

Hämeen Rakennus ja Tutkimus Oy
Rusinpelto 12 13430 Hämeenlinna
p. 0400835653
www.ratu.fi

LIIKENNETÄRINÄSELVITYS

Työ: 53853

Kohde: Ristimäenkatu 21 a ja b 33310 Tampere



Hämeen Rakennus ja Tutkimus Oy
Rusinpelto 12 13430 Hämeenlinna
p. 0400835653
www.ratu.fi

1 Johdanto.....	3
2 Noudatettavat ohjeet ja liikennetärinän suositusarvoja	4
2.1. Selvityksessä noudatettavat ohjeet	4
2.2. Tärinän ohjearvot perustuksille ja rakenteille	4
2.3. Asuinrakennusten värähtelyluokitus	5
2.4. Runkomelun ohjearvo	5
3 Maasto- ja liikenneolosuhteet	6
3.1. Maasto-olosuhteet	6
3.2. Liikenneolosuhteet	6
4 Liikennetärinämittaukset	6
4.1. Mittaustulosten tarkastelu	7
4.2. Rakenteiden vaurioitumisen arviointi	8
4.3. Tärinän häiritsevyyden arviointi ja vaikutukset asuinrakentamiseen	8
4.4. Runkomelun arviointi	8
5 Johtopäätökset ja suositukset	9
Lähteet ja viitteet	10
Liitteet	10

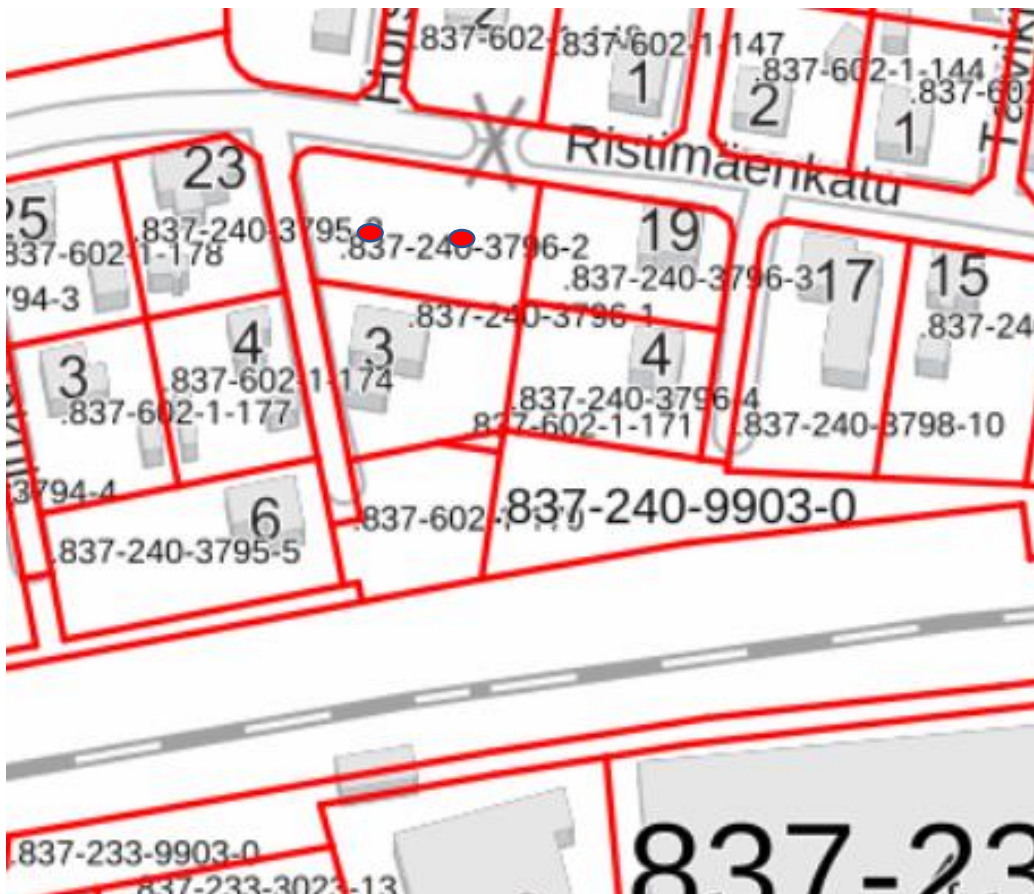
Hämeen Rakennus ja Tutkimus Oy
Rusinpelto 12 13430 Hämeenlinna
p. 0400835653
www.ratu.fi

1 Johdanto

Hämeen Rakennus ja Tutkimus Oy on laatinut [REDACTED] toimeksiannosta liikennetärinäselvityksen Tampereen Tesomalla tontille Ristimäenkatu 21. Selvityksessä on tarkasteltu suunnitelluille rakennuksille kohdistuvia, Tampere – Kokemäki välillä kulkevasta raideliikenteestä aiheutuvia tärinätasoja. Tarkasteltava tontti sijaitsee radan pohjoispuolella ja suunnitellut rakennuspaikat ovat 80 metrin etäisyydellä radasta.

Selvitykseen kuului junaliikenteen aiheuttaman tärinän mittaaminen, joka suoritettiin noin 7 vuorokauden mittaisen ajanjakson ajan 9. – 17.6.2022 välisenä aikana. Tärinämittausten tarkoituksena oli suorittaa liikennetärinän häiritsevyydeltä tarkastelu määrittämällä värähtelyluokitusalueet taajuuspainote-tuista tärinäarvoista sekä runkomeluselvitys ja vauriotarkastelu taajuuspainottamattomista tärinäarvoista. Työn tarkoituksena oli selvittää tärinän voimakkuus vaurioitumisriskin sekä viihtyvyyden kannalta suunnitelluille pientaloille.

Kuva 1. Selvityskohteen sijainti esitettynä kartalla. LIIKENNETÄRINÄSELVITYS työ 53853



Hämeen Rakennus ja Tutkimus Oy
Rusinpelto 12 13430 Hämeenlinna
p. 0400835653
www.ratu.fi

2 Noudatettavat ohjeet ja liikennetärinän suositusarvoja

2.1. Selvityksessä noudatettavat ohjeet

Tärinämittaukset suoritettiin VTT:n tiedotteen, Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta [1] mukaisesti. Mittaustulosten analysointi ja tulkinta ihmisen kokeman tärinähaitan kannalta tehtiin VTT:n ohjeiden Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta mukaisesti.

Mittaustulosten tulkinta rakenteiden vaurioitumistodennäköisyyden kannalta laadittiin VTT:n ohjeen Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius [3 ja 4] mukaisesti. Heilahdusnopeuden raja-arvot määritettiin VTT:n ohjeen Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius [3 ja 4] mukaisesti sekä RIL 253-2010 Rakentamisen aiheuttamat tärinät [8].

Runkomelun arvioinnissa ja laskennassa käytettiin lisäksi VTT:n julkaisua Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi [5].

2.2. Tärinän ohjearvot perustuksille ja rakenteille

Tärinän ohjearvo on raja, jota pienemmän värähtelyn ei katsota aiheuttavan vahinkoa. Tärinän ohjearvot on tarkoitettu helpottamaan rakenteiden tärinäkestävyyden arviointia. Tärinätarkastelun lähtökohtana on aina kolmikomponenttisesti mitattu värähtely. Vertailussa käytetään suurinta perustuksissa esiintyvää värähtelykomponenttia tai suurinta rakennuksen rungossa esiintyvä vaakavärähtelyä. Nyrkkisääntönä on, että mikäli mitattu tärinä ylittää värähtelyn perusarvon, rakenteiden vaurioitumisriski kasvaa.

VTT:n ohjeen mukaan [3] tärinän ohjearvojen tarkastelussa perustuksille suositetaan käyttämään junatärinän osalta RIL 253-2010 Rakentamisen aiheuttamat tärinät -ohjeistusta [8]. Tämän ohjeen mukaan tärinän ohjearvo v_0 määritetään kertomalla värähtelyrajan perusarvo v_0 rakennustapakertoimella F_k , jolloin ohjearvo on $F_k * v_0$. Perusarvo riippuu maapohjasta ja värähtelyn hallitsevasta taajuudesta.

Taulukko 1. Värähtelyn perusarvo perustuksessa erilaisille maa- ja kalliopohjille perustetuille rakennuksille

Maalaji	Pehmeä savi, leikkauslujuus < 25 kN/m ²	Sitkeä savi, siltti, löyhä hiekka	Tiivis hiekka, sora, moreeni, rikkonainen tai löyhä kallio	Kiinteä kallio
Värähtelyn perusarvo v_0	5	7	10	12
Värähtelyssä hallitseva taajuus	alle 10 Hz	10-20 Hz	20-50 Hz	yli 50 Hz

Hämeen Rakennus ja Tutkimus Oy
Rusinpelto 12 13430 Hämeenlinna
p. 0400835653
www.ratu.fi

2.3. Asuinrakennusten värähtelyluokitus

Arvioitaessa liikennetäristä aiheutuva haittaa asuinmukavuudelle kriteerinä käytetään värähtelyn tunnuslukua $v_{w,95}$ (mm/s). VTT on antanut suosituksen [1] normaalien asuinrakennusten värähtelyluokituksesta, joka perustuu tunnuslukuun $v_{w,95}$. Tämä ohjeellinen värähtelyluokitus on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 2).

Taulukko 2. Suositukset normaalien asuinrakennusten värähtelyluokituksesta (VTT 2278)

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>	$\leq 0,60$

Koska tarkastelun kohteena on yksittäinen uudisrakennuskohde olevan väylän varrella, käytetään värähtelyn tunnusluvun $V_{w,95}$ tavoitearvona $\leq 0,6$ mm/s, eli värähtelyluokkaa D.

2.4. Runkomelun ohjearvo

VTT:n julkaisun Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi [5] suositusten mukaisesti avoradoilla käytettävän runkomelun ohjearvona asuinhuoneistoille, kirjastoille, hoito- ja sosiaalihuollon laitoksille sekä majoitus-, kokoontumis- ja opiskelutiloille käytetään arvoa 35 dB.

Hämeen Rakennus ja Tutkimus Oy
Rusinpelto 12 13430 Hämeenlinna
p. 0400835653
www.ratu.fi

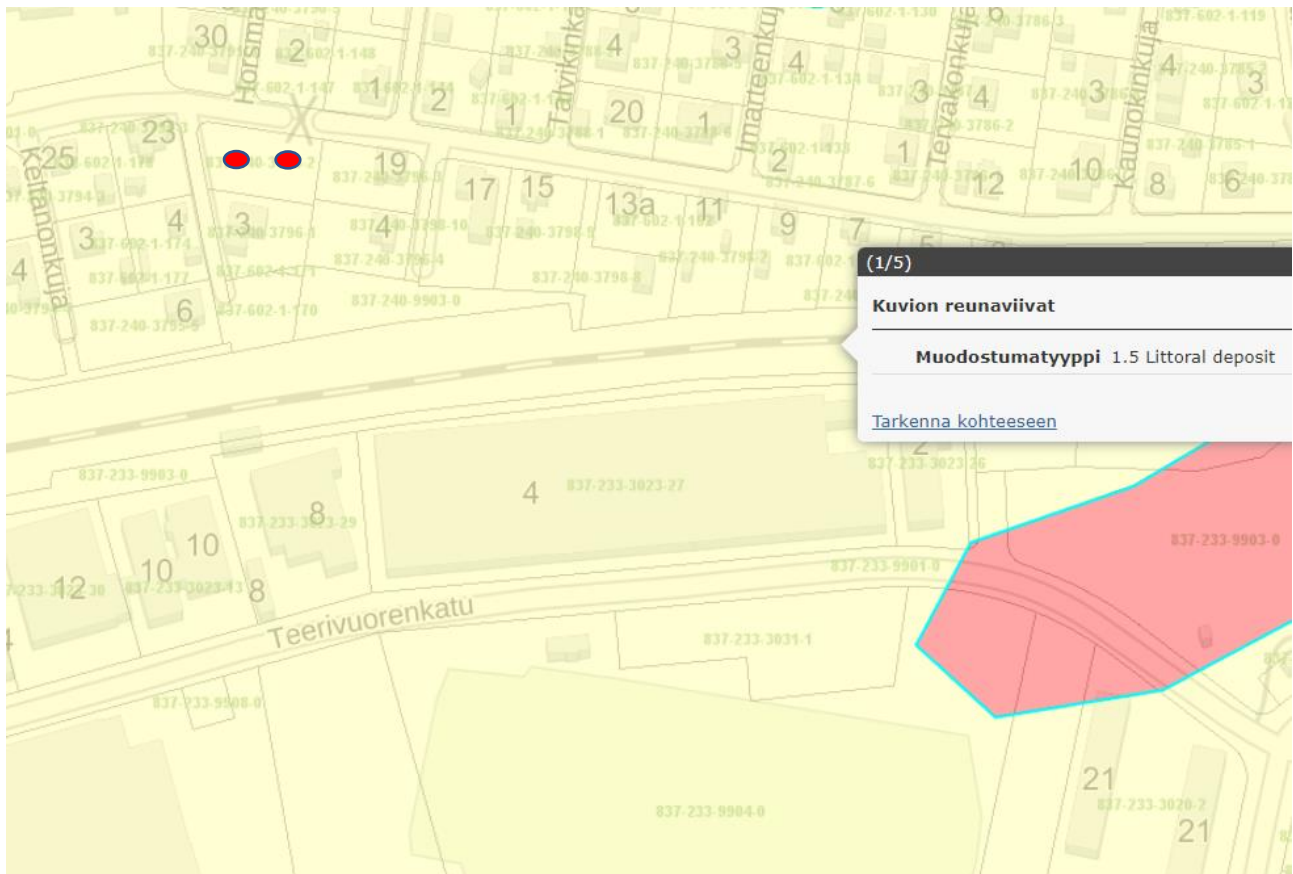
3 Maasto- ja liikenneolosuhteet

3.1. Maasto-olosuhteet

Rata-alueelta on saatavilla avoimia pohjatutkimustietoja. Maanmittauslaitoksen maaperäkartan mukaan rata-alue ja tutkittavan alueen maapohja

KUVA

Kuva 2, GTK / alueen pohjatutkimuspisteet ja arvioitu maaperä



Hämeen Rakennus ja Tutkimus Oy
Rusinpelto 12 13430 Hämeenlinna
p. 0400835653
www.ratu.fi

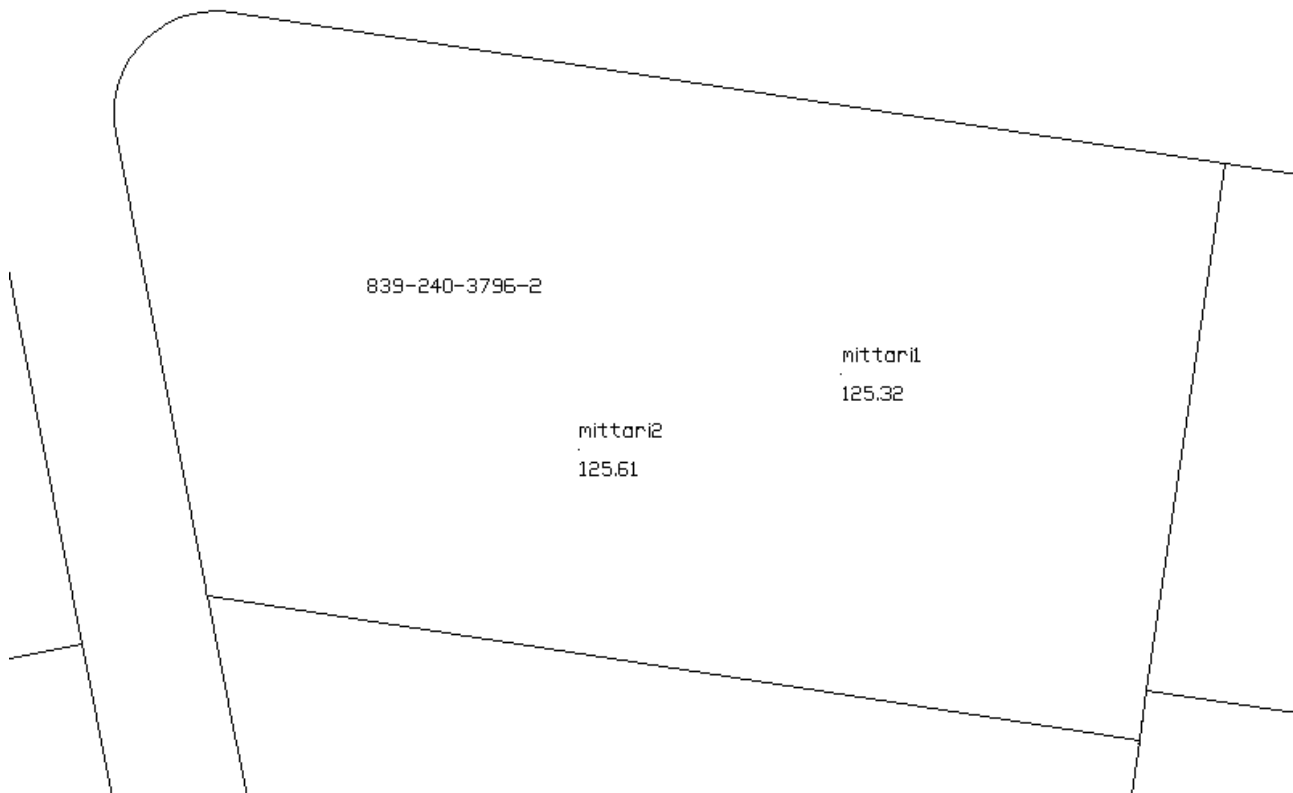
3.2. Liikenneolosuhteet

Junaliikenne tontin kohdalla oli mittausajankohtana normaali. Nopeusrajoitus kohdalla on 160 km/h. Tavarajunien nopeusrajoitus 100 km/h, mutta todelliset maksiminopeudet ovat 80 km/h havaintojen perusteella.

4 Liikennetärinämittaukset

Junaliikenteen aiheuttamaa tärinätasoa seurattiin noin 8 vuorokauden mittaisen ajanjakson ajan, 9. – 17.6.2022 välisenä aikana kahdessa vierekkäisessä mittauspisteessä. Laitteistona käytettiin Syscom MR 3000C kolmikomponenttimittaria. Mittaus suoritettiin kummallakin vierekkäisellä tontilla. Mittarit tallensivat heilahdusnopeuden Wave -datan 6 sekunnin jaksoin näytteenottotaajuudella 4096/ asennetun heilahdusnopeuden kynnyсарvon ylityksen jälkeen. Mittaus kattoi häiritsevyystarkastelussa taajuusalueen 2 – 150 Hz ja runkomelutarkastelussa taajuusalueen 5 – 300 Hz. Lisäksi mittari tallensi 5 minuutin intervallein heilahdusnopeuden maksimiarvojen historian.

Tärinämittauspisteiden sijainti esitetty oheisessa kuvassa (Kuva).



Hämeen Rakennus ja Tutkimus Oy
Rusinpelto 12 13430 Hämeenlinna
p. 0400835653
www.ratu.fi

Kuva 3. Liikennetärinämittauspisteiden sijainti esitettynä kartalla.

Mittauksen tarkoituksena oli selvittää mittausajanjakson ajalta viisitoista (15) merkittävintä tärinä tapahtumaa, joiden avulla lasketaan / arvioidaan ohjeen mukaisesti tärinän tunnusluvut ($V_{w,95}$) mittauspisteiden kohdalla. Tapahtumat valitaan heilahdusnopeuden tehollisten (1s) maksimiarvojen perusteella. Näiden viidentoista (15) merkittävimmän tärinätapahtuman heilahdusnopeuden taajuuspainotetuista tehollisarvoista lasketaan keskiarvo ja keskihajonta, joiden pohjalta tunnusluku lasketaan kaavalla:

$$V_{w,95} = \text{keskiarvo } (V_w) + 1.8 \times \text{keskihajonta } (V_w) \text{ (Kaava 2)}$$

Tämän jälkeen suoritetaan häiriötarkastelu värähtelyn taajuuspainotetuista arvoista sekä runkomelutarkastelu.

4.1. Mittaustulosten tarkastelu

Tontilla Ristimäenkatu 21 a ja b suurin heilahdusnopeus oli 1,68 mm/s vaakasuunnassa ja pystysuunnassa 0,63 mm/s. Suurin liukuva taajuuspainotteinen tehollisarvo oli 0,69 mm/s. Mallinnuksen avulla arvioitu heilahdusnopeus selvitystontilla rakennuksille 60 metrin etäisyydellä on 0,96 mm/s.

Alla olevassa taulukossa (Taulukko 3) on esitetty suurin mitattu heilahdusnopeudenarvo, vallitseva taajuus, mittauspisteiden määritetyt tunnusluvut x-, y- ja z suunnissa sekä runkomelun perusarvo.

Taulukko 3. Mitatut tai arvioidut tunnusluvut sekä runkomelun perusarvo.

Mittaus- piste	Etäisyys (m)	Vmax (mm/s)	Taajuus (Hz)	Rakenteen mitattu tunnusluku			Wv,95	L _{VAS}
				x	y	z		
MP1	80	0,55	7,3	0,33	0,52	0,22	0,52	28
MP2	80	0,54	7,3	0,33	0,51	0,23	0,51	28

x = poikittaissuuntainen rataa nähden

y = radan suuntainen

z = pystysuuntainen

Vmax = Suurin heilahdusnopeuden arvo [mm/s], kaikki suunnat

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

L_{VAS} = Runkomelun perusarvo, rakenteesta mitatun värähtelyn avulla arvioitu A-painotettu taso [dB]

4.2. Rakenteiden vaurioitumisen arviointi

Hämeen Rakennus ja Tutkimus Oy
Rusinpelto 12 13430 Hämeenlinna
p. 0400835653
www.ratu.fi

Rakenteiden vaurioitumisriskiä arvioidaan mittaustulosten perusteella heilahdusnopeuden ohjearvon mukaan, jota pienemmän värähtelyn ei katsota aiheuttavan vahinkoa. Tärinämittaustulosten perusteella mittaussjakson aikana suurin mitattu heilahdusnopeuden arvo V_{max} oli 0,55 ja 0,54 mm/s

Mittausajanjakson tärinämittaustulosten perusteella junatärinän aiheuttama, hallitseva taajuus oli 4 - 15 Hz. Tällöin värähtelyn sallittu arvo rakenteille V_{sall} olisi 5 mm/s. Tämän perusteella voidaan todeta, että arvioitu heilahdusnopeus V_{max} 0,55 mm/s alittaa selvästi kohdassa 2.2 määritellyt ohjearvot.

4.3. Tärinän häiritsevyyden arviointi ja vaikutukset asuinrakentamiseen

Arvioitaessa liikennetärinästä aiheutuvaa haittaa asuinmukavuudelle kriteerinä käytetään värähtelyn tunnuslukua $v_{w,95}$ (mm/s). Kohdan 2.3 mukaisesti värähtelyn tunnusluvun $V_{w,95}$ tavoitearvoksi asuinrakennuksille määriteltiin $\leq 0,6$ mm/s (värähtelyluokitus D). Liikennetärinämittaustulosten perusteella värähtely on $V_{w,95} = 0,55$ mm/s, mikä täyttää vaatimuksen.

Tarkastellaan mahdollista resonanssia. Mittauksen perusteella pystysuuntainen tärinä on pientä, eikä lattian resonanssi ole häiritsevällä tasolla. Tärinän taajuus on suhteellisen matala, jolloin rungon resonanssi on suurimmillaan 1,5 – 2 kerroksisilla pientaloilla. 2-kerroksisella pientalolla resonanssi voi suurimmillaan nousta 60 metrin etäisyydellä niin, että tunnusluku on 0,65 mm/s, mikä ylittäisi vaatimustason niukasti. Yhdessä tasossa olevalle talolle ei arvioida rungon resonanssia, eikä resonanssi voi nousta liian korkealle yli 3 kerroksisille rakennuksille.

4.4. Runkomelun arviointi

Runkomelun suuruus arvioidaan laskennallisesti hyödyntäen suoritettujen liikennetärinämittausten tuloksia. 7 vuorokauden ajanjaksolta suoritetuista mittauksista, on tarkasteltu suurimpien tärinäarvojen taajuusalue on laaja, noin 5 - 60 Hz. Kohdan 2.4 mukaisesti runkomelun ohjearvona asuinhuoneistoille käytetään arvoa 35 dB. Tärinäselvityksen perusteella suurin arvioitu runkomelu olisi alle 28 dB, joten selvityksen perusteella runkomelu ei ole häiritsevällä tasolla.

5 Johtopäätökset ja suositukset

Hämeen Rakennus ja Tutkimus Oy on laatinut Jarno Kaipaisen toimeksiannosta liikennetärinäselvityksen Tampereella tonteille Ristimäenkatu 21 a ja b. Selvityksessä on tarkasteltu tonteille suunnitelluille taloille kohdistuvia raideliikenteestä aiheutuvia tärinätasoja.

Selvitykseen kuului junaliikenteen aiheuttaman tärinän mittaaminen, joka suoritettiin 7 vuorokauden mittaisen ajanjakson ajan 9. – 17.8.2022 välisenä aikana. Työn tarkoituksena oli selvittää tärinän voimakkuus tontilla rakennusten vaurioitumisriskin sekä viihtyvyyden kannalta.

Liikennetärinämittausten perusteella junaradan aiheuttama tärinä ei aiheuta rakennuksille vaurioita tontilla.

Selvityksen perusteella uudisrakennuksiin ei ole tarpeen asentaa tärinäeristyksiä.

Runkomelu ei aiheuta rajoituksia tai runkomelun vaimennustarvetta asuntorakentamiselle tontilla. Mittauksen perusteella runkomelutaso on < 28 dB.

Hämeen Rakennus ja Tutkimus Oy
Rusinpelto 12 13430 Hämeenlinna
p. 0400835653
www.ratu.fi

Hämeen Rakennus ja Tutkimus Oy

Laatinut



Jussi Toivonen RI
tärinäasiantuntija

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] Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus 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] Pohjatutkimus ja perustamistapasuositus 8.9.2020
- [11] Liikennevirasto, Valtakunnalliset liikenne-ennusteet 2018 (57/20187)
- [12] Traffic Management Finland, avoin data junaliikenteen aikatauluista, <https://juliadata.fi/>