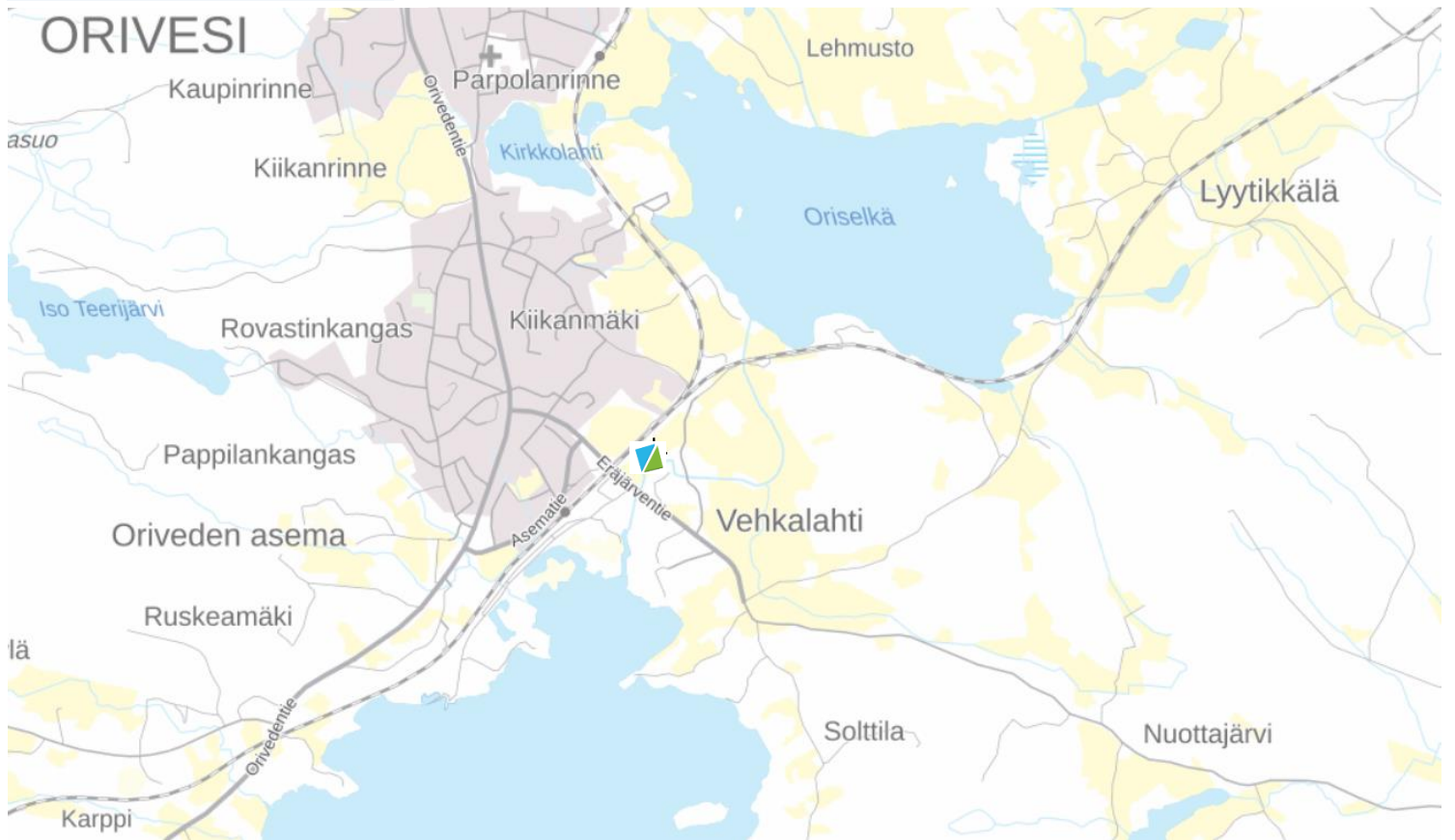


TYÖ: 21344  
6.8.2024

## LIIKENNETÄRINÄSELVITYS MARKUNNIEMI, ORIVESI

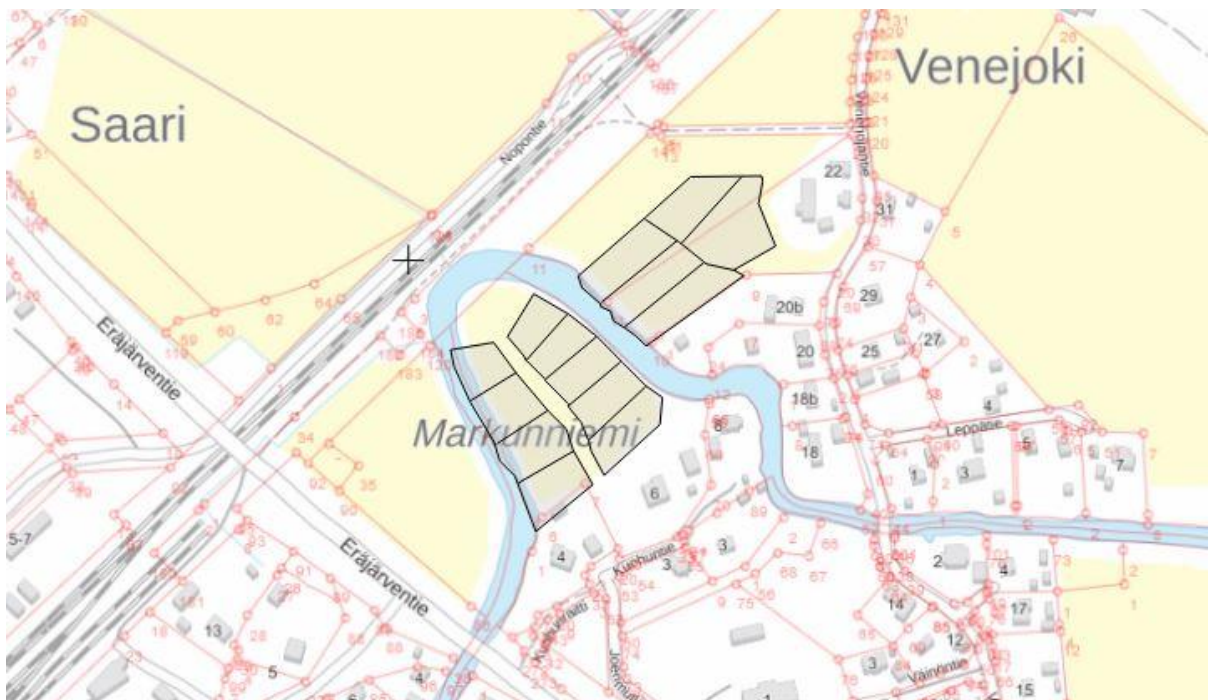


1	Johdanto.....	3
2	Noudatettavat ohjeet ja liikennetärinän suositusarvoja.....	3
2.1.	Selvityksessä noudatettavat ohjeet .....	3
2.2.	Asuinrakennusten värähtelyluokitus.....	4
2.3.	Runkomelun ohjearvo .....	4
2.4.	Maasto-olosuhteet.....	4
2.5.	Liikenneolosuhteet.....	4
3	Liikennetärinämittaukset.....	5
3.1.	Mittaustulosten tarkastelu.....	6
3.2.	Tärinän häiritsevyyden arviointi ja vaikutukset asuinrakentamiseen.....	6
3.3.	Runkomelun arviointi.....	7
4	Ennusteet.....	8
5	Johtopäätökset ja suositukset .....	9
	Lähteet ja viitteet.....	9
	Liitteet.....	9

## 1 Johdanto

Taratest Oy on laatinut Oriveden kaupungin toimeksiannosta liikennetärinäselvityksen Markunniemessä Kuohuntien varrella kiinteistöille Markunniemi ja Kivelä. Selvityksessä on tarkasteltu suunnitelluille pientalotonteille kohdistuvia, välillä Tampere – Jyväskylä kulkevasta raideliikenteestä aiheutuvia tärinätasoja. Tarkasteltavat tontit sijaitsevat radan kaakkoispuolella ja tontit tulevat noin 60 -170 metrin etäisyydellä radasta.

Selvitykseen kuului junaliikenteen aiheuttaman tärinän mittaaminen, joka suoritettiin noin 7 vuorokauden mittaisen ajanjakson ajan 6. – 12.6.2024 välisenä aikana. Tärinämittausten tarkoituksena oli suorittaa liikennetärinän häiritsevyydeltä tarkastelu määrittämällä värähtelyluokitusalueet taajuuspainotteista tärinäarvoista sekä runkomeluselitys ja vauriotarkastelu taajuuspainottamattomista tärinäarvoista. Työn tarkoituksena oli selvittää junatärinän voimakkuus viihtyvyyden kannalta suunnitelluille pientaloille.



Kuva 1. Selvityskohteen sijainti esitettynä kartalla

## 2 Noudatettavat ohjeet ja liikennetärinän suositusarvoja

### 2.1. Selvityksessä noudatettavat ohjeet

Tärinämittaukset suoritettiin VTT:n tiedotteen, Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta [1] mukaisesti. Mittaustulosten analysointi ja tulkinta ihmisen kokeman tärinähaitan kannalta tehtiin VTT:n ohjeiden Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta mukaisesti.

Heilahdusnopeuden raja-arvot määritettiin VTT:n ohjeen Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius [3 ja 4] mukaisesti sekä RIL 253-2024 Rakentamisen aiheuttamat tärinät [7].

Runkomelun arvioinnissa ja laskennassa käytettiin lisäksi VTT:n julkaisua Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi [4]. Runkomelun arviointi suoritettiin taajuuskaistoittain, samoin resonanssissa arviointi tehtiin heilahdusnopeuden arvioidun lisääntymisen kautta taajuuskaistoittain. Rungon resonanssi on arvioitu kertoimella 3 ja lattian resonanssikertoimeksi on arvioitu 6.

## 2.2. Asuinrakennusten värähtelyluokitus

Arvioitaessa liikennetärinästä aiheutuvaa haittaa asuinmukavuudelle kriteerinä käytetään värähtelyn tunnuslukua  $v_{w,95}$  (mm/s). VTT on antanut suosituksen [1] normaalien asuinrakennusten värähtelyluokituksesta, joka perustuu tunnuslukuun  $v_{w,95}$ . Tämä ohjeellinen värähtelyluokitus on esitetty alla olevassa taulukossa (1).

**Taulukko 1.** Suositukset normaalien asuinrakennusten värähtelyluokituksesta (VTT 2278)

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

Koska tarkastelun kohteena on uudisrakennusalue, käytetään värähtelyn tunnusluvun  $v_{w,95}$  tavoitearvona  $\leq 0,3$  mm/s, eli värähtelyluokkaa C.

## 2.3. Runkomelun ohjearvo

VTT:n julkaisun Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi [4] suositusten mukaisesti avoroilla käytettävän runkomelun ohjearvona asuinhuoneistoille käytetään arvoa 35 dB.

## 2.4. Maasto-olosuhteet

GTK:n pohjatutkimukset sivuston mukaan alueen maaperä on Hiesu. Pohjatutkimuksen perusteella pinnan täyttökerroksen alla voi esiintyä ohut, noin 0,5 ... 6,5 metrin paksuinen savikerros. Sen alapuolella on vaihtelevan tiivyyden ja koostumuksen omaava siltti-/hiekkakerros, jonka paksuus on arviolta 1 ... 2,5 metriä.

## 2.5. Liikenneolosuhteet

Rataosuus Tampere – Jyväskylä on melko tiheästi liikennöityä. Liikenne koostuu sekä henkilö- että tavaraliikenteestä. Tarkastelukohdan ohi liikennöivien tavarajunien määrä oli noin 15 -23 kpl/vrk. Radan nopeusrajoitus muuttuu juuri alueen kohdalla ja on henkilöjunilla ja alle 200 kN akselipainoisilla tava-

rajunilla 80 -120 km/h, tavarajunilla 80-100 km/h (20025 kN akselipainot) tai 80 km/h (250 kN akselipainot).

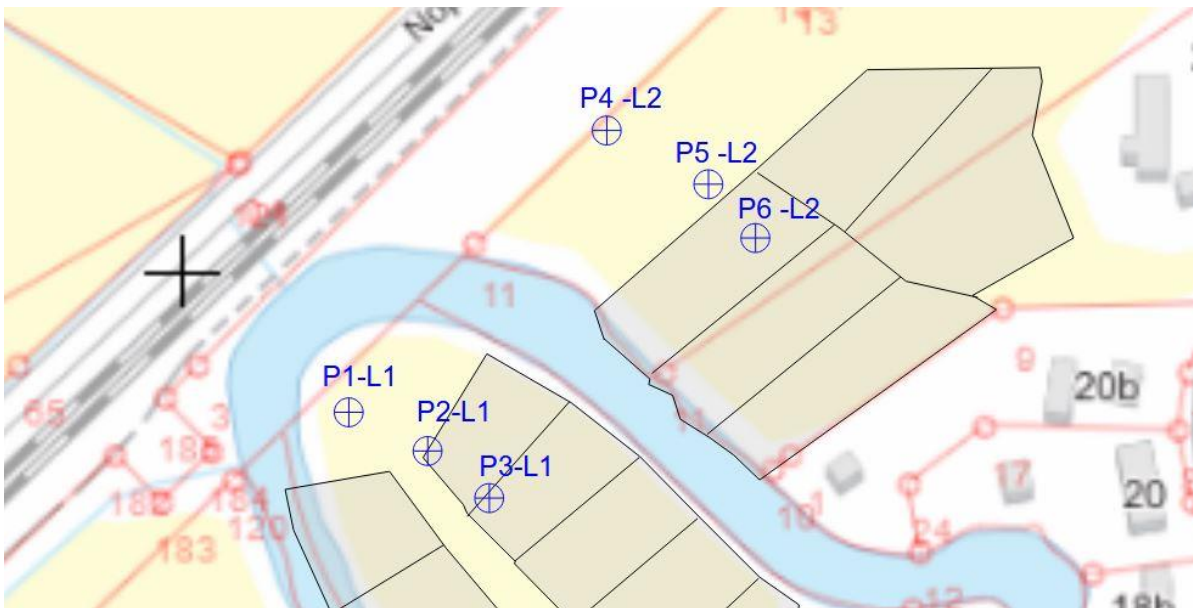
### 3 Liikennetärinämittaukset

Junaliikenteen aiheuttamaa tärinätasoa seurattiin noin 7 vuorokauden mittaisen ajanjakson ajan, 6. – 12.6.2024 välisenä aikana kuudessa mittauspisteessä. Laitteistona käytettiin Sigicom AB:n valmistamaa Infra VS12 -merkkistä kolmikomponenttimittareita. Mittarit tallensivat heilahdusnopeuden wave-datan 5 sekunnin jaksoin näyttөөntotaajuudella 4096/s asennetun heilahdusnopeuden kynnyksarvon ylityksen jälkeen. Mittaus kattoi häiritsevyytarkastelussa taajuusalueen 1 – 80 Hz ja runkomelutarkastelussa taajuusalueen 5 – 300 Hz. Lisäksi mittari tallensi 1 minuutin intervallein heilahdusnopeuden tehollisarvojen maksimiarvojen historian. Mittausjaksolla esiintyi pääsääntöisesti vain junatärinää, sekä lyhyt jakso jätettiin huomioimatta pellon muokkauksen aikana. Tärinämittauspisteen sijainti esitetty kuvassa (2).

Mittauksen tarkoituksena oli selvittää mittausajanjakson ajalta viisitoista (15) merkittävintä tärinätahtumaa, joiden avulla lasketaan / arvioidaan ohjeen mukaisesti tärinän tunnusluvut ( $V_{w,95}$ ) mittauspisteiden kohdalla. Tapahtumat valitaan heilahdusnopeuden liukuvan 1 sekunnin tehollisten (NS 8176) maksimiarvojen perusteella. Näiden viidentoista (15) merkittävimmän tärinätahtuman heilahdusnopeuden taajuuspainotetuista tehollisarvoista lasketaan keskiarvo ja keskihajonta, joiden pohjalta tunnusluku lasketaan kaavalla:

$$V_{w,95} = \text{keskiarvo } (V_w) + 1.8 \times \text{keskihajonta } (V_w) \quad (\text{Kaava 1})$$

Tämän jälkeen suoritetaan häiriötarkastelu värähtelyn taajuuspainotetuista arvoista sekä runkomelutarkastelu.



Kuva 2: Mittauspisteet sinisellä

### 3.1. Mittaustulosten tarkastelu

Mittaus suoritettiin upottamalla anturi pintamaan alapuolelle maahan, jolloin anturiin ei aiheudu mitään resonansseja. Molempiin mittauslinjoihin asennettiin mittauspiste lähemmäs rataa tutkimusalueen ulkopuolelle mallinnuksen helpottamiseksi, pisteet P1 ja P4 merkattu taulukkoon 2 punaisella.

Alla olevassa taulukossa (2) on esitetty suurin mitattu heilahdusnopeuden arvo, mittauspisteiden määritetyt tunnusluvut x-, y- ja z suunnissa, sekä resonanssiarvio.

**Taulukko 2.** Mitatut ja arvioidut tunnusluvut

Mittauspiste	Etäisyys rataan (m)	Vmax (mm/s)	Rakenteen tunnusluku V <sub>w,95</sub>			V <sub>w,95</sub>	V <sub>w1</sub>	V <sub>w2</sub>	V <sub>w3</sub>
			x	y	z	x, y, z	x, y, z	z	x, y, z
<b>suunta</b>									
<b>Maa L1-P1</b>	48	<b>0,21</b>	0,06	0,05	0,07	<b>0,07</b>	0,11	0,13	0,22
<b>Maa L1-P2</b>	68	<b>0,11</b>	0,03	0,03	0,04	<b>0,04</b>	0,05	0,13	0,05
<b>Maa L1-P3</b>	90	<b>0,07</b>	0,04	0,03	0,02	<b>0,04</b>	0,05	0,08	0,08
<b>Maa L2-P4</b>	42	<b>0,27</b>	0,06	0,08	0,09	<b>0,09</b>	0,13	0,31	0,12
<b>Maa L2-P5</b>	74	<b>0,11</b>	0,05	0,06	0,04	<b>0,06</b>	0,08	0,14	0,12
<b>Maa L2-P6</b>	92	<b>0,09</b>	0,06	0,04	0,03	<b>0,06</b>	0,08	0,09	0,11

x = poikittaissuuntainen rataan nähden

y = radan suuntainen

z = pystysuuntainen

V<sub>max</sub> = Suurin heilahdusnopeuden arvo [mm/s], kaikki suunnat

V<sub>w,95</sub> = Perustuksen tunnusluvut x-, y- z-suunnat

V<sub>w1</sub> = Arvioitu tärinän tasainen voimistuminen rakenteessa kertoimella K = 1,5 (kerrostaloilla > 4 krs ei toteudu)

V<sub>w2</sub> = Arvioitu lattian maksimi resonanssi 2- tai 3-kerroksiset rakennukset

V<sub>w3</sub> = Arvioitu rungon maksimi resonanssi 2- tai 3-kerroksiset rakennukset

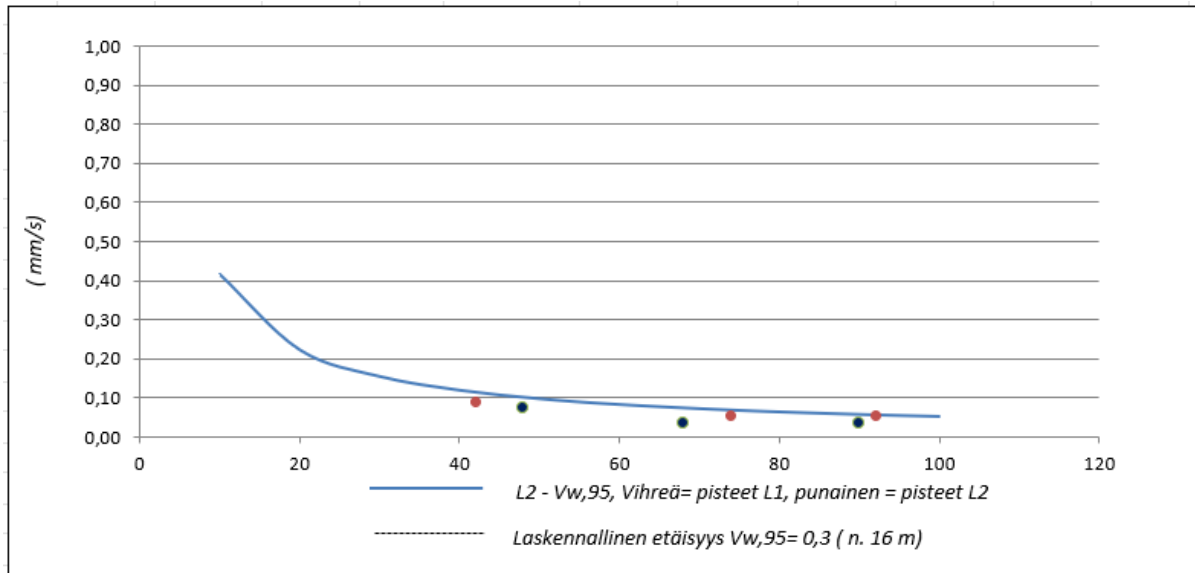
### 3.2. Tärinän häiritsevyyden arviointi ja vaikutukset asuinrakentamiseen

Arvioitaessa tärinän vaimennustarvetta kriteerinä käytetään "tasaiseen voimistumiseen perustuva arviota rakennuksen värähtelystä" **V<sub>w1</sub>**, joka on määritetty tunnusluku kerrottuna kertaa 1,5. Koska tässä V<sub>w1</sub> on selvästi alle 0,3, tonteille voidaan rakentaa asuinrakennuksia ilman tärinän vaimentamista.

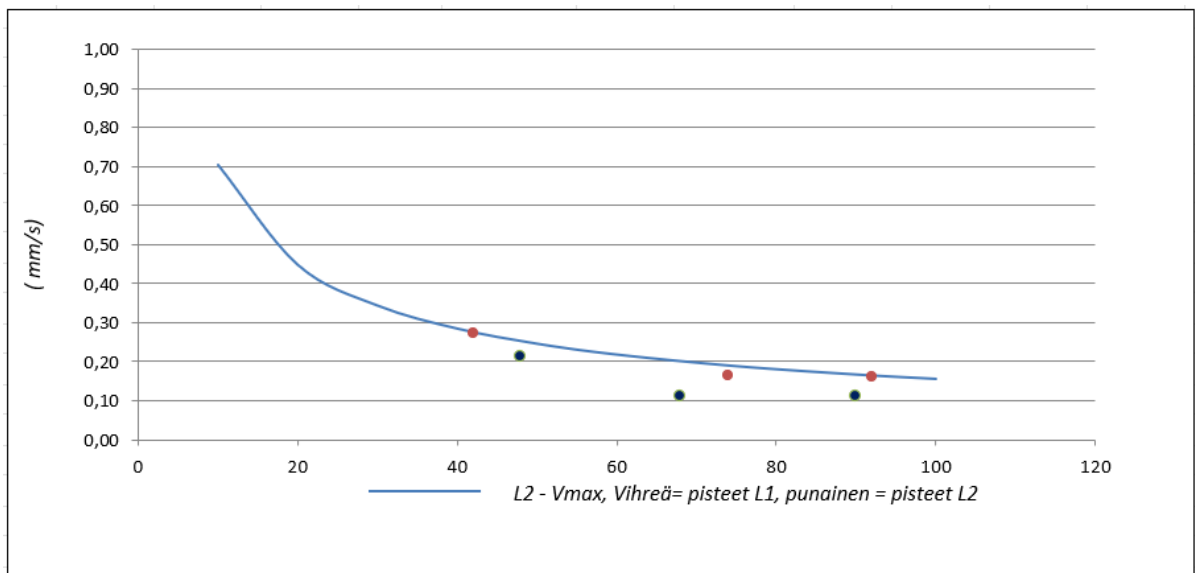
Jos resonanssiarviot V<sub>w2</sub> tai V<sub>w3</sub> ylittävät 0,3, tulee resonanssi huomioida rakennesuunnittelussa. Koska tässä myös resonanssiarviot jäävät alle 0,3, ei tärinää tarvitse ottaa huomioon rakennusten suunnittelussa.

Arvioitaessa liikennetärinästä aiheutuvaa haittaa asuinmukavuudelle kriteerinä käytetään värähtelyn tunnuslukua V<sub>w,95</sub> (mm/s). Kohdan 2.2 mukaisesti värähtelyn tunnusluvun V<sub>w,95</sub> tavoitearvoksi asuinrakennuksille määriteltiin ≤ 0,3 mm/s (värähtelyluokitus C). Liikennetärinämittaustulosten ja mallinnuksen perusteella värähtelyn taso linjan L1 lähimmässä kohdassa 60 m etäisyydellä on V<sub>w,95</sub> = 0,09 mm/s, joten selvityksen perusteella rakennusten värähtely on selvitysalueella luokassa A, hyvät olosuhteet. Mallinnuksen mukaan C- raja ylittyisi vasta alle 17 metrin etäisyydellä radasta.

Resonanssitarkastelun osalta voidaan arvioida, että mittauksen perusteella resonanssin taso ei voi nousta häiritseväksi. Lattian resonanssi ( $v_{w2}$ ) jää mittauksen perusteella alle 0,15 mm/s.



Kuva 3, Linja 2 värinämallinnus etäisyyden funktiona, tehollinen tunnusluku  $V_{w,95}$



Kuva43, Linja 2 värinämallinnus etäisyyden funktiona, heilahdusnopeus  $V_{max}$

Mallinnuksessa käytettiin kertoimia, jotka ovat tyypillisiä normaalille koheesiomaalle (Savi, savinen siltti, siltti). Nämä olivat myös pohjatutkimuksessa todetut maalajit. Pystysuuntainen värähtely vaimeni tasaisesti etäisyyden kasvaessa, mutta vaakasuuntaiset värinät olivat lähes samat 70 ja 90 metrin etäisyydellä. Linjalla 1 Markunniemessä värinä oli hieman pienempää kuin linjalla 2, johtuen välissä olevasta joesta.

### 3.3. Runkomelun arviointi

Runkomelun suuruus arvioidaan laskennallisesti hyödyntäen suoritettujen liikennetärinämittausten tuloksia. 7 vuorokauden ajanjaksolta suoritetuista mittauksista tarkasteltu suurimpien värinäarvojen taajuusalue on laaja, noin 8- 30 Hz, ja huiput 10 Hz kohdalla linjalla 1 ja 15-20 Hz kohdalla linjalla 2. Kohdan 2.3 mukaisesti runkomelun ohjearvona asuinhuoneistoille käytetään arvoa 35 dB.

Tärinäselvityksen perusteella varmuusvaralla 2 dB suurin arvioitu runkomelu on alle 29 dB rakennusten kohdalla myös mahdollisessa resonanssitapauksessa, joten selvityksen perusteella runkomelu ei ole häiritsevällä tasolla. Selvityksen perusteella runkomelu voisi teoreettisesti tulla ohjearvon lähelle mahdollisessa resonanssitapauksessa alle n. 30-37 metrin etäisyydellä radasta.

#### **4 Ennusteet**

Liikenneviraston valtakunnallisissa liikenne-ennusteissa [9] arvioidaan, että tavaraliikenteen kuljetusmäärän pienenevät 2030 ennusteessa vuoden 2021 tasosta hieman, ja palaavat ennusteissa 2040 samalle tasolle. Ennusteissa 2050 ja 2060 on arvioitu vain vähäistä lisäystä radan kuljetusmääriin. Selvityksen perusteella kuljetusmäärien vähäisellä lisääntymisellä ei ole toimenpiteitä aiheuttavaa vaikutusta tonteilla.



## 5 Johtopäätökset ja suositukset

Taratest Oy on laatinut Oriveden kaupungin toimeksiannosta liikennetärinäselvityksen Markunniemessä Kuohuntien varrella kiinteistöille Markunniemi ja Kivelä. Selvityksessä on tarkasteltu suunnitelluille pientalotonteille kohdistuvia tärinätasoja.

Selvitykseen kuului junaliikenteen aiheuttaman tärinän mittaaminen, joka suoritettiin noin 7 vuorokauden mittaisen ajanjakson ajan 6. – 12.6.2024 välisenä aikana. Työn tarkoituksena oli selvittää tärinän voimakkuus tontilla rakennusten viihtyvyyden kannalta.

Selvityksen perusteella suunnitelluille alueille rakennettaviin pientaloihin ei aiheudu häiritsevää juna-tärinää eikä runkomelua. Mittauksen perusteella tärinän taso on rakennuksissa luokka A, hyvät olosuhteet. Mittauksen perusteella runkomelutaso on  $\leq 29$  dB, eli häiritsevää runkomelua ei esiintynyt.

Tavaraliikenteen kuljetusmäärien vähäisellä lisääntymisellä radan ennusteissa 2040–2060 ei ole toimenpiteitä aiheuttavaa vaikutusta tonteilla.

Pirkkalassa 6.8.2024

### TARATEST OY

Laatinut



Erkki Huotari RI  
aa-luokan tärinäasiantuntija (FISE)

## Lähteet ja viitteet

- [1] Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta, VTT Tiedotteita – 2278, Espoo 2004
- [2] Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa, VTT Work 50, Espoo 2006
- [3] Liikennetärinä: Alueiden tärinä-kartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius, tutkimusraportti VTT-R -04703-14, 15.10.2014
- [4] Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi, VTT Tiedotteita – 2468, Espoo 2009
- [5] Rakenteisiin siirtyvän liikennetärinän arviointi, VTT Tiedotteita – 2425, Espoo 2008
- [6] Ohjeita liikennetärinän arviointiin, VTT Tiedotteita – 2569, Espoo 2011
- [7] RIL 253-2024 Rakentamisen aiheuttamat tärinät, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry
- [8] Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 3, Liikenneviraston ohjeita 13/2018, Helsinki 2018
- [9] Liikennevirasto, Valtakunnalliset liikenne-ennusteet 2024
- [10] Traffic Management Finland, avoin data junaliikenteen aikatauluista, <https://juliadata.fi/>

## Liitteet

Liite 1: Tärinäraportit 4 kpl

Työ nro: **21344**

Työn laatu:

Junaliikenne

Pistein ETRS89-Gkn -KOORD:

61,65335

24,376425

**Tilaaaja:** Oriveden kaupunki  
**Työmaa:** Markunniemi tärinäselvitys  
**Mittarin sijainti:** Maa L1-P2

 Pienin etäisyys; **68** m noin

**Mittaustulokset** suurin rms  valittu  viimeisin  **9.6.2024 22:01**

 Suurin heilahdusnopeus: **0,11 mm/s @** 10,00 Hz **1,6 % ohjearvosta**

 Sallittu ohjearvo **7** mm/s ( RIL 253-2010 -mukainen)

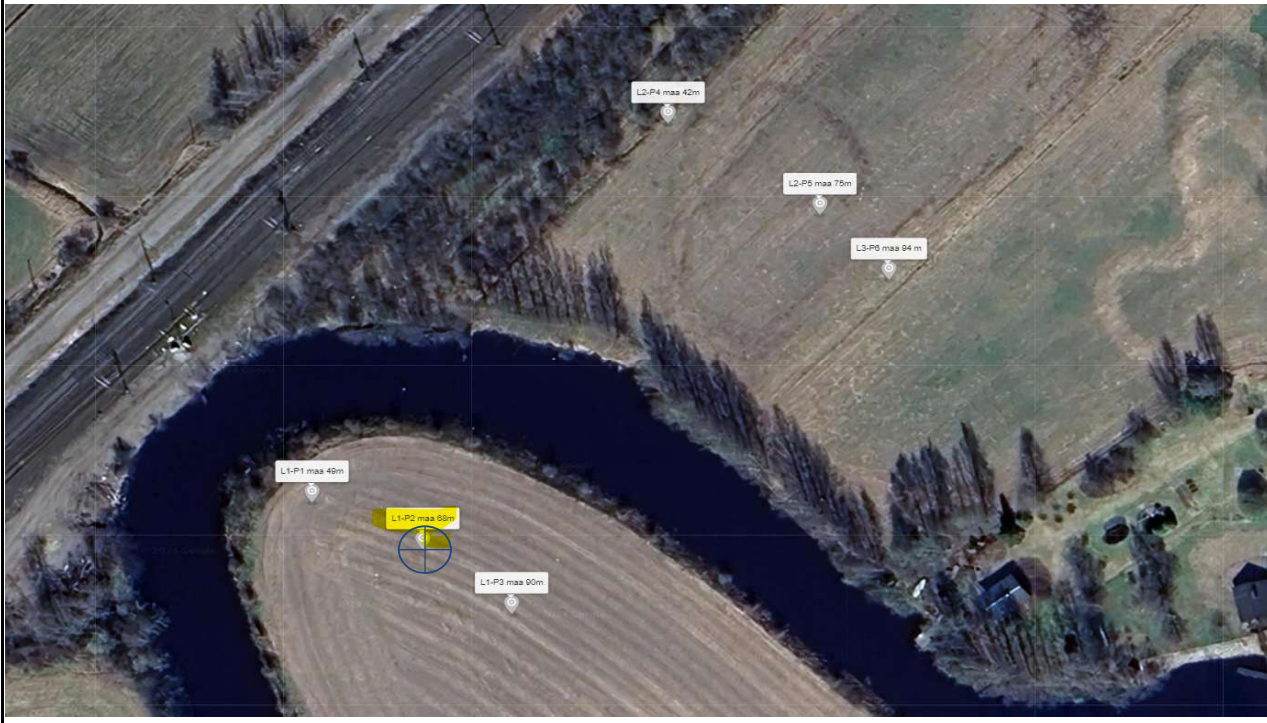
 Max Siirtymä **0,002** mm

 Max tehollisarvo NS:8176 **0,041** mm/s **V w,95 0,04** >> Värähtelyluokka: A

 Käytetty rakennustapakerroin  $F_k =$  **1,00**

 Rakennuksen määritetty / arvioitu perustamistapa: **savi**

Suurin pisteessä	Heilahdusnopeus	Taajuus	Mittari:
		f	sensor type VS12
Vaakaan pitkittäin	0,11 mm/s	9,0 Hz	sensor nro 101812
Pystysuunta	0,11 mm/s	10,0 Hz	
Vaakaan poikittain	0,10 mm/s	11,0 Hz	

**Piste kartalla:**


Työ nro: 21344  
 Tilaaja: Oriveden kaupunki  
 Työmaa: Markunniemi tärinäselvitys  
 Mittarin sijainti: Maa L1-P2  
 Etäisyys: 68 m  
**Mittaus välillä** 3.6.24 -> 12.6.24

**Tärinälista**  
 Tapahtumia 15

Pisteen ETRS89-TM35FIN -KOORD:

61,65335  
 24,376425

Date Time	Juna / Nopeus	Vpysty mm/s	Hz	Vlong mm/s	Hz	Vtran mm/s	Hz	Amplitudi	NS:8176 tehollisarvo
-----------	---------------	----------------	----	---------------	----	---------------	----	-----------	-------------------------

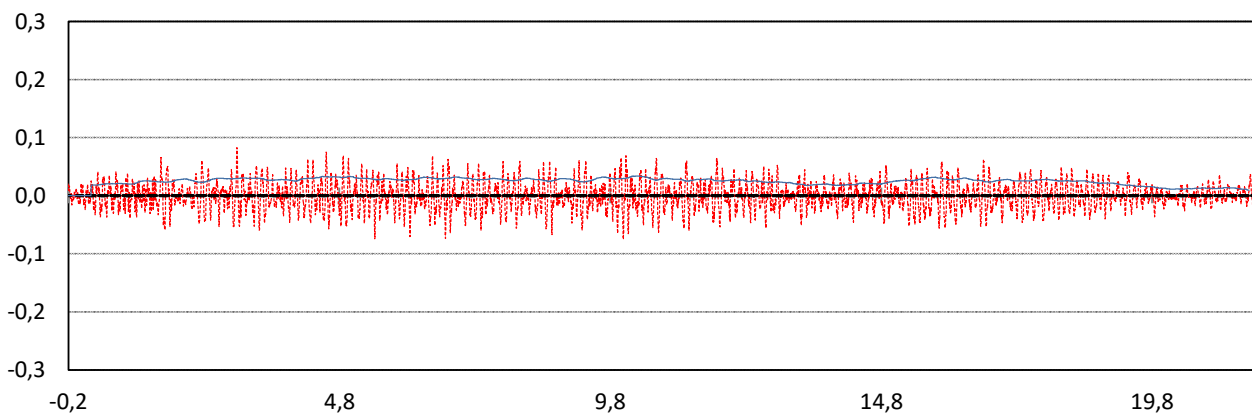
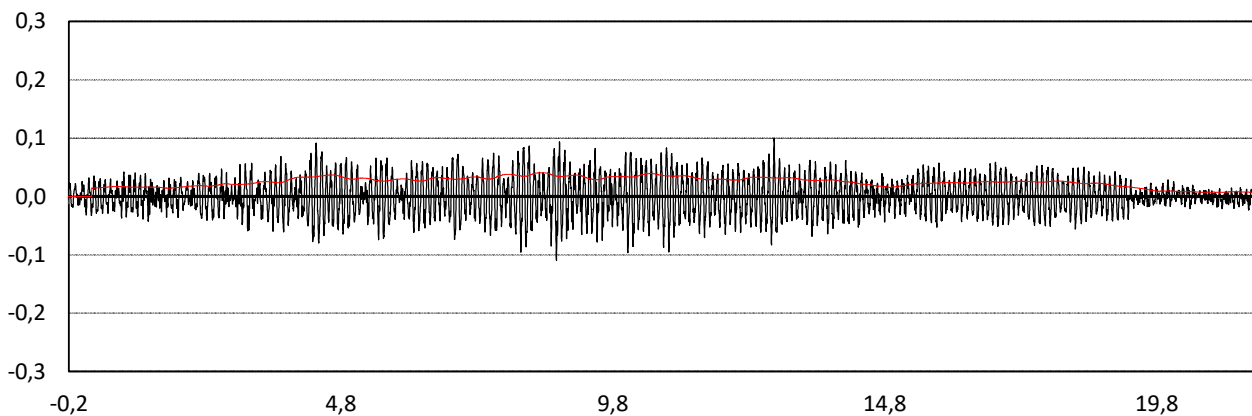
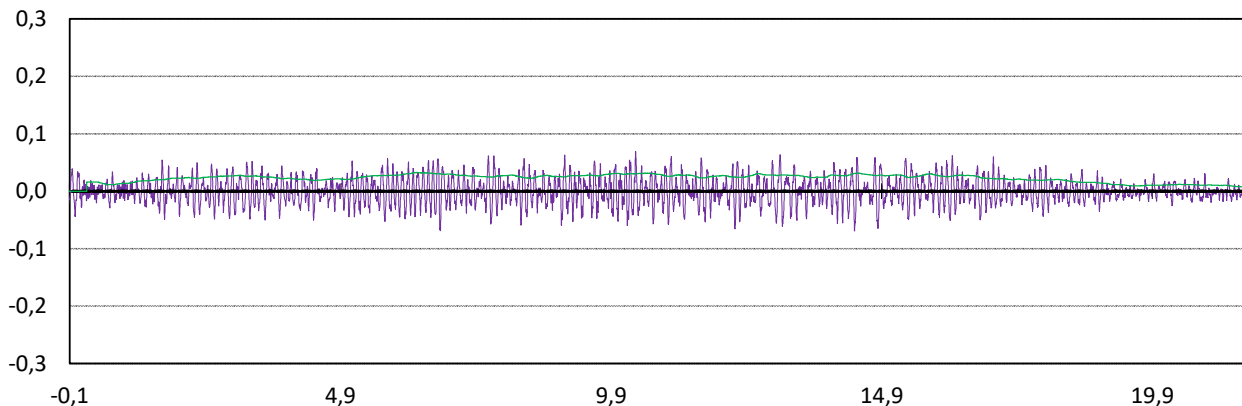
**Suurin V harmaalla:**

4.6.2024 21:21	T55503, 90 km/h ko	<b>0,09</b>	10,0	<b>0,10</b>	11,0	<b>0,06</b>	12,0	<b>0,03</b>	mm/s
5.6.2024 18:25	T 7124, 55 km/h lo	<b>0,04</b>	12,0	<b>0,11</b>	9,0	<b>0,06</b>	9,0	<b>0,03</b>	mm/s
5.6.2024 21:20	T55503, 86 km/h ko	<b>0,08</b>	10,0	<b>0,08</b>	11,0	<b>0,10</b>	11,0	<b>0,03</b>	mm/s
6.6.2024 10:32	T53430, 72 km/h lo	<b>0,06</b>	11,0	<b>0,06</b>	8,0	<b>0,09</b>	9,0	<b>0,03</b>	mm/s
7.6.2024 13:08	T54078, 78 km/h ko	<b>0,11</b>	10,0	<b>0,07</b>	11,0	<b>0,08</b>	10,0	<b>0,04</b>	mm/s
7.6.2024 22:20	T 3503, 80 km/h ko	<b>0,09</b>	12,0	<b>0,08</b>	9,0	<b>0,09</b>	12,0	<b>0,03</b>	mm/s
8.6.2024 22:23	T 4036,75 km/h lo	<b>0,08</b>	13,0	<b>0,05</b>	11,0	<b>0,08</b>	12,0	<b>0,03</b>	mm/s
9.6.2024 11:57	T55076, 75 km/h ko	<b>0,09</b>	11,0	<b>0,05</b>	14,0	<b>0,06</b>	14,0	<b>0,03</b>	mm/s
9.6.2024 18:58	T55500, 81 km/h lo	<b>0,04</b>	120,0	<b>0,08</b>	12,0	<b>0,05</b>	13,0	<b>0,02</b>	mm/s
9.6.2024 22:01	T 3503, 70 km/h ko	<b>0,11</b>	10,0	<b>0,07</b>	9,0	<b>0,07</b>	13,0	<b>0,04</b>	mm/s
9.6.2024 22:35	T 4026, 76 km/h lo	<b>0,08</b>	11,0	<b>0,09</b>	10,0	<b>0,07</b>	9,0	<b>0,03</b>	mm/s
10.6.2024 8:54	T54077, 80 km/h lo	<b>0,05</b>	34,0	<b>0,10</b>	8,0	<b>0,08</b>	7,0	<b>0,03</b>	mm/s
10.6.2024 12:59	T54078, 70 km/h ko	<b>0,07</b>	16,0	<b>0,10</b>	9,0	<b>0,07</b>	12,0	<b>0,03</b>	mm/s
10.6.2024 21:27	T54005, 77 km/h lo	<b>0,07</b>	11,0	<b>0,07</b>	11,0	<b>0,09</b>	12,0	<b>0,03</b>	mm/s
10.6.2024 22:45	T 4036, 67 km/h lo	<b>0,07</b>	13,0	<b>0,08</b>	10,0	<b>0,05</b>	11,0	<b>0,03</b>	mm/s

Työ nro: 21344  
 Tilaaja: Oriveden kaupunki  
 Työmaa: Markunniemi tärinäselvitys  
 Mittarin sijainti: Maa L1-P2  
 Etäisyys: 68  
 Mittaustulos vs ohjearvo 1,6 %

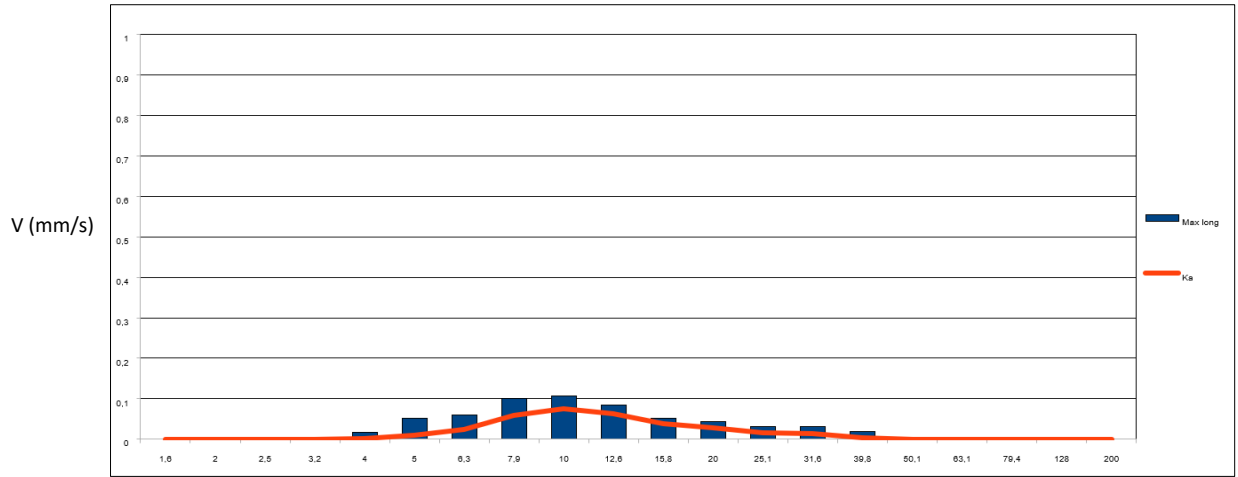
**Tärinäkuvaajat**  
 Heilahdusnopeus mm/s  
 Tehollisarvo RMS (1s)

Date	Time	Heilahdusnopeus		V ohjearvo	Amplitudi (mm)	Kiihtyvyyys (G)	RMS (1s) max
9.6.2024	22:01						
	<b>Vaakaan pitkittäin</b>	<b>0,070</b>	mm/s 9,62 Hz	7,0 mm/s	0,0019	0,0010	0,03
	<b>Pystysuunta</b>	<b>0,110</b>	mm/s 10,84 Hz	7,0 mm/s	0,0021	0,0010	0,04
	<b>Vaakaan poikittain</b>	<b>0,075</b>	mm/s 13,47 Hz	7,0 mm/s	0,0018	0,0010	0,03

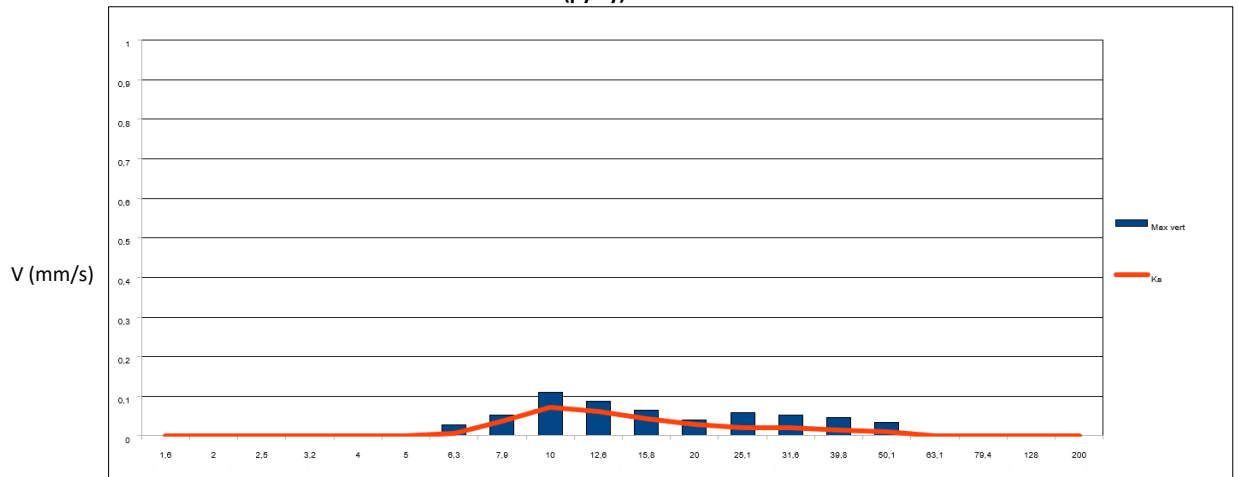


Aika sekuntia

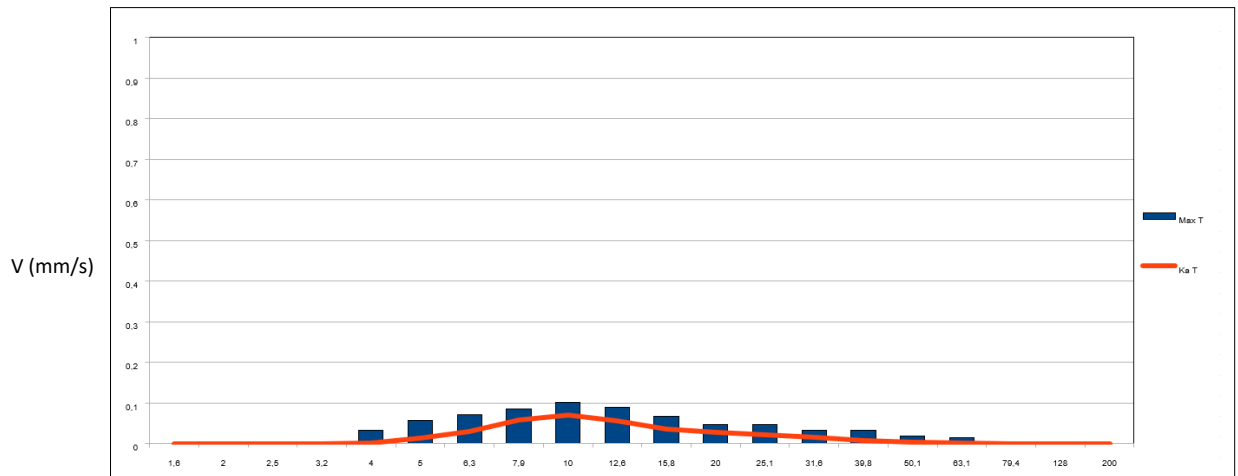
Vlong



Vvert (pysty)



Vtran



Työ nro: **21344**

Työn laatu:

Junaliikenne

Pistein ETRS89-Gkn -KOORD:

61,653227

24,376749

**Tilaja:** Oriveden kaupunki  
**Työmaa:** Markunniemi tärinäselvitys  
**Mittarin sijainti:** Maa L1-P3

 Pienin etäisyys; **90** m noin

**Mittaustulokset** suurin rms  valittu  viimeisin  **5.6.2024 21:20**

 Suurin heilahdusnopeus: **0,11 mm/s @** 10,00 Hz **1,6 % ohjearvosta**

 Sallittu ohjearvo **7** mm/s ( RIL 253-2010 -mukainen)

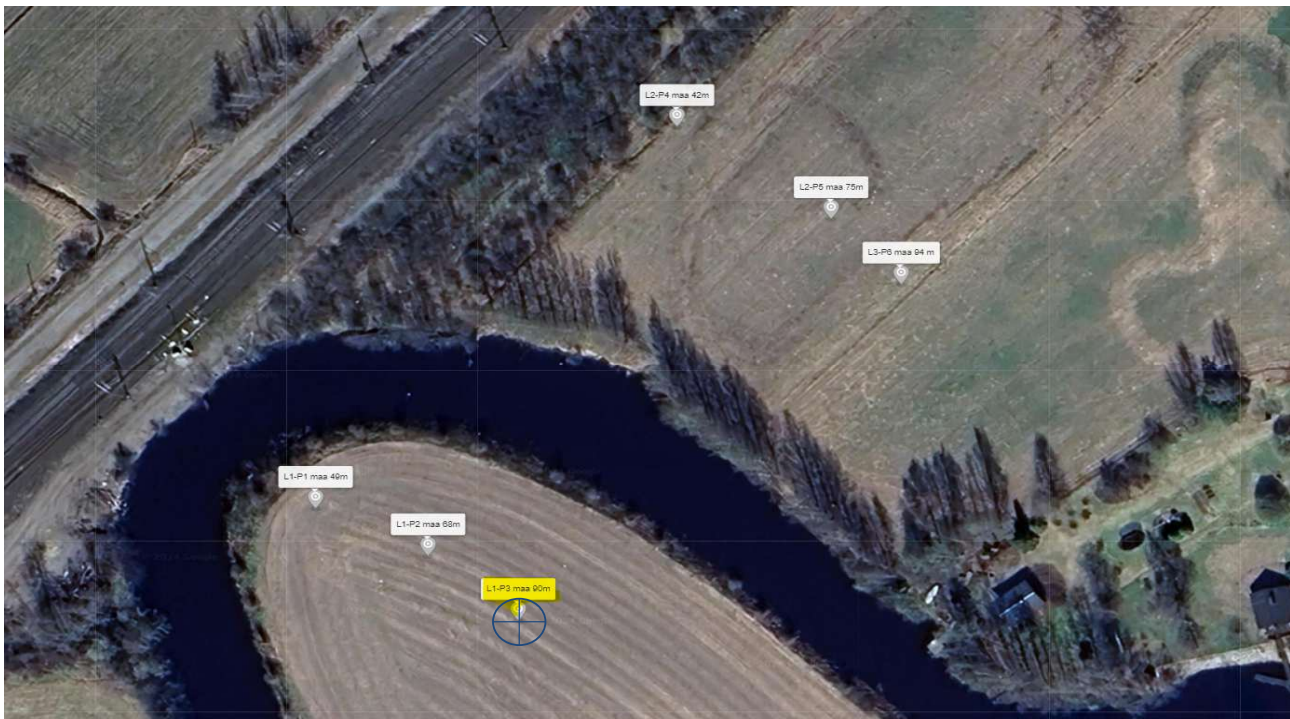
 Max Siirtymä **0,002** mm

 Max tehollisarvo NS:8176 **0,045** mm/s **V w,95 0,04** >> Värähtelyluokka: A

 Käytetty rakennustapakerroin  $F_k =$  **1,00**

 Rakennuksen määritetty / arvioitu perustamistapa: **savi**

Suurin pisteessä	Heilahdusnopeus	Taajuus	Mittari:
		f	sensor type VS12
Vaakaan pitkittäin	0,11 mm/s	10,0 Hz	sensor nro 101820
Pystysuunta	0,07 mm/s	10,0 Hz	
Vaakaan poikittain	0,10 mm/s	9,0 Hz	

**Piste kartalla:**


Työ nro: 21344  
 Tilaaja: Oriveden kaupunki  
 Työmaa: Markunniemi tärinäselvitys  
 Mittarin sijainti: Maa L1-P3  
 Etäisyys: 90 m  
**Mittaus välillä** 3.6.24 -> 12.6.24

**Tärinälista**  
 Tapahtumia 15

 Pisteet ETRS89-TM35FIN -KOORD:  
 61,653227  
 24,376749

Date Time	Juna / Nopeus	Vpysty mm/s	Hz	Vlong mm/s	Hz	Vtran mm/s	Hz	Amplitudi	NS:8176 tehollisarvo
-----------	---------------	----------------	----	---------------	----	---------------	----	-----------	-------------------------

**Suurin V harmaalla:**

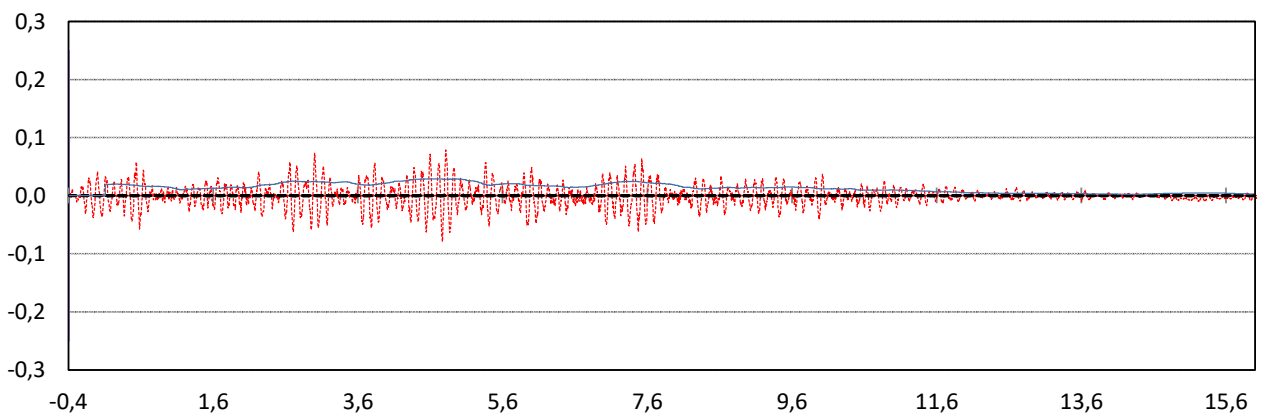
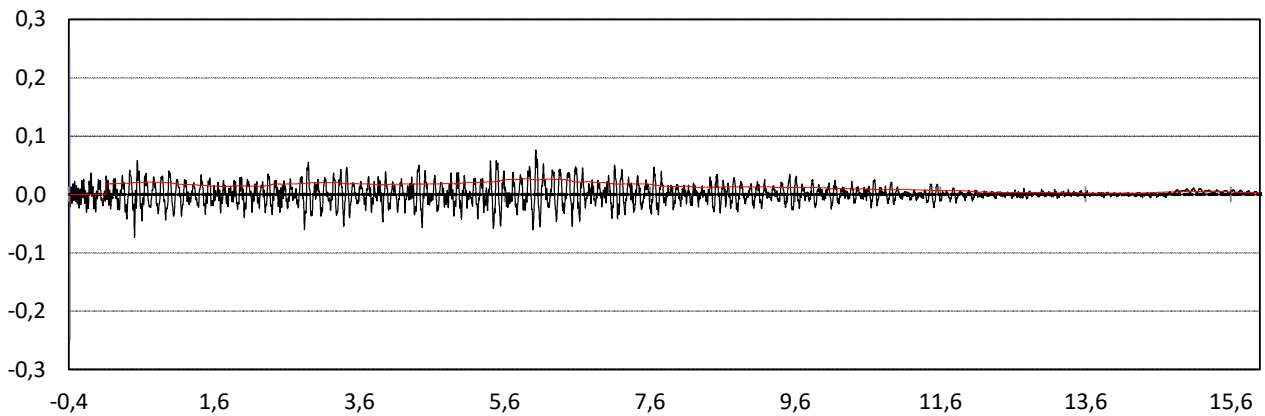
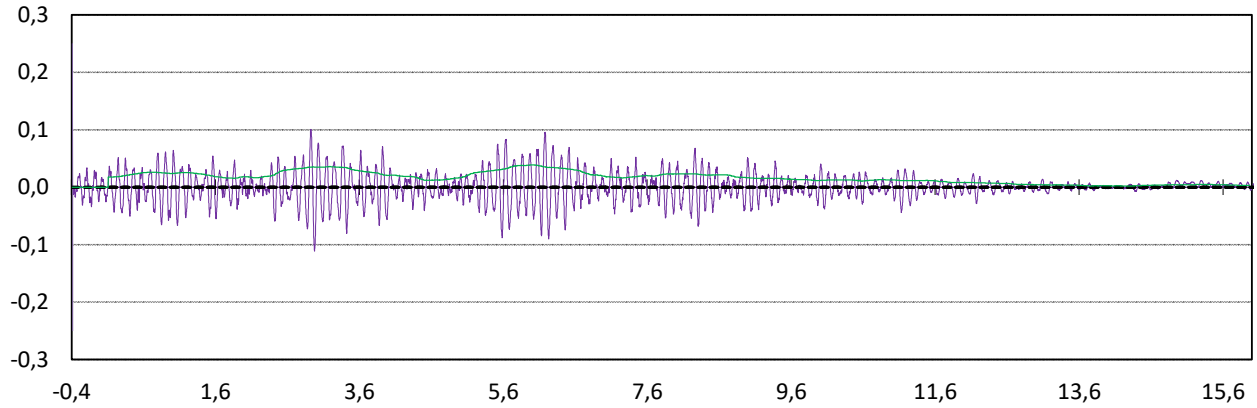
4.6.2024 22:28	T4036, 71 km/h lo	<b>0,05</b>	11,0	<b>0,09</b>	9,0	<b>0,06</b>	10,0	<b>0,03</b>	mm/s
5.6.2024 13:13	T54078, 70 km/h ko	<b>0,05</b>	11,0	<b>0,11</b>	8,0	<b>0,06</b>	9,0	<b>0,04</b>	mm/s
5.6.2024 18:25	T 7124, 55 km/h lo	<b>0,03</b>	900,0	<b>0,09</b>	9,0	<b>0,06</b>	8,0	<b>0,03</b>	mm/s
5.6.2024 21:20	T55503, 86 km/h ko	<b>0,07</b>	13,0	<b>0,11</b>	10,0	<b>0,08</b>	10,0	<b>0,04</b>	mm/s
6.6.2024 10:32	T53430, 72 km/h lo	<b>0,04</b>	90,0	<b>0,10</b>	9,0	<b>0,07</b>	9,0	<b>0,04</b>	mm/s
6.6.2024 23:07	T55005, 76 km/h lo	<b>0,04</b>	12,0	<b>0,08</b>	10,0	<b>0,08</b>	8,0	<b>0,03</b>	mm/s
7.6.2024 10:16	T54077, lo, ei nopeusdataa	<b>0,03</b>	905,0	<b>0,10</b>	9,0	<b>0,06</b>	8,0	<b>0,03</b>	mm/s
7.6.2024 13:08	T54078, 78 km/h ko	<b>0,07</b>	10,0	<b>0,09</b>	9,0	<b>0,10</b>	9,0	<b>0,05</b>	mm/s
7.6.2024 22:20	T 3503, 80 km/h ko	<b>0,05</b>	14,0	<b>0,10</b>	10,0	<b>0,05</b>	10,0	<b>0,04</b>	mm/s
8.6.2024 3:40	T 3702, 79 km/h ko	<b>0,03</b>	950,0	<b>0,08</b>	9,0	<b>0,06</b>	10,0	<b>0,03</b>	mm/s
9.6.2024 22:01	T 3503, 70 km/h ko	<b>0,07</b>	10,0	<b>0,09</b>	11,0	<b>0,07</b>	11,0	<b>0,04</b>	mm/s
9.6.2024 22:35	T 4026, 76 km/h lo	<b>0,06</b>	19,0	<b>0,09</b>	10,0	<b>0,06</b>	11,0	<b>0,03</b>	mm/s
10.6.2024 12:59	T54078, 70 km/h ko	<b>0,07</b>	10,0	<b>0,10</b>	10,0	<b>0,05</b>	9,0	<b>0,04</b>	mm/s
10.6.2024 21:27	T54005, 77 km/h lo	<b>0,05</b>	9,0	<b>0,09</b>	11,0	<b>0,06</b>	9,0	<b>0,03</b>	mm/s
10.6.2024 23:25	T 3823, 72 km/h ko	<b>0,05</b>	11,0	<b>0,08</b>	9,0	<b>0,05</b>	8,0	<b>0,04</b>	mm/s

Työ nro: 21344  
 Tilaaja: Oriveden kaupunki  
 Työmaa: Markunniemi tärinäselvitys  
 Mittarin sijainti: Maa L1-P3  
 Etäisyys: 90  
 Mittaustulos vs ohjearvo 1,6 %

### Tärinäkuvaajat

Heilahdusnopeus mm/s  
 Tehollisarvo RMS (1s)

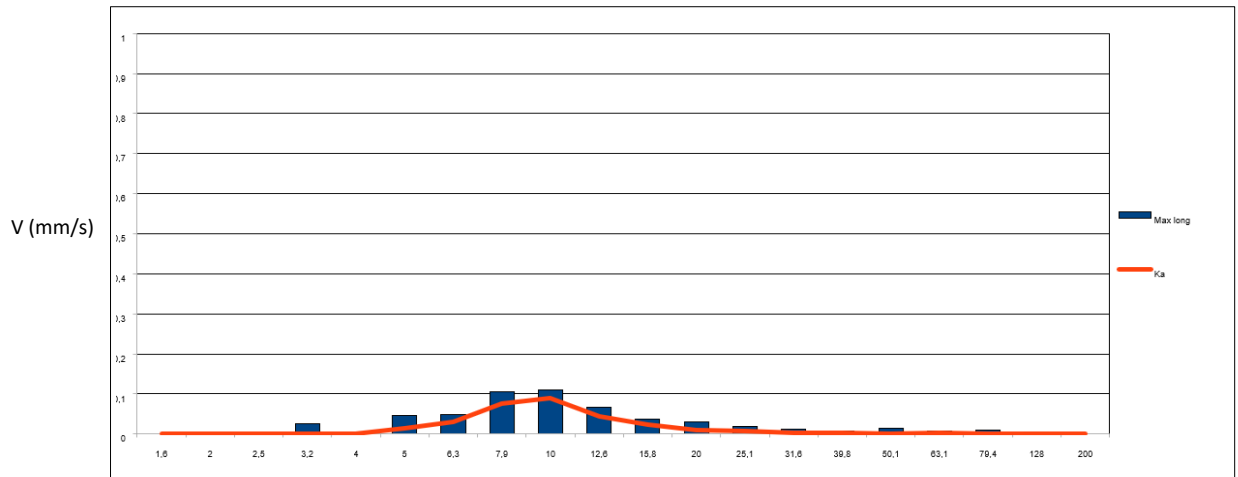
Date	Time	Heilahdusnopeus		V ohjearvo	Amplitudi (mm)	Kiihtyvyys (G)	RMS (1s) max
0.1.1900	0:00						
<b>Vaakaan pitkittäin</b>		<b>0,110</b>	mm/s 10,5 Hz	7,0 mm/s	0,0019	0,0010	0,04
<b>Pystysuunta</b>		<b>0,070</b>	mm/s 13,65 Hz	7,0 mm/s	0,0012	0,0010	0,03
<b>Vaakaan poikittain</b>		<b>0,080</b>	mm/s 10,89 Hz	7,0 mm/s	0,0015	0,0010	0,04



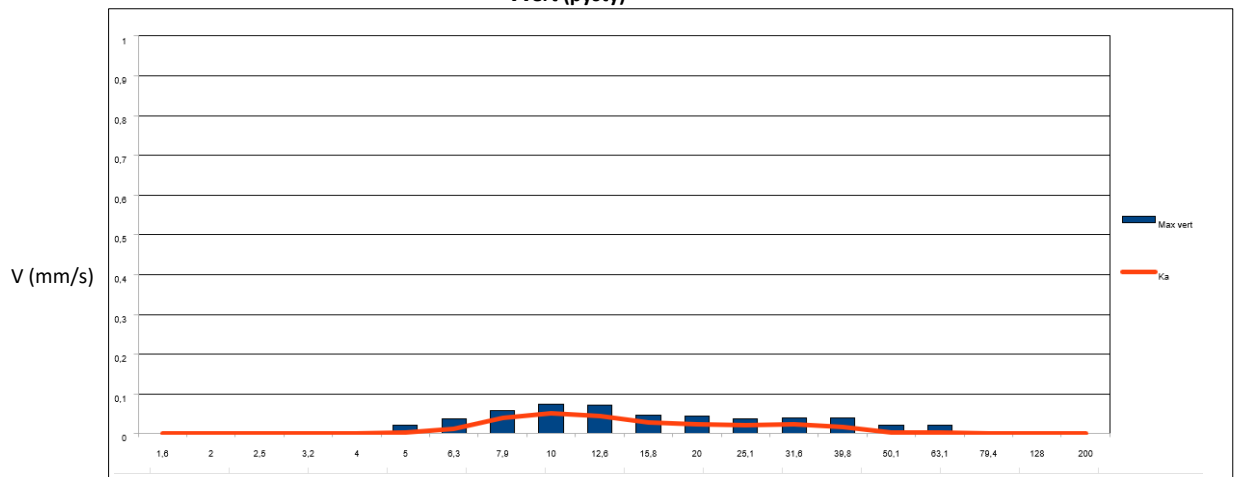
Aika sekuntia



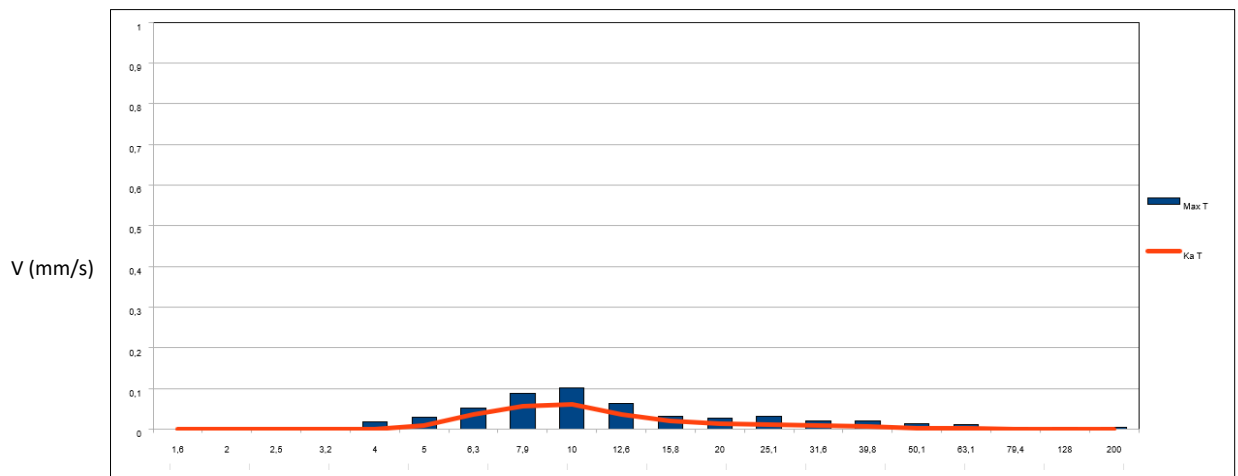
Vlong



Vvert (pysty)



Vtran



Työ nro: **21344**

Työn laatu:

Junaliikenne

Pistein ETRS89-Gkn -KOORD:

61,653994

24,377877

**Tilaja:** Oriveden kaupunki

**Työmaa:** Markunniemi tärinäselvitys

**Mittarin sijainti:** Maa L2-P5

**Pienin etäisyys;** **74** m noin

**Mittaustulokset** suurin rms  valittu  viimeisin  **5.6.2024 21:20**

 Suurin heilahdusnopeus: **0,16 mm/s @** 10,00 Hz **2,4 % ohjearvosta**

 Sallittu ohjearvo **7** mm/s ( RIL 253-2010 -mukainen)

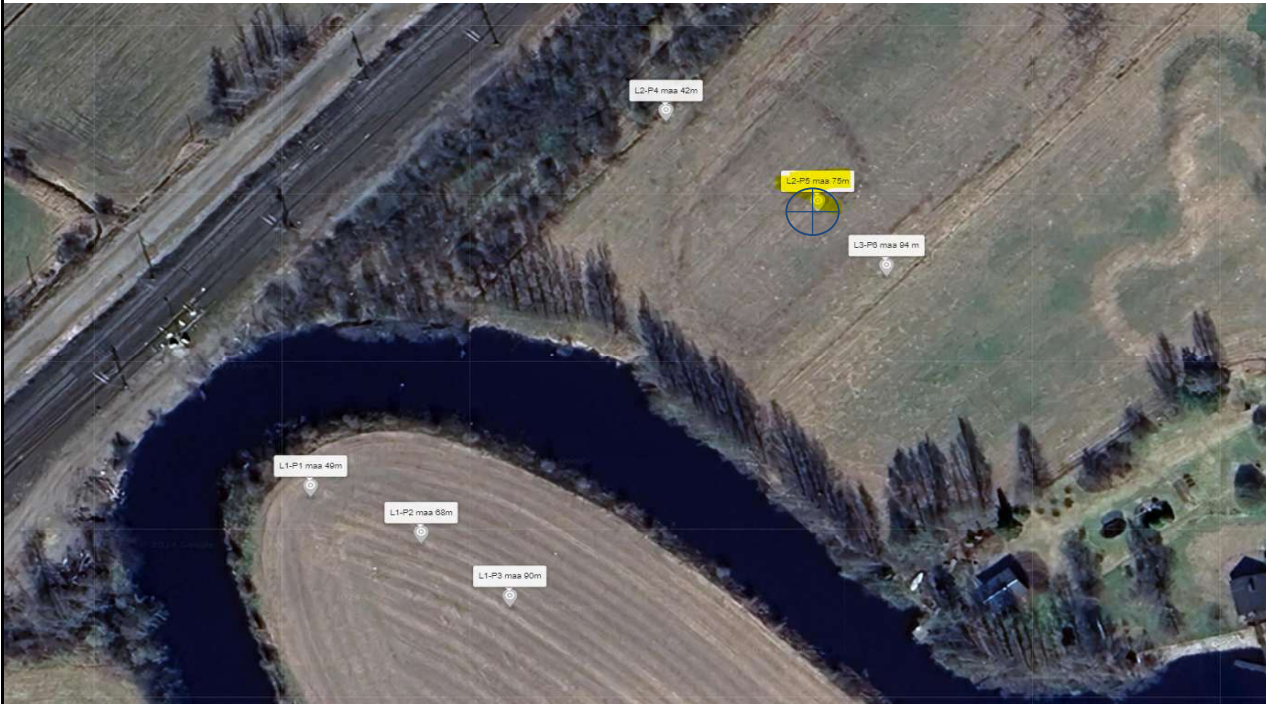
 Max Siirtymä **0,004** mm

 Max tehollisarvo NS:8176 **0,068** mm/s **V w,95 0,06** >> Värähtelyluokka: A

 Käytetty rakennustapakerroin  $F_k =$  **1,00**

 Rakennuksen määritetty / arvioitu perustamistapa: **savi**

Suurin pisteessä	Heilahdusnopeus	Taajuus	Mittari:
		f	sensor type VS12
Vaakaan pitkittäin	0,12 mm/s	10,0 Hz	sensor nro 101817
Pystysuunta	0,11 mm/s	15,0 Hz	
Vaakaan poikittain	0,16 mm/s	10,0 Hz	

**Piste kartalla:**


Työ nro: 21344  
 Tilaaja: Oriveden kaupunki  
 Työmaa: Markunniemi tärinäselvitys  
 Mittarin sijainti: Maa L2-P5  
 Etäisyys: 74 m  
**Mittaus välillä** 3.6.24 -> 12.6.24

**Tärinälista**  
 Tapahtumia 15

 Pisteet ETRS89-TM35FIN -KOORD:  
 61,653994  
 24,377877

Date Time	Juna / Nopeus	Vpysty mm/s	Hz	Vlong mm/s	Hz	Vtran mm/s	Hz	Amplitudi	NS:8176 tehollisarvo
-----------	---------------	----------------	----	---------------	----	---------------	----	-----------	-------------------------

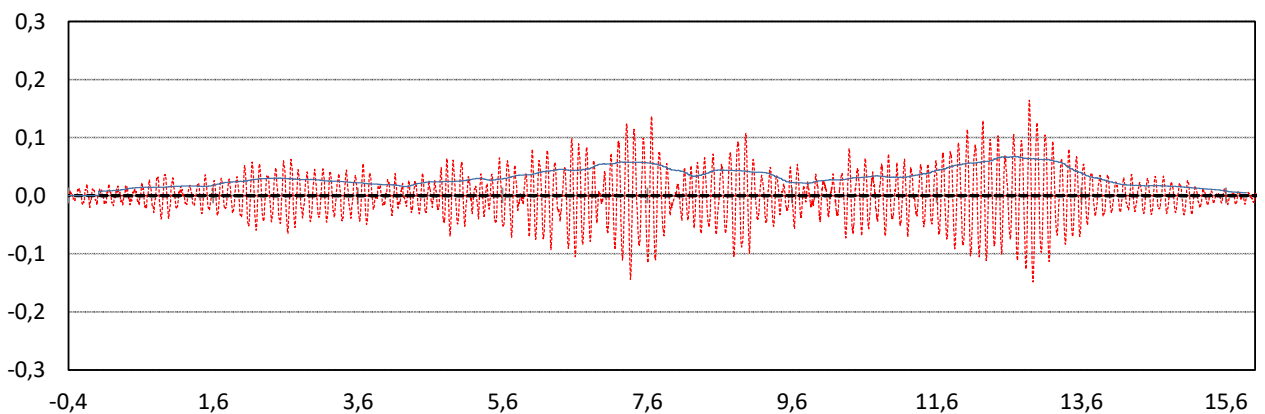
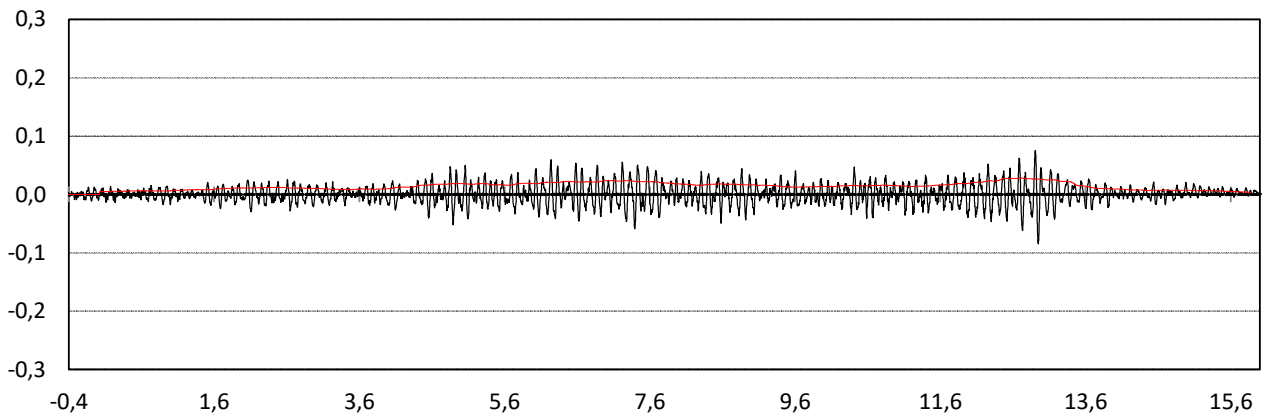
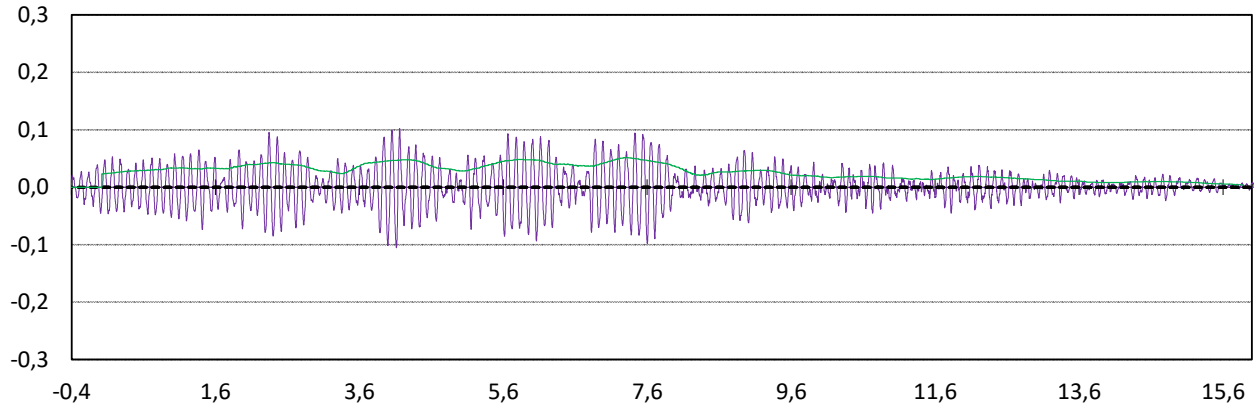
**Suurin V harmaalla:**

4.6.2024 21:21	T55503, 90 km/h ko	<b>0,06</b>	13,0	<b>0,10</b>	9,0	<b>0,09</b>	11,0	<b>0,05</b>	mm/s
5.6.2024 18:25	T 7124, 55 km/h lo	<b>0,06</b>	17,0	<b>0,10</b>	11,0	<b>0,06</b>	12,0	<b>0,04</b>	mm/s
5.6.2024 21:20	T55503, 86 km/h ko	<b>0,08</b>	12,0	<b>0,05</b>	15,0	<b>0,16</b>	10,0	<b>0,07</b>	mm/s
6.6.2024 21:53	T 3503, 65 km/h ko	<b>0,06</b>	14,0	<b>0,12</b>	10,0	<b>0,08</b>	11,0	<b>0,06</b>	mm/s
7.6.2024 12:52	T 3327, 70 km/h ko	<b>0,11</b>	15,0	<b>0,05</b>	12,0	<b>0,11</b>	12,0	<b>0,05</b>	mm/s
7.6.2024 22:20	T 3503, 80 km/h ko	<b>0,06</b>	13,0	<b>0,11</b>	9,0	<b>0,10</b>	11,0	<b>0,04</b>	mm/s
8.6.2024 21:58	T 3503, 70 km/h ko	<b>0,06</b>	14,0	<b>0,07</b>	9,0	<b>0,10</b>	10,0	<b>0,05</b>	mm/s
8.6.2024 22:23	T 4036,75 km/h lo	<b>0,04</b>	19,0	<b>0,10</b>	10,0	<b>0,06</b>	11,0	<b>0,03</b>	mm/s
9.6.2024 22:01	T 3503, 70 km/h ko	<b>0,08</b>	13,0	<b>0,10</b>	10,0	<b>0,13</b>	11,0	<b>0,05</b>	mm/s
9.6.2024 22:35	T 4026, 76 km/h lo	<b>0,04</b>	18,0	<b>0,10</b>	13,0	<b>0,08</b>	12,0	<b>0,03</b>	mm/s
10.6.2024 12:59	T54078, 70 km/h ko	<b>0,07</b>	12,0	<b>0,11</b>	11,0	<b>0,14</b>	10,0	<b>0,06</b>	mm/s
10.6.2024 21:27	T54005, 77 km/h lo	<b>0,05</b>	12,0	<b>0,10</b>	9,0	<b>0,10</b>	9,0	<b>0,04</b>	mm/s
11.6.2024 9:04	VET11269, 57 km/h ko	<b>0,09</b>	14,0	<b>0,08</b>	20,0	<b>0,10</b>	14,0	<b>0,04</b>	mm/s
11.6.2024 13:11	T54078, 76 km/h ko	<b>0,07</b>	12,0	<b>0,08</b>	11,0	<b>0,11</b>	10,0	<b>0,04</b>	mm/s
11.6.2024 14:17	T 3304, 45 km/h lo	<b>0,09</b>	15,0	<b>0,11</b>	15,0	<b>0,09</b>	16,0	<b>0,04</b>	mm/s

### Tärinäkuvaajat

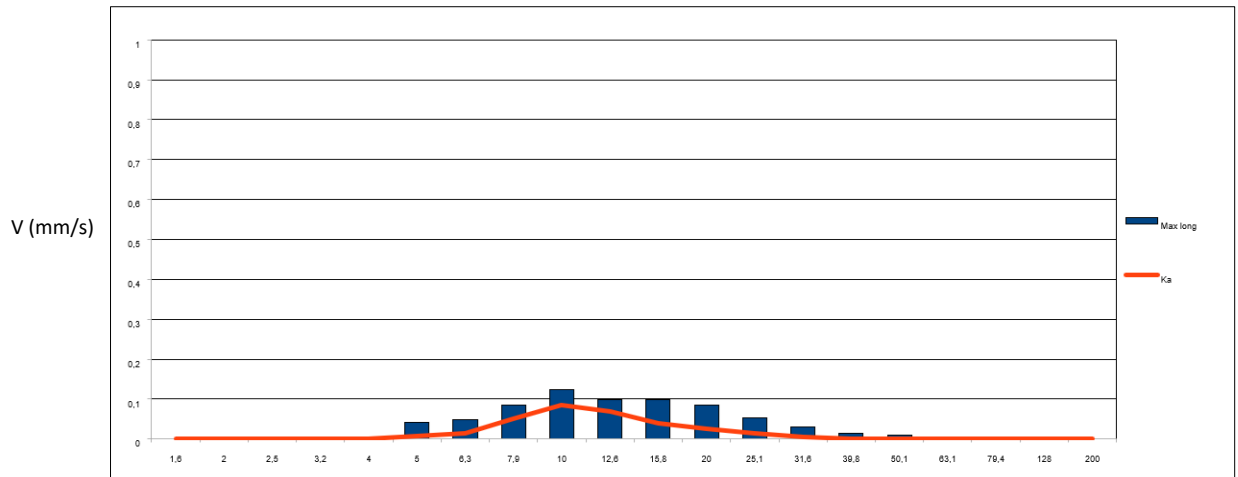
Heilahdusnopeus mm/s  
Tehollisarvo RMS (1s)

Date	Time	Heilahdusnopeus		V ohjearvo	Amplitudi (mm)	Kiihtyvyys (G)	RMS (1s) max
5.6.2024	21:20						
Vaakaan pitkittäin		0,045 mm/s	15,06 Hz	7,0 mm/s	0,0031	0,0010	0,06
Pystysuunta		0,085 mm/s	12,72 Hz	7,0 mm/s	0,0042	0,0010	0,05
Vaakaan poikittain		0,165 mm/s	10,24 Hz	7,0 mm/s	0,0044	0,0010	0,07

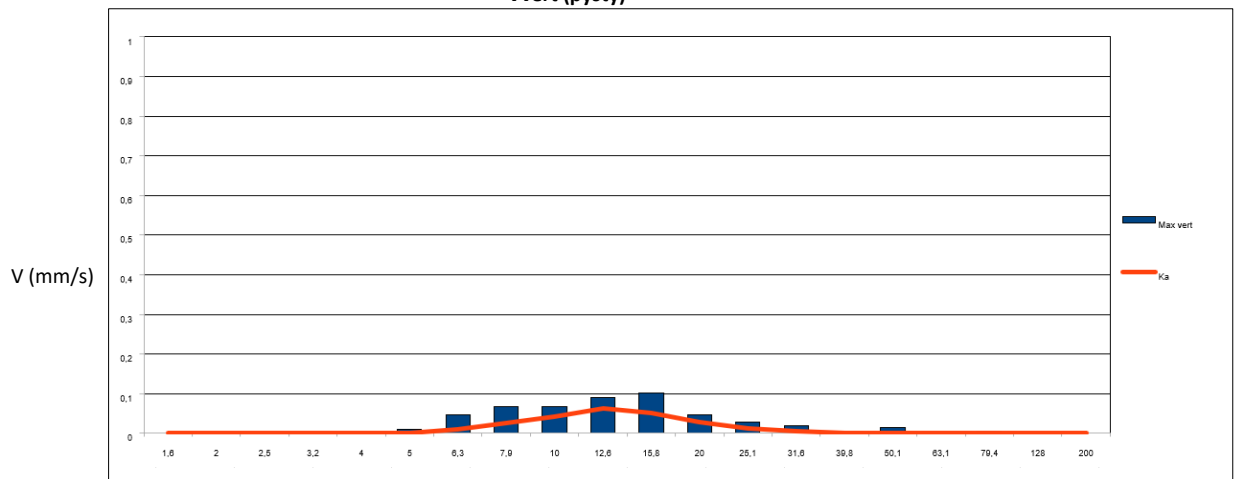


Aika sekuntia

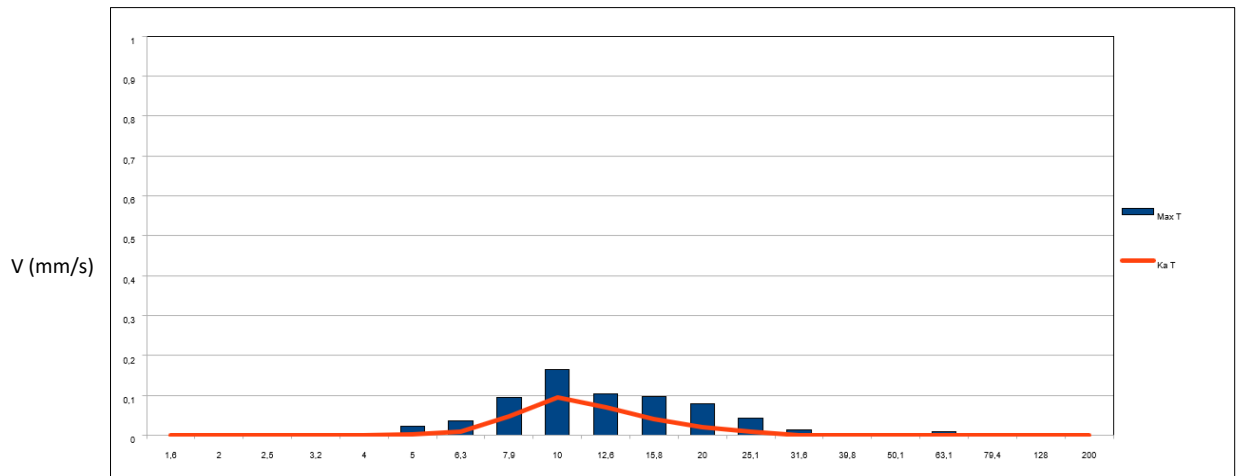
Vlong



Vvert (pysty)



Vtran



**Työ nro:** 21344

**Työn laatu:**

Junaliikenne

**Pisteen ETRS89-Gkn -KOORD:**

61,65387

24,378129

**Tilaja:** Oriveden kaupunki

**Työmaa:** Markunniemi tärinäselvitys

**Mittarin sijainti:** Maa L2-P6

**Pienin etäisyys;** 92 m noin

**Mittaustulokset** suurin rms  valittu  viimeisin  6.6.2024 21:53

Suurin heilahdusnopeus: 0,16 mm/s @ 9,00 Hz 2,3 % ohjearvosta

Sallittu ohjearvo 7 mm/s ( RIL 253-2010 -mukainen)

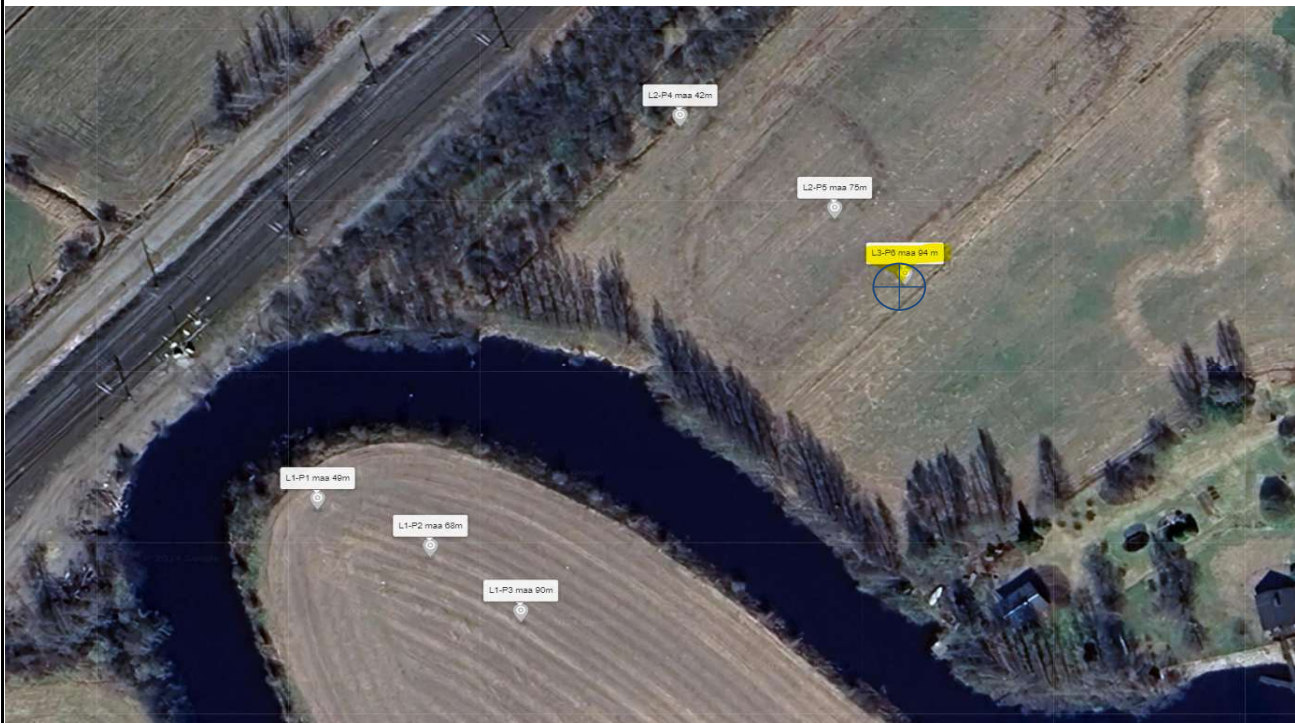
Max Siirtymä 0,005 mm

 Max tehollisarvo NS:8176 0,077 mm/s **V w,95 0,06** >> Värähtelyluokka: A

 Käytetty rakennustapakerroin  $F_k = 1,00$ 

 Rakennuksen määritetty / arvioitu perustamistapa: **savi**

Suurin pisteessä	Heilahdusnopeus	Taajuus	Mittari:
		f	sensor type VS12
Vaakaan pitkittäin	0,16 mm/s	9,0 Hz	sensor nro 101809
Pystysuunta	0,09 mm/s	14,0 Hz	
Vaakaan poikittain	0,12 mm/s	14,0 Hz	

**Piste kartalla:**


Työ nro: 21344  
 Tilaaja: Oriveden kaupunki  
 Työmaa: Markunniemi tärinäselvitys  
 Mittarin sijainti: Maa L2-P6  
 Etäisyys: 92 m  
**Mittaus välillä** 3.6.24 -> 12.6.24

**Tärinälista**  
 Tapahtumia 15

 Pisteet ETRS89-TM35FIN -KOORD:  
 61,65387  
 24,378129

Date Time	Juna / Nopeus	Vpysty mm/s	Hz	Vlong mm/s	Hz	Vtran mm/s	Hz	Amplitudi	NS:8176 tehollisarvo
-----------	---------------	----------------	----	---------------	----	---------------	----	-----------	-------------------------

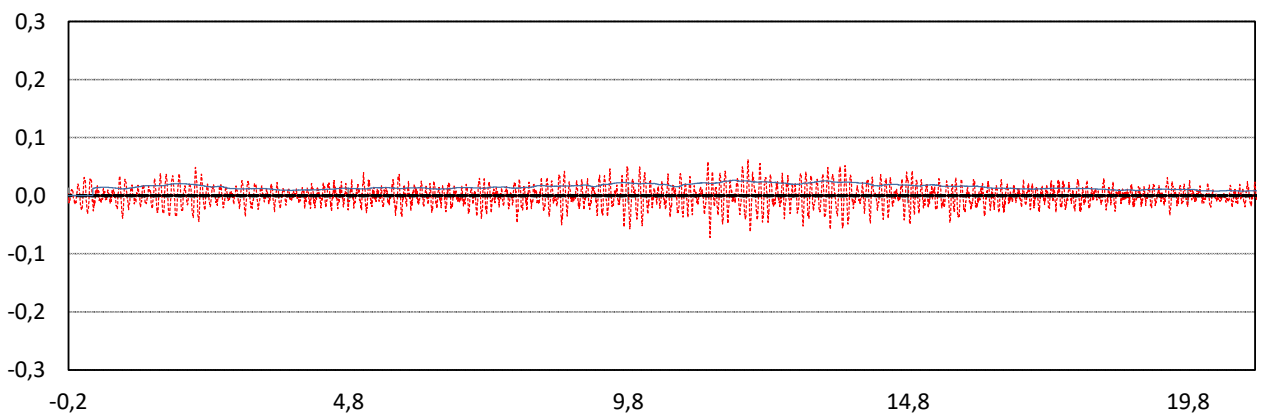
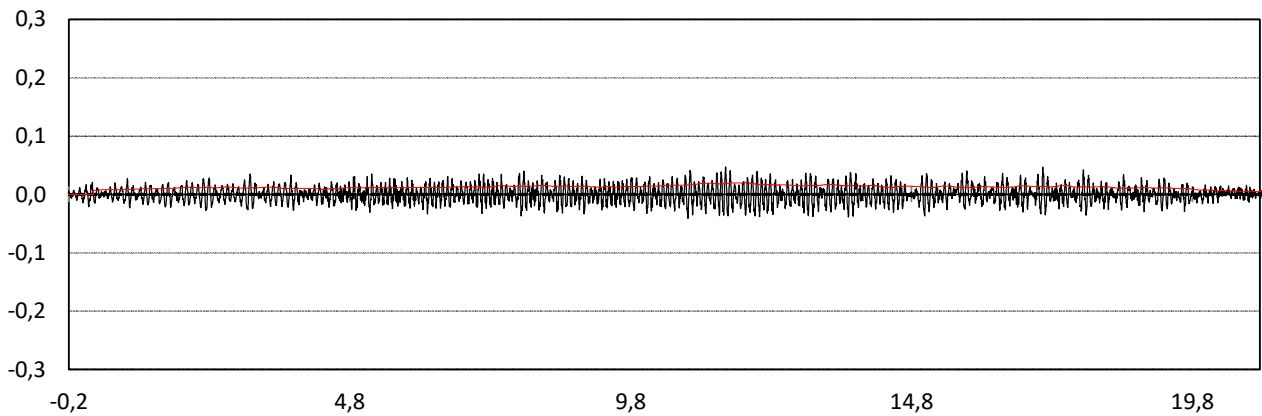
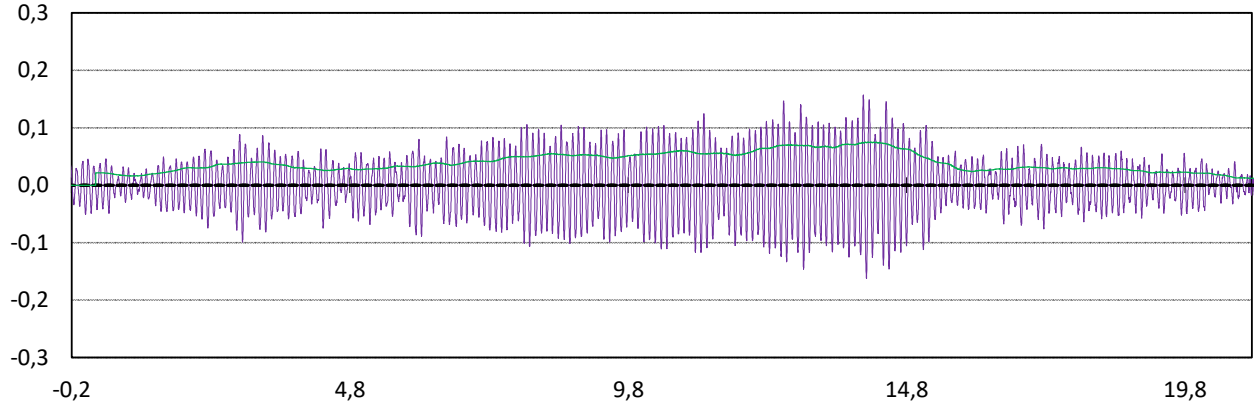
**Suurin V harmaalla:**

4.6.2024 21:21	T55503, 90 km/h ko	<b>0,06</b>	12,0	<b>0,12</b>	11,0	<b>0,06</b>	14,0	<b>0,04</b>	mm/s
5.6.2024 18:25	T 7124, 55 km/h lo	<b>0,04</b>	38,0	<b>0,11</b>	8,0	<b>0,06</b>	15,0	<b>0,04</b>	mm/s
5.6.2024 21:20	T55503, 86 km/h ko	<b>0,05</b>	13,0	<b>0,12</b>	10,0	<b>0,06</b>	11,0	<b>0,05</b>	mm/s
5.6.2024 22:40	T 4036, 63 km/h lo	<b>0,04</b>	105,0	<b>0,12</b>	9,0	<b>0,05</b>	11,0	<b>0,04</b>	mm/s
6.6.2024 21:53	T 3503, 65 km/h ko	<b>0,05</b>	13,0	<b>0,16</b>	9,0	<b>0,07</b>	13,0	<b>0,08</b>	mm/s
7.6.2024 12:52	T 3327, 70 km/h ko	<b>0,09</b>	14,0	<b>0,09</b>	13,0	<b>0,12</b>	14,0	<b>0,05</b>	mm/s
7.6.2024 13:09	T54078, 78 km/h ko	<b>0,04</b>	11,0	<b>0,08</b>	8,0	<b>0,07</b>	10,0	<b>0,03</b>	mm/s
7.6.2024 22:20	T 3503, 80 km/h ko	<b>0,06</b>	15,0	<b>0,13</b>	9,0	<b>0,08</b>	13,0	<b>0,05</b>	mm/s
9.6.2024 11:57	T55076, 75 km/h ko	<b>0,05</b>	14,0	<b>0,11</b>	11,0	<b>0,08</b>	12,0	<b>0,03</b>	mm/s
9.6.2024 22:01	T 3503, 70 km/h ko	<b>0,05</b>	12,0	<b>0,12</b>	10,0	<b>0,09</b>	11,0	<b>0,04</b>	mm/s
10.6.2024 12:59	T54078, 70 km/h ko	<b>0,06</b>	12,0	<b>0,14</b>	10,0	<b>0,08</b>	12,0	<b>0,06</b>	mm/s
10.6.2024 22:45	T 4036, 67 km/h lo	<b>0,05</b>	18,0	<b>0,12</b>	12,0	<b>0,07</b>	11,0	<b>0,04</b>	mm/s
11.6.2024 9:04	VET11269, 57 km/h ko	<b>0,07</b>	15,0	<b>0,14</b>	15,0	<b>0,10</b>	16,0	<b>0,04</b>	mm/s
11.6.2024 13:11	T54078, 76 km/h ko	<b>0,05</b>	14,0	<b>0,12</b>	10,0	<b>0,08</b>	14,0	<b>0,04</b>	mm/s
11.6.2024 14:17	T 3304, 45 km/h lo	<b>0,06</b>	16,0	<b>0,15</b>	15,0	<b>0,09</b>	17,0	<b>0,05</b>	mm/s

### Tärinäkuvaajat

Heilahdusnopeus mm/s  
Tehollisarvo RMS (1s)

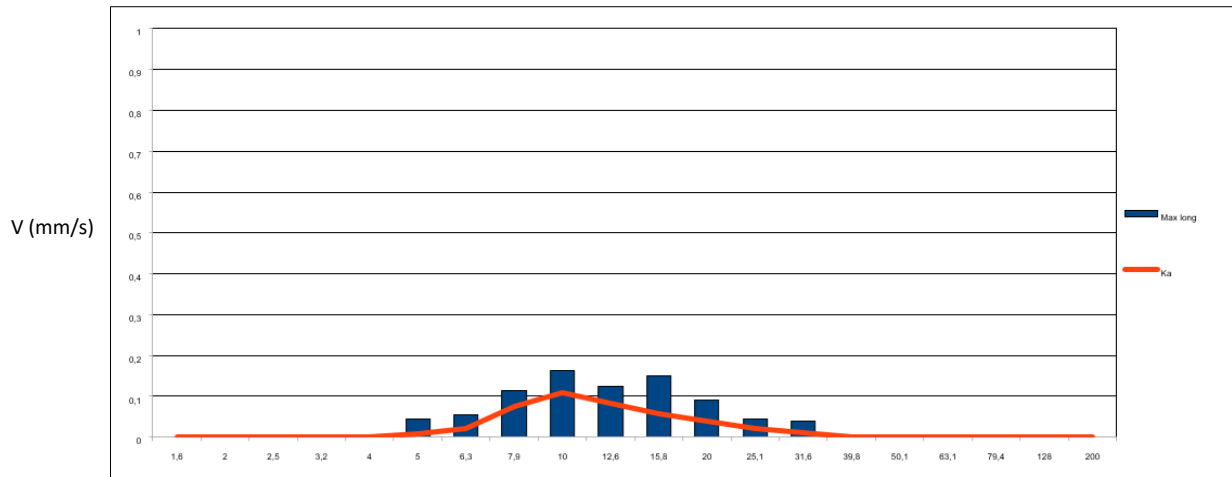
Date	Time	Heilahdusnopeus		V ohjearvo	Amplitudi (mm)	Kiihtyvyys (G)	RMS (1s) max
6.6.2024	21:53						
<b>Vaakaan pitkittäin</b>		<b>0,160</b> mm/s	9,71 Hz	7,0 mm/s	0,0048	0,0010	0,08
<b>Pystysuunta</b>		<b>0,045</b> mm/s	13,56 Hz	7,0 mm/s	0,0030	0,0010	0,02
<b>Vaakaan poikittain</b>		<b>0,070</b> mm/s	13,39 Hz	7,0 mm/s	0,0032	0,0010	0,03



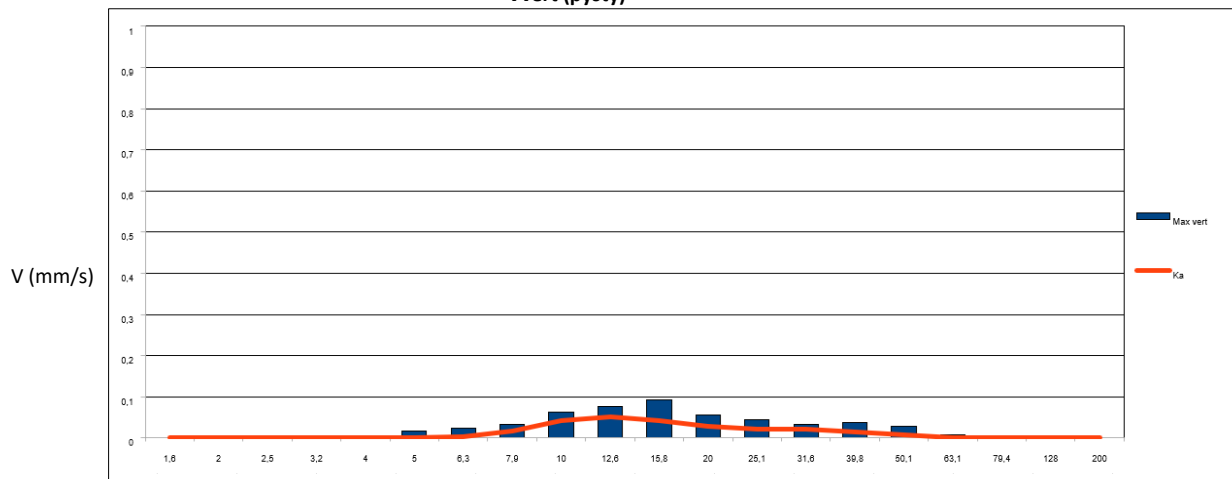
Aika sekuntia



Vlong



Vvert (pysty)



Vtran

