

Työ: 17965  
28.3.2022

## LIIKENNETÄRINÄSELVITYS

2094 HUMALAMÄEN ASEMAKAAVAN MUUTOS,  
LEMPÄÄLÄ



**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. Junatärinän ja runkomelun syntyminen.....	4
2.2. Tärinän suositusarvot häiritsevyyden kannalta .....	4
2.3. Runkomelun suositusarvo .....	5
3 Maasto- ja liikenneolosuhteet .....	6
3.1. Maasto-olosuhteet.....	6
3.2. Liikenneolosuhteet.....	6
4 Tärinämittaukset .....	6
4.1. Tärinämittauspisteet .....	7
4.2. Tärinämittaustulokset .....	8
5 Häiritsevyydestarkastelu .....	8
5.1. Tärinän laskentamenetelmä (mallinnus) .....	8
5.2. Johtopäätökset tärinälle.....	10
5.3. Runkomelutarkastelu .....	10
6 Yhteenveto ja johtopäätökset.....	11
Lähteet ja viitteet .....	12



## 1 Noudatettavat ohjeet

Tärinämittaukset suoritettiin VTT:n tiedotteen "Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta" mukaisesti. Mittaustulosten analysointi ja tulkinta ihmisen kokeman tärinähaitan kannalta tehtiin VTT:n ohjeiden "Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta" ja "Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa" mukaan.

Mittaustulosten tulkinta rakenteiden vaurioitumistodennäköisyyden kannalta laadittiin RIL ohjeen 253-2010: Rakentamisen aiheuttamat tärinät [8] mukaisesti. Heilahdusnopeuden raja-arvot määritettiin saman julkaisun mukaisesti. VTT on ehdottanut julkaisun käyttöä myös junatärinän arviointiin vaurioarvioinnissa. Vaurioriskin kannalta voidaan todeta, että mikäli häiritsevyysskriteeri ei ylity, ei värähtely ole rakenteille vaarallinen häiritsevyysskriteerin ollessa selkeästi vaativampi.

Runkomelun arvioinnissa ja laskennassa käytettiin lisäksi VTT:n julkaisua Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi [5]. Runkomelu arvioitiin heilahdusnopeuden maksimiarvoista taajuuskaistoittain (oktaavin kolmasosissa) ja resonanssissa runkomelu arvioitiin heilahdusnopeudesta arvioidussa resonanssissa lattiassa ja rungossa.

## 2 Liikennetärinän suositusarvoja

### 2.1. Junatärinän ja runkomelun syntyminen

Junaliikenne tuottaa ympäristöönsä värähtelyä, joka aiheutuu pyörien ja päällysrakenteen/ kiskojen epätasaisuuksista. Värähtely etenee kiskojen ja ratarakenteiden kautta maa- tai kallioperään, josta se johtuu edelleen maaperän ja perustusten kautta rakennuksiin ja rakenteisiin. Värähtelyjen eteneminen ja johtuminen riippuu monesta osatekijästä ja sekä voimakkuuden sekä taajuussisällön vaihtelua on erittäin paljon. Värähtely voidaan havaita rakennuksissa tärinä tai runkomeluna.

Runkomelu on kuuloaistilla havaittavaa matalataajuista melua, joka syntyy rakennusrunkoon johtuneesta korkeataajuisesta värähtelystä. Teoriassa runkomelua voi esiintyä yli 16 Hz:n tärinätaajuuksista, mutta käytännössä tärinän täytyy ylittää 50 Hz. Huonetilojen pinnoissa esiintyvä värähtely on niin pientä, ettei sitä aistita tuntoaistin välityksellä tärinä. Värähtelevät pintarakenteet voivat säteillä ääntä suurten kaiutinkalvojen tavoin aiheuttaen tilaan korvin kuultavaa melua. Runkomelu etenee tehokkaimmin kallioperässä ja myös "kovassa" maaperässä, mutta vaimenee tehokkaasti pehmeissä maakerroksissa. Molempien esiintyminen yhtä aikaa on siis harvinaista samassa rakennuksessa.

Tärinä on tuntoaistilla havaittavaa matalataajuista värähtelyä. Tärinähaittoja esiintyy tyypillisimmin pientaloissa pehmeillä savialueilla ratojen läheisyydessä, ja resonanssin vaara on suurin 1,5 tai kaksikerroksisissa pientaloissa. Kallio- ja moreeni-alueissa tärinä vaimenee nopeasti ja tehokkaasti, eikä yleensä aiheuta haittoja.

### 2.2. Tärinän suositusarvot häiritsevyyden kannalta

Arvioitaessa liikennetärinästä aiheutuvaa haittaa häiritsevyydelle kriteerinä käytetään värähtelyn tunnusluku  $v_{w,95}$  (mm/s). VTT on antanut suosituksen (tiedote 2278, Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta)

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 ”Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta”)

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 kaava-alue, käytetään värähtelyn tunnusluvun  $v_{w,95}$  tavoitearvona  $\leq 0,3$  mm/s, eli värähtelyluokkaa C.

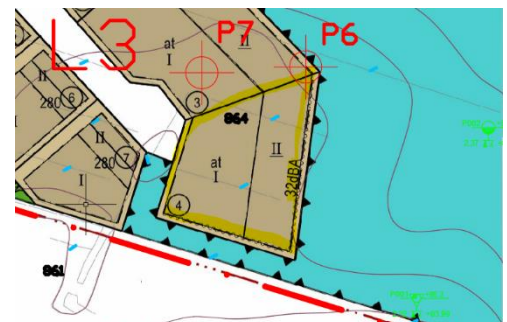
Maaperässä suoritettavissa mittauksissa arvioidaan ensin värähtelyn siirtyminen rakenteisiin, minkä jälkeen VTT:n ohjeistuksen mukaisesti suoritetaan vielä ”tasaiseen voimistumiseen perustuva arvio sisätilojen värähtelystä” ( $v_{w1}$ ) suurennuskertoimella  $k = 1,5$ . Kerrointa ei tarvitse käyttää yksikerroksisille rakennuksille, joissa lattia on maanvarainen eikä sokkeliä ole tuettu paaluille. Jos tasaiseen voimistumiseen perustuva arvio ylittää ohjearvon, on tärinä vaimennettava tai rakennuksen käyttötarkoitusta muutettava. Näin ollen  $v_{w1}$  voi olla tärkein arvo rakentamisen kannalta uusien kaava-alueiden selvityksissä.

Voi käydä myös niin, että arvio  $v_{w1}$  tai  $v_{w,95}$  täyttää ohjearvon, mutta lattian tai rungon resonanssiarvio ylittää ohjearvon. Tällaisessa tapauksessa ei edellytetä tärinän vaimentamista, vaan ongelma voidaan hoitaa rakenne suunnittelulla niin, että rakenteissa vältetään maaperässä esiintyviä värähtelyn kriittisiä taajuuksia.

### 2.3. Runkomelun suositusarvo

Käytetään raja-arvona Suomessa yleisesti käytössä olevaa VTT tiedotteessa 2468 ”Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi” mainittua arvoa 35 dB, joka on yleisesti käytössä, kun kyseessä on asuinkiinteistöt avoradan läheisyydessä. Kuitenkin avoradoilla, mikäli kaavamääräyksellä on annettu ohje julkisivun ilmääneneristävyydestä, on suositeltavaa käyttää runkomelutason tiukempaa raja-arvoa.

Tässä yhdellä tontilla alueen kaakkoiskulmalla on asemakaavaluonnoksessa esitetty vaatimus julkisivun äänieristävyydestä, joten kyseiselle tontille (havainnekuva vieressä) sovelletaan runkomelutason tiukempaa raja-arvoa 32 dB, muutoin 35 dB.



### 3 Maasto- ja liikenneolosuhteet

#### 3.1. Maasto-olosuhteet

Lempäälän kunta on teettänyt kaava-alueella pohjatutkimuksia tärinäselvityksen tueksi. Tutkimuspisteet on sijoitettu tärinän etenemisalueelle sekä rata-alueelle. Lisäksi kaava-alueelta on saatavilla avoimia pohjatutkimustietoja GTK:n tietokannasta. Sivuston arvion mukaan kaava-alue on pääosin savea ja osittain moreenia. Täydentävän pohjatutkimuksen perusteella näyttäisi kuitenkin siltä, että alueen pohjoisosassa, missä maanpinta korkeudella +83... +85, on pehmeä savikerros noin 4 – 6 metrin paksuudelta. Tärinämittauslinja 1 on tällä alueella.

Kun lähestytään etelään ratalinjan n. 171 paalun kohdalla olevaa moreenimäkeä ja maanpinta alkaa nousta, savikerroksen paksuus kapenee merkittävästi. ”Ylimääräinen” mittauslinja 4 oli tässä kohdassa kapeamman noin 1-2 metriä paksun savipatjan kohdalla.

Moreenimäen eteläpuolella maanpinta laskee ja vaihtelee tasolla +89 ... +91. Tällä alueella savikerros on hyvin ohut ja maaperä on pohjatutkimuksen perusteella pääosin silttiä / moreenia. Mittauslinjat 2 ja 3 ovat tällä alueella.

#### 3.2. Liikenneolosuhteet

Junaliikenne tontin kohdalla on hyvin vilkasta. Tutkittavan kohteen ohittaa päivittäin: Paikallisjunia noin 14 kpl, IC-junia 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. Junien nopeuksien arvioinnissa on käytetty junaliikenteen havaintojärjestelmää (<https://juliadata.fi/>).

Tulevaisuudessa vuoteen 2035 mennessä tavaraliikenteen määrän rataosalla ei odoteta nousevan nykyisestä, päinvastoin vähenevän noin 25 % (Rataverkon kokonaiskuva, Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 37/2018). Henkilöliikenteen määrän ennustetaan nousevan noin 40 %. Näin ollen ennuste vuodelle 2035 on, että värähtelyn tason ei odoteta nousevan nykyisestä.

Mittausajanjakson seulotut 15 tehollisarvoltaan suurinta tärinä tapahtumaa oletetaan tulosten ja ajankohtien perusteella olevan junaliikenteen aiheuttamia. Suurin osa tärinäistä aiheutui tavarajunista, mutta osa myös IC-junista kovalla maaperällä.

### 4 Tärinämittaukset

Mittaukset suoritettiin maassa siten, että maahan kaivettiin n. 0,5 m syvät kuopat, joiden pohjalle asennettiin mittausanturit ja peitettiin hiekalla. Junaliikenteen aiheuttamaa tärinä tasoa seurattiin jokaisessa pisteessä noin viikon ajanjakson ajan 27.1 – 12.2.2022 välisenä aikana. Laitteistona käytettiin Sigicom AB:n valmistamia Infra VS12 –kolmikomponenttimittareita. Mittarit maassa tallensivat heilahdusnopeuden Wave -datan 5 sekunnin jaksoin näytteenottotaajuudella 4096 /s asennetun heilahdusnopeuden kynnysarvon ylityksen jälkeen. Mittaus kattoi taajuusalueen 2 - 315 Hz.

Mittauksen tarkoituksena oli selvittää mittausajanjakson ajalta viisitoista (15) merkittävintä junatärinä 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).

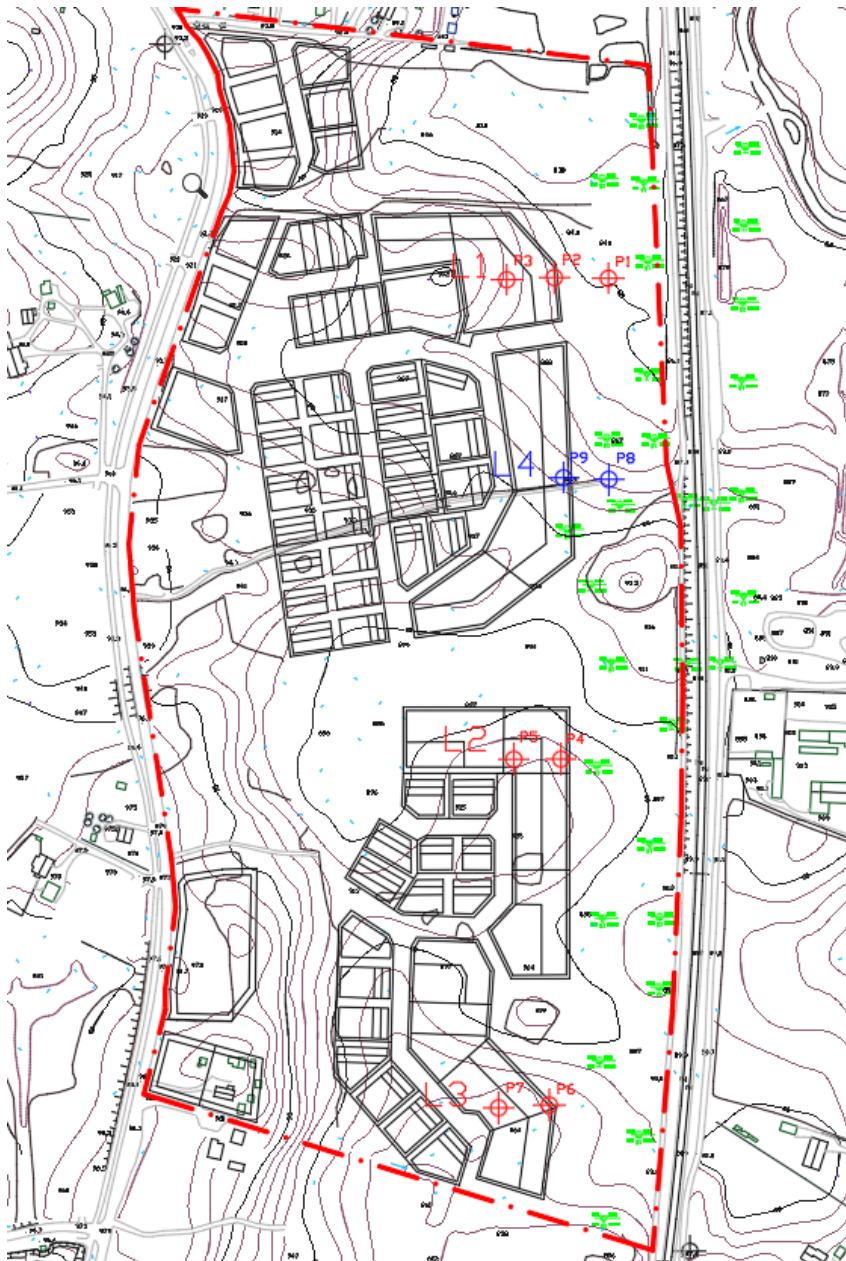
Näiden viidentoista (15) merkittävimmän värinätaapahtuman heilahdusnopeuden taajuuspainotetuista tehollisarvoista lasketaan keskiarvo ja keskihajonta, joiden pohjalta tunnusluku lasketaan kaavalla:

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

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 sekä lattian ja rungon resonanssi.

#### 4.1. Tärinämittauspisteet

Liikennetärinää kartoitettiin yhdeksässä mittauspisteessä neljässä mittauslinjassa (kuva 2). Pisteet kartoitettiin, joten vaakaetäisyydet rataan ovat suhteellisen tarkkoja.



**Kuva 2.** Mittauspisteet sijainti, maaperätutkimuspisteet vihreällä, ”ylimääräinen mittauslinja” sinisellä.

## 4.2. Tärinämittaustulokset

Taulukko 2. Pisteiden etäisyydet rataa, heilahdusnopeudet ja tunnusluvut.

Mittauspiste	Etäisyys rataan (m)	Vmax (mm/s)	Mittaussuunnan tunnusluvut Vw,95			Vw,95	Vw1	Vw2	Vw3	huom
			x	y	z	x, y, z	x, y, z	z	x, y	
<b>suunta</b>										
P1, Maapiste (L1)	48	<b>1,53</b>	0,42	0,62	0,17	0,62	<b>0,924</b>	0,28	<b>1,38</b>	Ei rakennusalueella
P2, Maapiste (L1)	83	<b>0,34</b>	0,14	0,13	0,02	0,14	<b>0,209</b>	0,05	<b>0,43</b>	Rakennusalueella
P3, Maapiste (L1)	113	<b>0,08</b>	0,03	0,00	0,02	0,03	<b>0,050</b>	0,04	0,08	Rakennusalueella
P4, Maapiste (L2)	86	<b>0,06</b>	0,02	0,02	0,02	0,02	<b>0,028</b>	0,04	0,04	Rakennusalueella
P5, Maapiste (L2)	116	<b>0,06</b>	0,00	0,02	0,01	0,02	<b>0,028</b>	0,01	0,01	Rakennusalueella
P6, Maapiste (L3)	81	<b>0,08</b>	0,02	0,02	0,02	0,02	<b>0,034</b>	0,03	0,04	Rakennusalueella
P7, Maapiste (L3)	111	<b>0,06</b>	0,01	0,01	0,02	0,02	<b>0,030</b>	0,04	0,04	Rakennusalueella
P8, Maapiste (L4)	53	<b>0,26</b>	0,06	0,09	0,06	0,09	<b>0,142</b>			Ei rakennusalueella
P9, Maapiste (L4)	82	<b>0,15</b>	0,04	0,05	0,02	0,05	<b>0,078</b>			Rakennusalueella

- x* = radan suuntainen  
*y* = poikittaissuuntainen rataa nähden  
*z* = pystysuuntainen  
*V* = Suurin heilahdusnopeuden arvo [mm/s], kaikki suunnat  
*V<sub>w,95</sub>* = Perustuksen arvioidut tunnusluvut x-, y- z-suunta suurin  
*Vw1* = Tasaiseen voimistumiseen perustuva arvio k=1,5  
*Vw2* = Lattian resonanssiarvio  
*Vw3* = Rungon resonanssiarvio

Ylimääräisellä mittauslinjalla L4 mittareiden tallennusraja oli suurempi kuin muissa pisteissä, jolloin data jäi vajaksi. Heilahdusnopeuden arvot ovat mitattuja arvoja, mutta taulukkoon sinisellä merkityt tunnusluvut ovat likiarvoja, virhemarginaali noin +/- 10 %.

## 5 Häiritsevyydestarkastelu

### 5.1. Tärinän laskentamenetelmä (mallinnus)

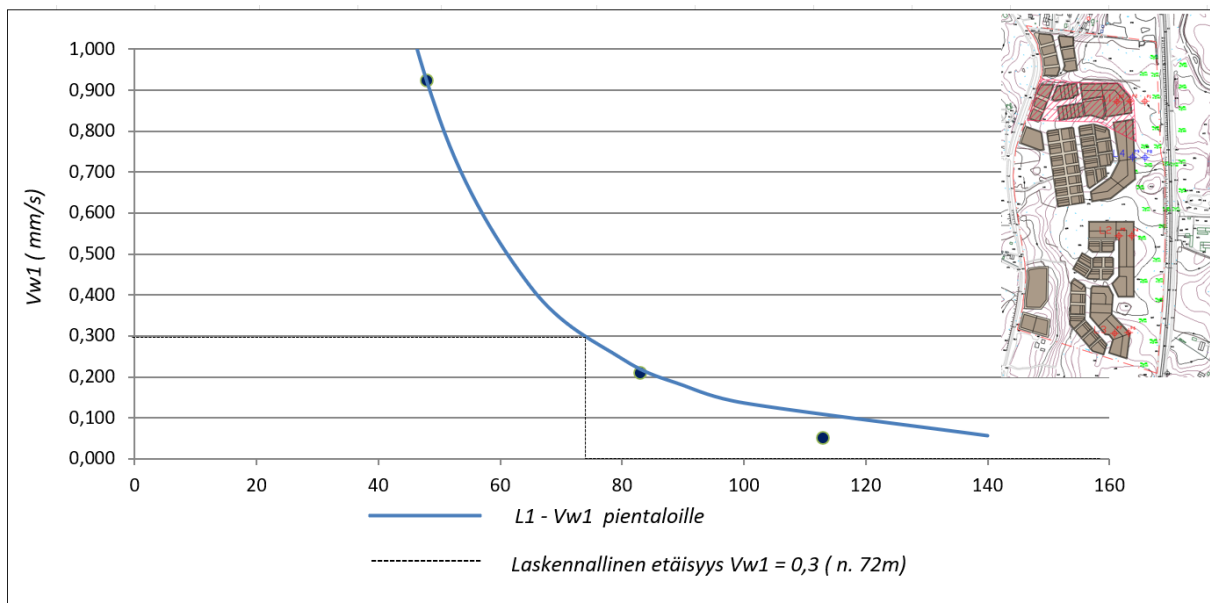
Mittaustulokset sijoitettiin etäisyyden mukaan kuvaajaan ja tärinät ”mallinnettiin” alueittain VTT:n julkaisussa VTT-R-04703-14 [3] s. 10 esitettyllä laskentamenetelmällä (laskentamalli).

Linjalla L1 maaperä ilmeisesti vaihtuu linjalla, jolloin laskentamalli asetukset ovat poikkeavat. C-taso *Vw,95* = 0,3 mm/s ylitettäisiin noin 64 metrin etäisyydellä ja taso *Vw1* noin 72 metrin etäisyydellä radasta (kuva 3). Pisteessä P3 taajuus muuttuu, joten maaperä ilmeisesti muuttuu moreeniksi maaston kohotessa (kuva4). Lisälinjalla L4 tärinän taso selvästi pienempää ja taajuusalue hieman suurempi, noin 12 Hz. Koska rakennusalueella 80 metrin etäisyydellä arviot *Vw1* ja *Vw,95* jäävät alle ohjearvon, ei tärinävaimennusta tarvita. Värähtelyluokka C arviolta etäisyydelle 94 m radasta ja värähtelyluokka B etäisyydellä 94 – 115 m radasta. Yli 115 m etäisyydellä värähtelyluokka A.

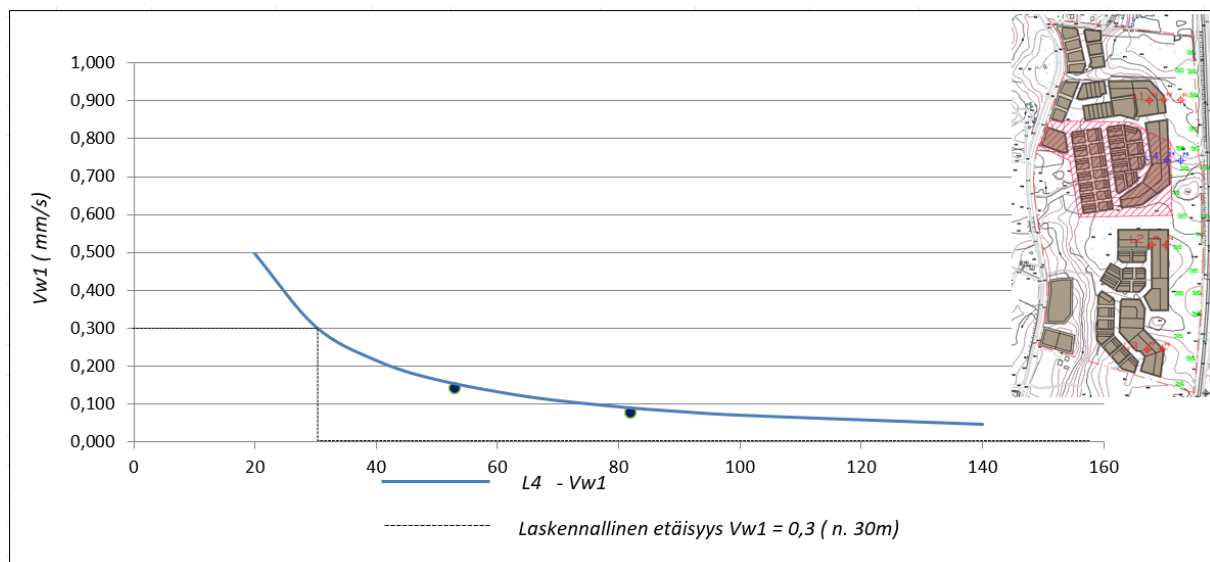
Pisteessä P2 rungon resonanssi ylittää kuitenkin vaatimustason taajuudella 7,9 Hz, mikäli resonanssikerroin on suurempi kuin 3. Tämä, tarkoittaa että mittauslinjan L1 läheisyydessä lähimmissä rakennuspaikoissa mahdollinen tärinän resonanssi on huomioitava kuvaan 5 merkityllä alueella. Suositusvaihtoehtomme toimenpiteiksi on:

- Rakennetaan vain yksikerroksisia taloja, jolloin rungon resonanssia ei voi esiintyä.
- 2- krs. rakennuksissa suunnitellaan rakenteet niin massiivisiksi, että rungon ominaistaajuus < 7 Hz (kuten esim. yli 3-krs. rakennukset ovat).
- Suoritetaan massanvaihto savikerrokselle.



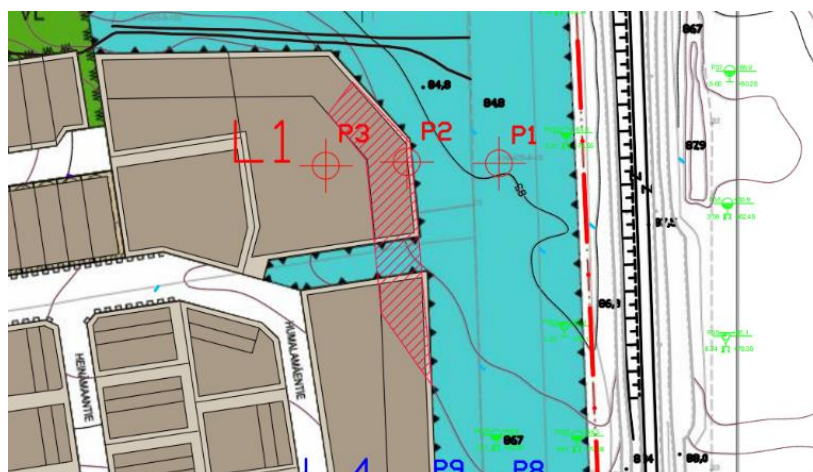


Kuva 3: L1 Tärinät / mallinnuskuvaaja etäisyysidonnaiset Vw1 max -arvot

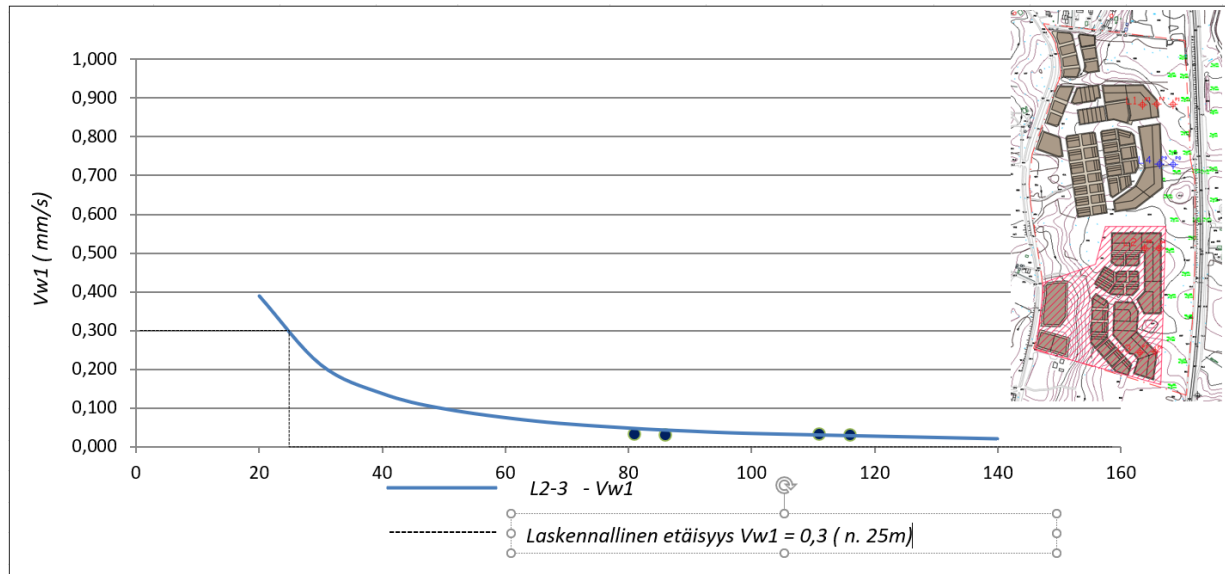


Kuva 4: L4 Tärinät / mallinnuskuvaaja etäisyysidonnaiset Vw1 max -arvot

Kuva 5 oik:  
 Rungon resonanssi  
 huomioitava viivoitetulla  
 alueella.



Etäpuoleisella alueella (L2 ja L3) laskentamalli täsmää mittaustuloksiin ”karkearakaisen maan” asetuksilla, jolloin C-taso  $V_{w,95} = 0,3$  mm/s ylitettäisiin noin 20 metrin etäisyydellä ja taso  $V_{w1}$  noin 25 metrin etäisyydellä radasta (kuva 5). Tärinä rakennusalueilla 80 metrin etäisyydellä on siis hyvin pientä, värähtelyluokka A. Mittauksen perusteella myöskään resonanssi ei ole ongelma muutoin kuin edellä L1 kohdalla.



Kuva 6: L2 ja L3 Tärinät / mallinnuskuvaaja etäisyyssidonnaiset  $V_{w1}$  max -arvot

## 5.2. Johtopäätökset tärinälle

Selvityksen perusteella koko selvitysalueen rakennusalueilla värähtelyn tunnusluvut  $V_{w,95} \leq 0,3$  ja  $V_{w1} \leq 0,3$ , eli täyttää esitetyn tavoitetason C myös mahdollisen lisäraiteen rakentamisen jälkeen.

Mittauksen perusteella selvitysalueella rakennukset eivät siis tarvitse tärinävoimennusta. Rungon resonanssi on mahdollinen pienellä alueella selvitysalueen pohjoisosassa lähimmissä rakennuspaikoissa kohdan 5.1 mukaisesti ja kuvassa 5 esitetyllä alueella.

## 5.3. Runkomelutarkastelu

Tässä selvityksessä on käytetty soveltaen julkaisuja T2468, VTT-R-04703-14, sekä kokemuksepäistä tietoa Taratest Oy: n aikaisemmista selvityskohteista. Värähtelyarvioinnissa olevat 15 tapahtumaa analysoitiin ja muunto A-painotetuksi äänenpainetasoksi tehtiin taajuuden mukaan muuttuvalla korjaustekijällä 1/3-taajuuskaistoittain. Referenssiarvona käytettiin  $V_{ref} = 1 \cdot 10^{-9}$  m.

Kohdassa 2.2. määriteltiin runkomelun ohjearvoksi 35 dB ja yhdellä tontilla 32 dB mittaustulon L3 eteläpuolella.

Rakenteiden tärinämittauksista arvioituihin runkomeluarvioihin lisättiin varmuusmarginaali 3 dB, jolloin arvioitujen maksimirunkomelutasot lähimmillä rakennusalueilla olivat:

- Linja 1  $L_{pASmax}$  oli 26 dB (P2)
- Linja 2  $L_{pASmax}$  oli 28 dB (P4)
- Linja 3  $L_{pASmax}$  oli 29 dB (P6)

Koska arviot jäävät alle vaatimustasojen, kaava-alueella ei tarvita runkomeluvaimennuksia tärinäselvityksen perusteella. Mikäli rakennuksia perustetaan paaluille alle 100 metrin etäisyydellä radasta, suositamme värähtelyn pystysuunnan tarkistusmittausta paalusta tai koepaalusta runkomelutason varmistamiseksi. Paalutus voi lisätä runkomelun tasoa hieman kun perustukseen syntyy yhteys kovaan maaperään paalujen välityksellä.

## 6 Yhteenveto ja johtopäätökset

Taratest Oy on laatinut tärinämittauksiin pohjautuvan junatärinäselvityksen Lempäälän kunnan Humalamäen asemakaavan muutosalueelle. Asemakaavamuutoksen ensisijaisena tarkoituksena on osoittaa suunnittelualueelle pientalovaltaista asuntoaluetta.

Tärinämittaukset suoritettiin kolmiaksiaalisesti yhdeksässä maapisteessä noin viikon jaksolla 27.1 – 12.2.2022 välisenä aikana. Laitteistona käytettiin Sigicom AB:n valmistamia Infra VS12 –kolmikomponenttimittareita.

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

Mittauksen perusteella tehtiin etäisyysidonnainen tärinän mallinnus mittauslinjoittain.

Selvityksen perusteella koko selvitysalueen rakennusalueilla värähtelyn tunnusluvut  $V_{w,95} \leq 0,3$  ja  $V_{w1} \leq 0,3$ , eli täyttää esitetyn tavoitetason C myös ennustetilanteessa 2035.

Linjalla 1 pisteessä P2 rungon resonanssiarvio ylitti vaatimustason taajuudella 7,9 Hz, mikäli resonanssikerroin on suurempi kuin 3. Tämä, tarkoittaa että mittauslinjan L1 lähellä lähimmissä rakennuspaikoissa mahdollinen tärinän resonanssi on huomioitava (kohta 5.1)

Kohdassa 2.2. määriteltiin runkomelun ohjearvoksi 35 dB ja yhdellä tontilla 32 dB mittauslinjan L3 eteläpuolella.

Koska runkomeluarviot jäivät alle vaatimustasojen, kaava-alueella ei tarvita runkomeluvaimennuksia tärinäselvityksen perusteella. Mikäli rakennuksia perustetaan paaluille alle 100 metrin etäisyydellä radasta, suositamme värähtelyn pystysuunnan tarkistusmittausta paalusta tai koepaalusta ohjearvot alittavan runkomelutason varmistamiseksi.

*Pirkkalassa 28.3.2022*


### **TARATEST OY**

*Laatinut*



Erkki Huotari, RI  
aa-luokan tärinäasiantuntija (Fise)

*Tarkistanut*

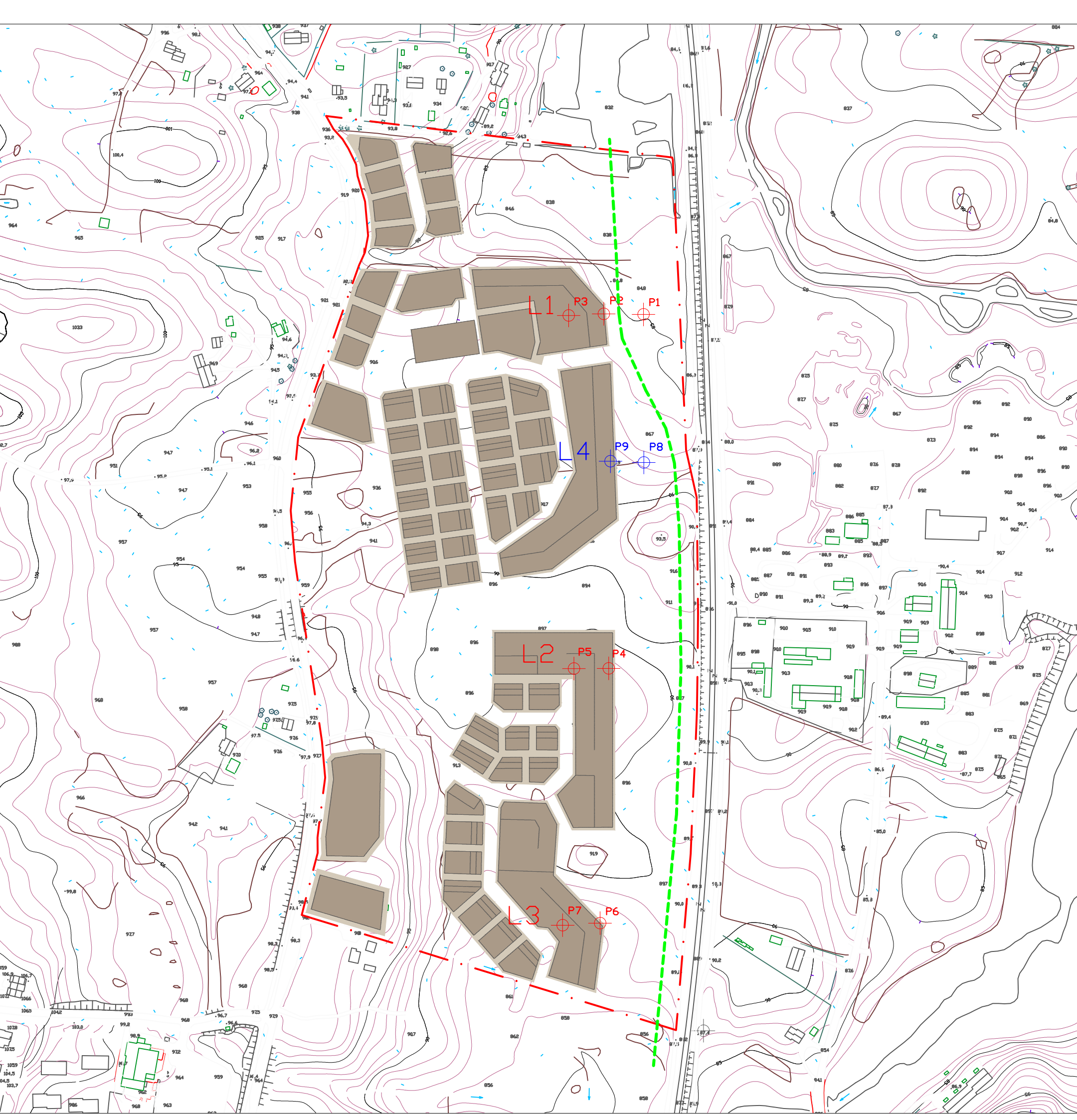


Kari-Matti Ilkka, RI  
aa-luokan tärinäasiantuntija (Fise)

LIITTEET: Karttaliitteet 1 kpl

## Lähteet ja viitteet

- [1] Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksista, 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] Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius, tutkimusrap. VTT-R -04703-14 asetuksen 5 ja 6 §:n muuttamisesta 360/2019. Voimaantulo 1.4.2019
- [5] Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi, VTT Tiedotteita – 2468, Espoo 2009
- [6] Rakenteisiin siirtyvän liikennetärinän arviointi, VTT Tiedotteita – 2425, Espoo 2008
- [7] Ohjeita liikennetärinän arviointiin, VTT Tiedotteita – 2569, Espoo 2011
- [8] RIL 253-2010 Rakentamisen aiheuttamat tärinät, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry
- [9] Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 3, Liikenneviraston ohjeita 13/2018, Helsinki 2018
- [10] Liikennevirasto, Valtakunnalliset liikenne-ennusteet 2018 (57/20187)
- [11] Traffic Management Finland, avoin data junaliikenteen aikatauluista, <https://juliadata.fi/>



17965 Tärinäselvitys  
Humalamäen kaava-alue

Liite 1

Viivat / symbolit:

--- Vw1 C-raja 0,3 pientaloille

- · - Selvitysalue

 Rakennusalueet

28.3.2022