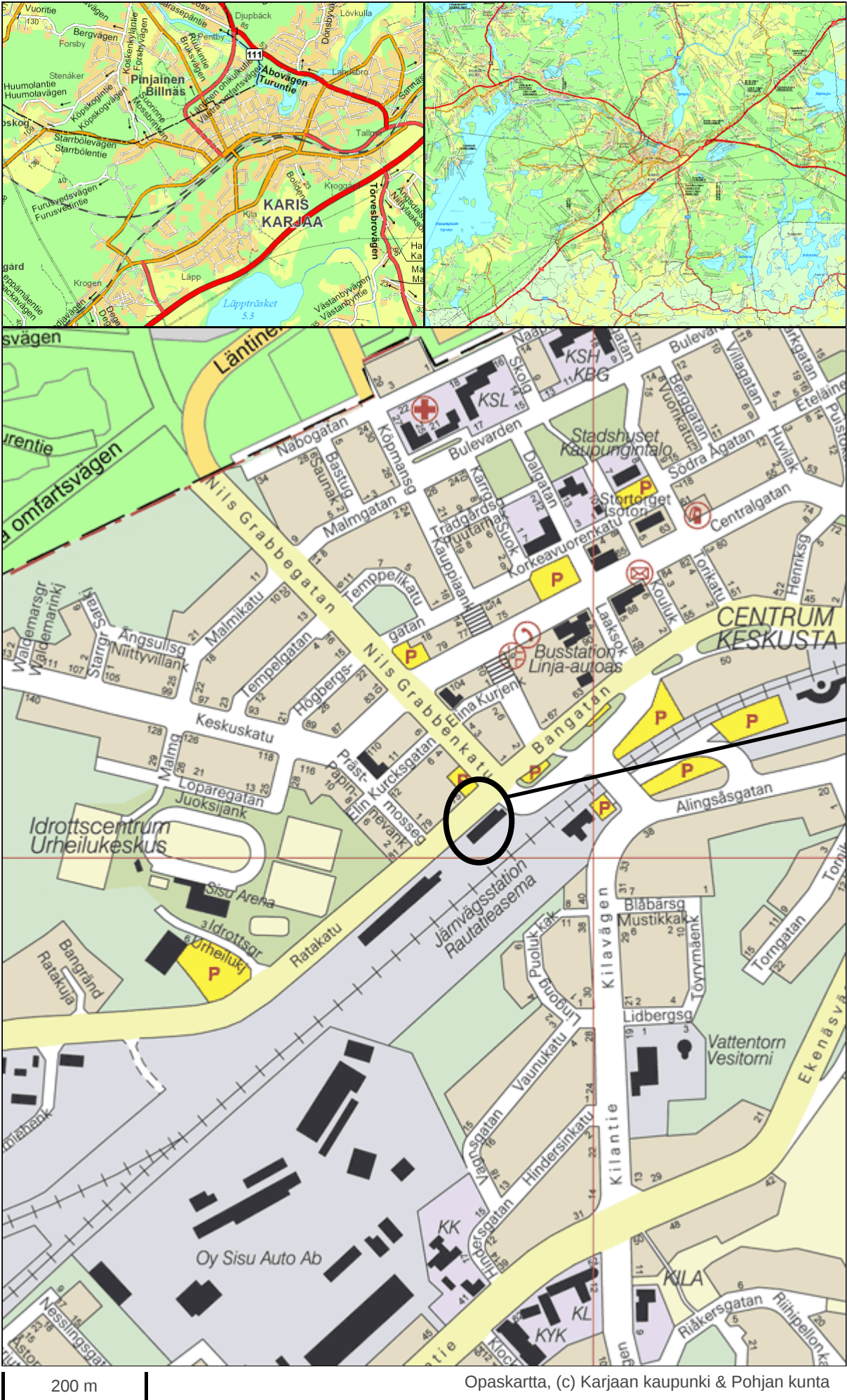
Tarkastelun perusteella liikenteen aiheuttama tärinä ei suunnitellun rakennuksen osalta vaadi toimenpiteitä.

Kirjallisuus

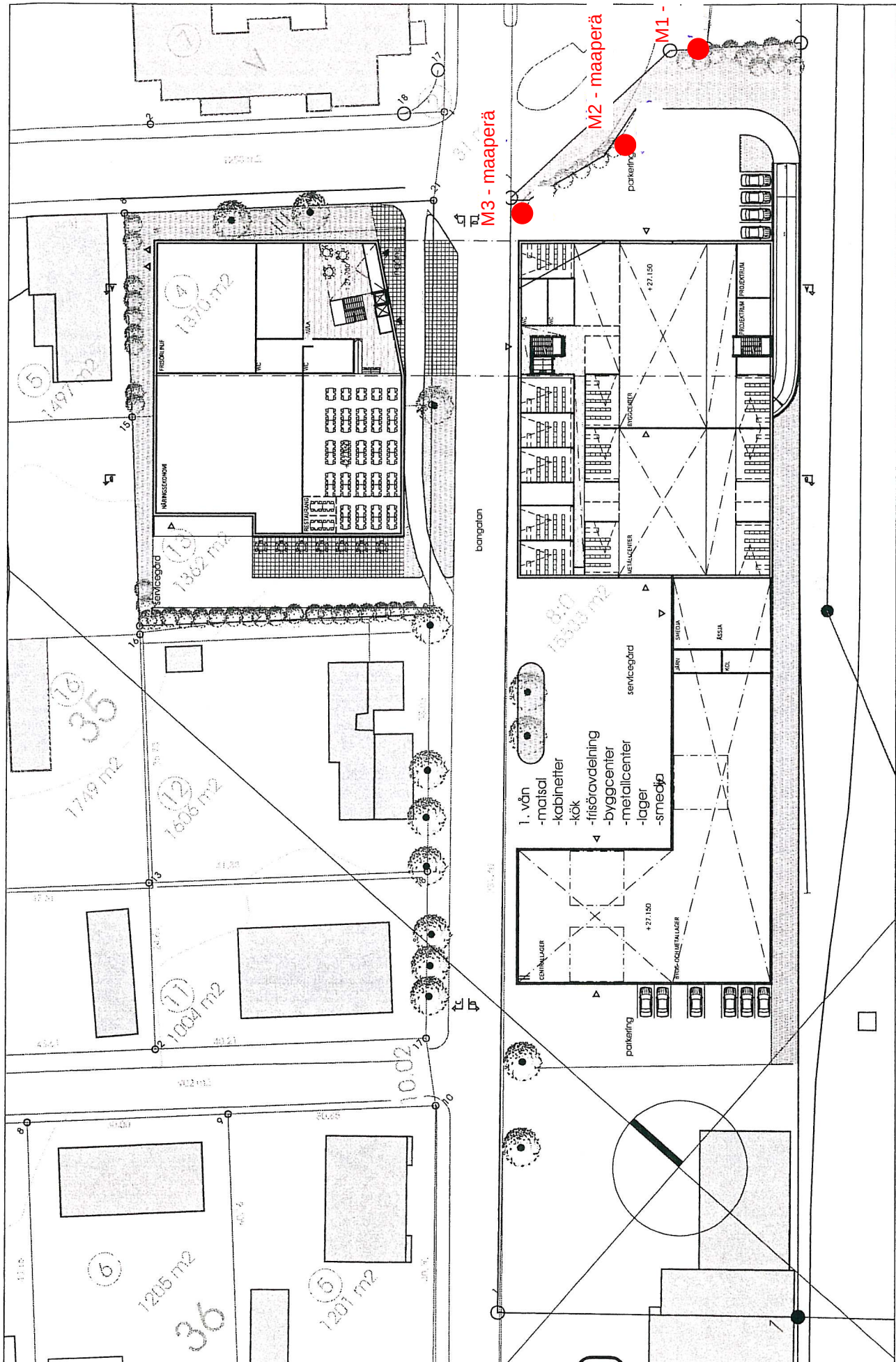
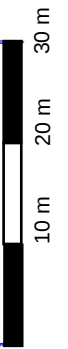
- VTT 2006 Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa. Espoo. 46 s. + liit. 33 s. (VTT Working papers 50). ISBN 951-38-6602-5. ISSN 1459-7683.
- VTT 2005 Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta. Espoo. 50 s. + liit. 15 s. (VTT tiedotteita 2278). ISBN 951-38-6523-1. ISSN 1235-0605.
- VTT2001 Rautatieliikenteen tärinän vaikutus rakenteisiin - vaurioalttiuden kartoittaminen ja mittaaminen. Luonnos, 47 s.

Liitteet

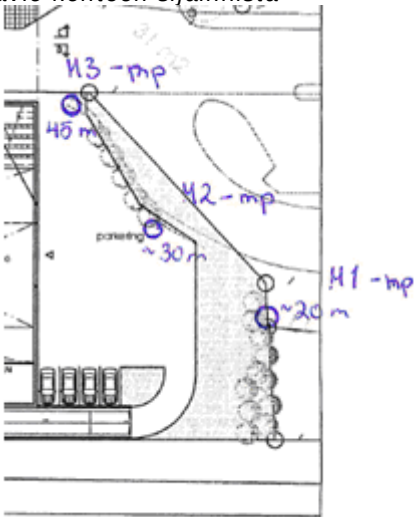
1. Kohteen sijaintikartta
2. Mittauspisteiden sijainti
3. Suurimmat tärinämittausrekisteröinnit, junaliikenne
4. Suurimmat tärinämittausrekisteröinnit, katuliikenne
5. Ennustemalli junaliikennetärinän leviämislle



4/12/2008 15:12:11



KOHDETIEDOT - TÄRINÄMITTAUS
Axxell Karjaa mittaukset, 9.-10.12.2008
KOHTEEN YLEISTIEDOT

<i>Kohteen tiedot</i>	<i>Omistajan yhteystiedot</i>
Paikkakunta: Karjaa	Nimi: N/A
Osoite: Ratakatu	Osoite: N/A
Liikennetyyppi: Raide/tie	Puhelin: N/A
Etäisyys väylään: 20/30/45 m	Sähköposti: N/A
<i>Kaavio kohteen sijainnista</i>	<i>Kuva kohteesta</i>
	

LIIKENTEEN JA VÄYLÄN KUVAUS

<i>Liikennetiedot</i>
<i>Väylän tiedot</i>

MUUT SELVITYKSET JA TUTKIMUKSET

	<i>Vuosi</i>	<i>Tekijä</i>	

MITTAUSTIEDOT

Mittauslaite:	Mittauslaite: Sinus Soundbook 06165	
Mittausajankohta:	Mittausajankohta:	9.-10.12.2008
<i>Mittausvastaavan yhteystiedot</i>		<i>Muut mittaukseen osallistuneet</i>
Nimi:	Jussi Kurikka-Oja	puh.
Osoite:	Pakkahuoneenaukio 2	
Puhelin:	050 352 4983 020 755 6836	
sähköposti	jussi.kurikka-oja@ramboll.fi	

MITTAUSKANAVIEN NUMEROT (z on ..., y on ..., x on ...)

Mittauspiste 3				Mittauspiste 2	
Suunta	x rataa vastaan	y rataa suuntaan	z pystysuora	Suunta	Pystysuunta
Kanava	CH1	CH2	CH3	Kanava	CH4
Asennusalusta: 300 mm maapiikki				Asennusalusta: 300 mm maapiikki	
Mittauspiste 1					
Suunta	Pystysuunta				
Kanava	CH5				
Asennusalusta: 300 mm maapiikki					

Axxell Karis
Tärinämittaustulokset 12/2008
Junaliikenne

Pystyvärähtely

M1			M2		
Etäisyys (m)			Etäisyys (m)		
maaperä 20			maaperä 30		
Pvm	Klo	mm / s	Pvm	Klo	mm / s
9.12.2008	17:47	0.06	9.12.2008	17:47	0.05
10.12.2008	7:54	0.07	10.12.2008	7:54	0.05
10.12.2008	7:40	0.07	10.12.2008	7:40	0.05
10.12.2008	8:44	0.05	10.12.2008	8:44	0.03
9.12.2008	19:34	0.05	9.12.2008	14:17	0.04
10.12.2008	6:46	0.11	9.12.2008	19:34	0.03
9.12.2008	17:46	0.06	10.12.2008	6:46	0.07
9.12.2008	18:14	0.07	9.12.2008	17:46	0.04
10.12.2008	1:21	0.05	9.12.2008	18:14	0.04
10.12.2008	6:48	0.06	10.12.2008	5:07	0.04
10.12.2008	2:23	0.11	10.12.2008	6:48	0.05
10.12.2008	2:46	0.04	10.12.2008	2:23	0.13
10.12.2008	3:54	0.04	10.12.2008	2:46	0.05
10.12.2008	5:22	0.04	10.12.2008	3:54	0.09
10.12.2008	0:55	0.08	10.12.2008	0:55	0.06
keskihajonta 0.022			keskihajonta 0.026		
keskiarvo 0.064			keskiarvo 0.055		
Tunnusluku $v_{rms,95}$ 0.104			Tunnusluku $v_{rms,95}$ 0.101		

Axxell Karis
Tärinämittaustulokset 12/2008
Junaliikenne

Pystyvärähtely

M3		
Etäisyys (m)		
maaperä 45		
Pvm	Klo	mm / s
9.12.2008	17:47	0.04
10.12.2008	7:54	0.04
10.12.2008	7:40	0.03
10.12.2008	8:44	0.04
9.12.2008	14:17	0.03
9.12.2008	19:34	0.03
10.12.2008	6:46	0.04
9.12.2008	17:46	0.03
9.12.2008	18:14	0.03
10.12.2008	1:21	0.06
10.12.2008	5:07	0.04
10.12.2008	2:23	0.14
10.12.2008	2:46	0.06
10.12.2008	3:54	0.06
10.12.2008	0:55	0.05
keskihajonta 0.028		
keskiarvo 0.048		
Tunnusluku $v_{rms,95}$ 0.098		

Vaakavärähtely - kohtisuora suunta

Pvm	Klo	mm / s
9.12.2008	17:47	0.14
10.12.2008	7:54	0.08
10.12.2008	7:40	0.1
10.12.2008	8:44	0.11
9.12.2008	14:17	0.08
9.12.2008	19:34	0.09
10.12.2008	6:46	0.08
9.12.2008	18:14	0.08
9.12.2008	22:03	0.09
9.12.2008	21:03	0.09
10.12.2008	6:48	0.08
10.12.2008	2:23	0.23
10.12.2008	2:46	0.15
10.12.2008	3:54	0.12
10.12.2008	0:55	0.16
keskihajonta		0.042
keskiarvo		0.112
Tunnusluku $v_{rms,95}$		0.188

Vaakavärähtely - sivusuunta

Pvm	Klo	mm / s
9.12.2008	17:47	0.1
10.12.2008	7:40	0.09
10.12.2008	8:44	0.08
9.12.2008	14:17	0.07
9.12.2008	19:34	0.07
10.12.2008	6:46	0.08
9.12.2008	17:46	0.07
9.12.2008	18:14	0.06
9.12.2008	22:03	0.07
9.12.2008	19:55	0.06
9.12.2008	21:03	0.07
10.12.2008	2:23	0.17
10.12.2008	2:46	0.1
10.12.2008	3:54	0.12
10.12.2008	0:55	0.14
keskihajonta		0.032
keskiarvo		0.090
Tunnusluku $v_{rms,95}$		0.147

Axxell Karis
Tärinämittaustulokset 12/2008
Katuliikenne

Pystyvärähtely

M1			M2		
Etäisyys (m)			Etäisyys (m)		
maaperä 28			maaperä 18		
Pvm	Klo	mm / s	Pvm	Klo	mm / s
9.12.2008	15:09	0.04	9.12.2008	15:09	0.05
9.12.2008	14:10	0.04	9.12.2008	14:10	0.05
9.12.2008	14:52	0.04	9.12.2008	14:52	0.05
9.12.2008	15:14	0.05	9.12.2008	14:59	0.05
9.12.2008	15:36	0.04	9.12.2008	15:14	0.06
9.12.2008	15:52	0.04	9.12.2008	15:52	0.04
9.12.2008	16:58	0.06	9.12.2008	21:15	0.05
9.12.2008	21:15	0.05	9.12.2008	23:47	0.05
10.12.2008	5:10	0.05	10.12.2008	5:10	0.06
10.12.2008	7:09	0.07	10.12.2008	7:09	0.08
10.12.2008	7:15	0.05	10.12.2008	7:15	0.07
10.12.2008	8:56	0.06	10.12.2008	8:56	0.06
10.12.2008	9:25	0.04	10.12.2008	9:25	0.05
10.12.2008	4:13	0.04	10.12.2008	4:13	0.06
10.12.2008	2:40	0.04	10.12.2008	2:40	0.09
keskihajonta		0.010	keskihajonta		0.013
keskiarvo		0.047	keskiarvo		0.058
Tunnusluku $v_{rms,95}$		0.065	Tunnusluku $v_{rms,95}$		0.082

Axxell Karis
Tärinämittaustulokset 12/2008
Katuliikenne

Pystyvärähtely

M3		
Etäisyys (m)		
maaperä 3		
Pvm	Klo	mm / s
9.12.2008	15:09	0.05
9.12.2008	18:49	0.04
9.12.2008	14:10	0.05
9.12.2008	14:52	0.06
9.12.2008	14:59	0.05
9.12.2008	15:14	0.05
9.12.2008	15:52	0.08
9.12.2008	21:15	0.06
10.12.2008	5:10	0.07
10.12.2008	7:09	0.08
10.12.2008	7:15	0.06
10.12.2008	8:56	0.06
10.12.2008	9:25	0.06
10.12.2008	4:13	0.05
10.12.2008	2:40	0.1
keskihajonta		0.016
keskiarvo		0.061
Tunnusluku $v_{rms,95}$		0.089

Vaakavärähtely - kohtisuora suunta

Pvm	Klo	mm / s
9.12.2008	15:09	0.08
9.12.2008	18:49	0.09
9.12.2008	14:10	0.09
9.12.2008	14:52	0.11
9.12.2008	14:59	0.07
9.12.2008	15:14	0.1
9.12.2008	15:52	0.08
9.12.2008	15:59	0.1
9.12.2008	21:15	0.09
10.12.2008	5:10	0.13
10.12.2008	7:09	0.13
10.12.2008	7:15	0.14
10.12.2008	8:56	0.11
10.12.2008	9:25	0.12
10.12.2008	2:40	0.1
keskihajonta		0.021
keskiarvo		0.103
Tunnusluku $v_{rms,95}$		0.140

Vaakavärähtely - sivusuunta

Pvm	Klo	mm / s
9.12.2008	15:09	0.08
9.12.2008	15:13	0.07
9.12.2008	18:49	0.13
9.12.2008	14:10	0.07
9.12.2008	14:52	0.11
9.12.2008	14:59	0.09
9.12.2008	15:14	0.09
9.12.2008	15:52	0.08
9.12.2008	15:59	0.08
10.12.2008	5:10	0.14
10.12.2008	7:09	0.14
10.12.2008	7:15	0.11
10.12.2008	8:56	0.09
10.12.2008	9:25	0.13
10.12.2008	2:40	0.1
keskihajonta		0.025
keskiarvo		0.101
Tunnusluku $v_{rms,95}$		0.145

RAUTATIELIIKENTEEN YMPÄRISTÖTÄRINÄN LASKENTA

RAMBOLL

Kunta Karjaa Rataosa _____ Km _____
Kohde Axxell Utbildning Ab Laskelman laatija Kirsi Koivisto Pvm 23.12.2007

TÄRINÄÄ JOHTAVA MAALAJI

Normaali koheesioma (Sa, saSi, Si) ▼

Suljettu leikkauslujuus Painokairausvastus
25...50 kPa ▼ 10...30 pk/m ▼

Tärinää johtavan maakerroksen kokonais-
paksuus radan ja tarkastelukohteen välillä m **3**

TARKASTELEVAN JUNAN JA RADAN TIEDOT

Tavarajuna ▼
Junan kokonaispaino, G tn **1900**
Junan nopeus, s km/h **40**
Raiteiden määrä kpl **1**

TARKASTELEVAN RAKENNUS

Kohteen etäisyys radan keskeltä m **10**

Lisätietoja kohteesta _____

TAVOITELTAVA TÄRINÄLUOKKA

Värähtelyluokka C ▼

TARKASTELUN PAINOPISTE

Ihmisen kokemaa häiriö ▼

LASKENNAN VÄRÄHTELYSUURE

Käytettävä suure Tehollisarvo ▼
Määrittäminen mittausten perusteella Kyllä ▼
☒ Arvioidaan huippuarvoja ja tehollisarvoja toistensa avulla

SUOSITELTAVAT LASKENTAPARAMETRIT

Vertailuetäisyys, D_0 m 20
Vertailuheilahdusnopeus, v_0 mm/s 0.104
NopeusekspONENTTI, A - 0
Etäisyyskoeffisiенти, B - 0.07

SUOSITUSARVOISTA POIKKEAVAT PARAMETRIT

Vertailuheilahdusnopeus, v_0 mm/s **0.104**
NopeusekspONENTTI, A - **0**
Etäisyyskoeffisiенти, B - **0.07**

ENNUSTEARVOT TARKASTELUKOhteessa

Heilahdusnop. taajuuspainotettu tehollisarvo

1-kerroksisessa rakennuksessa mm/s **0.104**
2-kerroksisessa rakennuksessa mm/s **0.208**

ETÄISYYS RADASTA JOLLA TAVOITE TÄYTTYY

Tavoiteltava värähtelyluokka C

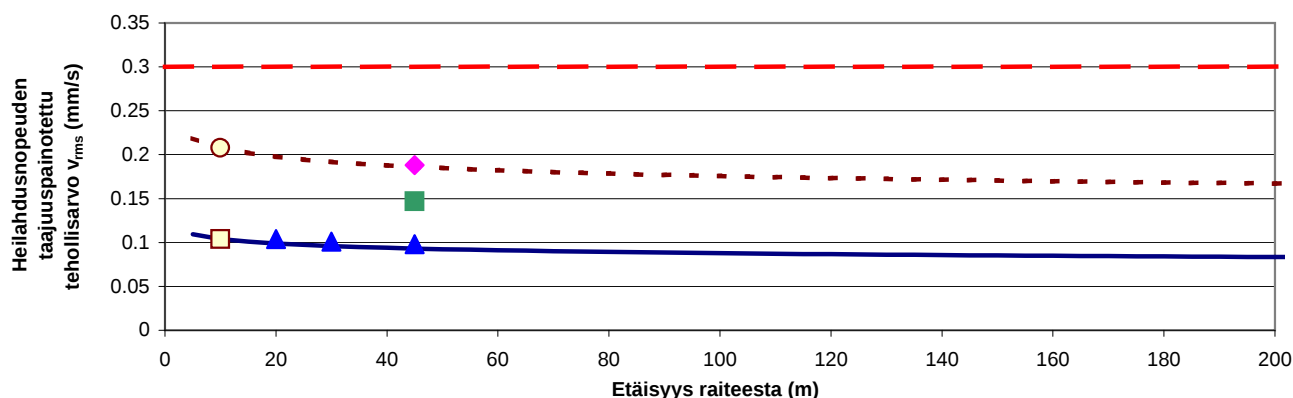
1-kerroksisessa rakennuksessa m **0**
2-kerroksisessa rakennuksessa m **0**

Maaperän ominaistuuus Hz **11.1**

LASKENTAKERTOIMET TARKASTELUKOhteessa

Etäisyyskerroin k_D = 1.05
Junan nopeudesta johtuva kerroin k_S = 1.00
Junan painosta johtuva kerroin k_G = 0.95
Radan kunnosta johtuva kerroin k_R = 1
Arviointiriskikerroin A = 1

TÄRINÄN ENNUSTETTU VAIMENEMINEN ANNETUISSA OLOSUhteissa



- ▲ Mittaus - maaperä, pystysuunta
- Mittaus - maaperä, radan suuntainen vaakasuunta
- ◆ Mittaus - maaperä, rataa vastaan kohtisuora vaakasuunta
- Ennuste - tarkasteltava kohde, 2. kerr. rakennus, vaakasuunta
- Ennuste - 1-kerr. rakennukset
- - - Ennuste - yli 2-kerr. rakennukset
- Ennuste - tarkasteltava kohde, 1. kerr. rakennus, pystysuunta
- Tavoiteltava värähtelyluokka