



# Zenner

## Tärinäselvitys

Selvitys tie- ja raideliikenteen aiheuttamasta  
tärinästä Tornion Kyläjoki-Laivajärvi  
asemakaava-alueella

17.12.2025

3864-1

## Sisällys

1. Tietoa kohteesta .....	3
1.1. Tilaaja ja kohde .....	3
1.2. Selvityksen laatija .....	3
2. Tausta ja tehtävä .....	3
3. Kohteen sijainti ja ympäristö .....	3
4. Tärinän tavoitearvot .....	4
4.1. Tärinän aiheuttama haitta viihtyvyydestarkastelussa .....	4
4.2. Tärinän huippuarvo.....	5
5. Tärinälaskelmat .....	6
5.1. Laskentamalli ja laskennan lähtötiedot .....	6
5.2. Viihtyvyyteen vaikuttava tärinä .....	7
5.3. Tärinän huippuarvo.....	7
6. Tulokset laskelmista ja päätelmät .....	7
6.1. Viihtyvyyteen vaikuttava tärinä .....	7
6.2. Tärinän huippuarvo.....	8
Käytetyt viitteet .....	8
Liitteet .....	8
Liite A, Ilmakuva kohteesta.....	9

## 1. Tietoa kohteesta

### 1.1. Tilaaja ja kohde

Tilaaja:

FCG Rakennettu Ympäristö Oy

Max Mannola

Kohde:

Kyläjoki-Laivajärvi asemakaava, Tornio

### 1.2. Selvityksen laatija

Insinööritoimisto W. Zenner Oy

Johannes Usano, DI (akustiikka, FISE PV)

Rasmus Törnqvist, DI (akustiikka, FISE EV)

Valimotie 17–19, 00380 Helsinki

puh. (09) 4778 370 (vaihde)

sähköposti: [etunimi.sukunimi@zenner.fi](mailto:etunimi.sukunimi@zenner.fi)

## 2. Tausta ja tehtävä

Tornion Kyläjoki-Laivajärvi-alueelle on suunnitteilla uusi asemakaava. Tämän selvityksen tarkoituksena oli selvittää tie- ja raideliikenteen aiheuttama tärinä asemakaava-alueella.

## 3. Kohteen sijainti ja ympäristö

Suunnittelualue sijoittuu Tornion keskustajaman itäpuolelle, Kyläjoki-Laivajärvi-alueelle. Alueella ei ole voimassa olevaa asemakaavaa. Kohde sijaitsee Lapin maakunnassa.

Tarkastelualueen maaperä koostuu pääosin hiekkamaasta, siltisistä hiekkamaasta sekä hiekkamoreenista. Tarkastelualueen maaperätiedot saatiin PBM Arcticin suorittamista maanäytetutkimuksista [1]. Maanäytetutkimuspisteet on esitetty tärinäkartoissa.

Liitteessä A on esitetty ilmakehu tarkastelualueesta / kohteesta. Tarkastellun / lasketun tieosuuden pituus oli yhteensä n. 3,5 km ja raideosuuden n. 1,7 km.

## 4. Tärinän tavoitearvot

### 4.1. Tärinän aiheuttama haitta viihtyvyydestä tarkastelussa

Liikennetärinän aiheuttamaa haittaa viihtyvyyttä tarkasteltaessa käytetään värähtelyn painotettua tunnuslukua  $v_{w,95}$  (mm/s), joka huomioi ihmisen herkkyyden värähtelylle eri taajuuksilla.  $v_{w,95}$  -luku kuvaa tyypillistä värähtelyn filastollista enimmäisarvoa tarkastelupisteessä. VTT:n tiedotteen 2278 "Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksista" [2] mukaiset suositukset värähtelyluokituksista on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. VTT:n tiedotteen 2278 [2] mukaiset värähtelyluokitukset.

Värähtelyluokka	Kuvaus olosuhteista	$v_{w,95}$ [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 yleensä 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>	$\leq 0,60$

Värähtelyluokan C mukaan arvioitaviksi alueiksi katsotaan myös olemassa olevien väylien varsien alueet, joiden kaavaa laaditaan tai muutetaan merkittävästi sekä alueet, joihin kohdistuvat ympäristövaatimukset muuttuvat uuden väylän vuoksi. Yksittäinen olemassa olevan väylän varrella tapahtuva täydennysrakentaminen tai väylän vähäiset muutokset arvioidaan luokan D mukaan. Standardin SFS 5907 [3] (Rakennusten akustinen suunnittelu ja laatu-luokitus) mukainen ohjearvo luokassa A2 (uudisrakennukset) on toimisto- ja työskentelytiloissa  $v_{w,95} \leq 0,60$  mm/s.

## 4.2. Tärinän huippuarvo

Asemakaavan perusteella alueelle on suunniteltu teollisuustoimintoja, myös mahdollisesti tärinälle herkkiä toimintoja. Tärinän painotetun tunnusluvun lisäksi tarkasteltiin tämän johdosta tärinän huippuarvoa  $v_{max}$ , jonka arvoa verrattiin vastaaviin luokituksiin kuin tärinän painotettua tunnusluvun osalta.

Kun tarkastellaan rakenteiden vaurioitumisalttiutta, tehdään tärinäalueiden rajaukset perustuen maaperän värähtelyyn. Tarkastettava alue rajataan ja luokitellaan VTT:n tutkimusraportin "Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttiuus" [4] mukaisesti V-, H- ja E-alueisiin seuraavasti:

- V-alue: Lähinnä väylää, tietä tai rataa oleva alue, jolla maaperän tärinä on niin voimakasta, että se voi aiheuttaa vahinkoriskin rakennuksille tai rakenteille.
- H-alue: Hyväkuntoisiin ja tavanomaisiin rakennuksiin ei yleensä aiheudu niiden käytökelpoisuutta haittaavia vaurioita, jos liikennetärinä on huomioitu resonanssille herkien rakenteiden suunnittelussa. Tärinä on kuitenkin yleensä selvästi havaittavaa ja häiritsee usein asuinmukavuutta. Vaurioitumisriskin arvioinnissa tulee ottaa huomioon rakennuskanta ja käytetyt rakennusmateriaalit.
- E-alue: Tärinä ei aiheuta normaalikuntoisten rakenteiden vaurioitumista, mutta voi häiritä asumismukavuutta. Vaikutus asumismukavuuteen on tarkistettava erikseen VTT Tiedotteen 2569 mukaan.

Vaurioitumisalttiutta tarkasteltaessa alueet rajataan em. vyöhykkeisiin maaperän värähtelyn huippuarvon  $v_{max}$  (mm/s) perusteella taulukon 2 mukaisin värähtelyrajoin [4].

Taulukko 2. VTT:n tutkimusraportin [4] mukaiset värähtelyrajat rakenteiden vaurioitumisalttiutta tarkasteltaessa.

Värähtelyrajat $v_{max}$ [mm/s] tärinäalueiden rajauksessa.				
Maalaji	Pehmeä savi, leikkauslujuus < 25 kN/m <sup>2</sup>	Sitkeä savi, siltti, löyhä hiekka	Tiivis hiekka, sora, moreeni, rikkonainen tai löyhä kallio	Kiinteä kallio
Värähtelyssä hallitseva taajuus	alle 10 Hz	10–20 Hz	20–50 Hz	yli 50 Hz
V-alue	3	4,2	6	7,2
H-alue	1–3	1,4–4,2	2–6	2,4–7,2
E-alue	alle 1	alle 1,4	alle 2	alle 2,4

Tässä kohteessa taulukon 2 mukaisia raja-arvoja ei esiinny kaavoitetulla alueella.

## 5. Tärinälaskelmat

Viihtyvyyteen vaikuttavan tärinän  $v_{w,95}$  tarkastelut tehtiin VTT:n tiedotteen 2425 "Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi" [5] arviointitason 2 mukaisesti, jossa tarkastelut tehdään laskennallisin menetelmin. Tärinän huippuarvot  $v_{max}$  tarkasteltiin VTT:n raportin "liikennetärinä: alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius" [4] tarkastelutason 1 mukaisesti laskennallisena tarkasteluna.

### 5.1. Laskentamalli ja laskennan lähtötiedot

Tärinälaskelmat suoritettiin Suomessa yleisesti käytettyjen ohjeiden ja julkaisujen mukaisesti. Eri laskentatilanteissa käytetyt laskentamallit on esitetty tarkemmin osioissa 5.2–5.3.

Kyseessä olevalla tieosuudella ajoneuvojen nopeusrajoitus on 120 km/h. Tarkasteltavalla rataosuudella kulkee pääosin tavarajunia.

Tärinätarkastelujen lähtöarvoina käytettiin ajoneuvojen nopeuden osalta nopeutta  $v = 120$  km/h, ja raideliikenteen osalta tarkasteltavan junan kokonaispaino oli 3500 tn, ja tarkasteltavan junan nopeus  $v = 90$  km/h.

Tarkastelualueen maaperä koostuu laboratoriomittausten perusteella hiekkamaasta, siltiestä hiekkamaasta sekä hiekkamoreenista. Laskelmissa kohteen maalajina käytettiin koko alueella tärinän leviämisen kannalta tässä tapauksessa epäedullisinta maalajia (hiekkamaa). Tieliikenteen maalajityyppinä käytettiin "hiekat, sorat" -maalajityyppiä ja raideliikenteen maalajityyppinä "välimalajit (karkeaSi, hkSi, siHk, hienoHk)" -maalajityyppiä.

Tien kunnolle käytettiin kulunutta reikiintymätöntä AB-päällystettyä edustavaa korjauserointia. Tieliikenteen tärinäaskelmissa käytettiin seuraavia keskeisiä lähtöparametreja:

- Epätasaisuuden suurin arvo ( $a$ ) = 4 mm
- Maaperäkerroin ( $g$ ) = 0,3(hiekat, sorat)
- Epätasaisuuden leveys ( $p$ ) = 1 (epätasaisuus osuu molempien pyörien alle)
- Ajoneuvon nopeus ( $v$ ) = 120 km/h
- Maaperästä riippuva eksponentti ( $x$ ) = -0,75 (hiekat, sorat)
- Korjauserroin  $K$  ( $v_w = K \cdot v_{z,max}$ ) = 0,6

Raideliikenteen tärinäaskelmissa käytettiin seuraavia keskeisiä lähtöparametreja:

- Pystysuora vertailuheilahdusnopeus ( $v_{z,15}$ ) = 0,9 mm/s (välimalajit)
- Etäisyys eksponentti ( $B$ ) = 1,5 (välimalajit)
- Tarkasteltavan junan nopeus ( $v$ ) = 90 km/h
- Nopeuseksponentti ( $A$ ) = 1,00
- Tarkasteltavan junan kokonaispaino ( $G$ ) = 3500 tn
- Radan kunnosta riippuva kerroin ( $k_R$ ) = 1
- Varmuuskerroin ( $F$ ) = 2

**Laskenta edustaa tärinän osalta kokonaisuutena tarkasteltuna epäedullista / konservatiivista tilannetta.**

## 5.2. Viihtyvyyteen vaikuttava tärinä

Liikennetärinän viihtyvyyden tunnusluvun  $v_{w,95}$  (mm/s) laskenta suoritettiin VTT:n julkaisun "Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa" [6] sekä VTT:n tiedotteen 2425 mukaisin laskentamenetelmin. Laskelman lähtötietoina käytettiin vastaavissa kohteissa mitattuja arvoja sekä em. ohjeen mukaisia arvoja. Laskenta edustaa tärinän kannalta epäedullisinta tilannetta.

Liikennetärinän tunnusluku  $v_{w,95}$  edustaa maaperässä vallitsevaa pystyheilahdusnopeutta tarkastelupisteessä. Rakennusten rakenteista ja perustamistavoista riippuen rakennukseen siirtyvä liikennetärinä saattaa tarkastelupisteessä olla jopa kaksinkertainen em. tunnuslukuun nähden.

Laskennallisia tärinäarvoja verrattiin taulukon 1 värähtelyluokkiin A, B, C ja D. Laskennan tulokset on esitetty piirustuksessa 3864 901 karttapohjaan piirrettyinä raja-arvokäyrinä.

## 5.3. Tärinän huippuarvo

Maanpinnan värähtelyn huippuarvo laskettiin VTT:n julkaisun "Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa" [6] mukaisin laskentamenetelmin. Värähtelyn huippuarvokäyrät laadittiin vertailun selkeyttämiseksi perustuen vastaaviin raja-arvoihin liikennetärinä tunnusluvun kanssa. Em. raja-arvot ovat huomattavasti tiukemmat kuin yllä mainitussa VTT:n julkaisussa käytetyt värähtelyn huippuarvon raja-arvot vaurioriskin kannalta.

Laskennan tulokset on esitetty piirustuksessa 3864 902 karttapohjaan piirrettyinä raja-arvokäyrinä.

## 6. Tulokset laskelmista ja päätelmät

Tulokset laskelmista on esitetty piirustuksissa 3864 901–902. Huomioitavaa on, että selvitys perustuu laskennallisiin tarkasteluihin ja maaperän lähtötietoina käytetään muutamassa pisteessä suoritettuja maaperäanalyyskejä, jolloin yksityiskohtaisia maaperä- tai maapeitepak-suustietoja ei ole saatavilla koko tarkastelualueelta.

### 6.1. Viihtyvyyteen vaikuttava tärinä

Viihtyvyyteen vaikuttavan tärinän raja-arvokäyrien etäisyydet tiestä ja radasta on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Liikennetärinän tunnusluvun  $v_{w,95}$  raja-arvokäyrien etäisyydet.

Alue	Tärinän ( $v_{w,95}$ ) raja-arvo	Etäisyys tiestä	Etäisyys radasta
A	0,10 mm/s	136 m	111 m
B	0,15 mm/s	79 m	85 m
C	0,30 mm/s	31 m	54 m
D	0,60 mm/s	12 m	34 m

## 6.2. Tärinän huippuarvo

Tärinän huippuarvojen raja-arvokäyrien etäisyydet tiestä ja radasta on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Liikennetärinän huippuarvon  $v_{max}$  raja-arvokäyrien etäisyydet.

Alue	Tärinän ( $v_{z,max}$ ) raja-arvo	Etäisyys tiestä	Etäisyys radasta
A	0,10 mm/s	268 m	177 m
B	0,15 mm/s	156 m	135 m
C	0,30 mm/s	62 m	85 m
D	0,60 mm/s	25 m	54 m

### INSINÖÖRITOIMISTO W. ZENNER OY

Johannes Usano, DI, FISE PV (akustiikka)

Rasmus Törnqvist, DI, FISE EV (akustiikka)

## Käytetyt viitteet

- [1] PBM Arctic. Maanäytetutkimus SFS-EN 933-1, 250217-1...-9.
- [2] VTT tiedotteita 2278. Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta. Talja, A. Espoo, 2004.
- [3] SFS 5907:2022. Rakennusten akustinen suunnittelu ja laatuluokitus.
- [4] VTT tutkimusraportti VTT-R-04703-14. Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius. Talja, A. & Törnqvist, J. Espoo, 2014.
- [5] VTT tiedotteita 2425. Rakennuksen siirtyvän liikennetärinän arviointi. Talja, A., Vepsä, A., Kurkela, J. & Halonen, M. Espoo, 2008.
- [6] VTT working papers 50. Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa. Törnqvist, J. & Talja, A. Espoo, 2006.

## Liitteet

- Liite A Ilmakuva kohteesta sekä tarkastelualue
- Piir. 3864 901 Liikenteen aiheuttaman tärinän  $v_{w,95}$  värähtelyluokat
- Piir. 3864 902 Liikenteen aiheuttaman tärinän  $v_{max}$  värähtelyrajat



## Liite A, Ilmakuva kohteesta



Kuva A-1. Ilmakuva kohteesta sekä tarkastelualue.



- Värähtelyluokan D raja ( $v_{w,95} = 0,6 \text{ mm/s}$ )
- Värähtelyluokan C raja ( $v_{w,95} = 0,3 \text{ mm/s}$ )
- Värähtelyluokan B raja ( $v_{w,95} = 0,15 \text{ mm/s}$ )
- Värähtelyluokan A raja ( $v_{w,95} = 0,10 \text{ mm/s}$ )

- Tie
- - Raide
- Asuinrakennus
- Liike- tai yleinen rakennus
- Muu rakennus

Raideliikenteen tärinälähteenä tavarajuna  
 $m = 3500 \text{ t}$   
 $v = 90 \text{ km/h}$

Tieliikenteen tärinälaskelmissa ajoneuvojen nopeus  
 $v = 120 \text{ km/h}$

K.osa/Kylä	Kortteli/Tila	Tontti/Rn:o	Viranomaisen arkistointimerkintöjä varten	Rotu
—	—	—		
Rakennustoimenpide	Piirustuslaji <b>LIIKENTEEN TÄRINÄMALLINNUS</b>			Juoks.n:o
Rakennuskohteen nimi ja osoite Tornion kaupunki Kyläjoki–Laivajärvi asemakaava	Piirustuksen sisältö Tie- ja raideliikenteen aiheuttaman tärinän $v_{w,95}$ (mm/s) värähtelyluokat asumismukavuutta tarkasteltaessa			Mittakaavat 1:8000
<b>INS.TSTO W. ZENNER OY</b>		Suunn. RT	<b>AKU</b> – 3864 901	Muutos
Valimotie 17–19 Puh. (09) 4778 370		Piirt. RT		
00380 Helsinki		Tark. JU		
15.12.2025		Rasmus Törnqvist, DI		AKUSTIIKKA



- Värähtelyn raja-arvo  $v_{max} = 0,6 \text{ mm/s}$
- Värähtelyn raja-arvo  $v_{max} = 0,3 \text{ mm/s}$
- Värähtelyn raja-arvo  $v_{max} = 0,15 \text{ mm/s}$
- Värähtelyn raja-arvo  $v_{max} = 0,10 \text{ mm/s}$

- Tie
- - Raide
- Asuinrakennus
- Liike- tai yleinen rakennus
- Muu rakennus

Raideliikenteen tärinälähteenä tavarajuna  
 $m = 3500 \text{ t}$   
 $v = 90 \text{ km/h}$

Tieliikenteen tärinälaskelmissa ajoneuvojen nopeus  
 $v = 120 \text{ km/h}$

K.osa/Kylä	Kortteli/Tila	Tontti/Rn:o	Viranomaisen arkistointimerkintöjä varten	Rotu
—	—	—		
Rakennustoimenpide	Rakennuskohteen nimi ja osoite		Piirustusta LIIKENTEEN TÄRINÄMALLINNUS	Juoks.n:o
—	Tornion kaupunki Kyläjoki-Laivajärvi asemakaava		Piirustuksen sisältö Tie- ja raideliikenteen aiheuttaman tärinän huippuarvon $v_{max}$ (mm/s) raja-arvot	Mittakaavat 1:8000
<b>INS.TSTO W. ZENNER OY</b>			Suunn. RT	Muutos
Valimotie 17-19 Puh. (09) 4778 370			Piirt. RT	
00380 Helsinki			Tark. JU	
15.12.2025			Rasmus Törnqvist, DI	<b>AKU</b> - 3864 902
			AKUSTIIKKA	