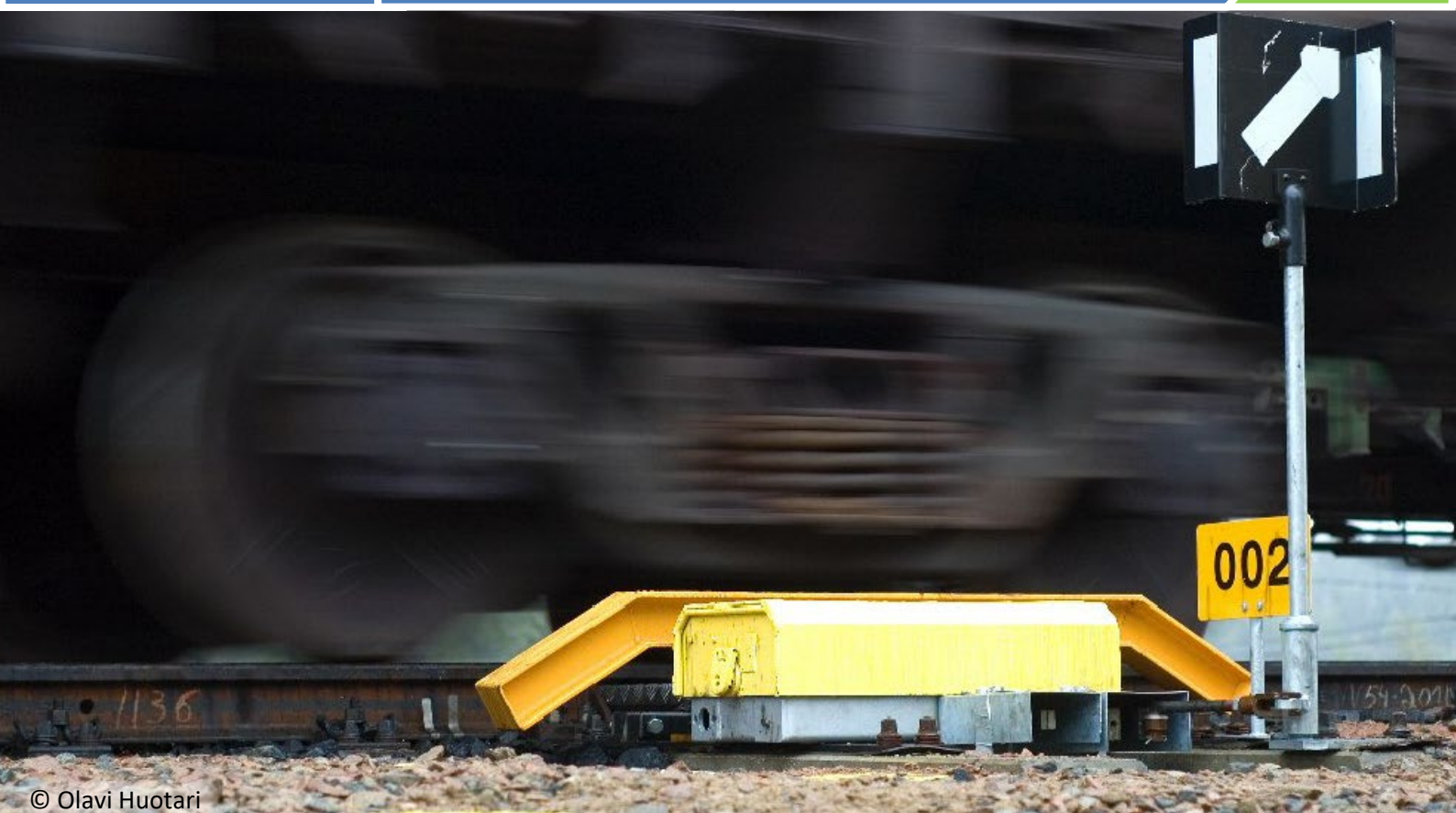


TYÖ: 11073
8.10.2020

LIIKENNETÄRINÄSELVITYS
LEMPÄÄLÄN KESKUSTA-ALUEEN ASEMAKAAVA



© Olavi Huotari

TARATEST OY
Turkkirata 9 A
33960 Pirkkala
p. 03-368 3322
www.taratest.fi

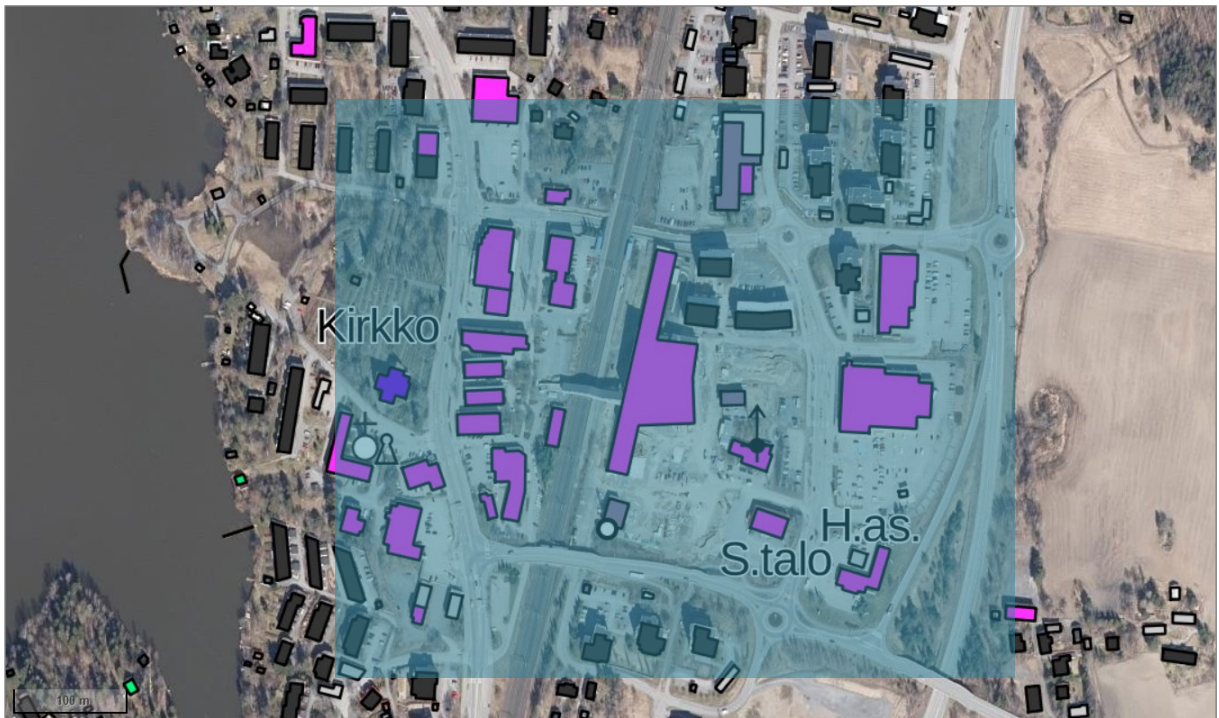
Johdanto	3
2 Noudatettavat ohjeet ja liikennetärinän suositusarvoja.....	4
2.1. Selvityksessä noudatettavat ohjeet.....	4
2.2. Tärinän ohjearvot perustuksille ja rakenteille	4
2.3. Asuinrakennusten värähtelyluokitus	5
2.4. Tärinän ympäristövaikutusten kartoitus	5
2.5. Runkomelun ohjearvo	6
3 Maasto- ja liikenneolosuhteet.....	7
3.1. Maasto-olosuhteet	7
3.2. Liikenneolosuhteet	7
4 Liikennetärinämittaukset.....	8
4.1. Mittaustulosten tarkastelu	9
4.2. Rakenteiden vaurioitumisen arviointi	9
4.3. Tärinän häiritsevyyden arviointi ja vaikutukset asuinrakentamiseen	9
4.4. Tärinän vaikutukset kaavoitukseen	10
4.5. Runkomelun arviointi	10
5 Tulevan lisäraiteen sekä ennustetilanteen vaikutukset värähtelyyn	11
6 Johtopäätökset ja suositukset	11
Lähteet ja viitteet.....	13
Liitteet.....	13

Johdanto

Taratest Oy on laatinut Lempäälän kunnan toimeksiannosta liikennetärinäselvityksen Lempäälän keskusta-alueelle. Selvityksessä on tarkasteltu suunnitelluille asemakaava-alueelle kohdistuvia, Helsinki – Tampere -pääradan raideliikenteestä aiheutuvia tärinätasoja. Tarkasteltava kaava-alue sijaitsee Lempäälän ydinkeskustassa Helsinki – Tampere pääradan molemmin puolin.

Selvitykseen kuului junaliikenteen aiheuttaman tärinän mittaaminen, joka suoritettiin 10 vuorokauden mittaisen ajanjakson ajan 22. – 31.7.2020 välisenä aikana, yhteensä kuudesta (6) mittauspisteestä. Tärinämittausten tarkoituksena oli määrittää vireillä olevalle asemakaava-alueelle tärinäalueiden rajaus sekä suorittaa liikennetärinän häiritsevyydeltä tarkastelu määrittämällä värähtelyluokitusalueet taajuuspainotetuista tärinäarvoista sekä runkomeluselvitys ja vauriotarkastelu taajuuspainottomista tärinäarvoista. Työn tarkoituksena oli selvittää tärinän voimakkuus alueella rakennusten vaurioitumisriskin sekä viihtyvyyden kannalta.

Taratest Oy on laatinut kohteesta myös aiemmin liikennetärinäselvityksen 2.11.2015. Tämän selvityksen tarkoituksena on tarkastella muuttuneiden liikennemäärien aiheuttamia tärinätasoja alueella, verrattuna aiemmin laadittuun liikennetärinäselvitykseen.



Kuva 1. Selvityskohteen sijainti esitettyä kartalla.

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 ja Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa [2] 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 perustuksessa 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 määritetään kertomalla värähtelyrajan perusarvo v_0 rakennustapakertoimella F_k , jolloin ohjearvo on $F_k \cdot v_0$. 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

Rakennustapakertoimena massiivisille tiili-, kevytsoraharkko- ja teräsbetonirunkoisille toimisto- ja asuinrakennuksille käytetään yleisesti arvoa $F_k = 1,0$.

Kun arvioidaan rakennuksen rungon tai välipohjien värähtelyä, värähtelyn perusarvo v_0 määritetään lausekkeesta:

$$v_0 = (2\pi f) * u_0 = 1,26 * f, \quad (\text{kaava 1})$$

jossa u_0 = värähtelyn siirtymäamplitudin perusarvo 0,2 mm/s ja f = värähtelyssä hallitseva taajuus. Mikäli rakenteessa korostuu voimakkaasti resonanssin merkitys, taajuus f on sama kuin rakenteen ominaistaajuus. Taajuusalueella 3,2 – 12,5 Hz perusarvoksi tulee 4 – 16 mm/s. Tätä korkeammilla taajuuksilla rakennuksen rungon tai välipohjan resonanssin merkitys korostuu erittäin harvoin. Näissä tapauksissa vaurioitumisen suhteen määrääväksi muodostuu yleensä perustuksesta mitattu tärinä.

Liikenneviraston Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 3:n [9] ympäristötekniisissä suunnitteluperusteissa on arvioitu junaliikenteen aiheuttamaa tärinää, jolloin uuden radan suunnittelussa vaurioitumisen ohjearvona käytetään heilahdusnopeuden maksimiarvoa. Perinteisesti rakennetuille betoni-, tiili- tai puurakennuksille perustuksesta mitatun värähtelyn maksimiarvon tulee olla pienempi kuin 4 mm/s, kun dominoiva värähtelytaajuus on alueella < 10 Hz. Taajuusalueella 10 – 30 Hz raja-arvo on 5 mm/s ja yli 30 Hz:n alueella 6 mm/s.

2.3. Asuinrakennusten värähtelyluokitus

Arvioitaessa liikennetärinästä aiheutuvaa 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)

Värähtelyluokka	Olosuhteet	Värähtelyn tunnusluku $v_{w,95}$ [mm/s]
A	Hyvät asuinolosuhteet. <i>Ihmiset eivät yleensä havaitse tärinää.</i>	≤ 0,10
B	Suhteellisen hyvät olosuhteet. <i>Ihmiset voivat havaita tärinän, mutta se ei ole häiritsevää.</i>	≤ 0,15
C	Suositus uusien rakennusten ja väylien suunnittelussa. <i>Keskimäärin 15 % asukkaista pitää tärinää häiritsevänä ja voi valittaa häiriöstä.</i>	≤ 0,30
D	Olosuhteet, joihin pyritään vanhoilla asuinalueilla. <i>Keskimäärin 25 % asukkaista pitää tärinää häiritsevänä ja voi valittaa häiriöstä.</i>	≤ 0,60

Koska tarkastelun kohteena on uusia asuinrakennuksia, käytetään värähtelyn tunnusluvun $V_{w,95}$ tavoitearvona ≤ 0,3 mm/s, eli värähtelyluokkaa C. Toimistorakentamisen osalta tavoitearvo on kaksinkertainen, jolloin värähtelyn tunnusluvun $V_{w,95}$ tavoitearvona ≤ 0,6 mm/s, eli värähtelyluokkaa D.

2.4. Tärinän ympäristövaikutusten kartoitus

Tärinän ympäristövaikutusten kartoitusta käytetään, kun tehdään päätöksiä uusien väylien tai alueiden suunnittelun yhteydessä, tai kun arvioidaan väylien perusparannukseen liittyvien muutosten vaikutusta. Tärinäkartoituksella ja siihen liittyvillä mittauksilla pyritään aikaansaamaan sellainen dokumentoitu tieto, että alueen rakennuskannan valinta sekä tärinän vaimentaminen joko ratateknisin tai

muunlaisin toimenpitein voidaan myöhemmin tarvittaessa tehdä ja että tehtyjen toimenpiteiden vaikutuksia voidaan luotettavasti arvioida [4].

Tärinäalueiden rajausta perustuu maaperän värähtelyn huippuarvoon v_{max} , jonka perusteella voidaan arvioida alueen soveltuvuutta eri käyttötarkoituksiin. Kartoituksen pohjalta tarkasteltava alue rajataan ja luokitellaan normaalikuntoisten rakennusten tärinäsiedon perusteella kolmeen vyöhykkeeseen:

- V – alue Lähinnä 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 käyttökelpoisuutta haittaavia vaurioita, jos liikennetärinä on huomioitu resonanssille herkkien rakenteiden suunnittelussa. Tärinä on kuitenkin yleensä selvästi havaittavaa ja häiritsee usein asumismukavuutta.
- E – alue Tärinä ei aiheuta normaalikuntoisten rakenteiden vaurioitumista, mutta voi häiritä asumismukavuutta.

Taulukko 3. Tärinäalueiden rajauksessa käytettävät värähtelyrajat (v_{max}) maaperän värähtelylle

Maalaji	Pehmeä savi, leikkauslujuus < 25 kN/m ²	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	3,0	4,2	6,0	7,2
H – alue	1,0 – 3,0	1,4 – 4,2	2,0 – 6,0	2,4 – 7,2
E – alue	alle 1,0	alle 1,4	alle 2,0	alle 2,4

2.5. Runkomelun ohjearvo

VTT:n julkaisun Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi [5] suositusten mukaisesti avoroilla käytettävän runkomelun ohjearvona asuinhuoneistoille, kirjastoille, hoito- ja sosiaalihuollon laitoksille sekä majoitus-, kokoontumis- ja opiskelutiloille käytetään arvoa 35 dB. Toimisto- ja näyttelytiloille sekä kaupoille ja museoille käytetään ohjearvoa 45 dB.

3 Maasto- ja liikenneolosuhteet

3.1. Maasto-olosuhteet

Taratest Oy on vuonna 2015 suorittanut kohteessa pohjatutkimuksia aiemmin laaditun liikennetärinäselvityksen tueksi. Pohjatutkimuksien tulokset esitetty tarkemmin alueesta aiemmin laaditussa liikennetärinäselvityksessä [10].

Tarkasteltava alue on suhteellisen tasainen ja radan itäpuolella maasto viettää loivasti itään. Alueella on pinnassa osin täytemaata 0...1,5 metrin paksuudelta. Täytemaa rajoittuu alapinnastaan tiiviiseen noin 1...4 metrin paksuiseen savikerrokseen. Savikerroksen alapuolella on tiivis moreenikerros. Tutkimusten perusteella maanäytteen luonnontilainen vesipitoisuus oli 4,3 – 44,0 % kuivapainosta lasketuna. Pohjaveden pintaa ei havaittu kairausten yhteydessä, mutta se on todennäköisesti yli 1,5 m syvyydellä vallitsevasta maanpinnan tasosta mitattuna. Maakerrokset olivat tiiviitä, kovia ja kantavia kaikissa tutkimuspisteissä.

3.2. Liikenneolosuhteet

Helsinki – Tampere -junarata tärkein osa Suomen rautateiden keskistä päärataa, joka kulkee Suomen poikki etelä-pohjoissuunnassa. Nimi päärata tulee siitä, että tämä reitti on kaikista merkittävien junaliikenteelle. Tarkasteltava pääradan osuus Helsinki–Tampere muodostaa nauhakaupungin, eli tiheästi sijaitsevia pieniä kaupunkeja ja maan tärkeimmän kasvukäytävän ja se seuraa pitkälti Valtatie 3:n linjausta.

Tarkasteltava rataosuus Hämeenlinnasta Tampereelle on valmistunut vuonna 1876, samaan aikaan Turku – Toijala rataosuuden kanssa. Rataosuuden pituus Riihimäeltä Hämeenlinnan ja Toijalan kautta Tampereelle on pituudeltaan noin 116 kilometriä ja se on kauko-ohjattua ja sähköistettyä kaksiraitaista rataa, joka on varustettu junien automaattisella kulunvalvonnalla (JKV). Rataosalla suurin sallittu nopeus on henkilöjunille 200 km/h ja tavarajunille 120 km/h.

Junaliikenne tarkasteltavan alueen läheisyydessä on hyvin vilkasta. Päivittäin tutkittavan kohteen ohittaa noin 110 – 130 junaa päivästä riippuen. Tärinämittausten aikaan (22. – 31.7.2020) Lempäälän junaseaman ohittaneiden junien määrät esitetty oheisessa taulukossa (Taulukko 4). Pääradalla käytetyt junaliikennemäärät perustuvat Väylän toimittamaan aineistoon sekä Traffic Management Finlandin julkaisemaan avoimeen dataan [12].

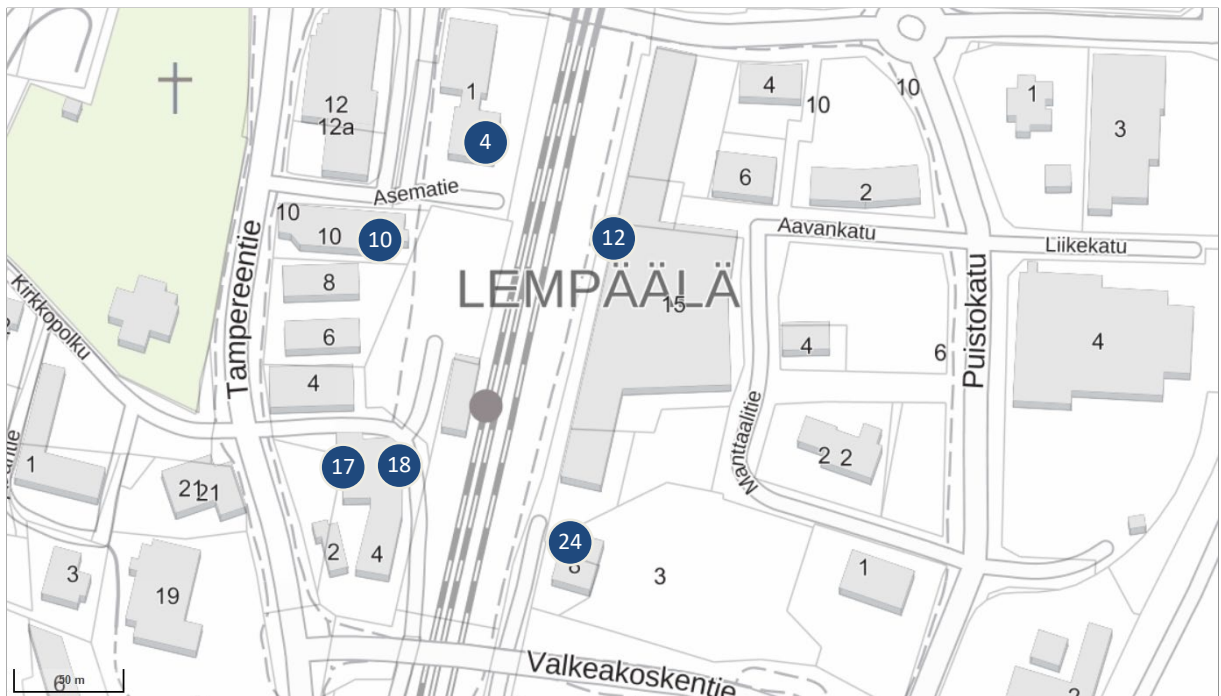
Taulukko 4. Tärinämittausten aikaan tarkasteltavan kohteen ohittaneiden junien keskimääräiset määrät.

Junatyyppi	Nopeus [km/h]	Paino [tn]	Junaliikennemäärät	
			7 – 22 [kpl]	22 – 7 [kpl]
InterCity, Sr2 / Sr3	170	240...900	49	7
Pendolino, Sm3	170	330	14	5
Lähijuna, Sm2 / Sm4	140	80...240	22	6
Pikajuna, Sr1	140	820	1	4
Tavarajuna	70	1300...5000	19	22

4 Liikennetärinämittaukset

Junaliikenteen aiheuttamaa tärinätasoa seurattiin 10 vuorokauden mittaisen ajanjakson ajan, 22. – 31.7.2020 välisenä aikana, yhteensä kuudesta (6) mittauspisteestä. Laitteistona käytettiin Sigicom AB:n valmistamia Infra C22 –merkkisiä kolmikomponenttimittareita. Mittarit tallensivat heilahdusnopeuden Wave -datan 10 sekunnin jaksoin näytteenottotaajuudella 4096/s asennetun heilahdusnopeuden kynnyksarvon ylityksen jälkeen. Mittaus kattoi häiritsevyytarkastelussa taajuusalueen 2 – 150 Hz ja runkomelutarkastelussa taajuusalueen 5 – 300 Hz.

Tärinämittauspisteiden sijainti esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 2). Mittauspisteiden numerointi mukaillee aiemmin laaditun liikennetärinäselvityksen [10] mittauspisteitä tulosten vertailun helpottamiseksi.



Kuva 2. Liikennetärinämittauspisteiden sijainti esitettynä kartalla.

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

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

Tämän jälkeen suoritetaan häiriötarkastelu värähtelyn taajuuspainotetuista arvoista sekä runkomelutarkastelu.

4.1. Mittaustulosten tarkastelu

Alla olevassa taulukossa (Taulukko 5) on esitetty suurin mitattu heilahdusnopeuden arvo, vallitseva taajuus, mittauspisteiden määritetyt tunnusluvut x-, y- ja z suunnissa sekä runkomelun perusarvo.

Taulukko 5. Mitatut tai arvioidut tunnusluvut sekä runkomelun perusarvo.

Mittaus- piste	Etäisyys [m]	V_{\max} [mm/s]	Taajuus [Hz]	Rakenteen arvioitu tunnusluku $V_{w,95}$			$V_{w,95}$	L_{VAS}
				x	y	z		
MP 4	26	0,32	97,5	0,05	0,01	0,02	0,05	36
MP 10	60	0,12	79,0	0,03	0,02	0,01	0,03	28
MP 12	18	< 0,10	-	-	-	-	< 0,05	-
MP 17	57	< 0,10	-	-	-	-	< 0,05	-
MP 18	33	0,15	19,0	0,04	0,04	0,05	0,05	26
MP 24	45	0,45	36,0	0,09	0,11	0,10	0,11	28

x = poikittaissuuntainen rataa nähden

y = radan suuntainen

z = pystysuuntainen

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

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

V_{w1} = Tasaiseen voimistumiseen perustuva arvio rakennuksen värähtelystä

V_{w2} = lattian resonanssi, kaikki suunnat (kerroin 6)

V_{w3} = rungon resonanssi, kaikki suunnat (kerroin 4)

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

4.2. Rakenteiden vaurioitumisen arviointi

Rakenteiden vaurioitumisriskiä arvioidaan mittaustulosten perusteella heilahdusnopeuden ohjearvon mukaan, jota pienemmän värähtelyn ei katsota aiheuttavan vahinkoa. Tärinämittaustulosten perusteella mittaustulosten aikana suurin mitattu heilahdusnopeuden arvo V_{\max} oli 0,45 mm/s (MP 24) taajuuden ollessa 36,0 Hz. Kohdan 2.2 mukaisesti värähtelyn sallittu arvo V_{sall} on mittaustuloksen hallitsevan taajuuden mukaan 10 mm/s.

Mittaustulosten tärinämittaustulosten perusteella junatärinän aiheuttama, hallitseva taajuus oli 19,0 – 97,5 Hz. Tällöin värähtelyn sallittu arvo V_{sall} olisi kaikissa tarkastelupisteissä noin 10 ... 12 mm/s. Tämän perusteella voidaan todeta, että mitatut heilahdusnopeuden arvot V_{\max} alittavat 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 $\leq 0,30$ mm/s (värähtelyluokitus C) ja toimistorakennuksille $\leq 0,60$ mm/s (värähtelyluokitus D). Liikennetärinämittaustulosten perusteella suurin mitattu värähtely

Mittaustulosten sekä laskennan pohjalta määriteltyjen arvojen perusteella suurin värähtelyn tunnusluku $V_{w,95}$ oli 0,11 mm/s (MP 24). Mittaustulosten perusteella tarkasteltavalla alueella vallitseva värähtelyluokitus on enimmillään luokkaa B, eli tärinä ei pääsääntöisesti ole häiritsevää, eikä värähtely ylitä tunnusluvun tavoitearvoja.

Tämän selvityksen liitteenä olevassa kartassa (liite 1) on esitetty aluerajaukset tunnusluvun $> 0,3$ mm/s kynnysarvot asuinrakennuksille ja myös mahdolliset resonanssitapaukset. Aluerajauksen määrittämisessä on käytetty nyt suoritettujen liikennetärinämittausten lisäksi vuonna 2015 suoritettujen tärinämittausten tuloksia [10]. Mikäli asuinrakennukset sijoitetaan yli 32 metrin etäisyydelle junaradasta, tärinällä ei katsota olevan vaikutusta asuinrakentamiseen.

Liitteenä olevassa kartassa (liite 2) on esitetty aluerajaukset tunnusluvun $> 0,6$ mm/s kynnysarvot toimistorakennuksille ja myös mahdolliset resonanssitapaukset. Aluerajauksen määrittämisessä on käytetty nyt suoritettujen liikennetärinämittausten lisäksi vuonna 2015 suoritettujen tärinämittausten tuloksia [10].

4.4. Tärinän vaikutukset kaavoitukseen

Tärinän ympäristövaikutusten kartoitusta käytetään, kun tehdään päätöksiä uusien väylien tai alueiden suunnittelun yhteydessä, tai kun arvioidaan väylien perusrakennukseen liittyvien muutosten vaikutusta.

Mittaustulosten mukaan selvityskohteessa hallitseva taajuus oli 19,0 – 97,5 Hz ja maaperä tutkimusten mukaan tiivistä savea ja moreenia. Tällöin kohdan 2.4 mukaisesti V – alueelle käytettävä värähtelyn raja-arvo on 6 mm/s, H – alueelle 2 – 6 mm/s ja E – alueelle alle 2 mm/s.

Tämän selvityksen liitteenä olevassa kartassa (liite 3) on esitetty mittaustulosten perusteella laaditut aluerajaukset. Aluerajauksessa käytettiin apuna mittauksin varmennettua laskentamallia.

4.5. Runkomelun arviointi

Runkomelun suuruus arvioidaan laskennallisesti hyödyntäen suoritettujen liikennetärinämittausten tuloksia. 10 vuorokauden ajanjaksolta suoritetuista mittauksista on tarkasteltu suurimpien tärinäarvojen taajuusalue 19,0 – 97,5 Hz. Kohdan 2.5 mukaisesti runkomelun ohjearvona asuinhuoneistoille, kirjastoille, hoito- ja sosiaalihuollon laitoksille sekä majoitus-, kokoontumis- ja opiskelutiloille käytetään arvoa 35 dB. Toimisto- ja näyttelytiloille sekä kauppoille ja museoille käytetään ohjearvoa 45 dB.

Mittaustulosten perusteella määritelty runkomelun arvo alittuu tarkastelupisteissä MP 10, MP 12, MP 17, MP 18 sekä MP 24. Tulosten perusteella runkomelu voi ylittää asuinrakennuksille sallitun arvon L_{vASmax} 35 dB tarkastelupisteessä MP 4. Runkomelun laskennallinen maksimi-arvo ei ylittänyt toimistorakennuksille määriteltyä 45 dB:n raja-arvoa, joten selvitysalueen toimistorakennuksia ei ole tarvetta tärinäeristää runkomelun vuoksi.

Tämän selvityksen liitteenä olevassa kartassa (liite 4) on esitetty mittaustulosten perusteella laaditut kohteen runkomelualueet. Asuinrakennukset on tärinäeristettävä karttaliitteen 4 rajan 35 dB sisäpuolella.

Mittaustulosten perusteella kohteen länsipuolella runkomelu voi ylittää asuinrakennusten vaatimustason noin 25 metrin etäisyydellä radasta. Kohteen itäpuolella runkomelu voi ylittää asuinrakennusten vaatimustason noin 33 metrin etäisyydellä raiteesta 2.

5 Tulevan lisäraiteen sekä ennustetilanteen vaikutukset värähtelyyn

Raideosuuksilla missä on tavaraliikennettä, ei henkilöjunien määrän lisääntymisellä ole merkitsevää vaikutusta värähtelyn tasoon. Raideliikenteen ennustetilanteen liikennemäärän arvioinnissa on käytetty Liikenneviraston 2018 laatimaa selvitystä valtakunnallisista liikenne-ennusteista [11], jonka mukaan henkilöliikenteen keskimääräinen arkivuorokauden junamäärän kasvu kyseisellä rataosuudella on noin 50 % ja tavara- ja transitioliikenteen kasvu on noin 15 %. Värähtelyrajojen lisääntyminen on korkeintaan 0,5 metriä, millä ei ole käytännössä merkitystä.

Merkittävin muutos aiheutuu mahdollisen lisäraiteen rakentamisesta radan itäpuolelle, mikäli uuden lisäraiteen alle ei asenneta tärinävaimennusta. Lisäraiteen sijainti tulee olemaan noin 14 metriä lähempänä mitä nykyinen tärinän aiheuttava raide. Tulevaisuudessa uudet rakennukset tulevat sijaitsemaan noin 22 metrin etäisyydellä lähimmästä ohiajoraiteesta radan itäpuolella. Sijainnin vuoksi lisäraiteella ei ole merkittävää vaikutusta radan länsipuolen värähtelytasoon.

Junaliikenteen aiheuttaman tärinän hallitseva taajuus on niin korkea, että sen vaimentaminen lisäraiteen rakentamisen yhteydessä on kohtuullisen vaivatonta. Oletettavasti suoraan kiskoja alle asennettava eristys on riittävä. Kiskoja alle asennettava eristys on yleensä edullisin toteuttaa ja se vaimentaa melko hyvin yli 50 Hz värähtelyä. Värähtelyn ja runkomelun raja-arvojen vyöhykkeet siirtyvät radan itäpuolella noin 19,5 metriä kauemmas nykytilanteesta, mikä on värähtelyn vaikutusalueiden teoreettinen kasvaminen tapauksessa, mikäli lisäraidetta ei rakentamisen yhteydessä tärinäeristetä. Selvityksen liitteinä olevissa kartoissa (liitteet 1 – 2 sekä 4) on esitetty rajavyöhykkeet myös ennustetilanteessa.

Mikäli radan itäpuolelle rakennetaan tärinäeristystä vaativia rakennuksia 25 metrin etäisyydelle lisäraiteesta, suositellaan lisäraiteille asennettavan asianmukainen tärinäeristys suunnitteluohjeiden mukaisesti.

6 Johtopäätökset ja suositukset

Taratest Oy on laatinut Lempäälän kunnan toimeksiannosta liikennetärinäselvityksen Lempäälän keskusta-alueelle. Selvityksessä on tarkasteltu suunnitelluille asemakaava-alueelle kohdistuvia, Helsinki – Tampere -pääradan raideliikenteestä aiheutuvia tärinätasoja. Tarkasteltava kaava-alue sijaitsee Lempäälän ydinkeskustassa Helsinki – Tampere pääradan molemmin puolin.

Selvitykseen kuului junaliikenteen aiheuttaman tärinän mittaaminen, joka suoritettiin 10 vuorokauden mittaisen ajanjakson ajan 22. – 31.7.2020 välisenä aikana, yhteensä kuudesta (6) mittauspisteestä. Tärinämittausten tarkoituksena oli määrittää vireillä olevalle asemakaava-alueelle tärinäalueiden rajausta sekä suorittaa liikennetärinän häiritsevyydeltä tarkastelu määrittämällä värähtelyluokitusalueet taajuuspainotetuista tärinäarvoista sekä runkomeluselvitys ja vauriotarkastelu taajuuspainottomista tärinäarvoista. Työn tarkoituksena oli selvittää tärinän voimakkuus alueella rakennusten vaurioitumisriskin sekä viihtyvyyden kannalta.

Liikennetärinämittausten perusteella junaradan aiheuttama tärinä ei aiheuta rakennuksille vaurioita yli 6 metrin etäisyydellä radasta.

Asuinrakennuksille tulisi asentaa tärinäeristys, mikäli niitä sijoitetaan karttaliitteessä 1 esitetyn $V_{w1} < 0,3$ vyöhykkeen sisäpuolelle. Tämä ulottuu enintään 32 metrin etäisyydelle radan länsipuolella ja 32 metrin etäisyydellä nykyisestä raiteesta 2 radan itäpuolella. Asuinrakennuksia ei ole sijoitettu kaava-luonnoksissa tälle alueelle. Värähtelyllä ei ole merkitystä asuinrakentamiselle yli 32 metrin etäisyydellä radasta.

Toimistorakennuksille tulisi asentaa tärinäeristys, mikäli niitä sijoitetaan karttaliitteessä 2 esitetyn $V_{w1} < 0,6$ vyöhykkeen sisäpuolelle. Tämä vyöhyke ulottuu enimmillään noin 23 metrin etäisyydelle radan länsipuolella ja 24 metrin etäisyydellä nykyisestä raiteesta 2 radan itäpuolella. Värähtelyllä ei ole merkitystä toimistorakentamiselle yli 24 metrin etäisyydellä radan länsipuolella ja yli 23 metrin etäisyydellä radan itäpuolella. Radan itäpuolella uudet rakennusmassat sijaitsevat turvallisella etäisyydellä, lähimmillään noin 50 metrin etäisyydellä nykyisestä ohiajoraiteesta.

Mahdollisesta runkomelusta johtuen asuinrakennuksille on asennettava tärinäeristys, mikäli niitä sijoitetaan karttaliitteessä 4 esitetyn $L_{vASmax} > 35$ dB vyöhykkeen sisäpuolelle. Tämä ulottuu maksimissaan 25 metrin etäisyydelle radan länsipuolella ja 33 metrin etäisyydellä nykyisestä raiteesta 2 radan itäpuolella. Runkomelu ei aiheuta rajoituksia toimistorakentamiselle.

Henkilöjunien määrän lisääntymisellä tai nopeuksien kasvattamisella ei ole suurta merkitystä ennustetilanteen tärinätasoon, koska tavaraliikenteen vaikutus vallitsevaan värähtelytasoon on mitoittava. Kuitenkin tavarajunien määrän vähäisellä, noin 15 % kasvulla on vain marginaalinen vaikutus värähtelytasoon.

Sijainnin vuoksi rakennettavalla lisäraiteella ei ole merkittävää vaikutusta radan länsipuoleiseen rakentamiseen. Lisäraiteen vaikutuksesta värähtelyn ja runkomelun raja-arvojen teoreettiset vyöhykkeet siirtyvät radan itäpuolelle noin 19,5 metrin etäisyydelle nykytilanteesta, mikäli lisäraidetta ei rakentamisen yhteydessä tärinäeristetä. Asemakaavasuunnitelmien mukaan asuinrakennuksia ei ole tulossa mahdollisten lisäraiteiden raideliikenteen runkomelun tai tärinän vaara-alueelle.

Pirkkalassa 8.10.2020

TARATEST OY

Laatinut



Mira Alakoski, RI
AA-luokan tärinäasiantuntija (FISE)

Hyväksynyt



Erkki Huotari RI
AA-luokan tärinäasiantuntija (FISE)

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] Liikennetärinäselvitys, Lempäälän keskustan asemakaava, Taratest Oy, 2.11.2015
- [11] Liikennevirasto, Valtakunnalliset liikenne-ennusteet 2018 (57/20187)
- [12] Traffic Management Finland, avoin data junaliikenteen aikatauluista, <https://juliadata.fi/>
- [13] 4042 Lempoisten asemakaavan muutos, asemakortteli
- [14] 5022/4041 Ryynikän ja Lempoisten asemakaavamuutos, ydinkeskusta korttelit (17.8.2016)
- [15] 4043/5024/6014 Ryynikän asemakaavamuutos, ratavarren strategiset korttelit

Liitteet

- Liite 1: Värähtelyalueet asuinrakennuksille
- Liite 2: Värähtelyalueet toimistorakennuksille
- Liite 3: Tärinän ympäristövaikutusten kartoitus, tärinäalueet
- Liite 4: Runkomelualueet

VÄRÄHTELYMALLINNOS ASUINRAKENNUKSILLE

- $V_{w1} = 0,3$ -rajat
- $V_{w2} = 0,3$ -rajat (resonanssitilanne)
- $V_{w1} = 0,3$ -rajat - ennustetilanne
- $V_{w2} = 0,3$ -rajat (resonanssitilanne) - ennustetilanne

$V_{w1} > 0,3$ (tällä alueella asuinrakennukset tärinäeristettävä)

$V_{w2} < 0,3$ -alue (tällä alueelle ei rajoituksia tärinästä asuinrakennuksille)

$V_{w1} < 0,3$ ja $V_{w2} > 0,3$ (tällä alueella värähtely huomioidaan asuinrakennuksien rakennesuunnittelussa)

Huom: Ennustetilanne vain jos lisäraiteessa ei ole tärinävoimennusta.

0 50m 100m

VÄRÄHTELYMALLINNOS TOIMISTORAKENNUKSILLE

- $V_{w1} = 0,6$ -rajat
- $V_{w2} = 0,6$ -rajat (resonanssitilanne)
- $V_{w1} = 0,6$ -rajat - ennustetilanne
- $V_{w2} = 0,6$ -rajat (resonanssitilanne) - ennustetilanne

$V_{w1} > 0,6$ (tällä alueella toimistorakennukset tärinäeristettävä)




$V_{w2} < 0,6$ -alue (tällä alueelle ei rajoituksia tärinästä toimistorakennuksille)

$V_{w1} < 0,6$ ja $V_{w2} > 0,6$ (tällä alueella värähtely huomioidaan toimistorakennuksien rakennesuunnittelussa)

Huom: Ennustetilanne vain jos lisäraiteessa ei ole tärinävoimennusta.

0 50m 100m

VÄRÄHTELYMALLINNOS ASUINRAKENNUKSILLE

-  Mittauksiin ja maaperän vaihteluun perustuva tulkittu V-alue
-  Mittauksiin ja maaperän vaihteluun perustuva tulkittu H-alue
-  Mittauksiin ja maaperän vaihteluun perustuva tulkittu E-alue

0 50m 100m

VÄRÄHTELYN AIHEUTTAMAN RUNKOMELUN MALLINNOS

- Runkomelun $L_{vASmax} = 35$ dB -raja
- Runkomelun $L_{vASmax} = 35$ dB -raja, ennustetilanne
- Alue $L_{vAmax} > 35$ dB, jolla asuinrakennuksen on tärinävaimennettava runkomelun vuoksi
- Alue, jolla runkomelu ei voi ylittää asuinrakennusten raja-arvoa

0 50m 100m