

LIIKENNETÄRINÄMITTAUS

Raideliikenne

Tuomiokirkonkatu 7, Tampere

3.3.2026

Tampere

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	3
1.1 KOHTEEN TIEDOT	3
1.2 TYÖN YLEISTIEDOT	3
1.3 MITTAUSKOHTEEN KUVAUS	3
2 MITTAUKSEN SUORITUS	4
2.1 AJONEUVOLIIKENTEEEN TIEDOT	4
3 MITTAUSTULOSTEN KÄSITTELY	4
3.1 TÄRINÄN VAIKUTUS ASUMISVIIHTYVYYTEEN	5
3.2 TÄRINÄN VAIKUTUS RAKENTEISIIN	6
4 MITTAUSTULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU	7
5 YHTEENVETO	8

1 JOHDANTO

Forcit Consulting Oy on suorittanut raideliikenteeseen liittyvän liikennetärinämittauksen osoitteessa Tuomiokirkonkatu 7, Tampere. Suunnitellun asemakaavan mukainen rakennuspaikka sijaitsee lähimmillään noin 150 m päässä lähimmästä raiteesta. Mittaukset suoritettiin yhteensä viidestä mittauspisteestä, joista yksi sijaitsi junaradan välittömässä läheisyydessä tärinälähteen tunnistamista varten. Mittausten tarkoituksena oli määrittää rakennuspaikan asumisviihtyvyyden luokitus sekä tärinäalueiden rajauksessa käytettävä värähtelyarvo maaperän värähtelylle.

1.1 KOHTEEN TIEDOT

Osoite: Tuomiokirkonkatu 7, Tampere
Rakenne: Tontti .837-111-173-1
Maaperä: Moreeni
Etäisyys junaradasta: n. 150 m lähimmästä raiteesta.

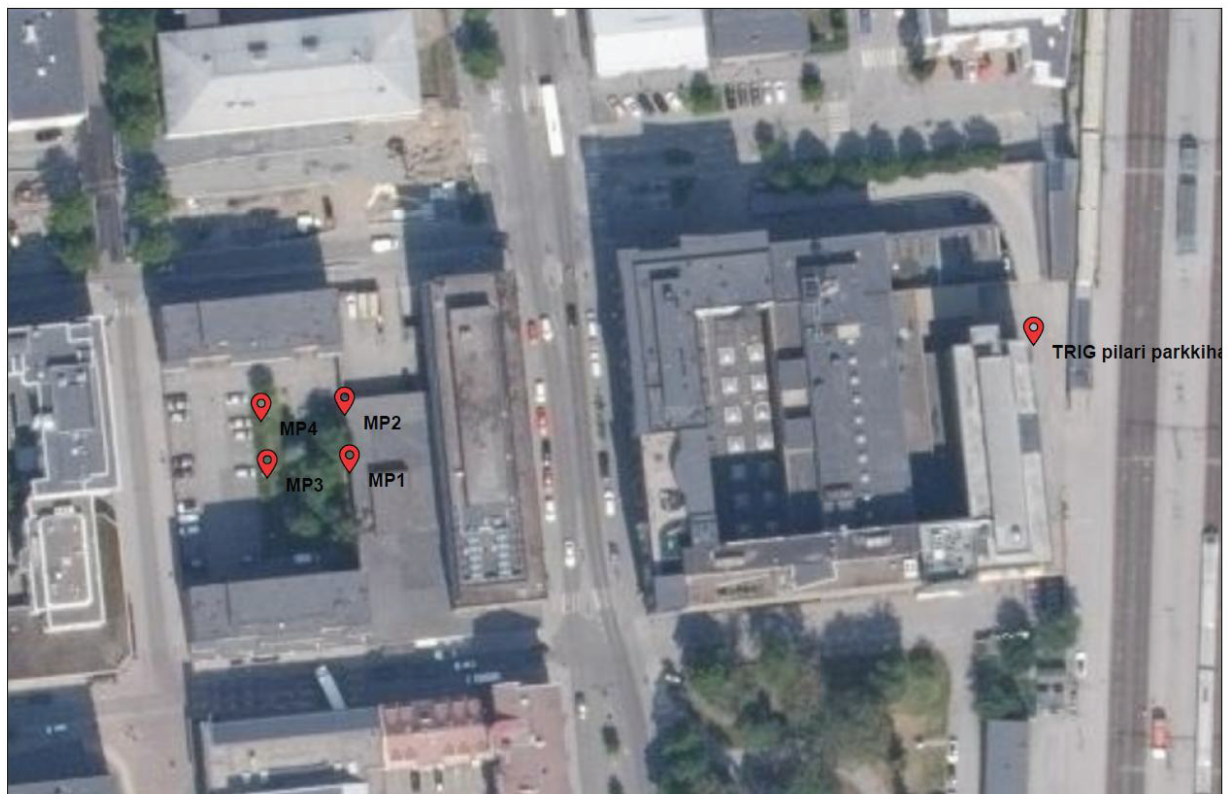
1.2 TYÖN YLEISTIEDOT

Työn tilaaja: Lari Hakanen / Aki Hyrkkönen Oy
Mittausajankohta: 9.2.2026–16.2.2026, 7 vrk.
Mittauksen suorittaja: Forcit Consulting Oy / Juuso Koivunen
Tulosten raportointi: Forcit Consulting Oy / Juuso Koivunen

1.3 MITTAUSKOHTEEN KUVAUS

Alla olevassa kuvassa 1 on havainnollistettu mittauskohteen, mittauspisteiden sekä junaradan sijainnit.
Kuva 1. Mittauspisteiden sijainnit.

2026-02-26



2 MITTAUKSEN SUORITUS

Mittauksessa käytettiin Sigicommin valmistamia kolmiaksisia (mittaus suunnat V, L, T) INFRA V12 tärinäantureita. Anturit on kalibroitu viimeisen vuoden aikana laitevalmistajan toimesta. Alla olevassa taulukossa 1 on lueteltu mittauksessa käytettyjen tärinämittareiden tunnistetiedot sekä etäisyys radasta.

Taulukko 1. Mittauspisteiden tiedot.

Mittauspiste	Etäisyys	Sijainti	Tallennin	Anturi
Trig	n. 15 m	Pilari, parkkihalli junaradan lähellä	IM-5799	V12 16980
MP1	n. 150 m	Olemassa oleva rakenne, sokkeli Rautatienkatu 10.	IM-5761	V12 23930
MP2	n. 150 m	Olemassa oleva rakenne, sokkeli Rautatienkatu 10.	IM-5761	V12 4680
MP3	n. 170 m	Maaperä, kaavan rakennuspaikka	IM-5761	V12 46820
MP4	n. 170 m	Maaperä, kaavan rakennuspaikka	IM-5761	V12 8800

Mittauspisteet MP1 ja MP2 asennettiin olemassa olevan rakenteeseen Rautatienkatu 10:n kiinteistön sokkeliin, Tuomiokirkonkatu 7: sisäpihan puolelle.

Mittauspisteet MP3 ja MP4 asennettiin maaperään käyttäen maapiikkiä.

Mittaustuloksien vastaava T- ja L-komponentit olivat vaakakomponentteina ja V-komponentti oli pystykomponenttina. Kaikkien mittauspisteiden L-komponentti oli liikenneväylän suuntainen ja T-komponentti poikittain väylään nähden.

Mittauksessa käytettiin SS4604861 mm/s RMS 1s standardia. Mitattavat suureet ovat kolmiaksisesti rekisteröidyn heilahdusnopeuden 1 sekunnin huippuarvoja ja yksikkö on mm/s. Mittauksessa otettiin myös näytekuvaajia, joista ilmenee 30 sekunnin jakson suurin heilahdusnopeus, kiihtyvyys, siirtymä ja taajuus aikatasossa. Näytekuvaajista tehdään tarkempi analyysi värähtelyn sisällöstä.

2.1 LIIKENTEEN TIEDOT

Rataosuudella kulkee sekä tavara- että henkilöjunaliikennettä. Mittauskohteen ohittava liikennemäärä oli normaalilla tasolla mittauksen aikana. Kyseinen rata-alue on asemapihaa, joten vauhdit junilla ovat rajoitettuja.

3 MITTAUSTULOJEN 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.

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 esitetyistä asioista.

3.1 TÄRINÄN VAIKUTUS ASUMISVIIHTYVYYTEEN

Asumisviihtyvyyteen ja sen mittaamiseen liittyvien tärinöiden analysoinnissa käytetään VTT:n ohjetta 2278, 2004 ”Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksista”. Mittaukset tehdään ohjeen mukaisesti kolmiaksisesti 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 joko maaperästä, edustavasta kohteesta sekä rakennuksen kantavasta rakenteesta kuten sokkelista
- mitattava suure on 3-aksisesti 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

σ = tehollisarvon keskihajonta

Mitattavan kohteen värähtelyluokka määräytyy suurimman saadun värähtelyn tunnusluvun perusteella taulukon 2. 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 2. VTT:n värähtelyluokitus asumisviihtyvyyden kannalta (VTT tiedotteita 2278, Espoo 2004).

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

3.2 TÄRINÄN VAIKUTUS RAKENTEISIIN

Liikennetärinän vaikutusta rakenteisiin tarkastellaan Suomessa yleensä VTT:n raportin VTT-R-04703-14, 2014 ”Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius” mukaisesti. Ohjeen mukaan mitattava suure on heilahdusnopeuden huippuarvo (V_{max}). Ohjeessa huomioidaan myös värähtelyspektrin hallitseva taajuus. Rakennuksen ohjearvo määräytyy maaperän sekä hallitsevan taajuuden perusteella taulukon 3 mukaisesti. Rakennustyyppi ja -materiaali otetaan huomioon taulukon 4 mukaan rakennustapakertoimella F_k . Ohjeen mukaan, maaperästä mitattuna, tarkastelussa oleva alue rajataan ja luokitellaan normaalikuntoisten rakennusten tärinäsiedon perusteella kolmeen vyöhykkeeseen taulukon 5 mukaisesti.

Liikennetärinän voidaan katsoa olevan pääsyyntä rakenteellisiin vaurioihin vain poikkeustapauksissa, vaikka usein kehon tuntemusten perusteella tärinän pelätäänkin vaurioittavan rakenteita. Yleensä liikennetärinän haitat rajoittuvat asumisen häiriintymiseen. Asuminen häiriintyy yleensä jo, kun värähtelyssä nopeuden huippuarvo on 0,5–1,0 mm/s, mutta rakenteelliset vauriot edellyttävät yleensä tähän nähden moninkertaista värähtelyä.

Taulukko 3. Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius (VTT-R-04703-14, 2014).

Maalaji	Pehmeä savi, <25 kN/m ²	Sitkeä savi, siltti. löyhä hiekka	Tiivis hiekka, sora, moreeni tai rikkonainen kallio	Kiinteä kallio
Värähtelyn perusarvo V_0	5 mm/s	7 mm/s	10 mm/s	12 mm/s
Värähtelyn hallitseva taajuus	< 10 Hz	10–20 Hz	20–50 Hz	> 50 Hz

Taulukko 4. Rakennustapakertoimet eri rakennustyypeille ja -materiaaleille (VTT-R-04703-14, 2014).

Rakenneluokka	Rakennustapakeroitin F_k
Pilariperustuksille rakennetut elementtirakenteiset teräsbetonirakenteet, teräs- ja puurakenteiset asuinrakennukset, muut puu- ja teräsrakennukset.	1,20
Massiiviseinäiset tiili-, kevytsoraharkko- ja teräsbetonirunkoiset asuinrakennukset, lasiseinäiset teräsrunkoiset sekä tiiliverhotut puurunkoiset rakennukset.	1,00
Rakennukset, joissa on kevytbetoni- tai kalkkihiekkatiilirakenteita, tai muuta vaurioherkkää materiaalia.	0,65

Taulukko 5. Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius (VTT-R-04703-14, 2014).

Maalaji	Pehmeä savi, <25 kN/m ²	Sitkeä savi, siltti. löyhä hiekka	Tiivis hiekka, sora, moreeni tai rikkonainen kallio	Kiinteä kallio
Värähtelyn hallitseva taajuus	< 10 Hz	10–20 Hz	20–50 Hz	> 50 Hz
V-alue	> 3 mm/s	> 4,2 mm/s	> 6 mm/s	> 7,2 mm/s
H-alue	1–3 mm/s	1,4–4,2 mm/s	2–6 mm/s	2,4–7,2 mm/s
E-alue	< 1 mm/s	< 1,4 mm/s	< 2 mm/s	< 2,4 mm/s

4 MITTAUSTULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Liikenteen aiheuttamaa tärinää maaperässä on analysoitu junien aiheuttamien suurimpien mittaustulosten perusteella. Junaliikenteen aiheuttamat tulokset määritettiin värähtelyn aaltomuotokuvaajien ja taajuussisällön perusteella mittauspisteestä 1. Rakennuspaikan värähtelyolosuhteet sekä vaurioitumisalttiusluokitus saadaan taulukoissa 5–6 esitettyjen tulosten perusteella. Taulukossa esitetyt luvut on laskettu ”VTT tiedotteita 2278, Espoo 2004” mukaisesti mittaussuunnittain. Mittauspisteen värähtelyluokitus määräytyy suurimman tuloksen perusteella.

Taulukko 5. Tunnusluvut herätemittauspisteelle.

	Trig V	Trig T	Trig L
Suurin mitattu tehollisarvo mm/s RMS(1s)	0,04	0,06	0,05
Värähtelyn mm/s RMS(1s) tunnusluku $v_{w, 95}$	0,048	0,022	0,033
Värähtelyluokituksen tunnus	A	A	A
Vmax mm/s	<0,1	<0,1	<0,1

Taulukko 6. Tunnusluvut rakennuspaikan mittauspisteille 1–4 mittaussuunnittain.

	MP1 V	MP1 T	MP1 L	MP2 V	MP2 T	MP2 L	MP3 V	MP3 T	MP3 L	MP4 V	MP4 T	MP4 L
Suurin mitattu tehollisarvo mm/s RMS(1s)	0,04	0,04	0,02	0,02	0,04	0,02	0,16	0,04	0,03	0,10	0,02	0,03
Värähtelyn mm/s RMS(1s) tunnusluku $v_{w, 95}$	0,045	0,045	0,020	0,025	0,040	0,020	0,150	0,035	0,030	0,095	0,020	0,030
Värähtelyluokituksen tunnus	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A
Vmax mm/s	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,16	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1

Kaava-suunnitelma-alueen tulokset

Mittauspiste 1

Määrittävä tulos, $v_{w, 95}$ **0.04 mm/s** (A)

Vmax: < 0.1 mm/s; ohjearvo 10 mm/s; E-alue

Mittauspiste 2

Määrittävä tulos, $v_{w, 95}$ **0.03 mm/s** (A)

Vmax: < 0.1 mm/s; ohjearvo 10 mm/s; E-alue

Mittauspiste 3

Määrittävä tulos, $v_{w, 95}$ **0.15 mm/s** (B)

Vmax: < 0.15 mm/s; ohjearvo 10 mm/s; E-alue

Mittauspiste 4

Määrittävä tulos, $v_{w, 95}$ **0.095 mm/s** (A)

Vmax: < 0.1 mm/s; ohjearvo 10 mm/s; E-alue

5 YHTEENVETO

Forcit Consulting Oy on suorittanut liikennetärinämittauksen osoitteessa Tuomiokirkonkatu 7, Tampere. Mittaus suoritettiin viidestä mittauspisteestä. Yksi mittauspiste sijaitsi junaradan välittömässä läheisyydessä ja neljä mittauspistettä kaavasunnitelmien kohteena olevalla tontilla .837-111-173-1. Mittauskohteen maaperä on oletettavasti moreenia.

Liikenteen aiheuttamat tärinät tunnistettiin junaradan vieressä sijainneen mittauspisteen tulosten aaltomuotokuvaajista ja aikaleimoista. Junaliikenteen aiheuttamia A-värähtelyluokan kynnysarvon 0,1 mm/s (RMS 1s) ylittäviä tuloksia ei rekisteröity rakennuspaikalta mittausjakson aikana.

Suurimmat mitatut heilahdusnopeuden tulokset ovat alle 0,16 mm/s. Liikenteen aiheuttama tärinä ei aiheuta vaurioriskiä rakenteille. Junarataa lähimmän Trig mittauspisteen tulokset ovat olleet alle A-värähtelyluokan kynnysarvon 0,1 mm/s. On todennäköistä, että Tuomiokirkonkatu 7:n tontilla sijainneisiin mittauspisteisiin välittynyt tärinä on syntynyt tontilla tapahtuneen liikenteen ja toimintojen vuoksi. Tulosten ja edellä mainittujen asioiden perusteella rakennuspaikka kuuluu E-vyöhykkeeseen ja sen värähtelyluokitus on A, "Hyvät asuinolosuhteet." Ihmiset eivät yleensä havaitse tämän suuruisia värähtelyitä.

Tampereella 3.3.2026

Forcit Consulting Oy
Juuso Koivunen
Fise a-tärinäasiantuntija