

TYÖ: 21535  
6.9.2024

**LIIKENNETÄRINÄSELVITYS**  
9015 HOLLON LÄMPÖLAITOKSEN  
ASEMAKAAVAN MUUTOS



**TARATEST OY**  
Turkkirata 9 A  
33960 Pirkkala  
p. 03-368 3322  
[www.taratest.fi](http://www.taratest.fi)

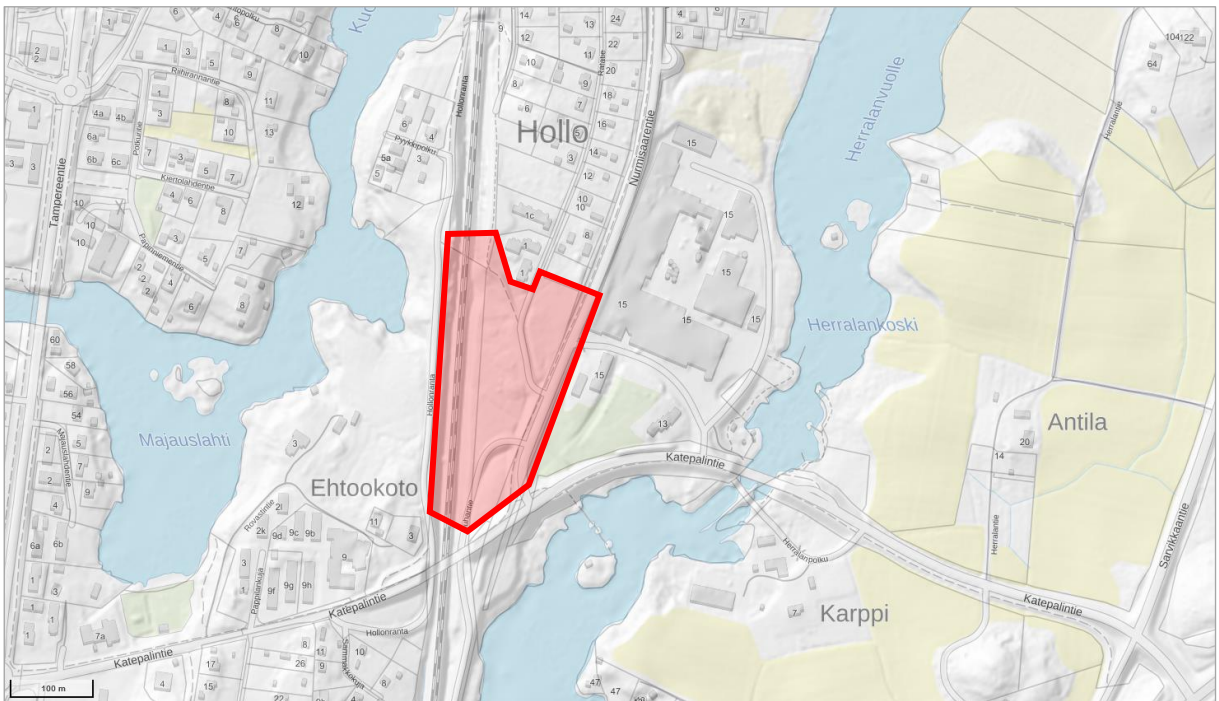
Johdanto.....	3
1 Noudatettavat ohjeet .....	4
2 Liikennetärinän suositusarvoja .....	4
2.1. Tärinän suositusarvot häiritsevyyden kannalta.....	4
2.2. Heilahdusnopeuden ohjearvo .....	5
2.3. Runkomelun suositusarvo .....	5
3 Maasto- ja liikenneolosuhteet .....	5
3.1. Maasto-olosuhteet .....	5
3.2. Liikenneolosuhteet .....	5
4 Tärinämittaukset.....	5
4.1. Tärinämittauspisteet .....	6
4.2. Tärinämittaustulokset .....	7
5 Mittaustulosten tulkinta .....	7
5.1. Häiritsevyydestarkastelu .....	7
5.2. Rakenteiden ja laitteiden vaurioitumisen arviointi .....	8
5.3. Runkomelun arviointi .....	9
6 Yhteenveto ja johtopäätökset .....	9
Lähteet ja viitteet .....	11
Liitteet .....	11

## Johdanto

Taratest Oy on laatinut tärinämittauksiin pohjautuvan junatärinäselvityksen Lempäälän kunnan Hollon alueelle, johon on tekeillä asemakaavamuuos. Kaavahankkeen tavoitteena on päivittää alueen asemakaava vastaamaan paremmin voimassa olevaa yleiskaavaa, sekä ennen kaikkea osoittaa kaava-alueelle energiahuollon aluetta, jolle voidaan rakentaa lämpölaitys (EN-5). Selvityksen pohjalta annetaan ohjeistuksia mahdollisille uudisrakennuksille siitä, onko ratatärinä huomioitava kaavoituksessa, rakentamisessa tai rakennesuunnittelussa.

Selvitykseen kuului junaliikenteen aiheuttaman tärinän mittaaminen, joka suoritettiin kolmesta tarkastelupisteestä noin 18 vuorokauden ajanjakson ajan 5.-22.7.2024 välisenä aikana. Mittausjaksosta tarkasteltiin lähemmin noin 12 vrk ajanjaksoa. Tärinämittausten tarkoituksena oli suorittaa liikennetärinän häiritsevyydeltä tarkastelu määrittämällä värähtelyluokitusalueet taajuuspainotetuista tärinäarvoista sekä runkomeluselitys ja vauriotarkastelu taajuuspainottamattomista tärinäarvoista. Työn tarkoituksena oli selvittää suunnittelualueeseen kohdistuva junatärinän voimakkuus viihtyvyyden sekä rakenteiden vaurioitumisen kannalta. Kohteeseen ei ole tulossa asuinrakentamista, joten tärinän häiritsevyyttä on tarkastelu lähinnä toimisto ja työskentelyolosuhteiden mukaisesti.

Tarkastelussa olevan kaava-alueen asuinalueet sijaitsevat Riihimäki-Tampere pääradan varrella, rata-kilometrillä noin 167+400-167+800. Asemakaava-alueelle merkityt rakennusmassat sijaitsevat noin 25...30 m etäisyydellä lähimmästä junaraitteesta. Mahdollisen lisäraiteen toteutuessa etäisyys on noin 10...20 m, riippuen lisäraiteen sijainnista.



Kuva 1. Selvityskohteen sijainti esitettyä kartalla, aineisto © MML 8/2024.

## 1 Noudatettavat ohjeet

Tärinämittaukset suoritettiin VTT:n tiedotteen "Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksista" mukaisesti [1]. Mittaustulosten analysointi ja tulkinta ihmisen kokeman tärinähaitan kannalta edellä mainitun ohjeen sekä "Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa" [2] mukaan.

Runkomelun arvioinnissa ja laskennassa käytettiin VTT:n julkaisua Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi [3]. Runkomelu arvioitiin heilahdusnopeuden maksimiarvoista taajuuskaistoittain (oktaavin kolmasosissa) ja resonanssissa runkomelu arvioitiin heilahdusnopeudesta arvioidussa resonanssissa lattiassa.

Mittaustulosten tulkinta rakenteiden vaurioitumistodennäköisyyden kannalta laadittiin RIL ohjeen 253-2024: Rakentamisen aiheuttamat tärinät [4] mukaisesti. Heilahdusnopeuden raja-arvot määritettiin saman julkaisun mukaisesti. VTT on ehdottanut julkaisun käyttöä myös junatärinän arviointiin vaurioarvioinnissa.

## 2 Liikennetärinän suositusarvoja

### 2.1. Tärinän suositusarvot häiritsevyyden kannalta

Arvioitaessa liikennetärinästä aiheutuva haittaa häiritsevyydelle kriteerinä käytetään värähtelyn tunnuslukua  $v_{w,95}$  (mm/s). VTT on antanut suosituksensa normaalien asuinrakennusten värähtelyluokituksista tiedotteessaan 2278, "Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksista" [1]. Suositus perustuu tunnuslukuun  $v_{w,95}$ . Tämä ohjeellinen värähtelyluokitus on esitetty oheisessa taulukossa (Taulukko 1).

Taulukko 1. Suositukset normaalien asuinrakennusten värähtelyluokituksista, VTT 2278 [1].

Värähtely - luokka	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>	$\leq 0,60$

Kohteen värähtelyluokituksen määrittäminen on tulkinnan varainen asia. Yleisesti asemakaavamuutoksissa värähtelyluokitus arvioidaan luokan C mukaan, kun asemakaava-alue sisältää esim. asuin- ja liiketiloja. Toisaalta taas yksittäiset, väylien varrella sijaitsevat uudisrakennukset tai väylän vähäiset muutokset arvioidaan luokan D mukaan. Koska asemakaavalla määritellään energiahuollon korttelialueesta, eikä sinne tule sijoittumaan asuinkiinteistöjä, esitetään sovellettavaksi värähtelyluokituksiksi D, tällöin tunnusluvun  $v_{w,95}$  raja-arvona käytetään 0,6 mm/s.



## 2.2. Heilahdusnopeuden ohjearvo

Heilahdusnopeuden ohjearvona käytetään RIL ohjeen 253-2024 mukaisesti arvoa 7 mm/s, rakennustapakertoimen  $F_k$  1,0 perusteella.

## 2.3. Runkomelun suositusarvo

Runkomelun raja-arvona käytetään Suomessa yleisesti käytössä olevaa VTT tiedotteessa 2468 ”Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi” [3] mainittua arvoa  $L_{prm}$  45 dB, jota sovelletaan yleisesti, kun kyseessä on toimistorakennukset tai vastaavat avoradan läheisyydessä. Runkomelun osalta on huomioitavaa, että ohjearvot koskevat ainoastaan tiloja, joissa ihmiset oleskelevat.

# 3 Maasto- ja liikenneolosuhteet

## 3.1. Maasto-olosuhteet

Kaava-alueelta on saatavilla avoimia pohjatutkimustietoja GTK:n tietokannasta. Sivuston arvion mukaan Hollon alue on pääosin savea ja pieneltä alueelta Nurmisaarentien puolelta hiekkamoreenia. Radan pohjatutkimusten mukaan savikerros pinnassa on kuitenkin matala ja alempana on silttiä ja hiekkamoreenia. Tärinämittaustulosten perusteella tulkitaan maaperän olevan kohtuullisen kovaa, koska mitatut taajuudet ovat pääasiallisesti  $> 50$  Hz. Hakkarin - Moision alue on arvioitu pääosin hiekkamoreeniksi ja pohjoisin alue saveksi Koivukärjentien lähellä.

## 3.2. Liikenneolosuhteet

Junaliikenne tontin kohdalla on hyvin vilkasta. Tutkittavan kohteen ohittaa päivittäin runsaasti: Paikallisjunia noin 14 kpl, IC-junia n. 43 kpl, Sm4 sähkömoottorijunia 14 kpl, Pendolino-junia 19 kpl ja suomalaisista tavaravaunuista koostuvia tavarajunia 34 kpl. Myös venäläisistä tavaravaunuista koostuvia junia liikennöi radalla. Nopeusrajoitus tavarajunilla kohdalla on 100 km/h, tavarajunien todelliset nopeudet ovat alle 80 km/h. Junien nopeuksien arvioinnissa on käytetty junaliikenteen havaintojärjestelmää [5].

Tulevaisuudessa vuoteen 2035 mennessä tavaraliikenteen määrän rataosalla ei odoteta nousevan nykyisestä, päinvastoin vähenevän noin 25 % [6]. Henkilöliikenteen määrän ennustetaan nousevan noin 40 %. Näin ollen ennuste vuodelle 2035 on, että värähtelytason ei odoteta nousevan nykyisestä muutoin kuin lisäraiteen sijainnista johtuen.

Mittausajanjakson seuloit 15 tehollisarvoltaan suurinta tärinä tapahtumaa oletetaan tulosten ja ajankohtien perusteella olevan junaliikenteen aiheuttamia. Nämä junat on esitetty liitteenä olevissa tärinäraporteissa. Valtaosa tärinästä aiheutui IC-junista.

# 4 Tärinämittaukset

Tärinämittauslaitteiston asensi Jarkko Lintula ja Risto Tanttu Taratest Oy:stä. Mittaukset suoritettiin tarkasteltavalta alueelta kolmesta pisteestä, jotka sijaitsivat lähimmästä junaraiteesta 15 m, 34 m ja 50 m etäisyydellä.

Junaliikenteen aiheuttamaa tärinätasoa seurattiin jokaisessa pisteessä noin 18 vuorokauden ajanjakson ajan 5.-22.7.2024 välisenä aikana. Mittausjaksosta tarkasteltiin lähemmin noin 12 vrk ajanjaksoa. Mittauslaitteistona käytettiin Sigicom AB:n valmistamia Infra VS12 -tärinäantureita ja Sigicom Oy:n INFRA Point -tallentimia. Mittaustulosten aineisto arvioitiin NS9176 mukaisesti. Mittaus kattoi taajuusalueen 2-315 Hz. Mittarit tallensivat heilahdusnopeuden Wave -datan 5 sekunnin jaksoin näytteenototaajuudella 4096/s asetetun heilahdusnopeuden kynnyksarvon ylityksen jälkeen.

Mittauksen tarkoituksena oli selvittää mittaussajanjakson ajalta viisitoista (15) merkittävintä junätärinä tapahtumaa, joiden avulla lasketaan / arvioidaan ohjeen mukaisesti tärinän tunnusluvut ( $V_{w,95}$ ) mittauspisteiden kohdalle ja arvioidaan tärinän häiritsevyys kiinteistön käytölle. Tapahtumat valitaan heilahdusnopeuden liukuvan (1s) tehollismaksimiarvojen perusteella (NS 8176). Näiden viidentoista (15) merkittävimmän tärinätapahtuman 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. Häiriötarkastelussa arvioidaan pisteiden kohdalla ensin perustuksen tunnusluku ( $V_{w,95}$ ), minkä jälkeen suoritetaan rakennuksessa esiintyvän värähtelyn arviointi. Tässä rungon resonanssi arviointiin kohteessa mitattujen lattiapisteiden tulosten perusteella. Tulosten perusteella kaksikerroksisten rakennusten arvioitu resonanssi saadaan kertomalla sokkelin värähtely kertoimella 1.5, joka oli suurin luotettava ero lattian ja sokkelin välillä.

#### 4.1. Tärinämittauspisteet

Liikennetärinää kartoitettiin tarkasteltavalta alueelta kolmesta pisteestä, jotka sijaitsivat lähimmästä junaraiteesta 15 m, 34 m ja 50 m etäisyydellä (Kuva 2).



Kuva 2. Mittauspisteiden sijainti esitettynä kartalla, aineisto © MML 8/2024.

#### 4.2. Tärinämittaustulokset

Mittaus suoritettiin upottamalla anturi pintamaan alapuolelle maahan, jolloin anturiin ei aiheudu mitään resonansseja. Alla olevassa taulukossa (Taulukko 2) on esitetty suurin mitattu heilahdusnopeuden arvo, mittauspisteiden määritetyt tunnusluvut x-, y- ja z suunnissa, sekä resonanssiarvio.

Suurimmat tärinäarvot aiheutti tässä IC- junat. Yhden kerran mittauksen aikana kaksi tavarajunaa kohtasi toisensa vain noin 30 metrin päässä linjasta, mutta lähimmässä mittarissa jäätiin alle kynnyksarvon  $v < 0.1$  mm/s. Yhtäaikaiset tavarajunat eivät siis näyttäisi aiheuttavan tärinälle merkitsevää lisäystä. (junat T 3492 ja T 3767 16.7.2024)

Taulukko 2. Pisteiden etäisyydet rataan, mitatut heilahdusnopeuden sekä tunnuslukujen arvot.

Mittauspiste	Etäisyys [m]	Runko-melu $L_{prm}$ [dB]	$V_{max}$ [mm/s]	Mittaus suunnan tunnusluku $V_{w,95}$			$V_{w,95}$ x, y, z	$V_{w1}$ x, y, z	$V_{w2}$ x, y, z	$V_{w3}$ x, y, z
				x	y	z				
P1	15	46	<b>0,36</b>	0,07	0,14	0,09	<b>0,14</b>	0,18	0,25	0,20
P2	34	37	<b>0,20</b>	0,03	0,05	0,02	<b>0,05</b>	0,07	0,05	0,08
P3	50	33	<b>0,07</b>	0,02	0,02	0,02	<b>0,02</b>	0,03	0,03	0,01

x = poikittaissuuntainen rataan nähden

y = radan suuntainen

z = pystysuuntainen

$V_{max}$  = suurin heilahdusnopeuden arvo [mm/s], kaikki suunnat

$V_{w,95}$  = perustuksen tunnusluvut x-, y- z-suunnat

$V_{w1}$  = arvioitu tärinän tasainen voimistuminen rakenteessa kertoimella  $k = 1,5$

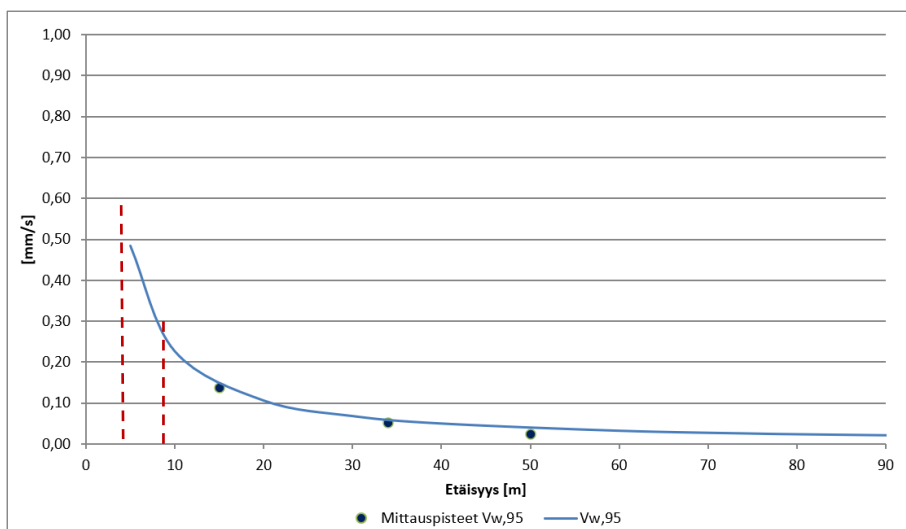
$V_{w2}$  = arvioitu lattian maksimi resonanssi 2- tai 3-kerroksiset rakennukset

$V_{w3}$  = arvioitu rungon maksimi resonanssi 2- tai 3-kerroksiset rakennukset

## 5 Mittaustulosten tulkinta

### 5.1. Häiritsevyydestarkastelu

Mittaustulokset sijoitettiin etäisyyden mukaan kuvaajaan ja tärinät mallinnettiin julkaisussa VTT-R-04703-14 [7] esitettyllä laskentamenetelmällä. Laskentamenetelmä on yhteneväinen asemakaava-alueen 2-tasoisille rakennuksille, käyttäen välimaalajien ja normaalin koheesiomaan laskenta-asetuksia, jolloin saavutetaan D-taso ( $V_{w,95} = 0,6$  mm/s).



Kuva 3. Mittaustulokset sekä mallinnuskuvaaja,  $V_{w,95}$ -arvot, 2-tasoiset.

Arvioitaessa liikennetärinästä aiheutuvaa haittaa asuin- tai oleskelumukavuudelle kriteerinä käytetään värähtelyn tunnuslukua  $V_{w,95}$  (mm/s). Kohdan 2.1 mukaisesti värähtelyn tunnusluvun  $V_{w,95}$  tavoitearvoksi asuinrakennuksille määriteltiin  $\leq 0,6$  mm/s (värähtelyluokitus D). Liikennetärinämittaustulosten ja mallinnuksen perusteella värähtelyn taso lähimmässä mittauspisteessä 15 m etäisyydellä oli 0,14 mm/s, joten selvityksen perusteella rakennusten värähtely on selvitysalueella luokassa B. Muissa tarkastelupisteissä mitattu tunnusluku oli 0,02...0,05 mm/s, eli värähtelyluokka A. Mittaustulosten sekä laskentamenetelmän perusteella ohjearvo 0,6 mm/s ylitettäisiin noin 4 metrin etäisyydellä junaradasta (Kuva 3).

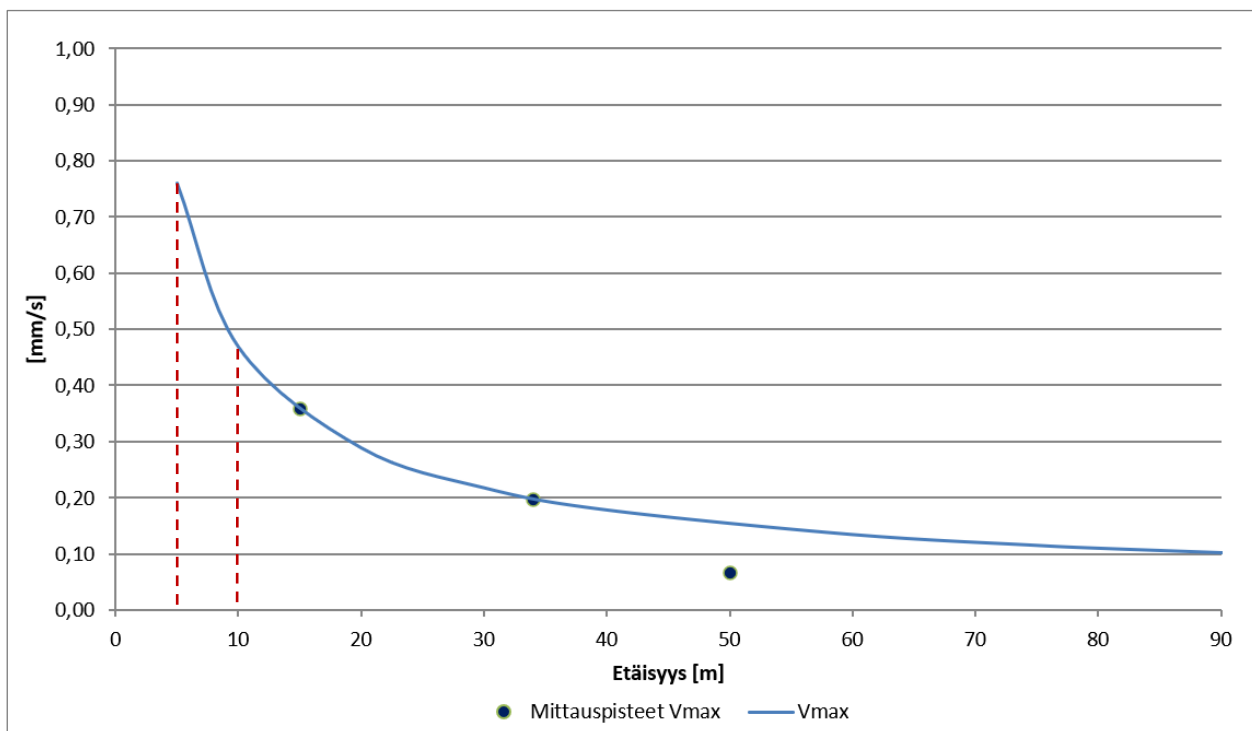
VTT:n laskentamenetelmää hyödyntäen voidaan arvioida maaperän värähtelytasoa myös tilanteessa, jossa tärinä lähde sijaitsee eri etäisyydellä mitä mittauksen aikana. Mikäli lisäraiteiden sijainti tulevista rakennusmassoista olisi 5...10 m, olisi laskennallinen värähtelyn tunnusluku  $v_{w,95}$  noin 0,23...0,48 mm/s (merkitty yllä olevaan kuvaan punaisella). Laskennalliset värähtelyn arvot eri etäisyyksillä esitetty oheisessa taulukossa (Taulukko 3).

Taulukko 3. Laskennallinen värähtelyn tunnusluku  $V_{w,95}$  etäisyyden funktiona.

Suure \ etäisyys	5 m	8 m	10 m	15 m	20 m	25 m	30 m
Värähtelyn tunnusluku $V_{w,95}$	0,48	0,29	0,23	0,14	0,11	0,08	0,07

## 5.2. Rakenteiden ja laitteiden vaurioitumisen arviointi

Kohdan 2.3 mukaisesti heilahdusnopeuden ohjearvona käytetään 7 mm/s, rakennustapakertoimella  $F_k$  1,0. Suurin mittaustulosten aikana mitattu heilahdusnopeuden  $V_{max}$  arvo oli 0,36 mm/s etäisyydellä 15 m radasta (P1). Junaliikenne ei aiheuta rakenteiden vaurioitumisen riskiä suunnitelmien mukaisilla rakennuspaikkasijanneilla.



Kuva 4. Mittaustulokset sekä mallinnuskuvaaja,  $V_{max}$ .



VTT:n laskentamenetelmää hyödyntäen on arvioitu myös maaperän värähtelytasoa, mikäli tärinä lähde sijaitsee eri etäisyydellä mitä mittauksen aikana (Kuva 4). Mikäli lisäraiteiden sijainti tulevista rakennusmassoista olisi 5...10 m, olisi laskennallinen heilahdusnopeuden arvo  $V_{max}$  noin 0,47...0,76 mm/s (merkitty yllä olevaan kuvaan punaisella). Laskennalliset heilahdusnopeuden arvot eri etäisyyksillä esitetty oheisessa taulukossa, ja mahdollisten lisäraiteiden oletetaan aiheuttavan samansuuruisen tärinän ympäristöön kuin nykyiset raiteet. (Taulukko 4).

Taulukko 4. Laskennallinen heilahdusnopeuden arvo  $V_{max}$  etäisyyden funktiona.

Suure \ etäisyys	5 m	8 m	10 m	15 m	20 m	25 m	30 m
Värähtelyn heilahdusnopeus	0,76	0,55	0,47	0,35	0,29	0,25	0,22

### 5.3. Runkomelun arviointi

Runkomelun suuruus arvioidaan laskennallisesti hyödyntäen suoritettujen liikennetärinämittausten tuloksia. Tässä selvityksessä on käytetty soveltaen julkaisuja T2468, VTT-R-04703-14, sekä kokemusperäistä tietoa Taratest Oy: n aikaisemmista selvityskohteista. Värähtelyarvioinnissa olevat 15 tapahtumaa analysoitiin ja muunto A-painotetuksi äänenpainetasoksi tehtiin taajuuden mukaan muuttuvalla korjaustekijällä 1/3-taajuuskaistoittain.

Kohdan 2.2 mukaisesti runkomelun ohjearvona  $L_{prm}$  käytetään arvoa 45 dB. Rakenteiden tärinämittauksista olivat arvioidut runkomelutasot suurimmillaan selvitysalueen länsiosassa, jossa pisteessä P1 arvioitu runkomelutaso  $L_{prm}$  46 dB etäisyydellä 15 m. Pisteessä P2 suurin runkomelutaso  $L_{prm}$  oli 37 dB (34 m) ja pisteessä P2 suurin runkomelutaso  $L_{prm}$  oli 33 dB (50 m). Mittaustulosten perusteella oleskeluun tarkoitettuja tiloja (toimistotilat tms.) ei tulisi sijoittaa noin alle 20 metrin etäisyydelle rata-alueesta tai vaihtoehtoisesti rakenteet tulee esittää runkomeluvaimennettavan. Suositeltava etäisyys tulee huomioida myös mahdollisten lisäraiteiden osalta. Muissa tarkastelupisteissä suurimman runkomelutason arvot jäivät alle ohjearvon.

## 6 Yhteenveto ja johtopäätökset

Taratest Oy on laatinut tärinämittauksiin pohjautuvan junatärinäselvityksen Lempäälän kunnan Hollon alueelle, johon on tekeillä asemakaavamuutos. Kaavahankkeen tavoitteena on päivittää alueen asemakaava vastaamaan paremmin voimassa olevaa yleiskaavaa, sekä ennen kaikkea osoittaa kaava-alueelle energiahuollon aluetta, jolle voidaan rakentaa lämpölaite (EN-5). Selvityksen pohjalta annetaan ohjeistuksia mahdollisille uudisrakennuksille siitä, onko ratatärinä huomioitava kaavoituksessa, rakentamisessa tai rakennesuunnittelussa. Tarkastelussa olevan kaava-alueen asuinalueet sijaitsevat Riihimäki-Tampere pääradan varrella, ratakilometrillä noin 167+400-167+800. Asemakaava-alueelle merkityt rakennusmassat sijaitsevat noin 25...30 m etäisyydellä lähimmästä junaraitteesta. Mahdollisen lisäraiteen toteutuessa etäisyys on noin 10...20 m, riippuen lisäraiteen sijainnista.

Selvitykseen kuului junaliikenteen aiheuttaman tärinän mittaaminen, joka suoritettiin kolmesta tarkastelupisteestä noin 18 vuorokauden ajanjakson ajan 5.-22.7.2024 välisenä aikana. Mittausjaksosta tarkasteltiin lähemmin noin 12 vrk ajanjaksoa. Työn tarkoituksena oli selvittää suunnittelualueeseen kohdistuva junatärinän voimakkuus viihtyvyyden sekä rakenteiden vaurioitumisen kannalta. Kohteeseen ei ole tulossa asuinrakentamista, joten tärinän häiritsevyyttä on tarkastelu lähinnä toimisto ja työskentelyolosuhteiden mukaisesti.

Kohteen värähtelyluokituksen määrittäminen on tulkinnan varainen asia. Yleisesti asemakaavamuutoksissa värähtelyluokitus arvioidaan luokan C mukaan, kun asemakaava-alue sisältää esim. asuin- ja liiketiljoja. Toisaalta taas yksittäiset, väylien varrella sijaitsevat uudisrakennukset tai väylän vähäiset muutokset arvioidaan luokan D mukaan. Koska asemakaavalla määritellään energiahuollon korttelialueesta, eikä sinne tule sijoittumaan asuinrakennuksia, esitetään sovellettavaksi värähtelyluokituksiksi D,

tällöin tunnusluvun  $v_{w,95}$  raja-arvona käytetään 0,6 mm/s. Liikennetärinämittaustulosten ja mallinnuksen perusteella värähtelyn taso lähimmässä mittauspisteessä 15 m etäisyydellä oli 0,14 mm/s, joten selvityksen perusteella rakennusten värähtely on selvitysalueella luokassa B. Muissa tarkastelupisteissä mitattu tunnusluku oli 0,02...0,05 mm/s, eli värähtelyluokka A. Mikäli lisäraiteiden sijainti tulevista rakennusmassoista olisi 5...10 m, olisi laskennallinen värähtelyn tunnusluku  $v_{w,95}$  noin 0,23...0,48 mm/s.

Rakenteiden ja laitteiden vaurioitumista tarkastellaan mitattujen heilahdusnopeuden  $V_{max}$  arvojen perusteella. Suurin mittausajanjakson aikana mitattu heilahdusnopeuden  $V_{max}$  arvo oli 0,36 mm/s etäisyydellä 15 m radasta. Mikäli lisäraiteiden sijainti tulevista rakennusmassoista olisi 5...10 m, olisi laskennallinen heilahdusnopeuden arvo  $V_{max}$  noin 0,47...0,76 mm/s. Ohjearvon ollessa 7 mm/s, voidaan todeta, ettei junaliikenne aiheuta rakenteiden vaurioitumisen riskiä suunnitelmien mukaisilla rakennuspaikkasijainneilla myöskään lisäraiteiden rakentamisen jälkeen.

Runkomelun ohjearvona  $L_{prm}$  käytetään arvoa 45 dB. Rakenteiden tärinämittauksista olivat arvioidut runkomelutasot suurimmillaan selvitysalueen länsiosassa, jossa pisteessä P1 arvioitu runkomelutaso  $L_{prm}$  46 dB etäisyydellä 15 m. Pisteessä P2 suurin runkomelutaso  $L_{prm}$  oli 37 dB (34 m) ja pisteessä P2 suurin runkomelutaso  $L_{prm}$  oli 33 dB (50 m). Mittaustulosten perusteella oleskeluun tarkoitettuja tiloja (toimistotilat tms.) ei tulisi sijoittaa noin alle 20 metrin etäisyydelle rata-alueesta tai vaihtoehtoisesti rakenteet tulee esittää runkomeluvaimennettavan. Suositeltava etäisyys tulee huomioida myös mahdollisten lisäraiteiden osalta. Muissa tarkastelupisteissä suurimman runkomelutason arvot jäivät alle ohjearvon.


*Pirkkalassa 6.9.2024*

## TARATEST OY

Laatinut

  
Mira Alakoski, projektipäällikkö (amk)  
aa-luokan tärinäasiantuntija (Fise)

Tarkastanut

  
Erkki Huotari, projektipäällikkö, 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] Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi, VTT Tiedotteita – 2468, Espoo 2009
- [4] RIL 253-2024 Rakentamisen aiheuttamat tärinät, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry
- [5] Traffic Management Finland, avoin data junaliikenteen aikatauluista, <https://juliadata.fi/>
- [6] Rataverkon kokonaiskuva. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 37/2018.
- [7] Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius, tutkimusraportti VTT-R -04703-14, 15.10.2014
- [8] Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius, tutkimusrap. VTT-R -04703-14 asetuksen 5 ja 6 §:n muuttamisesta 360/2019. Voimaantulo 1.4.2019
- [9] Rakenteisiin siirtyvän liikennetärinän arviointi, VTT Tiedotteita – 2425, Espoo 2008
- [10] Ohjeita liikennetärinän arviointiin, VTT Tiedotteita – 2569, Espoo 2011

## Liitteet

- Liite 1: P1, tärinäraportti 13.-22.7.2024
- Liite 2: P1, tärinäraportti 10.-21.7.2024
- Liite 3: P1, tärinäraportti 9.-21.7.2024

Työ nro: **21535**

Työn laatu:

Junaliikenne

Piste ETRS89-Gkn -KOORD:

61,32892

23,7591

**Tilaja:** Lempäälä kunta

**Työmaa:** Hollo

**Mittarin sijainti:** P1 Maa lähin

**Pienin etäisyys;** 15 m noin

**Mittaustulokset** suurin rms  valittu  viimeisin  21.7.2024 17:47

 Suurin heilahdusnopeus: **0,34 mm/s @** 21,00 Hz **4,9 % ohjearvosta**

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

 Max Siirtymä **0,003 mm**

 Max tehollisarvo NS:8176 **0,116 mm/s** **V w,95 0,14** >> Värähtelyluokka: B

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

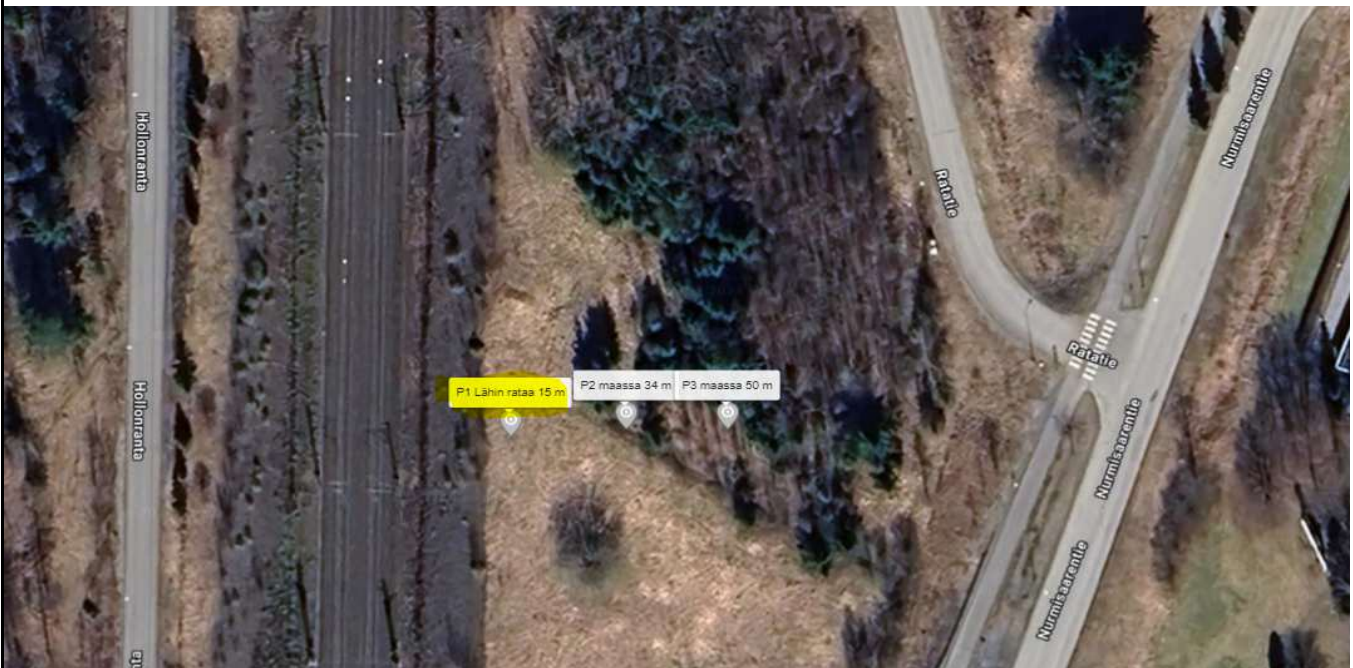
 Rakennuksen määritetty / arvioitu perustamistapa: **savi**

Suurin pisteessä	Heilahdusnopeus	Taajuus
		f
Vaakaan pitkittäin	0,20 mm/s	19,0 Hz
Pystysuunta	0,28 mm/s	66,0 Hz
Vaakaan poikittain	0,34 mm/s	21,0 Hz

Mittari:

sensor type VS12

sensor nro 101811

**Piste kartalla:**


Työ nro: 21535  
 Tilaaja: Lempäälä kunta  
 Työmaa: Hollo  
 Mittarin sijainti: P1 Maa lähin  
 Etäisyys: 15 m  
**Mittaus välillä** 5.7.24 -> 22.7.24

**Tärinälista**  
 Tapahtumia 15

 Pisteet ETRS89-TM35FIN -KOORD:  
 61,32892  
 23,7591

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

**Suurin V harmaalla:**

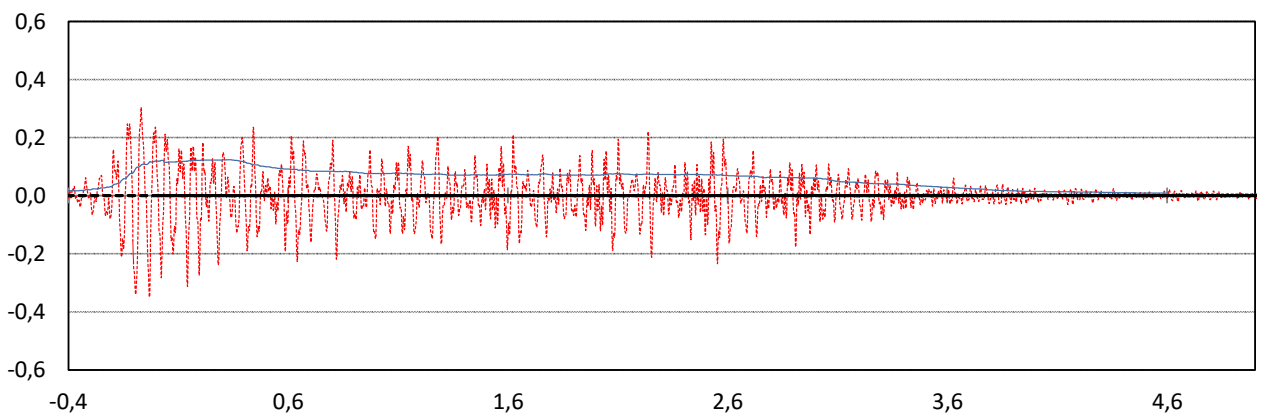
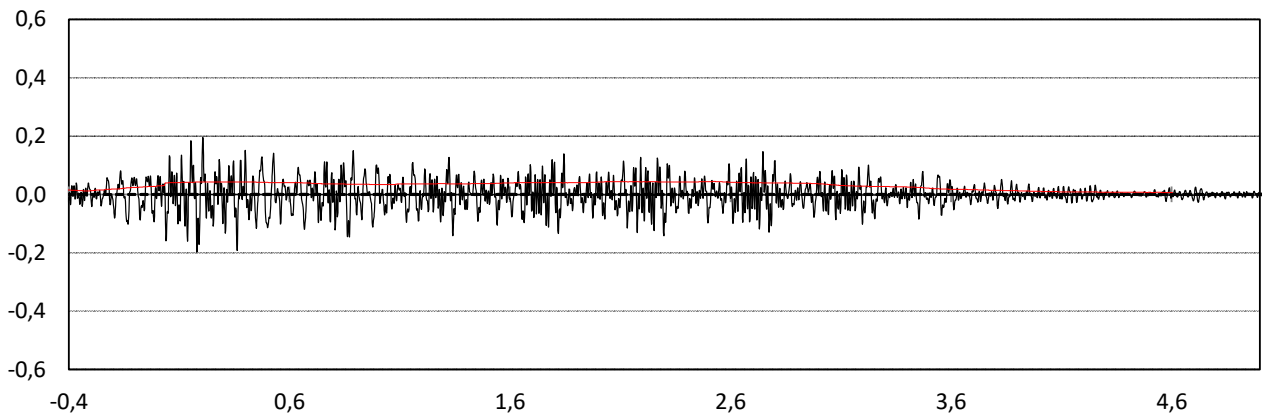
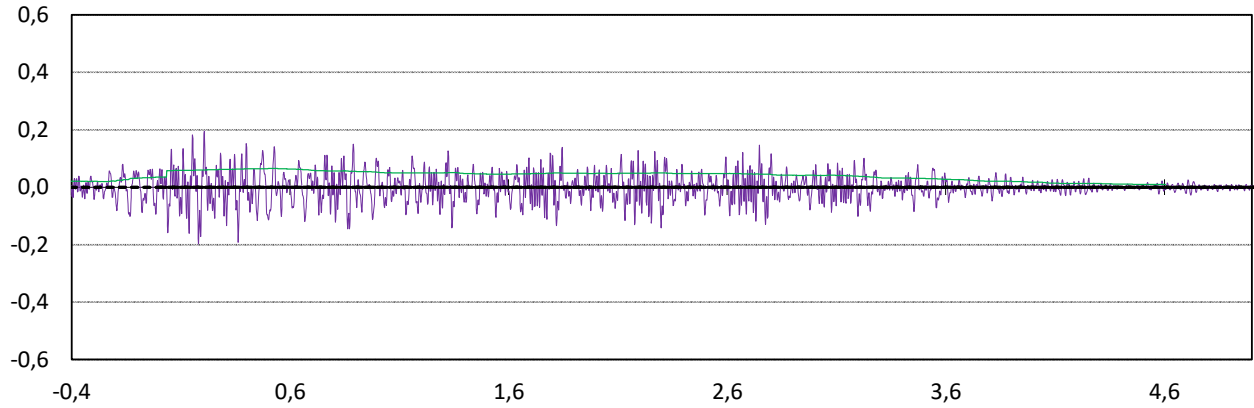
13.7.2024 9:52	IC 26 - 158 km/h	<b>0,11</b>	89,0	<b>0,17</b>	26,0	<b>0,31</b>	16,0		<b>0,10</b> mm/s
14.7.2024 17:49	IC 49 - 201 km/h	<b>0,10</b>	97,0	<b>0,15</b>	26,0	<b>0,31</b>	21,0		<b>0,09</b> mm/s
16.7.2024 15:01	IC 37 - 186 km/h	<b>0,11</b>	68,0	<b>0,18</b>	26,0	<b>0,29</b>	21,0		<b>0,09</b> mm/s
18.7.2024 12:44	IC 147 - 135 km/h	<b>0,28</b>	66,0	<b>0,08</b>	53,0	<b>0,18</b>	66,0		<b>0,09</b> mm/s
18.7.2024 18:49	IC 155 - 127 km/h	<b>0,13</b>	97,0	<b>0,20</b>	19,0	<b>0,30</b>	21,0		<b>0,11</b> mm/s
18.7.2024 19:49	IC 145 - 134 km/h	<b>0,13</b>	68,0	<b>0,15</b>	53,0	<b>0,29</b>	20,0		<b>0,08</b> mm/s
19.7.2024 16:51	IC 21 - 197 km/h	<b>0,12</b>	68,0	<b>0,19</b>	20,0	<b>0,29</b>	21,0		<b>0,11</b> mm/s
19.7.2024 19:47	IC 29 - ei nopeustietoa	<b>0,13</b>	53,0	<b>0,18</b>	21,0	<b>0,33</b>	26,0		<b>0,10</b> mm/s
20.7.2024 6:45	IC 23 - 195 km/h	<b>0,15</b>	68,0	<b>0,15</b>	53,0	<b>0,31</b>	16,0		<b>0,07</b> mm/s
20.7.2024 9:49	IC 51 - 203 km/h	<b>0,16</b>	68,0	<b>0,17</b>	53,0	<b>0,31</b>	21,0		<b>0,09</b> mm/s
20.7.2024 13:54	IC 23 - 199 km/h	<b>0,20</b>	68,0	<b>0,15</b>	68,0	<b>0,30</b>	20,0		<b>0,09</b> mm/s
20.7.2024 16:48	IC 51 - 200 km/h	<b>0,17</b>	68,0	<b>0,20</b>	26,0	<b>0,34</b>	21,0		<b>0,10</b> mm/s
21.7.2024 17:47	VET 11366 115 km/h	<b>0,13</b>	20,0	<b>0,17</b>	20,0	<b>0,34</b>	21,0		<b>0,12</b> mm/s
21.7.2024 18:58	IC 29 - 199 km/h	<b>0,14</b>	68,0	<b>0,18</b>	21,0	<b>0,34</b>	21,0		<b>0,11</b> mm/s
22.7.2024 7:47	IC 49 - 199 km/h	<b>0,19</b>	68,0	<b>0,16</b>	68,0	<b>0,29</b>	19,0		<b>0,08</b> mm/s



### Tärinäkuvaajat

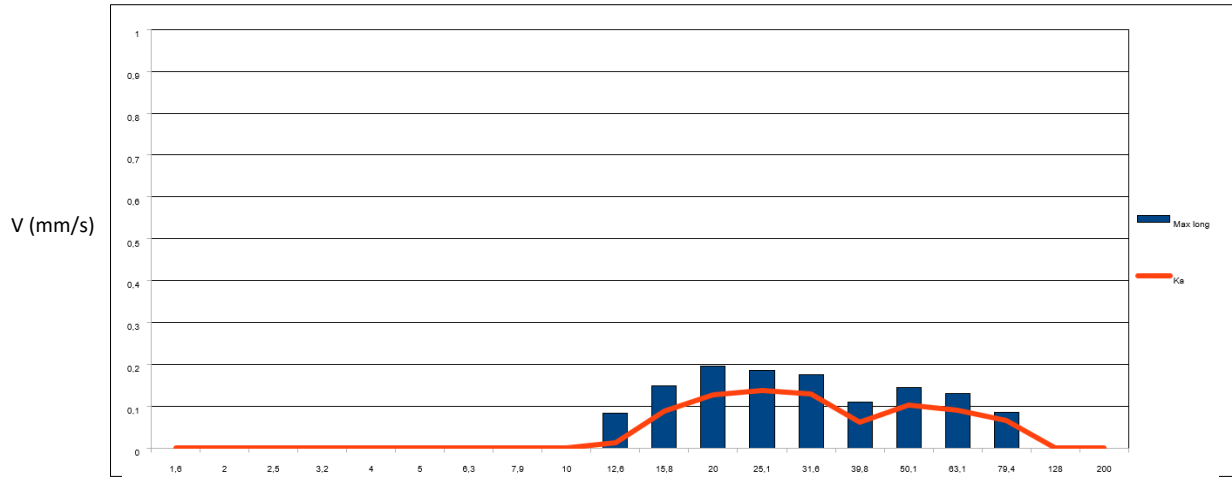
Heilahdusnopeus mm/s  
Tehollisarvo RMS (1s)

Date	Time	Heilahdusnopeus		V ohjearvo	Amplitudi (mm)	Kiihtyvyyys (G)	RMS (1s) max
21.7.2024	18:58						
<b>Vaakaan pitkittäin</b>		<b>0,200</b> mm/s	20,9 Hz	7,0 mm/s	0,0013	0,0061	0,07
<b>Pystysuunta</b>		<b>0,165</b> mm/s	73,14 Hz	7,0 mm/s	0,0011	0,0071	0,04
<b>Vaakaan poikittain</b>		<b>0,350</b> mm/s	20,48 Hz	7,0 mm/s	0,0034	0,0061	0,12

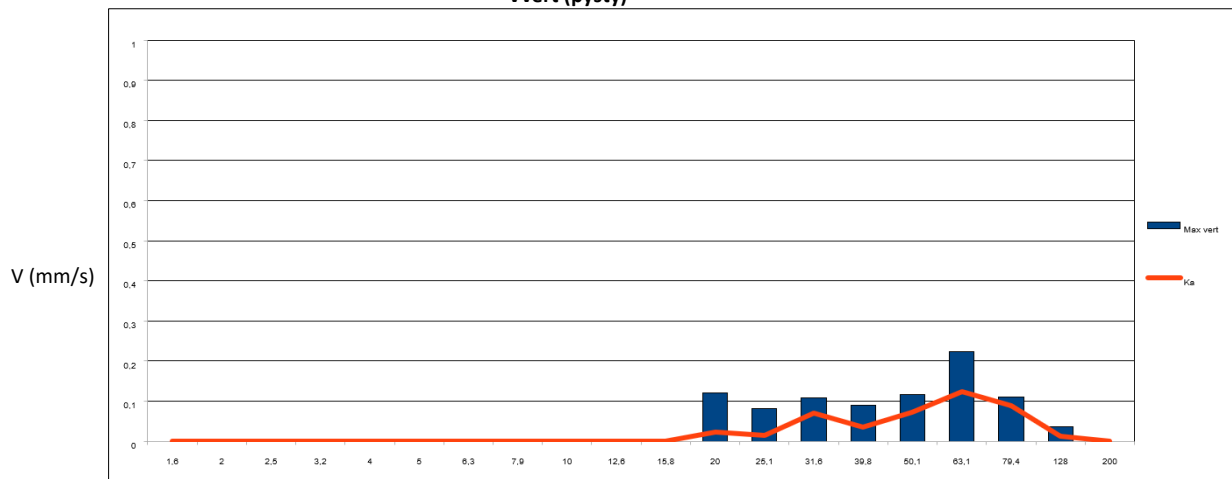


Aika sekuntia

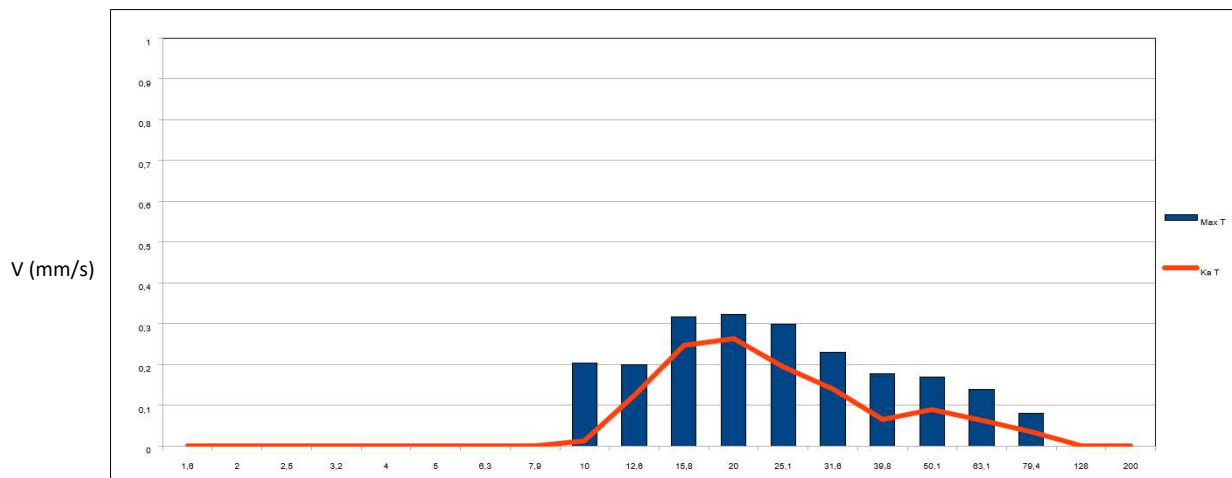
Vlong



Vvert (pysty)



Vtran



Työ nro: **21535**

Työn laatu:

Junaliikenne

Piste ETRS89-Gkn -KOORD:

61,32893

23,75941

**Tilaja:** Lempäälä kunta

**Työmaa:** Hollo

**Mittarin sijainti:** P2 Maa keskellä

**Pienin etäisyys;** **34** m noin

**Mittaustulokset** suurin rms  valittu  viimeisin  **13.7.2024 9:52**

 Suurin heilahdusnopeus: **0,18 mm/s @** 20,00 Hz **2,5 % ohjearvosta**

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

 Max Siirtymä **0,000** mm

 Max tehollisarvo NS:8176 **0,047** mm/s **V w,95 0,05** >> Värähtelyluokka: A

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

 Rakennuksen määritetty / arvioitu perustamistapa: **savi**

Suurin pisteessä	Heilahdusnopeus	Taajuus	Mittari:
		f	sensor type VS12
Vaakaan pitkittäin	0,09 mm/s	34,0 Hz	sensor nro 101809
Pystysuunta	0,06 mm/s	68,0 Hz	
Vaakaan poikittain	0,18 mm/s	20,0 Hz	

**Piste kartalla:**


Työ nro: 21535  
 Tilaaja: Lempäälä kunta  
 Työmaa: Hollo  
 Mittarin sijainti: P2 Maa keskellä  
 Etäisyys: 34 m

**Tärinälista**  
 Tapahtumia 15

Pisteet ETRS89-TM35FIN -KOORD:

 61,32893  
 23,75941

**Mittaus välillä** 5.7.24 -> 22.7.24

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

**Suurin V harmaalla:**

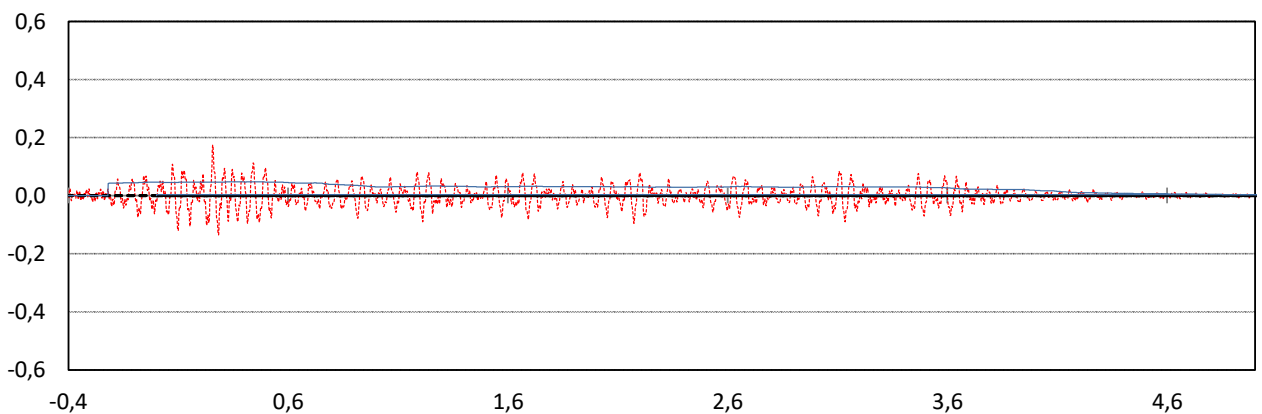
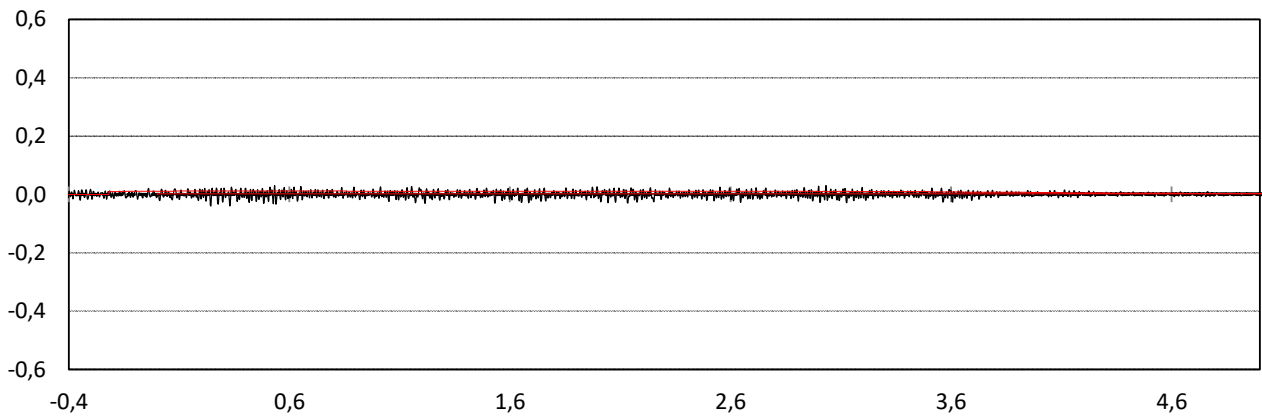
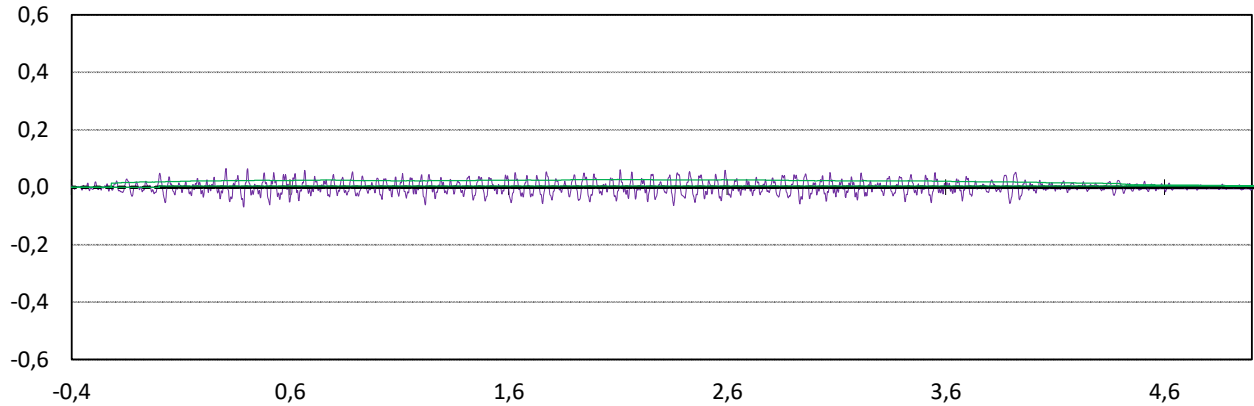
10.7.2024 9:50	IC 23 - 199 km/h	<b>0,04</b>	68,0	<b>0,08</b>	34,0	<b>0,16</b>	25,0	<b>0,04</b>	mm/s
10.7.2024 17:54	IC 51 - 200 km/h	<b>0,04</b>	68,0	<b>0,08</b>	32,0	<b>0,15</b>	26,0	<b>0,04</b>	mm/s
10.7.2024 18:56	IC 49 - 194 km/h	<b>0,04</b>	68,0	<b>0,08</b>	33,0	<b>0,18</b>	20,0	<b>0,05</b>	mm/s
11.7.2024 19:47	IC 29 - 196 km/h	<b>0,03</b>	53,0	<b>0,09</b>	34,0	<b>0,17</b>	53,0	<b>0,04</b>	mm/s
12.7.2024 14:51	IC 37 - 190 km/h	<b>0,05</b>	97,0	<b>0,07</b>	21,0	<b>0,15</b>	26,0	<b>0,04</b>	mm/s
12.7.2024 17:52	IC 51 - 197 km/h	<b>0,04</b>	93,0	<b>0,07</b>	21,0	<b>0,16</b>	21,0	<b>0,04</b>	mm/s
12.7.2024 19:47	IC 29 - ei nopeustietoa	<b>0,04</b>	89,0	<b>0,07</b>	26,0	<b>0,16</b>	26,0	<b>0,04</b>	mm/s
13.7.2024 9:52	IC 23 - 195 km/h	<b>0,04</b>	68,0	<b>0,07</b>	26,0	<b>0,18</b>	20,0	<b>0,04</b>	mm/s
14.7.2024 17:49	IC 51 - 203 km/h	<b>0,03</b>	68,0	<b>0,08</b>	21,0	<b>0,17</b>	25,0	<b>0,04</b>	mm/s
15.7.2024 9:49	IC 23 - 199 km/h	<b>0,04</b>	68,0	<b>0,08</b>	26,0	<b>0,15</b>	26,0	<b>0,04</b>	mm/s
15.7.2024 15:49	IC 27 - 198 km/h	<b>0,04</b>	68,0	<b>0,08</b>	25,0	<b>0,15</b>	26,0	<b>0,04</b>	mm/s
16.7.2024 15:01	IC 37 - 201 km/h	<b>0,03</b>	68,0	<b>0,08</b>	26,0	<b>0,15</b>	21,0	<b>0,04</b>	mm/s
17.7.2024 17:58	IC 51 - 200 km/h	<b>0,03</b>	33,0	<b>0,08</b>	33,0	<b>0,15</b>	26,0	<b>0,04</b>	mm/s
18.7.2024 17:51	IC 51 - 195 km/h	<b>0,06</b>	68,0	<b>0,06</b>	26,0	<b>0,15</b>	21,0	<b>0,04</b>	mm/s
21.7.2024 18:58	IC 49 - 199 km/h	<b>0,05</b>	97,0	<b>0,08</b>	30,0	<b>0,17</b>	21,0	<b>0,04</b>	mm/s

Työ nro: 21535  
 Tilaaja: Lempäälä kunta  
 Työmaa: Hollo  
 Mittarin sijainti: P2 Maa keskellä  
 Etäisyys: 34  
 Mittaustulos vs ohjearvo 2,5 %

### Tärinäkuvaajat

Heilahdusnopeus mm/s  
 Tehollisarvo RMS (1s)

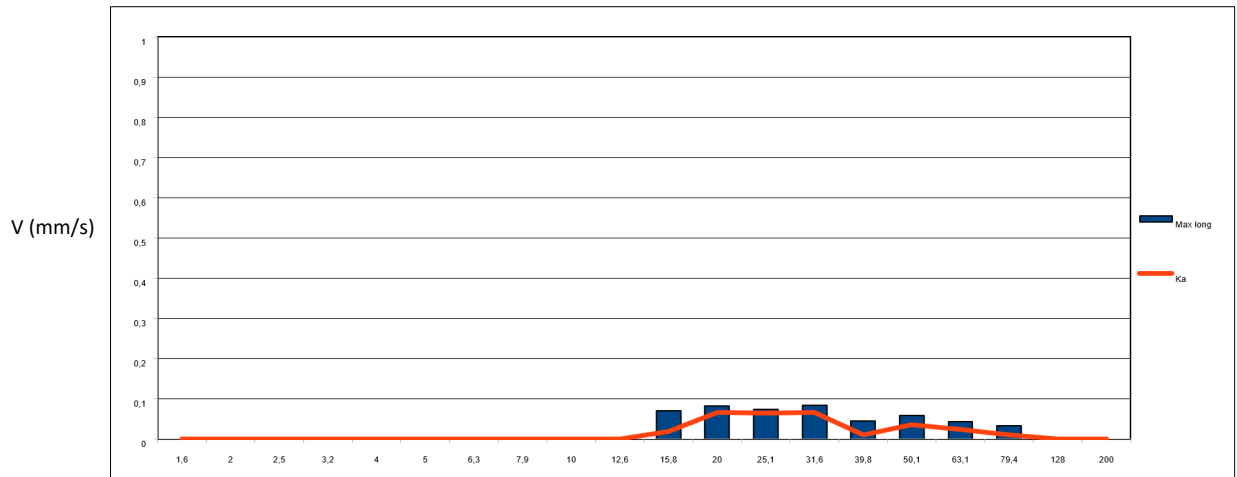
Date	Time	Heilahdusnopeus		V ohjearvo	Amplitudi (mm)	Kiihtyvyyys (G)	RMS (1s) max	
0.1.1900	0:00							
Vaakaan pitkittäin		0,000	mm/s	0 Hz	7,0 mm/s	0,0000	0,0000	0,03
Pystysuunta		0,000	mm/s	0 Hz	7,0 mm/s	0,0000	0,0000	0,01
Vaakaan poikittain		0,000	mm/s	0 Hz	7,0 mm/s	0,0000	0,0000	0,05



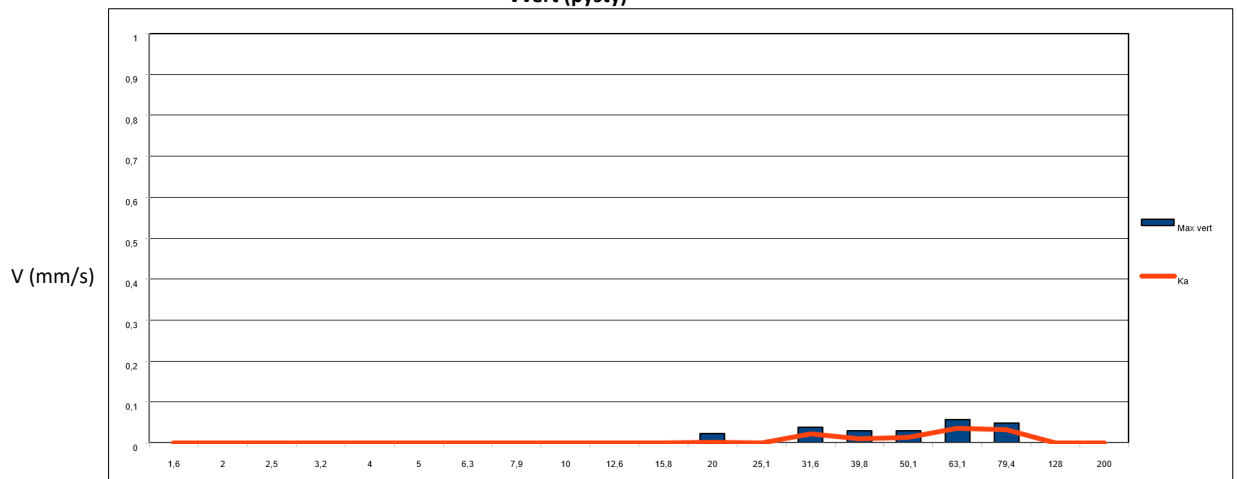
Aika sekuntia



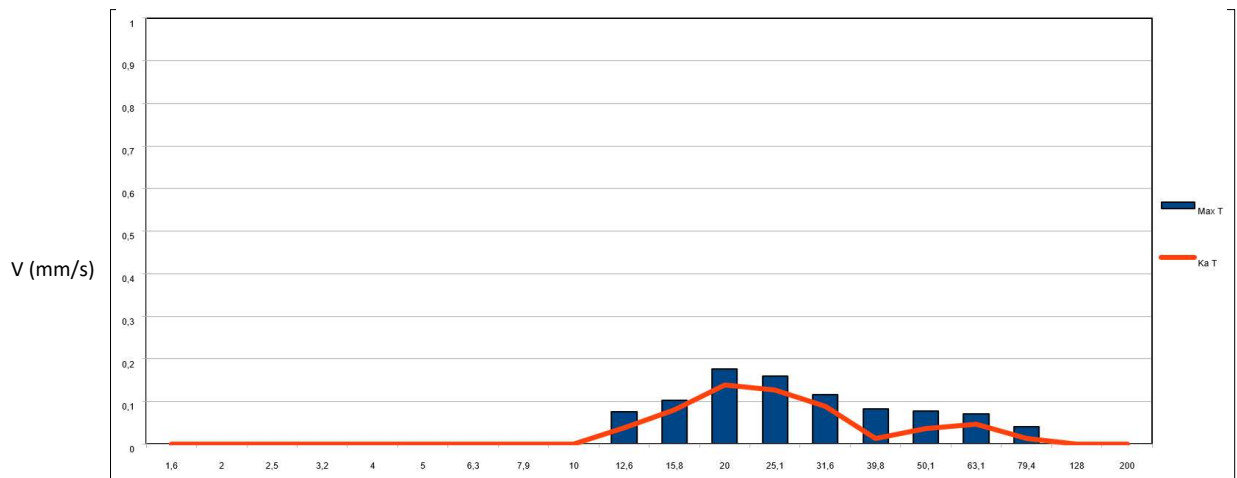
Vlong



Vvert (pysty)



Vtran



Työ nro: **21535**

Työn laatu:

Junaliikenne

Piste ETRS89-Gkn -KOORD:

61,32893

23,75968

**Tilaja:** Lempäälä kunta

**Työmaa:** Hollo

**Mittarin sijainti:** P3 Maa kauin

**Pienin etäisyys;** **50** m noin

**Mittaustulokset** suurin rms  valittu  viimeisin  **18.7.2024 0:59**

 Suurin heilahdusnopeus: **0,06 mm/s @** 53,00 Hz **0,9 % ohjearvosta**

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

Max Siirtymä 0,000 mm

 Max tehollisarvo NS:8176 0,027 mm/s **V w,95 0,02** >> Värähtelyluokka: A

 Käytetty rakennustapakerroin Fk = **1,00**

 Rakennuksen määritetty / arvioitu perustamistapa: **savi**

Suurin pisteessä	Heilahdusnopeus	Taajuus	Mittari:
		f	sensor type VS12
Vaakaan pitkittäin	0,06 mm/s	33,0 Hz	sensor nro 101810
Pystysuunta	0,06 mm/s	53,0 Hz	
Vaakaan poikittain	0,06 mm/s	26,0 Hz	

**Piste kartalla:**


Pisteet ETRS89-TM35FIN -KOORD:

 61,32893  
 23,75968

 Etäisyys: 50 m  
**Mittaus välillä** 5.7.24 -> 22.7.24

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

**Suurin V harmaalla:**

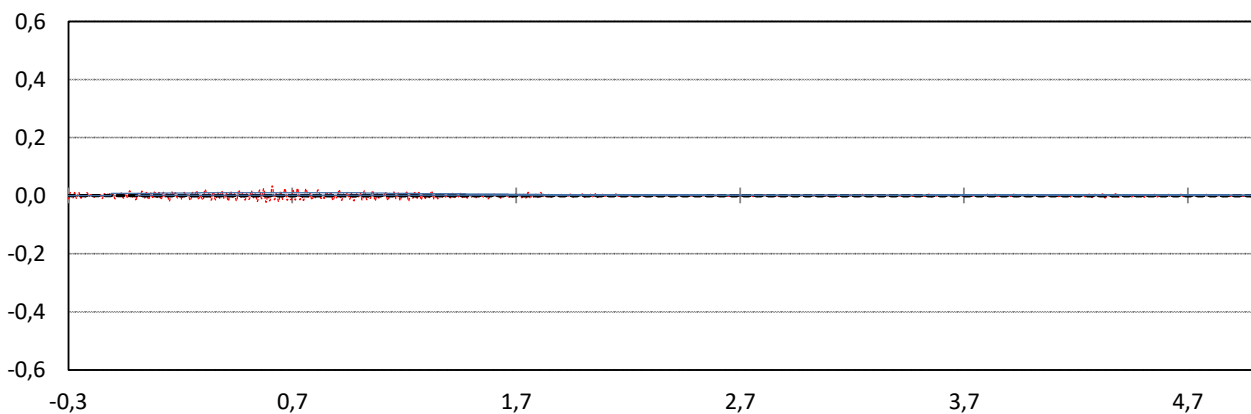
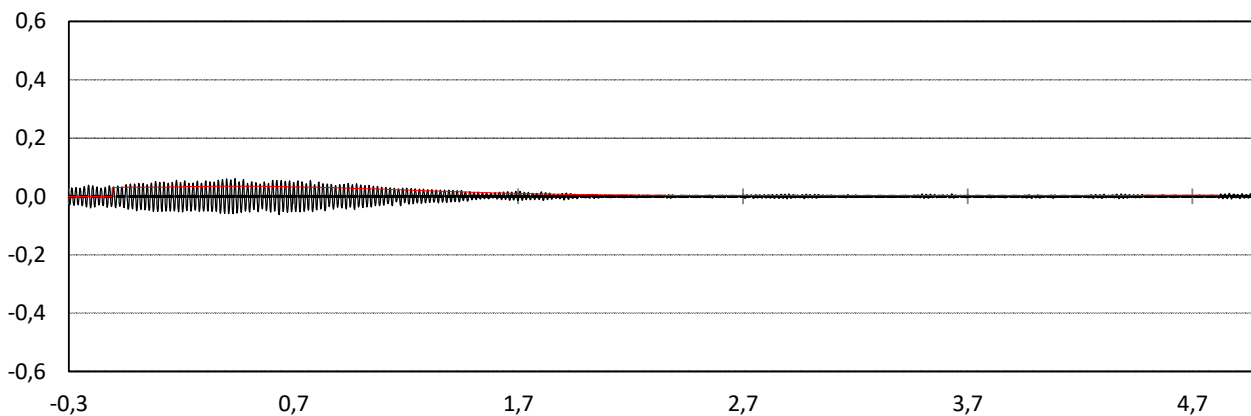
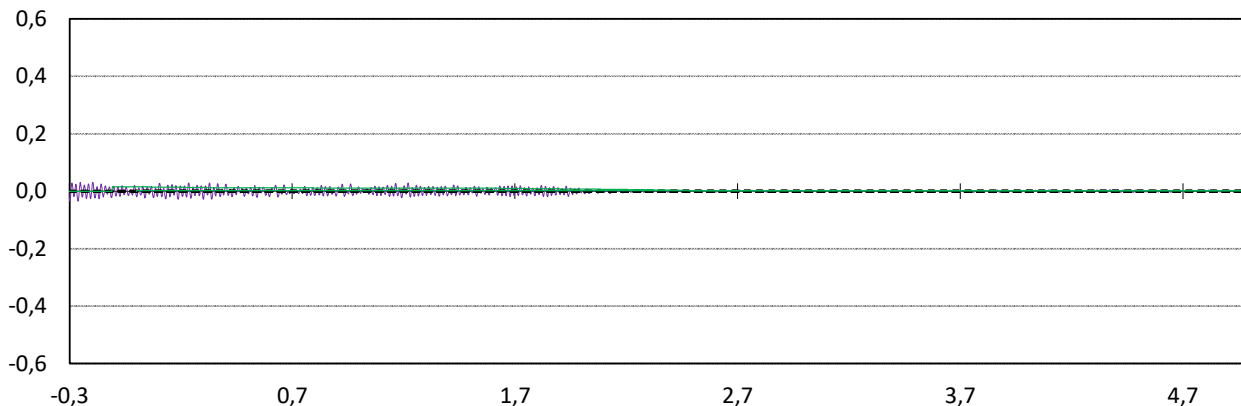
9.7.2024 18:10	IC 26 - 158 km/h	<b>0,03</b>	42,0	<b>0,05</b>	53,0	<b>0,03</b>	26,0	<b>0,01</b>	mm/s
9.7.2024 19:00	IC 49 - 201 km/h	<b>0,03</b>	53,0	<b>0,04</b>	34,0	<b>0,05</b>	21,0	<b>0,01</b>	mm/s
10.7.2024 15:07	IC 37 - 186 km/h	<b>0,03</b>	53,0	<b>0,03</b>	34,0	<b>0,05</b>	26,0	<b>0,01</b>	mm/s
10.7.2024 17:43	IC 147 - 135 km/h	<b>0,03</b>	68,0	<b>0,06</b>	66,0	<b>0,03</b>	68,0	<b>0,02</b>	mm/s
11.7.2024 8:44	IC 155 - 127 km/h	<b>0,03</b>	53,0	<b>0,05</b>	64,0	<b>0,05</b>	66,0	<b>0,02</b>	mm/s
11.7.2024 14:49	IC 145 - 134 km/h	<b>0,03</b>	68,0	<b>0,05</b>	66,0	<b>0,03</b>	53,0	<b>0,02</b>	mm/s
12.7.2024 7:52	IC 21 - 197 km/h	<b>0,03</b>	51,0	<b>0,05</b>	33,0	<b>0,04</b>	21,0	<b>0,01</b>	mm/s
12.7.2024 19:47	IC 29 - ei nopeustietoa	<b>0,03</b>	68,0	<b>0,06</b>	34,0	<b>0,04</b>	21,0	<b>0,01</b>	mm/s
13.7.2024 9:52	IC 23 - 195 km/h	<b>0,03</b>	68,0	<b>0,06</b>	33,0	<b>0,04</b>	26,0	<b>0,01</b>	mm/s
14.7.2024 17:49	IC 51 - 203 km/h	<b>0,02</b>	34,0	<b>0,05</b>	34,0	<b>0,04</b>	34,0	<b>0,01</b>	mm/s
15.7.2024 9:49	IC 23 - 199 km/h	<b>0,03</b>	53,0	<b>0,05</b>	34,0	<b>0,03</b>	34,0	<b>0,01</b>	mm/s
17.7.2024 17:58	IC 51 - 200 km/h	<b>0,03</b>	68,0	<b>0,05</b>	34,0	<b>0,04</b>	33,0	<b>0,01</b>	mm/s
18.7.2024 0:59	VET 11366 115 km/h	<b>0,06</b>	53,0	<b>0,04</b>	53,0	<b>0,03</b>	42,0	<b>0,03</b>	mm/s
19.7.2024 19:47	IC 29 - 199 km/h	<b>0,03</b>	68,0	<b>0,04</b>	33,0	<b>0,06</b>	26,0	<b>0,01</b>	mm/s
21.7.2024 18:58	IC 49 - 199 km/h	<b>0,03</b>	68,0	<b>0,04</b>	21,0	<b>0,05</b>	21,0	<b>0,01</b>	mm/s

Työ nro: 21535  
 Tilaaja: Lempäälä kunta  
 Työmaa: Hollo  
 Mittarin sijainti: P3 Maa kauin  
 Etäisyys: 50  
 Mittaustulos vs ohjearvo **0,9 %**

**Tärinäkuvaajat**

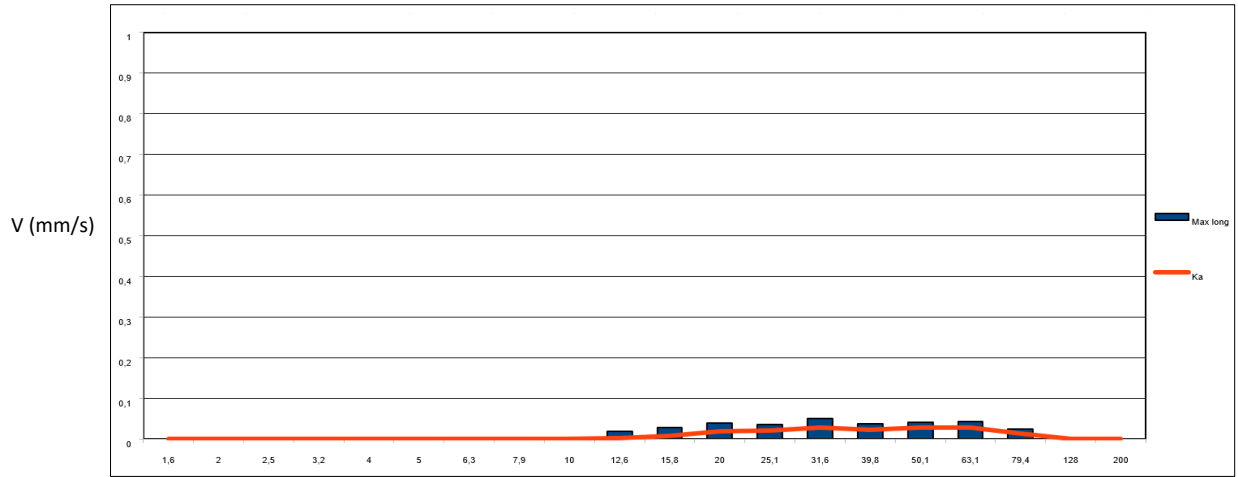
Heilahdusnopeus mm/s  
 Tehollisarvo RMS (1s)

Date	Time	Heilahdusnopeus		V ohjearvo	Amplitudi (mm)	Kiihtyvyys (G)	RMS (1s) max
0.1.1900	0:00						
Vaakaan pitkittäin		0,000	mm/s	0 Hz	7,0 mm/s	0,0000	0,0000
Pystysuunta		0,000	mm/s	0 Hz	7,0 mm/s	0,0000	0,0000
Vaakaan poikittain		0,000	mm/s	0 Hz	7,0 mm/s	0,0000	0,0000

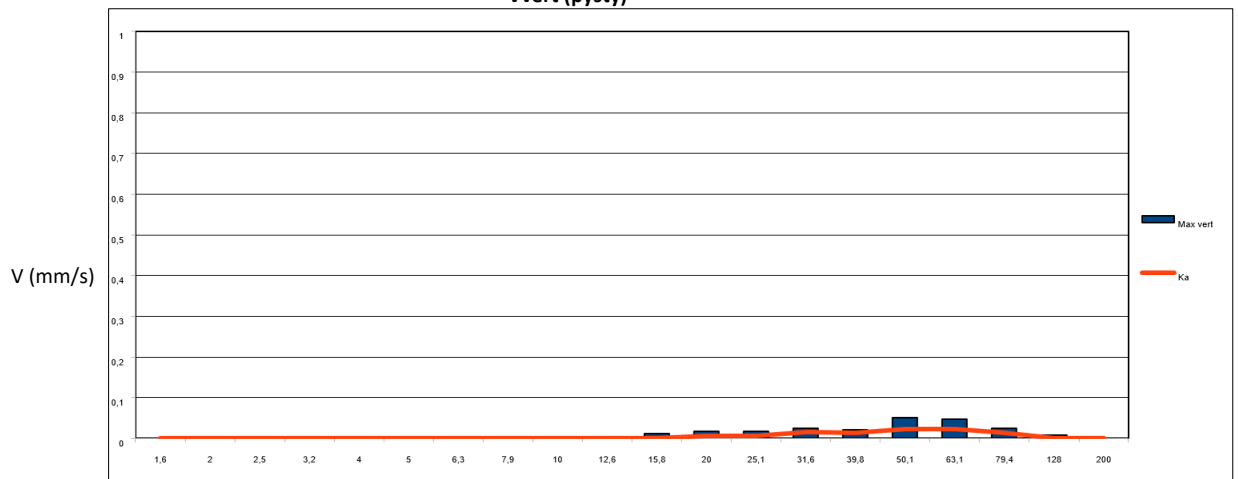


Aika sekuntia

Vlong



Vvert (pysty)



Vtran

