



Insinööritoimisto
Geotesti Oy

TÄRINÄSELIVITYS

TYÖNRO 060304

Toijalan asema-alueen värinäselvitys

Toijala

	Insinööritoimisto Geotesti Oy RI Tiina Ärväs	TÄRINÄSELVITYS 02.01.2006	1(8)
--	---	---	------

TYÖNRO 060304

Toijalan aseman alueen tärinäselvitys

Toijala

1. YLEISTÄ

Toimeksiannosta olemme tehneet tärinämittauksia Toijalan aseman alueella 8.12 – 15.12.2006 välisenä aikana. Tutkimustulosten perusteella olemme laatineet tärinäselvitysraportin VTT:n tiedotetta 2278, Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta (2004), noudattavan esitystavan mukaisesti.

2. TUTKIMUSKOHDDE

Toijalan aseman alue on vilkasliikenteinen. Liikennöityjä raiteita mittauskohdalla kulkee yhdeksän, joista neljällä kulkee henkilöliikenne. Seitsemän rataosuutta on sähköistetty. Aseman alueella pohjamaa on pääosin siltistä savea.

3. TEHDYT TUTKIMUKSET

Mittareina käytettiin tyyppiä UVS 1500 olevia tärinämittareita, joilla pystytään mittaamaan värähtelyn huippunopeuden arvo kolmessa suunnassa samanaikaisesti sekä laskemaan tärinän kiihtyvyys ja heilahduslaajuus sekä tulostamaan tärinän aaltokuvaajia.

Mittausjaksoilla tärinää mitattiin yhteensä 4 pisteestä. Yksi mittari oli asennettuna Veturimuseon perustukseen ja kolme mittaria oli asennettuna Pätsinniementie 4:än (Maistraatti). Viimeksi mainitussa mittarit sijaitsivat ylimmän kerroksen lattiassa, lähimpänä rataa olevan kellarin seinässä sekä rakennuksen toisessa päässä olevan väestönsuojan seinässä. Mittauspisteiden sijainti on esitetty liitteenä olevassa kartassa.

4. VÄRÄHTELYN TUNNUSLUVUN MÄÄRITTÄMINEN

Mittautulosten määrän vuoksi voidaan varmuudella junaliikenteen aiheuttamaksi tärinäksi katsoa vain ne tärinän arvot, jotka mitattiin samanaikaisesti Toijalan alueella liikuneiden juna-aikatauluista (VR/Liikennesuunnittelu) varmistettujen junien kanssa.

Standardin NS 8176 mukaan värähtelyt pitää mitata ainakin 15 yksittäisestä liikennevälineestä olipa kyse junasta, metrosta, raitiovaunusta tai tieliikenteestä. Junatärinää tutkittaessa 30 %:n näistä 15:sta tulee edustaa suurinta värähtelyä aiheuttavia junia, useimmiten tavarajunia. Mittausjakson aikana ko. määrä värähtelyjä rekisteröityi ainoastaan Pätsinniementie 4 toisen kerroksen lattiasta. Saman rakennuksen kellarista mittari rekisteröi 13 junaliikenteestä aiheutuvaa värähtelyä ja väestönsuojasta ainoastaan yhden värähtelyn. Veturimuseon perustuksesta mitattiin 11 värähtelyä. Mitatuista, junaliikenteeseen yhdistettävistä, tärinäarvoista kaikki edustavat tavarajunia, joten määrä on katsottu riittäväksi.

VTT:n ohjeen, Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta, mukaan maaperän värähtelyn (tärinän) tehollinen tunnusluku voidaan määrittää tärinän huippuarvoihin perustuvan tunnusluvun $v_{\max,95}$ perusteella. Tärinän huippuarvoista määritetty tunnusluku $v_{\max,95}$ kuvaa arvoa, jonka 95 % kaikista mittaustuloksista alittaa.

Ensin mitatuista värähtelyn huippuarvoista lasketaan keskiarvo v_w ja keskihajonta σ . Värähtelyn huippuarvoja vastaava tunnusluku $v_{\max,95}$ määritetään kaavalla 4.1.

$$v_{\max,95} = v_w + 1,8 * \sigma \quad (4.1)$$

Lopuksi VTT:n ohjeen, Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta mukainen tärinälle annettuihin raja-arvoihin verrattava tehollinen tunnusluku $v_{w,95}$ määritetään kaavalla 4.2.

$$v_{w,95} \leq 0,55 * v_{\max,95} * \sqrt{1 + (f_0/f)^2} \quad (4.2)$$

missä f_0 on 3,5 Hz

Mittaustulosten määrän vuoksi (taustatärinä/ihmisten liikkuminen lähistöllä) ja mittauslaitteiston rajallisen muistikapasiteetin vuoksi junaliikenteestä aiheutuneita värähtelykuvaajia saatiin talletettua vain yhdestä yksittäisestä mittauksesta. Tässä tärinän taajuus pystyheilahduksella oli 9,35 Hz. Värähtelyn kuvaaja on esitetty liitteessä.

Edellä mainitun tarkastelun perusteella määritetyt ja tärinän taajuudella 9,35 Hz lasketut värähtelyn teholliset tunnusluvut $v_{w,95}$ (mm/s) ovat jaksolla 8.12. – 15.12. seuraavat. Sulkeissa esitetyt arvot ovat värähtelyn huippuarvoja kuvaavia tunnuslukuja $v_{\max,95}$. Vierekkäisten ratojen määrästä johtuen etäisyys radasta on laskettu lähimmän raiteen keskeltä mittarin kiinnityspisteeseen.

	Pystyheilahdusnopeus (mm/s)	Vaakaheilahdusnopeus, kohtisuoraan rataa vasten (mm/s)	Vaakaheilahdusnopeus, radan suunnassa (mm/s)
Veturimuseo, mittarinro 639, etäisyys radasta 30 m	0,088 (0,149)	0,208 (0,354)	0,150 (0,255)
Pätsinniementie 4, kellari, mittarinro 439, etäisyys radasta 34 m	0,038 (0,065)	0,210 (0,358)	0,077 (0,131)
Pätsinniementie 4, 2. krs. lattia mittarinro 337, etäisyys radasta 49 m	0,268 (0,157)	0,438 (0,747)	0,269 (0,458)

Pätsinniementie 4 väestönsuojan seinästä (-1 krs.) tärinämittari rekisteröi ainoastaan yhden tärinän, joka voidaan yhdistää junaliikenteestä aiheutuvaan tärinään. Väestönsuojassa oleva mittari (nro 514) sijaitsi 69 metrin etäisyydellä radasta. Mittarista saadut heilahdusnopeuden arvot ovat: pystyheilahdusnopeus 0,095 mm/s, vaakaheilahdusnopeus kohtisuoraan rataa vasten 0,2 mm/s ja vaakaheilahdusnopeus radan suunnassa 0,105 mm/s.

Eri mittauspisteistä mitatut tärinän maksimiarvot on esitetty liitteissä.

5. TÄRINÄN SIIRTYMINEN ASUINTILOIHIN

Koska mittausten tavoitteena on selvittää suurin asukkaiden kokema värähtely, on mittauksia tehty niin rakennuksen ylimmän kerroksen lattiasta kuin perustuksista sekä maanvastaisista seinistäkin. Näiden mittausten avulla voidaan tehdä johtopäätöksiä tärinän voimistumisesta rakennuksissa alimman ja ylimmän kerroksen välillä. Yhdessä arvion tärinän voimistumisesta rakennuksissa sekä eri etäisyyksillä tärinälähteestä tehtyjen mitaustulosten kanssa voidaan lopuksi määrittää riittävä suojaetäisyys tärinän lähteestä, missä värähtelyn tunnusluku ei ylitä uusien rakennusten suunnittelussa käytettyä 0,3 mm/s värähtelynopeutta.

VTT:n ohjeen mukaan pystysuuntainen värähtely voimistuu alimman ja ylimmän kerroksen välillä n. kaksinkertaiseksi. Heilahdusnopeuden pystysuuntaiset arvot olivat kuitenkin tässä tapauksessa huomattavasti pienempiä kuin vastaavat vaakasuuntaiset arvot. Tämän vuoksi olemme tarkastelleet myös värähtelyn tunnuslukuja vaakasuuntaisille heilahdusnopeuksille. Vaakasuuntaisten heilahdusnopeuden tunnuslukujen perusteella rakennuksen ylimmän kerroksen lattiasta mitattu tunnusluku on noin kaksinkertainen vastaaviin perustuksista mitattuihin arvoihin verrattuna. Perustuksista kohtisuoraan rataa vastaan mitattu vaakavärähtely on n. 3-6-kertainen pystyvärähtelyyn verrattuna.

VTT:n ohjeen mukaan kaavoituksessa on sekä pien- että kerrostalojen kaikissa kerroksissa materiaaleista riippumatta varauduttava lattian pystysuuntaiseen värähtelyyn, jonka tunnusluku on kaksi kertaa maasta mitattu pystysuuntaisen värähtelyn tunnusluku $v_{w,maa}$. Ko. ohjeen mukaan rakennuksen anturasta/sokkelista mitatut pystysuuntaiset värähtelyarvot vastaavat samalla etäisyydellä tärinälähteestä mitattua maaperän pystysuuntaista värähtelyä.

6. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tärinän kannalta riittävää suojaetäisyyttä voidaan arvioida VTT:n julkaisussa, Rautatie liikenteen tärinän vaikutus rakenteisiin (2002), esitetyllä mallilla maanpinnan heilahdusnopeuden laskemiseksi. Kun heilahdusnopeus kahdella etäisyydellä raiteen keskilinjasta on tunnettu, voidaan malliin perustuen laskea värähtely halutulla etäisyydellä. Vaikka Toijalan aseman alueelta tehty tärinämittaukset oli tehty rakennuksista eikä maaperästä, voidaan mallia värähtelyn vaimenemisen etäisyyden funktiona kuvaajana kuitenkin pitää soveltuvana, koska ohjeen mukaisesti voidaan olettaa maan ja perustuksen pystyvärähtelyjen vastaavan toisiaan. Tässä tapauksessa etäisyys määritetään vaakasuuntaisista arvoista, koska ko. arvot ovat huomattavasti suuremmat kuin pystysuuntaiset. Koska tärinän vaakasuuntaisen heilahdusnopeuden voimistumisen suhteeksi rakennuksen alimman ja ylimmän kerroksen välillä valittiin 2,0, tulee värähtelyn tehokkaan tunnusluvun suoja-alueen reunalla olla enintään 0,15 mm/s.

Laskettaessa edellä mainitun mallin mukaisesti ja käytettäessä ajanjakson 8.12. – 15.12.2006 perustuksista kohtisuoraan rataa vasten mitattujen vaakasuuntaisen värähtelyiden arvoja saadaan 87 m etäisyydellä lähimmän raiteen keskilinjasta värähtelynopeuden tunnusluvuksi perustusten tasolla 0,15 mm/s. Tunnuslukua 0,30 mm/s vastaava etäisyys on 50 m.

Toijalan aseman alueen olosuhteissa voidaan tulosten perusteella arvioida, että rakennus-



ten etäisyyden ollessa yli 87 metriä lähimmän raiteen keskilinjasta uusien rakennusten suunnittelussa käytettävä tärinän tunnusluku alittaa 0,30 mm/s kaikilla värähtelysuunnilla tärinän voimistuminen rakenteissa huomioon ottaen.

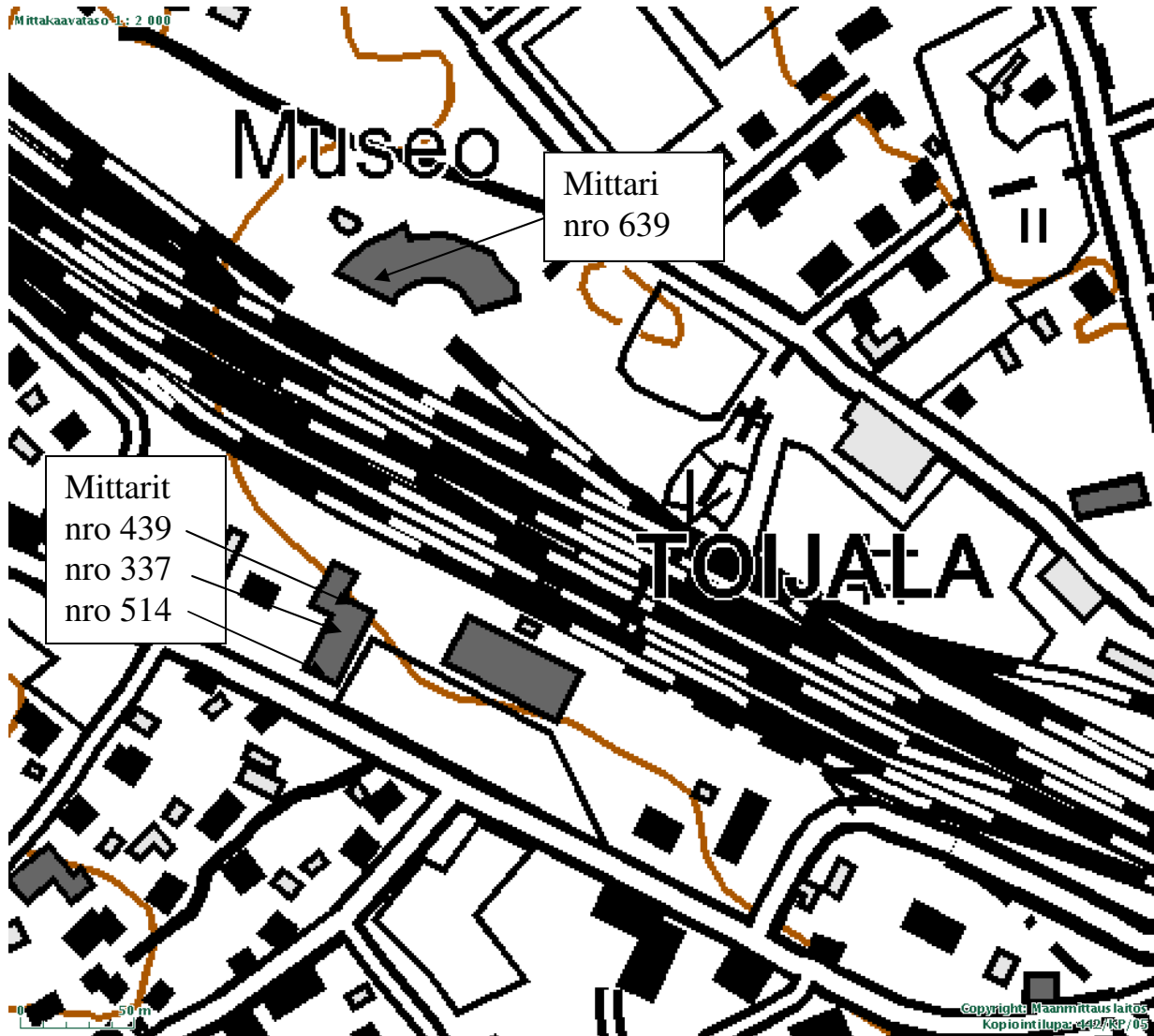
INSINÖÖRITOIMISTO GEOTESTI OY

Hannu Kylänpää

Tiina Ärväs

liitteet:

- kartta tutkimuspisteiden sijainneista
- valokuvia
- tärinämittauspöytäkirjat (4 kpl)
- yhteenveto junaliikenteen aiheuttamista tärinäistä Toijalan aseman alueella ajalta 8.12.-15.12.2006 (1 sivu)
- värähtelyn kuvaaja
- tärinän tilastollinen tarkastelu (9 kpl)



Mittareiden sijainnit



Pätsinniementie 4



Mittari nro 514, väestönsuojan seinä



Mittari nro. 337, 2. krs. lattia



Mittari nro. 439, kellarin seinä



Veturimuseo



Mittarinro. 639, museon perustus

Insinööritoimisto Geotesti Oy

Report:

Project: TOIJALAN ASEMA-ALUEEN TÄRINÄMITTAUS
GEOTESTIN TYÖNRO 060304

Channel 1: *Heilahdusnopeus, pysty*
vVe (mm/s)

Channel 2: *Heilahdusnopeus, kohtisuoraan raiteeseen*
vVe (mm/s)

Channel 3: *Heilahdusnopeus, radan suunta*
vVe (mm/s)

Print out from: 2006 12 08 10:25

Print out to: 2006 12 15 13:49

Notes: Maistraatti
- kellari, radan läheisyydessä

Responsible: INSINÖÖRITOIMISTO GEOTESTI OY

Disc: Datafile: Z:\2006\060304\UVS15439.B01

UVS1504B S/N 0439

2006 12 08 10:25 - 2006 12 15 13:49

Measuring point:	Heilahdusn vVe (mm/s)	Heilahdusn vVe (mm/s)	Heilahdusn vVe (mm/s)	
Range:	L	L	L	L
Unit:	mm/s	mm/s	mm/s	m/s2
Trigg:	N	.15	N	N
Date:	Time:			

Fr 08 Dec	10:25				Start
Fr 08 Dec	16:45	0.03	0.175	0.1	
Mo 11 Dec	02:33	0.025	0.155	0.085	
Mo 11 Dec	04:09	0.08	0.48	0.12	
Mo 11 Dec	15:13	0.035	0.16	0.06	
Tu 12 Dec	01:07	0.045	0.165	0.06	
Tu 12 Dec	03:15	0.04	0.18	0.07	
We 13 Dec	03:15	0.04	0.18	0.1	
We 13 Dec	04:53	0.03	0.15	0.075	
We 13 Dec	05:29	0.045	0.26	0.1	
Th 14 Dec	16:49	0.02	0.17	0.115	
Fr 15 Dec	01:05	0.04	0.16	0.055	
Fr 15 Dec	03:19	0.02	0.18	0.125	
Fr 15 Dec	05:03	0.025	0.155	0.075	
Fr 15 Dec	05:23	0.05	0.305	0.075	
Fr 15 Dec	05:25	0.06	0.38	0.12	
Fr 15 Dec	13:49				Stop

Insinööritoimisto Geotesti Oy

Report:

Project: TOIJALAN ASEMA-ALUEEN TÄRINÄMITTAUS
GEOTESTIN TYÖNRO 060304

Channel 1: *Heilahdusnopeus, pysty*
vVe (mm/s)

Channel 2: *Heilahdusnopeus, kohtisuoraan raiteeseen*
vVe (mm/s)

Channel 3: *Heilahdusnopeus, radan suunta*
vVe (mm/s)

Print out from: 2006 12 08 10:03

Print out to: 2006 12 15 13:45

Notes: Maistraatti
- 2 krs. lattia

Responsible: INSINÖÖRITOIMISTO GEOTESTI OY

Disc: Datafile: Z:\2006\060304\UVS15337.B11

UVS1504B S/N 0337

2006 12 08 10:03 - 2006 12 15 13:45

Measuring point:	Heilahdusn vVe (mm/s)	Heilahdusn vVe (mm/s)	Heilahdusn vVe (mm/s)	
Range:	L	L	L	L
Unit:	mm/s	mm/s	mm/s	mm/s
Trigg:	N	.15	N	N
Date:	Time:			

Fr 08 Dec	10:03				Start
Fr 08 Dec	10:51	0.095	0.215	0.17	
Fr 08 Dec	16:45	0.19	0.46	0.375	
Fr 08 Dec	16:47	0.095	0.175	0.15	
Fr 08 Dec	18:57	0.165	0.39	0.315	
Fr 08 Dec	20:39	0.1	0.215	0.175	
Fr 08 Dec	20:55	0.07	0.16	0.145	
Fr 08 Dec	20:57	0.16	0.345	0.245	
Fr 08 Dec	21:47	0.135	0.255	0.26	
Fr 08 Dec	22:15	0.09	0.155	0.135	
Sa 09 Dec	01:23	0.105	0.215	0.15	
Sa 09 Dec	01:35	0.11	0.185	0.18	
Sa 09 Dec	02:13	0.12	0.28	0.19	
Sa 09 Dec	02:35	0.07	0.185	0.11	
Sa 09 Dec	02:51	0.1	0.19	0.185	
Sa 09 Dec	03:25	0.18	0.31	0.3	
Sa 09 Dec	03:31	0.16	0.28	0.28	
Sa 09 Dec	03:41	0.09	0.275	0.165	
Sa 09 Dec	06:45	0.105	0.17	0.105	
Sa 09 Dec	10:45	0.08	0.195	0.165	
Sa 09 Dec	19:41	0.18	0.435	0.33	
Sa 09 Dec	23:53	0.07	0.18	0.1	
Su 10 Dec	03:07	0.19	0.4	0.335	
Su 10 Dec	16:47	0.23	0.355	0.29	
Su 10 Dec	19:45	0.15	0.265	0.23	
Su 10 Dec	20:39	0.125	0.245	0.145	
Mo 11 Dec	00:49	0.105	0.295	0.145	
Mo 11 Dec	02:05	0.095	0.17	0.145	
Mo 11 Dec	02:07	0.09	0.24	0.165	
Mo 11 Dec	02:25	0.165	0.305	0.285	
Mo 11 Dec	02:31	0.14	0.24	0.27	
Mo 11 Dec	02:33	0.165	0.44	0.285	
Mo 11 Dec	03:05	0.22	0.385	0.415	
Mo 11 Dec	04:09	0.315	1.0	0.51	
Mo 11 Dec	15:13	0.14	0.385	0.225	
Mo 11 Dec	17:01	0.17	0.35	0.23	
Mo 11 Dec	18:59	0.15	0.28	0.265	
Mo 11 Dec	19:53	0.14	0.465	0.22	
Mo 11 Dec	20:47	0.07	0.175	0.12	
Tu 12 Dec	01:07	0.12	0.285	0.18	
Tu 12 Dec	01:09	0.1	0.275	0.17	
Tu 12 Dec	01:53	0.13	0.295	0.22	
Tu 12 Dec	02:19	0.105	0.235	0.18	
Tu 12 Dec	02:57	0.07	0.21	0.13	
Tu 12 Dec	03:15	0.175	0.425	0.285	
Tu 12 Dec	03:21	0.105	0.19	0.155	
Tu 12 Dec	03:23	0.145	0.22	0.245	
Tu 12 Dec	03:33	0.16	0.38	0.25	

Tu	12	Dec	04:39	0.1	0.18	0.17
Tu	12	Dec	05:01	0.12	0.155	0.205
Tu	12	Dec	10:53	0.145	0.225	0.23
Tu	12	Dec	15:45	0.24	0.355	0.36
Tu	12	Dec	19:43	0.14	0.24	0.235
Tu	12	Dec	21:45	0.095	0.175	0.16
We	13	Dec	00:55	0.125	0.29	0.24
We	13	Dec	02:21	0.09	0.155	0.12
We	13	Dec	02:41	0.09	0.17	0.16
We	13	Dec	02:47	0.11	0.24	0.21
We	13	Dec	03:01	0.145	0.34	0.23
We	13	Dec	03:15	0.195	0.43	0.345
We	13	Dec	04:07	0.17	0.325	0.28
We	13	Dec	04:43	0.12	0.165	0.1
We	13	Dec	04:53	0.14	0.31	0.295
We	13	Dec	05:29	0.245	0.4	0.335
We	13	Dec	10:01	0.145	0.335	0.215
We	13	Dec	11:11	0.1	0.2	0.165
We	13	Dec	16:49	0.155	0.315	0.275
We	13	Dec	18:07	0.14	0.205	0.2
We	13	Dec	19:47	0.155	0.32	0.25
Th	14	Dec	01:05	0.095	0.19	0.17
Th	14	Dec	02:35	0.145	0.3	0.24
Th	14	Dec	02:51	0.155	0.37	0.18
Th	14	Dec	02:59	0.135	0.21	0.175
Th	14	Dec	03:03	0.215	0.35	0.37
Th	14	Dec	03:09	0.16	0.315	0.295
Th	14	Dec	03:17	0.175	0.34	0.33
Th	14	Dec	03:23	0.175	0.305	0.295
Th	14	Dec	04:53	0.13	0.24	0.15
Th	14	Dec	05:49	0.21	0.395	0.36
Th	14	Dec	06:45	0.115	0.165	0.11
Th	14	Dec	10:45	0.145	0.195	0.2
Th	14	Dec	11:13	0.1	0.195	0.14
Th	14	Dec	12:39	0.155	0.165	0.14
Th	14	Dec	16:51	0.205	0.49	0.36
Th	14	Dec	19:17	0.09	0.225	0.17
Th	14	Dec	19:51	0.11	0.205	0.165
Th	14	Dec	20:47	0.085	0.28	0.21
Th	14	Dec	21:55	0.21	0.44	0.4
Fr	15	Dec	01:05	0.095	0.245	0.205
Fr	15	Dec	02:09	0.125	0.3	0.2
Fr	15	Dec	02:29	0.06	0.15	0.1
Fr	15	Dec	02:39	0.085	0.165	0.155
Fr	15	Dec	03:01	0.06	0.16	0.12
Fr	15	Dec	03:07	0.075	0.225	0.13
Fr	15	Dec	03:13	0.105	0.245	0.225
Fr	15	Dec	03:19	0.19	0.455	0.36
Fr	15	Dec	05:03	0.19	0.275	0.305
Fr	15	Dec	05:05	0.195	0.385	0.33
Fr	15	Dec	05:25	0.275	0.73	0.415
Fr	15	Dec	09:35	0.305	0.25	0.235
Fr	15	Dec	10:33	0.105	0.235	0.185
Fr	15	Dec	10:35	0.095	0.235	0.145
Fr	15	Dec	11:59	0.305	0.175	0.115
Fr	15	Dec	12:05	0.22	0.15	0.15
Fr	15	Dec	12:55	0.24	0.195	0.185
Fr	15	Dec	13:43	0.175	0.22	0.165
Fr	15	Dec	13:45			

Stop

Insinööritoimisto Geotesti Oy

Report:

Project: TOIJALAN ASEMA-ALUEEN TÄRINÄMITTAUS
GEOTESTIN TYÖNRO 060304

Channel 1: *Heilahdusnopeus, pysty*
vVe (mm/s)

Channel 2: *Heilahdusnopeus, kohtisuoraan raiteeseen*
vVe (mm/s)

Channel 3: *Heilahdusnopeus, radan suunta*
vVe (mm/s)

Print out from: 2006 12 08 08:59

Print out to: 2006 12 15 13:35

Notes: Veturimuseo
-perustus

Responsible: INSINÖÖRITOIMISTO GEOTESTI OY

Disc: Datafile: Z:\2006\060304\UVS15639.B61

UVS1504B S/N 0639

2006 12 08 08:59 - 2006 12 15 13:35

Measuring point:	Heilahdusn vVe (mm/s)	Heilahdusn vVe (mm/s)	Heilahdusn vVe (mm/s)	
Range:	L	L	L	L
Unit:	mm/s	mm/s	mm/s	mm/s
Trigg:	N	.15	N	N
Date:	Time:			

Fr 08 Dec	08:59				Start
Fr 08 Dec	12:19	0.115	0.335	0.22	
Fr 08 Dec	15:19	0.07	0.19	0.1	
Fr 08 Dec	18:59	0.065	0.165	0.085	
Sa 09 Dec	02:13	0.025	0.175	0.03	
Sa 09 Dec	02:51	0.085	0.19	0.085	
Sa 09 Dec	03:35	0.06	0.185	0.075	
Sa 09 Dec	06:23	0.07	0.18	0.08	
Sa 09 Dec	11:11	0.065	0.195	0.095	
Sa 09 Dec	16:07	0.05	0.16	0.07	
Su 10 Dec	03:07	0.03	0.17	0.04	
Su 10 Dec	04:43	0.055	0.15	0.06	
Su 10 Dec	11:45	0.06	0.19	0.09	
Su 10 Dec	21:07	0.07	0.215	0.11	
Su 10 Dec	21:31	0.055	0.155	0.07	
Mo 11 Dec	02:05	0.02	0.155	0.025	
Mo 11 Dec	02:07	0.09	0.245	0.085	
Mo 11 Dec	02:13	0.065	0.16	0.07	
Mo 11 Dec	15:29	0.06	0.17	0.11	
Mo 11 Dec	15:31	0.07	0.245	0.085	
Mo 11 Dec	15:43	0.065	0.17	0.09	
Mo 11 Dec	18:27	0.07	0.205	0.11	
Mo 11 Dec	19:15	0.06	0.175	0.09	
Tu 12 Dec	04:31	0.04	0.165	0.055	
Tu 12 Dec	05:01	0.055	0.165	0.065	
Tu 12 Dec	13:13	0.105	0.305	0.155	
Tu 12 Dec	13:49	0.13	0.325	0.17	
Tu 12 Dec	21:33	0.145	0.37	0.16	
Tu 12 Dec	21:39	0.07	0.18	0.08	
Tu 12 Dec	22:41	0.07	0.17	0.095	
We 13 Dec	02:21	0.075	0.325	0.14	
We 13 Dec	03:05	0.065	0.17	0.09	
We 13 Dec	05:29	0.05	0.17	0.075	
We 13 Dec	08:13	0.075	0.18	0.095	
We 13 Dec	12:51	0.06	0.17	0.06	
We 13 Dec	12:53	0.11	0.26	0.17	
We 13 Dec	19:09	0.105	0.165	0.125	
We 13 Dec	22:39	0.045	0.15	0.035	
Th 14 Dec	03:15	0.055	0.175	0.08	
Th 14 Dec	14:35	0.125	0.33	0.19	
Th 14 Dec	14:41	0.165	0.35	0.22	
Th 14 Dec	15:37	0.18	0.385	0.225	
Th 14 Dec	21:23	0.06	0.15	0.07	
Th 14 Dec	21:31	0.08	0.215	0.105	
Th 14 Dec	22:41	0.105	0.27	0.17	
Fr 15 Dec	02:07	0.02	0.15	0.03	
Fr 15 Dec	02:31	0.06	0.15	0.09	
Fr 15 Dec	05:19	0.065	0.255	0.165	

Fr 15 Dec	11:37	0.19	0.285	0.23	
Fr 15 Dec	11:41	0.2	0.425	0.36	
Fr 15 Dec	11:43	0.105	0.265	0.155	
Fr 15 Dec	11:49	0.18	0.44	0.235	
Fr 15 Dec	11:55	0.075	0.17	0.11	
Fr 15 Dec	11:57	0.185	0.37	0.255	
Fr 15 Dec	13:35				Stop

Insinööritoimisto Geotesti Oy

Report:

Project: TOIJALAN ASEMA-ALUEEN TÄRINÄMITTAUS
GEOTESTIN TYÖNRO 060304

Channel 1: *Heilahdusnopeus, pysty*
vVe (mm/s)

Channel 2: *Heilahdusnopeus, kohtisuoraan raiteeseen*
vVe (mm/s)

Channel 3: *Heilahdusnopeus, radan suunta*
vVe (mm/s)

Print out from: 2006 12 08 09:51

Print out to: 2006 12 15 13:53

Notes: Maistraatti
-väestönsuoja

Responsible: INSINÖÖRITOIMISTO GEOTESTI OY

Disc: Datafile: Z:\2006\060304\UVS15514.B76

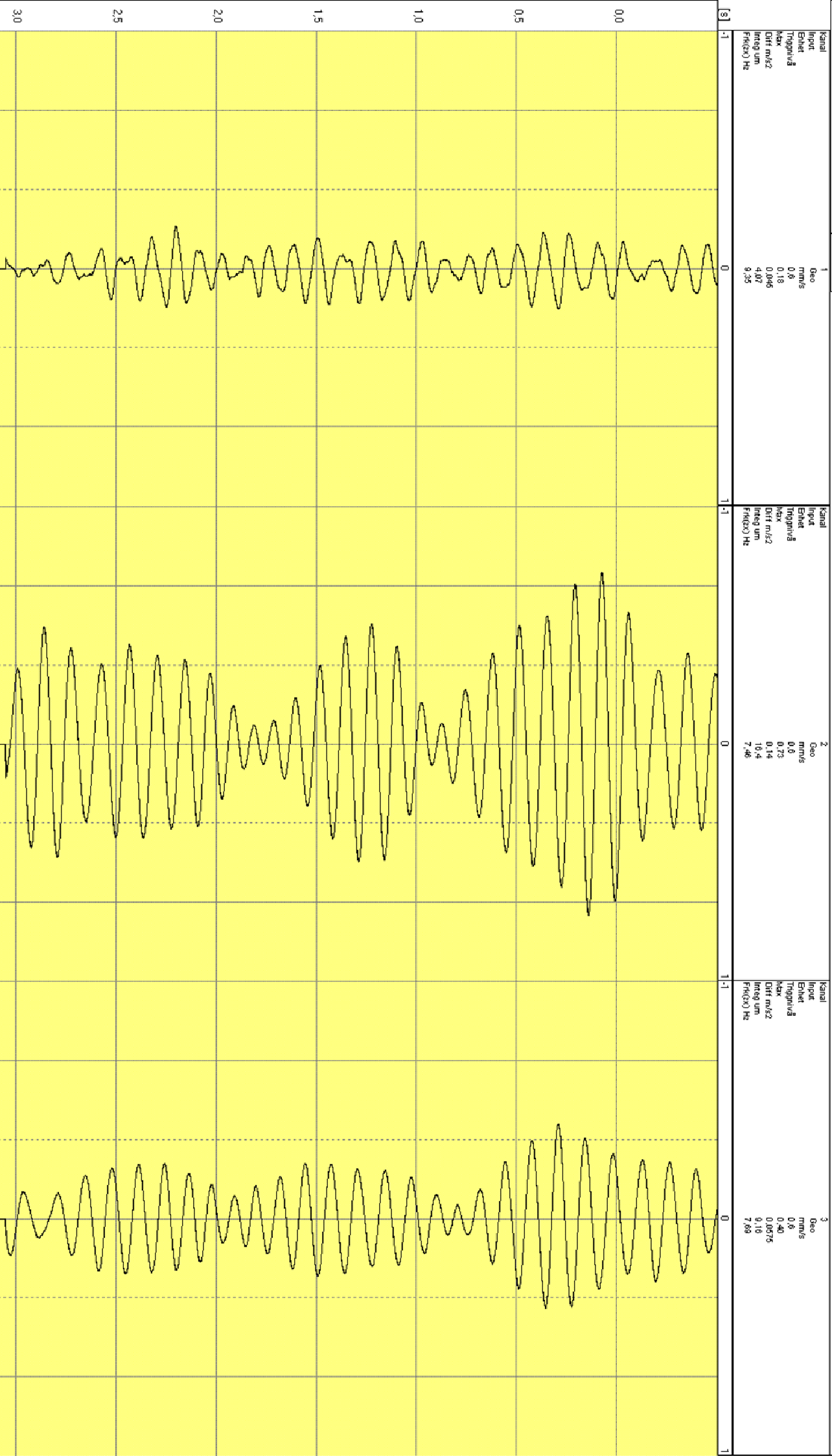
UVS1504B S/N 0514

2006 12 08 09:51 - 2006 12 15 13:53

Measuring point:	Heilahdusn vVe (mm/s)	Heilahdusn vVe (mm/s)	Heilahdusn vVe (mm/s)	Heilahdusn vVe (mm/s)
Range:	L	L	L	L
Unit:	mm/s	mm/s	mm/s	mm/s
Trigg:	N	.15	N	N
Date:	Time:			
Fr 08 Dec 09:51				Start
Fr 08 Dec 09:51	0.215	0.215	0.215	
Fr 08 Dec 09:53	0.215	0.215	0.215	
Fr 08 Dec 09:55	0.215	0.215	0.215	
Fr 08 Dec 09:57	0.225	0.22	0.225	
Fr 08 Dec 09:59	0.215	0.215	0.215	
Fr 08 Dec 10:07	0.2	0.195	0.2	
Fr 08 Dec 10:09	0.185	0.185	0.185	
Fr 08 Dec 10:09	0.215	0.215	0.215	
Fr 08 Dec 10:11	0.23	0.22	0.23	
Fr 08 Dec 10:13	0.215	0.215	0.215	
Fr 08 Dec 10:15	0.215	0.215	0.215	
Fr 08 Dec 10:17	0.215	0.215	0.215	
Fr 08 Dec 10:19	0.215	0.215	0.22	
Mo 11 Dec 04:11	0.095	0.2	0.105	
Tu 12 Dec 07:03	0.175	0.18	0.18	
Tu 12 Dec 07:05	0.21	0.21	0.21	
Tu 12 Dec 07:07	0.825	0.43	0.285	
Tu 12 Dec 07:09	0.23	0.26	0.225	
Tu 12 Dec 07:11	0.21	0.21	0.21	
Tu 12 Dec 07:13	4.85	1.2	2.95	
Tu 12 Dec 07:15	0.21	0.215	0.215	
Th 14 Dec 09:23	0.25	0.2	0.125	
Th 14 Dec 09:27	0.2	0.17	0.12	
Th 14 Dec 09:29	0.24	0.225	0.165	
Th 14 Dec 10:05	0.145	0.185	0.145	
Th 14 Dec 10:41	0.16	0.2	0.145	
Th 14 Dec 12:41	0.365	0.24	0.19	
Th 14 Dec 13:03	0.28	0.19	0.125	
Th 14 Dec 13:07	0.185	0.16	0.12	
Th 14 Dec 13:31	0.13	0.15	0.225	
Fr 15 Dec 05:25	0.115	0.23	0.12	
Fr 15 Dec 08:23	0.23	0.175	0.165	
Fr 15 Dec 11:59	0.265	0.24	0.2	
Fr 15 Dec 13:43	0.225	0.17	0.165	
Fr 15 Dec 13:45	0.135	0.155	0.12	
Fr 15 Dec 13:51	0.175	0.18	0.175	
Fr 15 Dec 13:53				Stop

Toijalan aseman alueen tärinäselvitys
Tärinämittaukset ajalta 8.12.-15.12.2006

			Veturimuseo			Pätsinniementie 4, kellari			Pätsinniementie 4, 2. krs.lattia			Pätsinniementie 4, väestönsuoja		
Junatyyppi +paino (tn)	PVM	klo	Kanava 1 (mm/s)	Kanava 2 (mm/s)	Kanava 3 (mm/s)	Kanava 1 (mm/s)	Kanava 2 (mm/s)	Kanava 3 (mm/s)	Kanava 1 (mm/s)	Kanava 2 (mm/s)	Kanava 3 (mm/s)	Kanava 1 (mm/s)	Kanava 2 (mm/s)	Kanava 3 (mm/s)
Tavara, 650	8.12.	16:45				0,03	0,175	0,1	0,19	0,46	0,375			
Tavara, 1939	8.12.	18:59	0,065	0,165	0,085				0,165	0,39	0,315			
Tavara, 1789	9.12.	2:13	0,025	0,175	0,03				0,12	0,28	0,19			
Tavara, 1187	9.12.	2:51	0,085	0,19	0,085				0,1	0,19	0,185			
Tavara, 3411	10.12.	3:07	0,03	0,17	0,04				0,19	0,4	0,335			
Tavara, 1732	11.12.	2:05	0,02	0,155	0,025				0,095	0,17	0,145			
Tavara, 1221	11.12.	2:33				0,025	0,155	0,085	0,165	0,44	0,285			
Tavara, 3557	11.12.	4:09				0,08	0,48	0,12	0,315	1	0,51	0,095	0,2	0,105
Tavara, 1086	11.12.	15:13				0,035	0,16	0,06	0,14	0,385	0,225			
Tavara, 1765	12.12.	1:07				0,045	0,165	0,06	0,12	0,285	0,18			
Tavara, 1765	12.12.	3:15				0,04	0,18	0,07	0,175	0,425	0,285			
Tavara, 811	12.12.	5:01	0,055	0,165	0,065				0,12	0,155	0,205			
Tavara, 3742	13.12.	2:21	0,075	0,325	0,14				0,09	0,155	0,12			
Tavara, 1777	13.12.	3:15				0,04	0,18	0,1	0,195	0,43	0,345			
Tavara, 1368	13.12.	4:53				0,03	0,15	0,075	0,14	0,31	0,295			
Tavara, 3742	13.12.	5:29	0,05	0,17	0,075	0,045	0,26	0,1	0,245	0,4	0,335			
Tavara, 1284	14.12.	3:15	0,055	0,175	0,08				0,175	0,34	0,33			
Tavara, 1760	14.12.	16:49				0,02	0,17	0,115	0,205	0,49	0,36			
Tavara, 1849	15.12.	1:05				0,04	0,16	0,055	0,095	0,245	0,205			
Tavara, 1151	15.12.	2:07	0,02	0,15	0,03				0,125	0,3	0,2			
Tavara, 1398	15.12.	2:31	0,06	0,15	0,09				0,06	0,15	0,1			
Tavara, 1690	15.12.	3:19				0,02	0,18	0,125	0,19	0,455	0,36			
Tavara, 1169	15.12.	5:03				0,025	0,155	0,075	0,19	0,275	0,305			
Tavara, 329	15.12.	13:43							0,175	0,175	0,165			





Insinööritoimisto Geotesti Oy

Tärinän tilastollinen tarkastelu VTT:n raportin 2278 mukaan

Työnumero: 060304

Työn nimi: Toijalan aseman alueen tärinäselvitys

Laskenta: Pätsinniementie 4, Maistraatti 2. krs. lattia, mittarinro. 337

PVM: 2.1.2007

PVM	KLO	Mitattu heilahdus- nopeus (mm/s)	Taajuus (Hz)	Painotettu tehollisarvo (mm/s)
8.12.2006	16:45	0,19	9,35	0,163
8.12.2006	18:57	0,165	9,35	0,142
10.12.2006	3:07	0,19	9,35	0,163
11.12.2006	2:33	0,165	9,35	0,142
11.12.2006	4:09	0,315	9,35	0,270
11.12.2006	15:13	0,14	9,35	0,120
12.12.2006	3:15	0,175	9,35	0,150
13.12.2006	3:15	0,195	9,35	0,167
13.12.2006	4:53	0,14	9,35	0,120
13.12.2006	5:29	0,245	9,35	0,210
14.12.2006	3:17	0,175	9,35	0,150
14.12.2006	16:51	0,205	9,35	0,176
15.12.2006	3:19	0,19	9,35	0,163
15.12.2006	5:03	0,19	9,35	0,163
15.12.2006	13:43	0,175	9,35	0,150

$k_a =$ 0,190 $k_a =$ 0,163

$\sigma =$ 0,043 $\sigma =$ 0,037

$v_{\max,95} =$ **0,268**

Värähtelyn huippuarvoon
perustuva tunnusluku

$v_{w,95} \leq$ **0,157**

$100 \% * v_{w,95} / v_{\max,95} =$ **59 %**

Värähtelyn tilastolliseen tarkasteluun
perustuva tunnusluku $v_{w,95} =$

0,230 mm/s



Insinööritoimisto Geotesti Oy

Tärinän tilastollinen tarkastelu VTT:n raportin 2278 mukaan

Työnumero: 060304

Työn nimi: Toijalan aseman alueen tärinäselvitys

Laskenta: Pätsinniementie 4, Maistraatti 2. krs. lattia, mittarinro. 337

PVM: 2.1.2007

PVM	KLO	Heilahdusnopeus vaaka, radan suunta (mm/s)	Taajuus (Hz)	Painotettu tehollisarvo (mm/s)
8.12.2006	16:45	0,375	9,35	0,322
8.12.2006	18:57	0,315	9,35	0,270
10.12.2006	3:07	0,335	9,35	0,287
11.12.2006	2:33	0,285	9,35	0,245
11.12.2006	4:09	0,51	9,35	0,438
11.12.2006	15:13	0,225	9,35	0,193
12.12.2006	3:15	0,285	9,35	0,245
13.12.2006	3:15	0,345	9,35	0,296
13.12.2006	4:53	0,295	9,35	0,253
13.12.2006	5:29	0,335	9,35	0,287
14.12.2006	3:17	0,33	9,35	0,283
14.12.2006	16:51	0,36	9,35	0,309
15.12.2006	3:19	0,36	9,35	0,309
15.12.2006	5:03	0,305	9,35	0,262
15.12.2006	13:43	0,165	9,35	0,142

$k_a = 0,322$ $k_a = 0,276$
 $\sigma = 0,076$ $\sigma = 0,065$

$v_{\max,95} = 0,458$

Värähtelyn huippuarvoon
perustuva tunnusluku

$v_{w,95} \leq 0,269$

$100 \% \cdot v_{w,95} / v_{\max,95} = 59 \%$

Värähtelyn tilastolliseen tarkasteluun
perustuva tunnusluku $v_{w,95} =$

0,393 mm/s



Insinööritoimisto Geotesti Oy

Tärinän tilastollinen tarkastelu VTT:n raportin 2278 mukaan

Työnumero: 060304

Työn nimi: Toijalan aseman alueen tärinäselvitys

Laskenta: Pätsinniementie 4, Maistraatti 2. krs. lattia, mittarinro. 337

PVM: 2.1.2007

PVM	KLO	Mitattu heilahdus- nopeus, vaaka (mm/s)	Taajuus (Hz)	Painotettu tehollisarvo (mm/s)
8.12.2006	16:45	0,46	9,35	0,395
8.12.2006	18:57	0,39	9,35	0,335
10.12.2006	3:07	0,4	9,35	0,343
11.12.2006	2:33	0,44	9,35	0,377
11.12.2006	4:09	1	9,35	0,858
11.12.2006	15:13	0,385	9,35	0,330
12.12.2006	3:15	0,425	9,35	0,365
13.12.2006	3:15	0,43	9,35	0,369
13.12.2006	4:53	0,31	9,35	0,266
13.12.2006	5:29	0,4	9,35	0,343
14.12.2006	3:17	0,34	9,35	0,292
14.12.2006	16:51	0,49	9,35	0,420
15.12.2006	3:19	0,455	9,35	0,390
15.12.2006	5:03	0,275	9,35	0,236
15.12.2006	13:43	0,175	9,35	0,150

ka =	0,425	ka =	0,365
σ =	0,179	σ =	0,153

$v_{\max,95}$ = **0,747**

Värähtelyn huippuarvoon
perustuva tunnusluku

$v_{w,95} \leq$ **0,438**

100 % * $v_{w,95} / v_{\max,95}$ = **59 %**

Värähtelyn tilastolliseen tarkasteluun
perustuva tunnusluku $v_{w,95}$ =

0,640 mm/s

	Insinööritoimisto Geotesti Oy
	Tärinän tilastollinen tarkastelu VTT:n raportin 2278 mukaan

Työnumero: 060304

Työn nimi: Toijalan aseman alueen tärinäselvitys

Laskenta: Pätsinniementie 4, kellari, mittarinro. 439

PVM: 2.1.2007

PVM	KLO	Mitattu heilahdus- nopeus (mm/s)	Taajuus (Hz)	Painotettu tehollisarvo (mm/s)
8.12.2006	16:45	0,03	9,35	0,026
11.12.2006	2:33	0,025	9,35	0,021
11.12.2006	4:09	0,08	9,35	0,069
11.12.2006	15:13	0,035	9,35	0,030
12.12.2006	1:07	0,045	9,35	0,039
12.12.2006	3:15	0,04	9,35	0,034
13.12.2006	3:15	0,04	9,35	0,034
13.12.2006	4:53	0,03	9,35	0,026
13.12.2006	5:29	0,045	9,35	0,039
14.12.2006	16:49	0,02	9,35	0,017
15.12.2006	1:05	0,04	9,35	0,034
15.12.2006	3:19	0,02	9,35	0,017
15.12.2006	5:03	0,025	9,35	0,021

$k_a =$ 0,037 $k_a =$ 0,031

$\sigma =$ 0,016 $\sigma =$ 0,013

$v_{\max,95} =$ **0,065**

Värähtelyn huippuarvoon
perustuva tunnusluku

$v_{w,95} \leq$ **0,038**

$100 \% \cdot v_{w,95} / v_{\max,95} =$ **59 %**

Värähtelyn tilastolliseen tarkasteluun

perustuva tunnusluku $v_{w,95} =$ **0,056 mm/s**



Insinööritoimisto Geotesti Oy

Tärinän tilastollinen tarkastelu VTT:n raportin 2278 mukaan

Työnumero: 060304

Työn nimi: Toijalan aseman alueen tärinäselvitys

Laskenta: Pätsinniementie 4, kellari, mittarinro. 439

PVM: 2.1.2007

PVM	KLO	Mitattu heilahdus- nopeus, vaaka (mm/s)	Taajuus (Hz)	Painotettu tehollisarvo (mm/s)
8.12.2006	16:45	0,175	9,35	0,150
11.12.2006	2:33	0,155	9,35	0,133
11.12.2006	4:09	0,48	9,35	0,412
11.12.2006	15:13	0,16	9,35	0,137
12.12.2006	1:07	0,165	9,35	0,142
12.12.2006	3:15	0,18	9,35	0,154
13.12.2006	3:15	0,18	9,35	0,154
13.12.2006	4:53	0,15	9,35	0,129
13.12.2006	5:29	0,26	9,35	0,223
14.12.2006	16:49	0,17	9,35	0,146
15.12.2006	1:05	0,16	9,35	0,137
15.12.2006	3:19	0,18	9,35	0,154
15.12.2006	5:03	0,155	9,35	0,133

ka =	0,198	ka =	0,170
σ =	0,089	σ =	0,077

$v_{\max,95}$ = **0,358**

Värähtelyn huippuarvoon
perustuva tunnusluku

$v_{w,95} \leq$ **0,210**

100 % * $v_{w,95} / v_{\max,95}$ = **59 %**

Värähtelyn tilastolliseen tarkasteluun
perustuva tunnusluku $v_{w,95}$ =

0,307 mm/s



Insinööritoimisto Geotesti Oy

Tärinän tilastollinen tarkastelu VTT:n raportin 2278 mukaan

Työnumero: 060304

Työn nimi: Toijalan aseman alueen tärinäselvitys

Laskenta: Pätsinniementie 4, kellari, mittarinro. 439

PVM: 2.1.2007

PVM	KLO	Heilahdusnopeus vaaka, radan suunta (mm/s)	Taajuus (Hz)	Painotettu tehollisarvo (mm/s)
8.12.2006	16:45	0,1	9,35	0,086
11.12.2006	2:33	0,085	9,35	0,073
11.12.2006	4:09	0,12	9,35	0,103
11.12.2006	15:13	0,06	9,35	0,051
12.12.2006	1:07	0,06	9,35	0,051
12.12.2006	3:15	0,07	9,35	0,060
13.12.2006	3:15	0,1	9,35	0,086
13.12.2006	4:53	0,075	9,35	0,064
13.12.2006	5:29	0,1	9,35	0,086
14.12.2006	16:49	0,115	9,35	0,099
15.12.2006	1:05	0,055	9,35	0,047
15.12.2006	3:19	0,125	9,35	0,107
15.12.2006	5:03	0,075	9,35	0,064

$k_a =$	0,088	$k_a =$	0,075
$\sigma =$	0,024	$\sigma =$	0,021

$v_{\max,95} =$ **0,131**

Värähtelyn huippuarvoon
perustuva tunnusluku

$v_{w,95} \leq$ **0,077**

$100 \% \cdot v_{w,95} / v_{\max,95} =$ **59 %**

Värähtelyn tilastolliseen tarkasteluun
perustuva tunnusluku $v_{w,95} =$

0,112



mm/s

	Insinööritoimisto Geotesti Oy
	Tärinän tilastollinen tarkastelu VTT:n raportin 2278 mukaan

Työnumero: 060304

Työn nimi: Toijalan aseman alueen tärinäselvitys

Laskenta: Veturimuseo, perustus, mittarinro. 639

PVM: 2.1.2007

PVM	KLO	Mitattu heilahdus- nopeus (mm/s)	Taajuus (Hz)	Painotettu tehollisarvo (mm/s)
8.12.2006	18:59	0,065	9,35	0,056
9.12.2006	2:13	0,025	9,35	0,021
9.12.2006	2:51	0,085	9,35	0,073
10.12.2006	3:07	0,03	9,35	0,026
11.12.2006	2:05	0,02	9,35	0,017
12.12.2006	5:01	0,055	9,35	0,047
13.12.2006	2:21	0,075	9,35	0,064
13.12.2006	5:29	0,05	9,35	0,043
14.12.2006	3:15	0,055	9,35	0,047
15.12.2006	2:07	0,02	9,35	0,017
15.12.2006	2:31	0,06	9,35	0,051

$k_a =$ 0,049 $k_a =$ 0,042

$\sigma =$ 0,022 $\sigma =$ 0,019

$v_{\max,95} =$ **0,090**

Värähtelyn huippuarvoon
perustuva tunnusluku

$v_{w,95} \leq$ **0,053**

$100 \% \cdot v_{w,95} / v_{\max,95} =$ **59 %**

Värähtelyn tilastolliseen tarkasteluun

perustuva tunnusluku $v_{w,95} =$ **0,077 mm/s**



Insinööritoimisto Geotesti Oy

Tärinän tilastollinen tarkastelu VTT:n raportin 2278 mukaan

Työnumero: 060304

Työn nimi: Toijalan aseman alueen tärinäselvitys

Laskenta: Veturimuseo, perustus, mittarinro. 639

PVM: 2.1.2007

PVM	KLO	Heilahdusnopeus vaaka, radan suunta (mm/s)	Taajuus (Hz)	Painotettu tehollisarvo (mm/s)
8.12.2006	18:59	0,085	9,35	0,073
9.12.2006	2:13	0,03	9,35	0,026
9.12.2006	2:51	0,085	9,35	0,073
10.12.2006	3:07	0,04	9,35	0,034
11.12.2006	2:05	0,025	9,35	0,021
12.12.2006	5:01	0,065	9,35	0,056
13.12.2006	2:21	0,14	9,35	0,120
13.12.2006	5:29	0,075	9,35	0,064
14.12.2006	3:15	0,08	9,35	0,069
15.12.2006	2:07	0,03	9,35	0,026
15.12.2006	2:31	0,09	9,35	0,077

ka =	0,068	ka =	0,058
σ =	0,035	σ =	0,030

$v_{\max,95} =$ **0,130**

Värähtelyn huippuarvoon
perustuva tunnusluku

$v_{w,95} \leq$ **0,076**

$100 \% \cdot v_{w,95} / v_{\max,95} =$ **59 %**

Värähtelyn tilastolliseen tarkasteluun
perustuva tunnusluku $v_{w,95} =$

0,112 mm/s



Insinööritoimisto Geotesti Oy

Tärinän tilastollinen tarkastelu VTT:n raportin 2278 mukaan

Työnumero: 060304

Työn nimi: Toijalan aseman alueen tärinäselvitys

Laskenta: Veturimuseo, perustus, mittarinro. 639

PVM: 2.1.2007

PVM	KLO	Mitattu heilahdus- nopeus, vaaka (mm/s)	Taajuus (Hz)	Painotettu tehollisarvo (mm/s)
8.12.2006	18:59	0,165	9,35	0,142
9.12.2006	2:13	0,175	9,35	0,150
9.12.2006	2:51	0,19	9,35	0,163
10.12.2006	3:07	0,17	9,35	0,146
11.12.2006	2:05	0,155	9,35	0,133
12.12.2006	5:01	0,165	9,35	0,142
13.12.2006	2:21	0,325	9,35	0,279
13.12.2006	5:29	0,17	9,35	0,146
14.12.2006	3:15	0,175	9,35	0,150
15.12.2006	2:07	0,15	9,35	0,129
15.12.2006	2:31	0,15	9,35	0,129

ka =	0,181	ka =	0,155
σ =	0,049	σ =	0,042

$v_{\max,95}$ = **0,270**

Värähtelyn huippuarvoon
perustuva tunnusluku

$v_{w,95} \leq$ **0,158**

100 % * $v_{w,95} / v_{\max,95}$ = **59 %**

Värähtelyn tilastolliseen tarkasteluun
perustuva tunnusluku $v_{w,95}$ =

0,231 mm/s