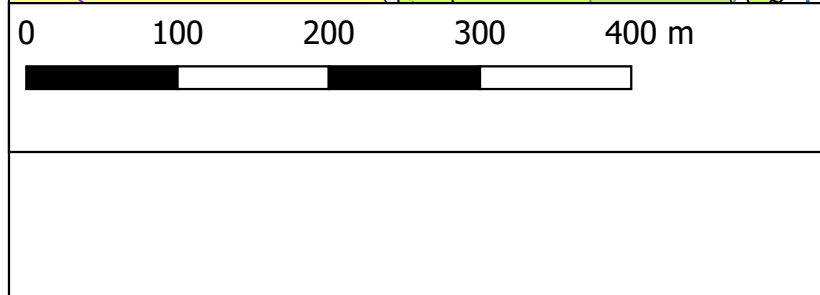


Liite 4  
Melu- ja tärinäselvitykset  
2019





Rakennukset	LA,eq,7-22 [dB]
Asuin	40-44
Liike- tai julk.	45-49
Loma-as. 1-2 krs.	50-54
Teollinen, 1-2 krs.	55-59
Muu	60-64
Kirkko	65-69
	70-74
	75-

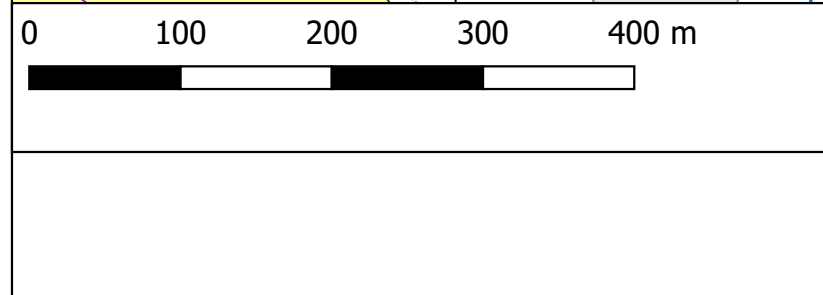
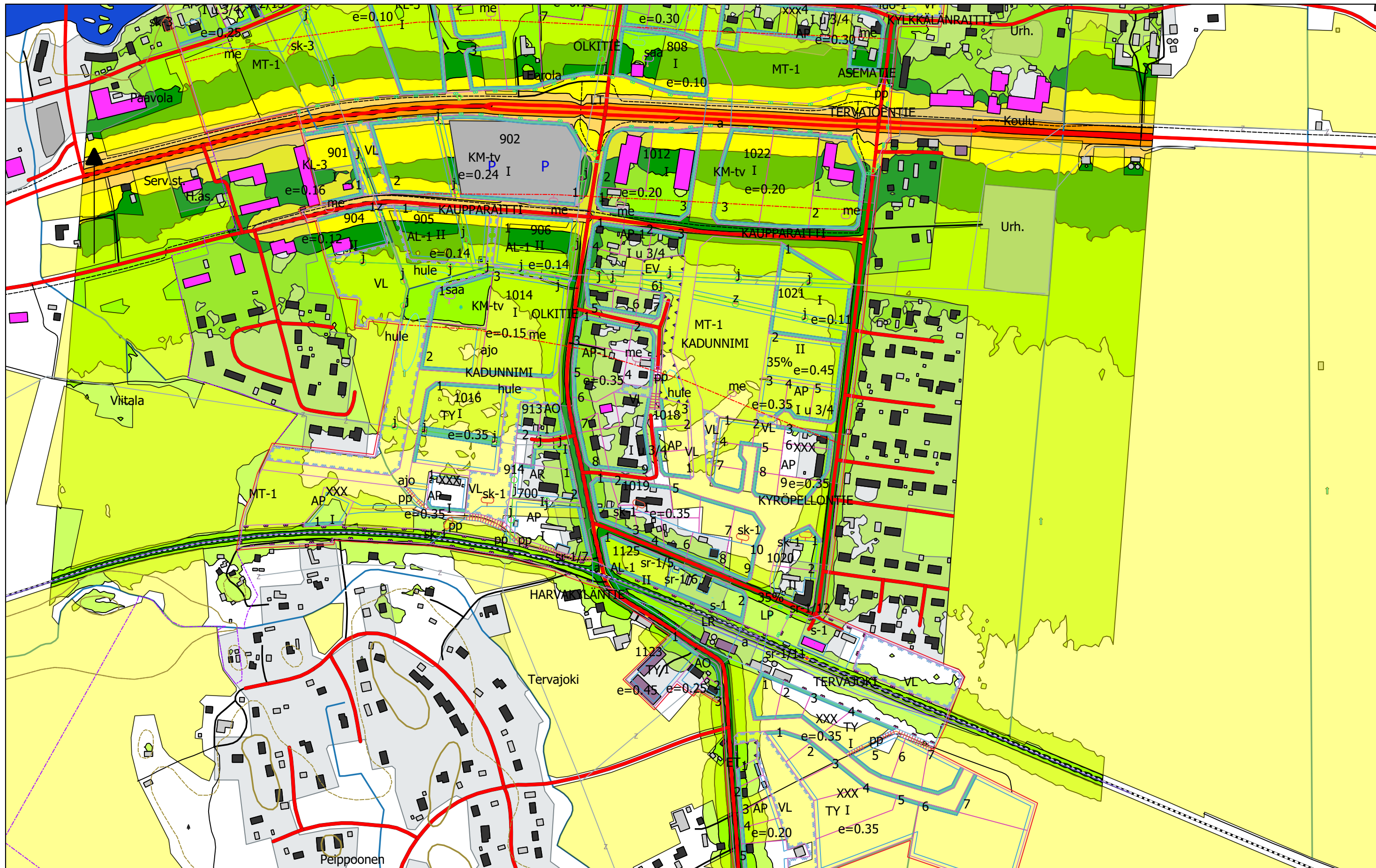
**FCG** FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy  
 Osmontie 34, PL 950  
 00601 Helsinki  
 puh. 0104090  
 www.fcg.fi

Päiväys 23.08.2019  
 Suunnittelija Mauno Aho, insinööri  
 Hyväksynyt Tuomo Järvinen, arkkitehti

Isokyrön kunta  
 Tervajoen asemakaavan selvitykset  
 Meluselvitys, Liikennemelu  
 ennustetilanteessa,  
 Päiväajan keskiäänitaso

AKU P25776 1

1:5000



Rakennukset	$L_{A,eq,22-7}$ [dB]
Asuin	40-44
Liike- tai julk.	45-49
Loma-as. 1-2 krs.	50-54
Teollinen, 1-2 krs.	55-59
Muu	60-64
Kirkko	65-69
	70-74
	75-

**FCG** FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy  
 Osmontie 34, PL 950  
 00601 Helsinki  
 puh. 0104090  
 www.fcg.fi

Päiväys 23.08.2019  
 Suunnittelija Mauno Aho, insinööri  
 Hyväksynyt Tuomo Järvinen, arkkitehti

Isokyrön kunta  
 Tervajoen asemakaavan selvitykset  
 Meluselvitys, Liikennemelu  
 ennustetilanteessa,  
 Yöajan keskiäänitaso

AKU P25776 2

1:5000

# LIIKENNETÄRINÄMITTAUS

Rautatieliikenne

Tervajoki Isokyrö

24.10.2019

Helsinki

Mittaukset: Kari Tuisku  
Raportointi: Vesa Sinervo  
Oy Finnrock Ab  
Gsm: 010 832 1313  
[vesa.sinervo@finnrock.fi](mailto:vesa.sinervo@finnrock.fi)

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	3
1.1	KOHTEEN TIEDOT	3
1.2	TYÖN YLEISTIEDOT	3
2	MITTAUSKOHTEEN KUVAUS	3
3	MITTAUKSEN SUORITUS	4
4	MITTAUSTULOSTEN KÄSITTELY	4
4.1	TÄRINÄN VAIKUTUS ASUMISVIIHTYVYYTEEN	5
4.2	TÄRINÄN VAIKUTUS RAKENTEISIIN	6
5	MITTAUSTULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU	7
6	YHTEENVETO	9

## 1 JOHDANTO

Oy Finnrock Ab on suorittanut raideliikennetärinämittauksen kiinteistöllä 152-405-3-24 ja 152-409-2-174, Tervajoki Isokyrö. Rataa lähinnä olevalla kiinteistöllä on asuinrakennus ja kauempana oleva kiinteistö on peltoaluetta. Mittausten tarkoituksena oli määrittää alueen värähtelyluokitus sekä raideliikenteestä aiheutuvan tärinän eteneminen maaperässä.

### 1.1 KOHTEEN TIEDOT

Kohde: kiinteistötunnukset 152-405-3-24 ja 152-409-2-174, Tervajoki.

### 1.2 TYÖN YLEISTIEDOT

Työn tilaaja: Finnish Consulting Group / Mauno Aho, mauno.aho@fcg.fi

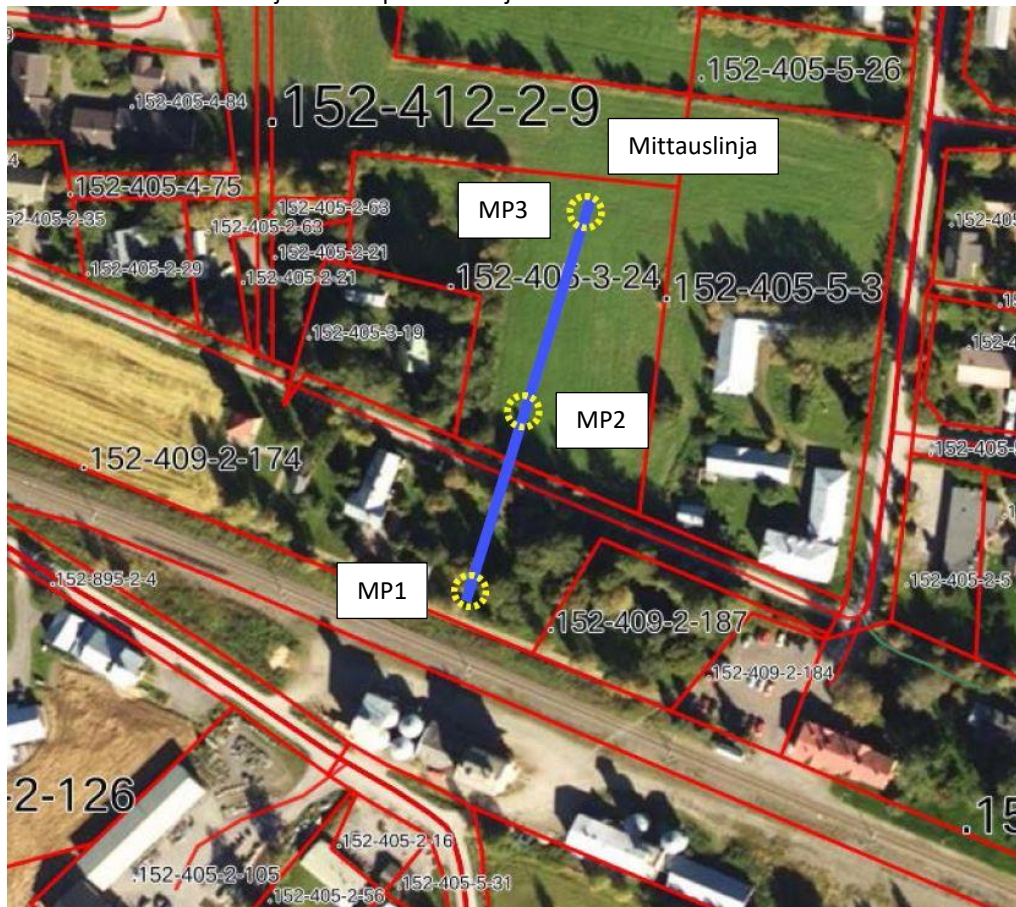
Mittausajankohta: 27.8.–20.9.2019, 24 vuorokautta.

Mittauksen suorittaja: Oy Finnrock Ab / Vesa Sinervo, vesa.sinervo@finnrock.fi

## 2 MITTAUSKOHTEEN KUVAUS

Mittauspisteet asennettiin maaperään käyttäen maapiikkejä. Alla olevassa kuvassa 1 on havainnollistettu mittauskohteen sekä mittauspisteiden sijainnit.

Kuva 1. Mittauskohteen ja mittauspisteiden sijainnit.



OSOITE

OY FINNROCK AB  
Mikkolantie 1 B 4 krs  
FI-00640 Helsinki

Y-TUNNUS

0108166-6

WWW-OSOITE

www.finnrock.fi

EMAIL

finnrock@finnrock.fi

PUH

010 832 1300

### 3 MITTAUKSEN SUORITUS

Mittauksessa käytettiin Sigicommin valmistamia kolmiaksisia INFRA V12 tärinäantureita. Anturit on kalibroitu viimeisen vuoden aikana laitevalmistajan toimesta.

Mittaustuloksien vastaava L-komponentti oli junaradan suuntainen, T-komponentti poikittain rataa nähden ja V-komponentti oli pystykomponenttina. Linjassa olevien mittauspisteiden asennusetäisyydet radan pohjoispuolen kiskosta olivat noin 15 metriä, 70 metriä sekä 150 metriä. Maaperä on noin 15 metrin etäisyydellä radasta moreenia ja siitä eteenpäin savea.

Mittauksessa käytettiin SS4604861 mm/s RMS 1s standardia. Mitattavat suureet ovat kolmiaksisesti rekisteröidyn heilahdusnopeuden 1 minuutin huippuarvoja ja yksikkö on mm/s.

Mittauksessa otettiin myös näytekuvaajia, joista ilmenee 40 sekunnin jakson suurin heilahdusnopeus, kiihtyvyys, siirtymä ja taajuus aikatasossa. Näytekuvaajista voidaan tehdä tarkempi analyysi värähtelyn sisällöstä esim. energian jakautumisesta eri jaksolukujen kesken.

Mittauskohteen ohittaa päivittäin noin 8 intercity junaa ja 10 pendolino junaa. Raideliikenne jakaantuu tasan molemmille raiteille. Rataosuudella kulkee myös satunnaisesti tavarajunia. Henkilöjunien nopeusrajoitus radalla on 120 km/h ja tavarajunien 100 km/h. Maksimiakselipaino on 225 kN.

### 4 MITTAUSTULOSTEN KÄSITTELY

Suomessa ei ole virallisia standardeja tai normeja liikenteen aiheuttamalle tärinälle, minkä vuoksi liikennetärinämittauksissa sovelletaan pääasiassa VTT:n suosituksia ja tiedotteita. VTT:n suositukset ja tiedotteet voidaan jakaa kahteen kategoriaan, joista ensimmäinen ottaa kantaa asumisviihtyvyyteen ja toinen liikennetärinän vaikutukseen rakenteisiin. Näiden lisäksi joissakin yksittäisissä tapauksissa sovelletaan saksalaista standardia DIN 4150-3.

Seuraavissa kappaleissa on lyhyesti selostettu näiden suositusten ja standardien pääseikkoja. Tämä tarkoittaa, että kaikkiin esitettyihin suosituksiin ja standardeihin liittyy mittausjärjestelyjä, tulkintoja ym. asioita, jotka voivat poiketa alla esitetystä asioista.

## 4.1 TÄRINÄN VAIKUTUS ASUMISVIIHTYVYYTEEN

Asumisviihtyvyyteen ja sen mittaamiseen liittyvien tärinöiden analysoinnissa käytetään VTT:n ohjetta 2278 "Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksista". Mittaukset tehdään ohjeen mukaisesti kolmikomponenttisesti viikon mittaisella mittausjaksolla. Värähtelyn tunnusluvun määrittämiseen käytetään 15 merkittävintä pystysuuntaista tulosta. Merkittävillä tuloksilla tarkoitetaan tuloksia, jotka tiedetään tuloksen tarkemman analyysin tai jonkin muun seikan perusteella varmuudella johtuvan mitattavista kulkuneuvoista.

VTT tiedotteita 2278 "Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksista" julkaisussa esitetty rakennusten värähtelyluokittelu perustuu Norjalaiseen standardiin NS8176(1999), jossa määritellyn värähtelyn tunnusluvun tulee 95 % todennäköisyydellä edustaa kaikkia ko. kohteeseen värähtelyitä aiheuttavia liikennevälineitä. Käytännön värähtelyluokittelu perustuu seuraavaan mittaus- ja arviointikäytäntöön:

- mittausjakso on yleensä vähintään yksi viikko
- mittaus tehdään asuintiloista (voidaan tehdä myös julkisista tiloista suuntaa antavana)
- mittaus tehdään joko maaperästä, yläkerran lattiasta tai muusta edustavasta kohteesta sekä rakennuksen kantavasta rakenteesta kuten sokkelista
- mitattava suure on 3-akselisesti rekisteröidyn heilahdusnopeuden, ISO2631-2 mukaan taajuuspainotettu, tehollisarvo (rms, 1s)
- värähtelyn tunnusluku  $v_{w95}$ : lasketaan 15 suurinta rekisteröintiä aiheuttaneen liikennevälineen otoksesta lisäämällä näiden pystysuuntaisten rekisteröintiä aritmeettiseen keskiarvoon otoksen keskihajonta 1.8-kertaisena. Kaava 1.

**Kaava 1.** värähtelyjen tunnusluku

$$v_{w95} = \bar{v}_w + 1,8 * \sigma$$

$\bar{v}_w$  = tehollisarvon keskiarvo

$\sigma$  = tehollisarvon keskihajonta

Mitattavan kohteen värähtelyluokka määräytyy suurimman saadun värähtelyn tunnusluvun perusteella taulukon 1. mukaisesti. VTT:n suosituksen mukaan maankäytön suunnittelussa tavoitteena tulisi olla, että uusissa asunnoissa värähtelyn tunnusluku  $v_{w95}$  ei ylitä arvoa 0.3 mm/s (luokka C) ja olemassa olevilla asuinalueilla arvoa 0.6 mm/s (luokka D).

**Taulukko 1.** VTT:n värähtelyluokitus asumisviihtyvyyden kannalta (VTT tiedotteita 2278, Espoo 2004).

Värähtelyluokka	Kuvaus värähtelyolosuhteista	$v_{w,95}$ mm/s RMS (1s)
<b>A</b>	Hyvät asuinolosuhteet. <i>Ihmiset eivät yleensä havaitse värähtelyitä.</i>	<b>≤ 0.10</b>
<b>B</b>	Suhteellisen hyvät olosuhteet <i>Ihmiset voivat havaita värähtelyä, mutta ne eivät ole häiritseviä.</i>	<b>≤ 0.15</b>
<b>C</b>	Suositus uusien rakennusten ja väylien suunnittelussa. <i>Keskimäärin 15 % asukkaista pitää värähtelyitä häiritsevinä ja voi valittaa häiriöistä.</i>	<b>≤ 0.30</b>
<b>D</b>	Olosuhteet, joihin pyritään vanhoilla asuinalueilla. <i>Keskimäärin 25 % asukkaista pitää värähtelyitä häiritsevinä ja voi valittaa häiriöistä.</i>	<b>≤ 0.60</b>



## 4.2 TÄRINÄN VAIKUTUS RAKENTEISIIN

Liikennetärinän vaikutusta rakenteisiin tarkastellaan Suomessa yleensä kahdella eri tavalla. Yleisimmät ovat VTT:n tiedotteen mukainen "Rautatieliikenteen värinän vaikutus rakenteisiin, 2002" tai VTT:n tiedotteen mukainen "Suositus rakennusten vaurioitumisen kannalta, 2004". Näistä ensimmäistä sovelletaan arvioitaessa alueen värinäalittuutta ja toista jo olemassa olevaan rakennukseen.

Junaliikenteen aiheuttaman värinän vaikutusta rakenteisiin arvioidaan VTT:n tiedotteen "Rautatieliikenteen värinän vaikutus rakenteisiin, 2002" mukaan. Tiedotteen mukaan mitattava suure on heilahdusnopeuden kolmen suunnan resultantti huippuarvo. Lisäksi taulukon mukaiseen värinäalittiusluokan määrittämiseen tarvitaan hallitseva taajuus, joka saadaan mittaustuloksien perusteella. Taulukossa 2. on esitetty VTT:n tiedotteen mukainen alueen värinäalittiusluokan määrittäminen.

**Taulukko 2.** Rautatieliikenteen värinän vaikutus rakenteisiin (VTT 2002).

Tärinäalittiusluokka	Hallitseva taajuus [Hz]	Resultantin maksimi $v_{res}$ [mm/s]
<b>I.</b> Normaalikuntoiset hyvin jäykistetyt rakennukset. Teräs- ja betoniset teollisuusrakennukset, muut teräsrakenteet, sillat ja muut niihin rinnastettavat rakenteet.	< 10	8
	10...30	10
	> 30	12
<b>II.</b> Perinteisesti rakennetut betoni-, tiili- tai puurakenteiset asuin- ja liikerakennukset tai muut niihin rinnastettavat rakennukset ja rakenteet.	< 10	4
	10...30	5
	> 30	6
<b>III.</b> Erityisen herkätkä rakennukset tai rakenteet ja kulttuurihistoriallisesti tai yhteiskunnallisesti merkittävät rakennukset.	< 10	2
	10...30	3
	> 30	4

## 5 MITTAUSTULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Tulosten analysoinneissa on tutkittu alueen värähtelyolosuhteita ja taulukoissa 3–4 on esitetty tunnusluvut mittaussuuntaakohtaisesti. Ohjeen ”Rautatieliikenteen värähtelyn vaikutus rakenteisiin (VTT 2002)” mukaisesti määritetty värähtelyluokitus, hallitseva taajuus sekä heilahdusnopeuden resultantin maksimi on ilmoitettu taulukossa 2 mittauspistekohtaisesti. Kaikissa mittauspisteissä resultantin maksimi  $V_{res}$  on alle sallitun ohjearvon 4 mm/s kun hallitseva taajuus on < 10 Hz. Kuvissa 2–4 on esitetty suurimman heilahdusnopeuden tuloksen oktaavikaistat mittauspistekohtaisesti.

### Linja 1

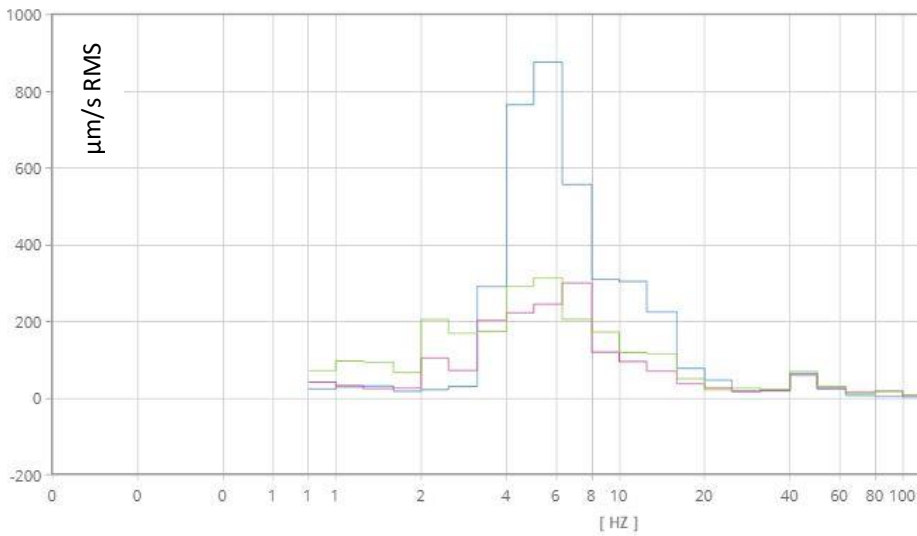
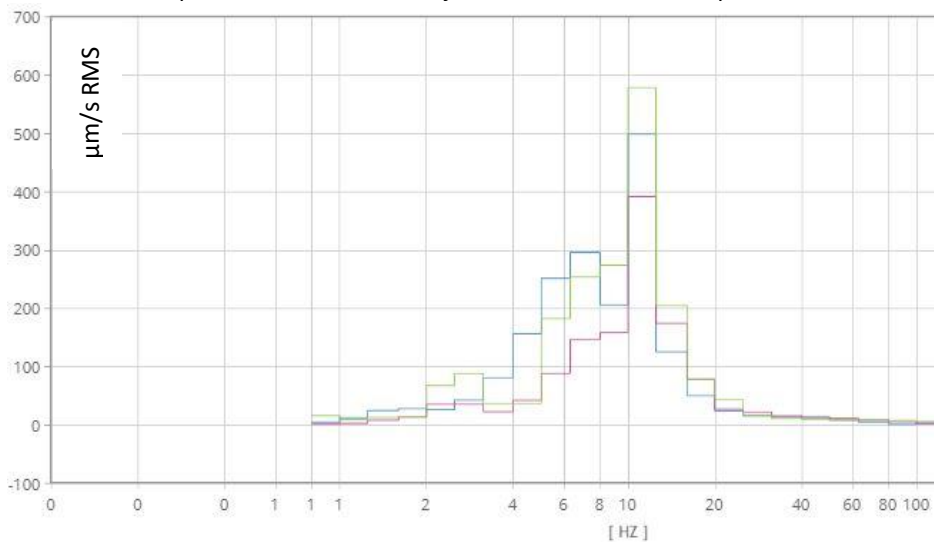
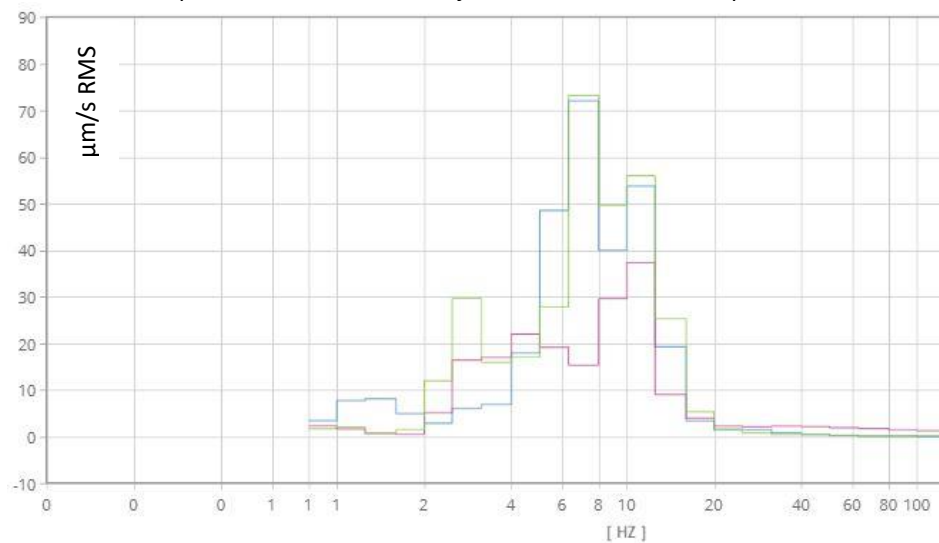
MP1 määrittävä tulos,  $v_{w,95}$  **0.70 mm/s (D)**

MP2 määrittävä tulos,  $v_{w,95}$  **0.36 mm/s (D)**

MP3 määrittävä tulos,  $v_{w,95}$  **0.26 mm/s (C)**

**Taulukko 3.** Tunnusluvut mittauspisteille 1-3 (15m-70m-150m).

	MP1 V	MP1 T	MP1 L	MP2 V	MP2 T	MP2 L	MP3 V	MP3 T	MP3 L
Suurin mitattu tehollisarvo mm/s RMS(1s)	0.99	0.58	0.37	0.39	0.17	0.10	0.29	0.25	0.22
Värähtelyn mm/s RMS(1s) tunnusluku $v_{w,95}$	0.704	0.464	0.294	0.363	0.152	0.106	0.256	0.209	0.171
Värähtelyluokituksen tunnus	D	D	C	D	C	B	C	C	C
Resultantin maksimi mm/s	3.17			2.08			0.54		
Resultantin maksimin taajuuskaista Hz	6			10			8		

**Kuva 2.** Mittauspiste 1, 15 metriä ratalinjasta. Suurin heilahdusnopeuden tulos.

**Kuva 3.** Mittauspiste 2, 70 metriä ratalinjasta. Suurin heilahdusnopeuden tulos.

**Kuva 4.** Mittauspiste 3, 150 metriä ratalinjasta. Suurin heilahdusnopeuden tulos.


## 6 YHTEENVETO

Oy Finnrock Ab on suorittanut raideliikennetärinämittauksen Tervajoella kiinteistöillä 152-405-3-24 ja 152-409-2-174. Mittauskohteen ohittaa päivittäin noin 8 intercity junaa ja 10 pendolino junaa sekä noin yksi tavarajuna viikossa. Henkilöjunien nopeusrajoitus radalla on 120 km/h ja tavarajunien 100 km/s. Junien aiheuttamat tärinät olivat selvästi erotettavissa tulosten aaltomuotokuvaajista. Mittauskohteessa radan lähimaasto on moreenia ja pohjoispuolen alue savi ja peltomaata.

Kiinteistön 152-405-3-24 rataa lähinnä oleva alue kuuluu värähtelyluokkaan D ”Olosuhteet, joihin pyritään vanhoilla asuinalueilla.” Kiinteistön pohjoispuoli kuuluu värähtelyluokkaan C ”Suositus uusien rakennusten ja väylien suunnittelussa.” Mittaustulosten perusteella tärinä ei aiheuta vaurioriskiä rakenteille.

Rakennettavan alueen tulee täyttää vähintään värähtelyluokituksen C mukaiset vaatimukset. Maaperän kautta rakenteisiin siirtyvän tärinän suuruutta voi vaimentaa esim. paaluperustuksella tai riittävällä massanvaihdolla, joka katkaisee tärinän etenemisen tehokkaasti. Muita vaihtoehtoja on mm. massan ja jäykkyyden lisääminen anturoihin. Tärinäeristeet eivät toimi mittausten mukaisella taajuusalueella riittävän tehokkaasti.

Helsingissä 8.1.2020

Oy Finnrock Ab  
Vesa Sinervo, Ins.(AMK)



0 100 200 300 400 m

Uudisrakennukset NS8176 kuokka A...C  
 Vanhat rakennukset hyväksytään myös luokka D  
 V= Vaurioriskin alue  
 H= Hyväkuntoisiin rakennuksiin ei yleensä vaurioita

- |                     |                           |
|---------------------|---------------------------|
| <b>Rakennukset</b>  | <b>Tärinäluokat</b>       |
| Asuin               | NS8176 Luokka B           |
| Liike- tai julk.    | NS8176 Luokka C           |
| Loma-as. 1-2 krs.   | NS8176 Luokka D           |
| Teollinen, 1-2 krs. | NS8176 Yli Luokan D rajan |
| Muu                 | Riskialue H               |
| Kirkko              | Riskialue V               |

**FCG** FCG Suunnittelu ja tekniikka Oy  
 Osmontie 34, PL 950  
 00601 Helsinki  
 puh. 0104090  
 www.fcg.fi

Päiväys 14.01.2020  
 Suunnittelija Mauno Aho, insinööri  
 Hyväksynyt Tuomo Järvinen, arkkitehti

Isokyrön kunta  
 Tervajoen asemakaavan selvitykset  
 Junaliikenteen tärinäselvitys  
 Tärinäalueet

1:5000

AKU P25776 3