

Vastaanottaja
Limingan kunta

Päivämäärä
15.11.2022

ASEMANSEUTU, LIMINKA

SELVITYS

RAUTATIELIIKENTEEN

AIHEUTTAMISTA TÄRINÄ- JA

RUNKOMELUVAIKUTUKSISTA

ASEMANSEUTU, LIMINKA

SELVITYS RAUTATIELIIKENTEEN AIHEUTTAMISTA TÄRINÄ- JA RUNKOMELUVAIKUTUKSISTA

Päivämäärä **15/11/2022**
Laatija **Kirsi Koivisto**
Kuvaus **Tärinä- ja runkomeluserivitys**

SISÄLTÖ

1. TEHTÄVÄ	1
2. TUTKIMUSKOHDE	1
2.1 TUTKIMUSKOHTEEN SIJAINTI	1
2.2 POHJASUHTEET	2
2.3 LIIKENNE TARKASTELUKOHDALLA	2
3. TÄRINÄN JA RUNKOMELUN SUOSITUSARVOT	3
3.1 TÄRINÄN JA RUNKOMELUN SYNTYMINEN	3
3.2 TÄRINÄN SUOSITUSARVOT	3
3.2.1 <i>Ihmistä häiritsevä tärinä</i>	3
3.2.2 <i>Tärinän kartoitus rakennusten vaurioriskin kannalta</i>	4
3.2.3 <i>Rakennuksen herkkyys tärinälle</i>	4
3.3 RUNKOMELUN ARVIOINTIIN LIITTYVÄ OHJEISTUS JA MENETTELYTAVAT	5
4. TÄRINÄN ARVIOINTI	6
5. RUNKOMELUN ARVIOINTI	8
6. JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET JATKOTOIMENPITEIKSI	9
LÄHDEVIITTEET	10

1. TEHTÄVÄ

Ramboll Finland Oy on tehnyt selvityksen rautatieliikenteen aiheuttamista tärinähaitoista ja arvioinut mahdollisesti tarvittavia suojaustoimenpiteitä kohteessa Limingan asemanseutu.

Selvitys on toteutettu noudattaen VTT:n julkaisuja *"Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa"*, *"Ohjeita liikennetärinän arviointiin"*, *"Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius"* ja *"Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi"*.

2. TUTKIMUSKOHDE

2.1 Tutkimuskohteen sijainti

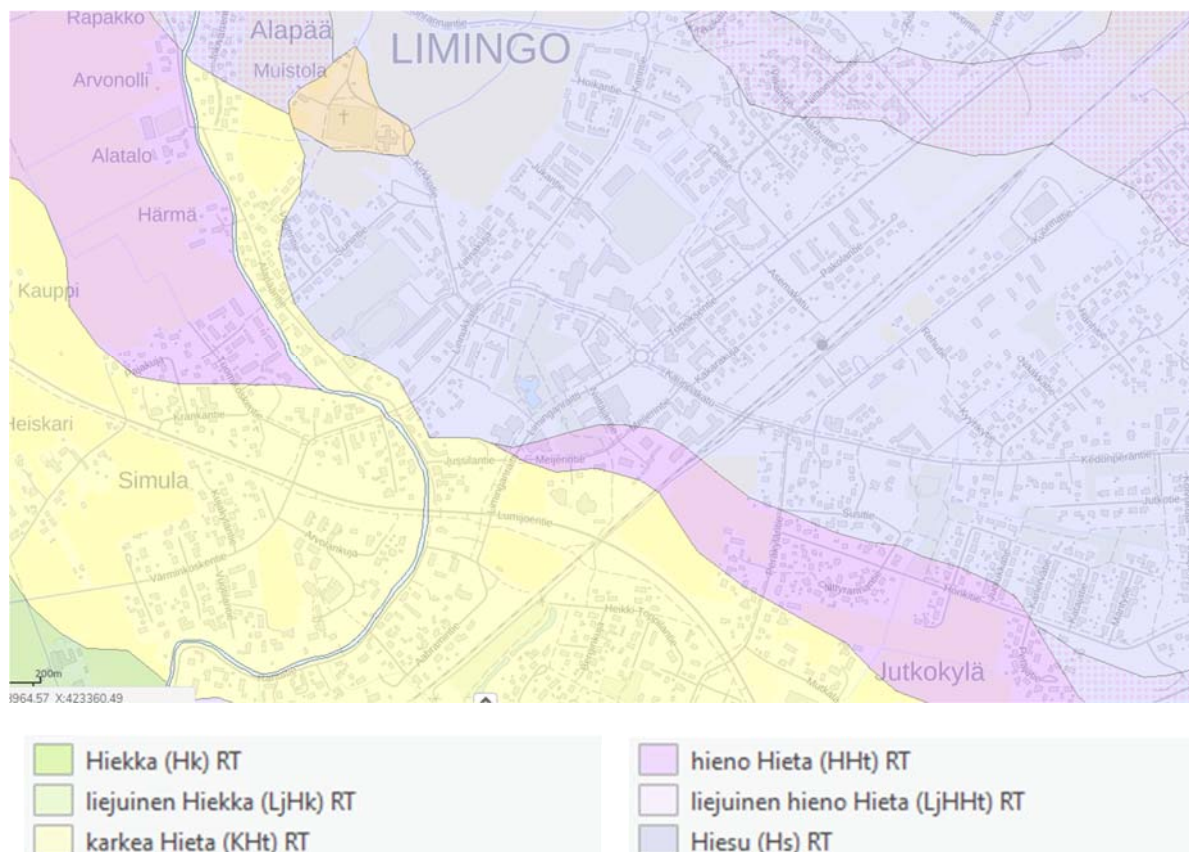
Tarkasteltava alue sijaitsee Limingan keskustassa. Alue sijoittuu Seinäjoki-Oulu -radan molemmille puolille. Asemakaava-alueen sijainti on esitetty kuvassa 1. Tutkimusalueelle on suunniteltu kaavoitettavaksi sekä asuinkehostaloja että asuinpienaloja.



Kuva 1. Asemanseutu, Liminka. Tärinäselvityksen tarkastelualue.

2.2 Pohjasuhteet

Maaperä suunnittelualueella on GTK:n maaperäkartan perusteella käytännössä kokonaan hietaa tai hiesua (karkeaa-hienoa silttiä). Alueen maaperäkartta on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Asemanseutu, Liminka. Maaperäkartta tarkastelukohteesta. Lähde: GTK.

2.3 Liikenne tarkastelukohdalla

Rataosuus Seinäjoki-Oulu on melko tiheästi liikennöityä. Liikenne koostuu sekä henkilöettä tavaraliikenteestä. Tarkastelukohdan ohi liikennöivien junien kokonaismäärä on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Asemanseutu, Liminka. Tarkastelukohdan ohi liikennöivät junat vuoden 2025 ennustetilanteessa.

Selitys	Nykytilanne	Ennustetilanne v. 2025
	[kpl]	[kpl]
Henkilöjunat	26	27
Tavarajunat	18	19
Yhteensä	44	46

3. TÄRINÄN JA RUNKOMELUN SUOSITUSARVOT

3.1 Tärinän ja runkomelun syntyminen

Liikenne tuottaa ympäristöönsä värähtelyä, joka aiheutuu pyörien ja päällysrakenteen/kiskojen epätasaisuuksista. Värähtely etenee väylän rakennekerrosten kautta maaja kallioperään, josta se johtuu edelleen maaperän ja perustusten kautta rakennuksiin ja rakenteisiin. Värähtelyjen eteneminen ja johtuminen riippuu monesta osatekijästä ja on paikkariippuvaista. Eri osatekijät vaikuttavat sekä värähtelyn suuruuteen että taajuussältöön. Värähtely voidaan havaita rakennuksissa runkomeluna tai tärinä.

Runkomelu on kuuloaistilla havaittavaa pientaajuista melua, joka syntyy rakennusrunkoon johtuneesta korkeataajuisesta värähtelystä. Huonetilojen rajapinnoissa esiintyvä värähtely on niin pientä, ettei sitä aistita tuntoaistin välityksellä tärinä. Värähtelevät pintarakenteet säteilevät kuitenkin ääntä suurten kaiutinkalvojen tavoin, ja aiheuttavat tilaan korvin kuultavaa melua. Runkomelu etenee tehokkaasti kallioperässä ja vaimenee pehmeissä maakerroksissa.

Tärinä on tuntoaistilla havaittavaa matalataajuisista värähtelyä. Tärinähaittoja esiintyy tyypillisesti pehmeikköalueilla liikenneväylien ympäristössä. Kallio- ja moreeniassa tärinä vaimenee nopeasti eikä yleensä aiheuta haittoja.

3.2 Tärinän suositusarvot

3.2.1 Ihmistä häiritsevä tärinä

Tärinän arvioinnissa on käytetty VTT:n (Talja 2005) tärinäsuositusta. Suositusarvo esitetään värähtelyn tunnuslukuna, joka perustuu 95 % tilastollisella todennäköisyydellä toteutuvaan, ihmisen kokemuksen mukaan taajuuspainotettuun tehollisarvoon (taulukko 2).

Taulukon 2 luokitus perustuu ihmisen kokeman tärinän häiritsevyyteen. Luokitusta ei sovelleta rakennuksille, joissa ihmiset ovat pääasiassa liikkeessä tai muut kuin liikenteestä aiheutuvat häiriöt voivat olla merkittävämpiä (esim. toimistot, kaupat, kahvilat, ostoskeskukset, tavaratalot, liikuntatilat).

Tehollisarvo, jossa yksittäiset huippuarvot tasoittuvat, kuvaa paremmin tärinän aiheuttamaa haittaa ihmisen häiriintymiselle kuin huippuarvo, joka soveltuu paremmin rakenteiden vaurioitumistarkasteluihin. Yleensä liikennetärinän taajuuspainotettu heilahdusnopeuden tehollisarvo on noin 50 % tärinän huippuarvosta.

Taulukko 2. Suositus rakennusten värähtelyluokituksesta (Talja 2005).

Värähtelyluokka	Kuvaus värähtelyolosuhteista	Värähtelyn tunnusluku $v_{w,95}$ (mm/s)
A	Hyvät asuinolosuhteet	$\leq 0,10$
B	Suhteellisen hyvät olosuhteet	$\leq 0,15$
C	Suositus uusien rakennusten ja väylien suunnittelussa	$\leq 0,30$
D	Olosuhteet, joihin pyritään vanhoilla asuinalueilla	$\leq 0,60$

Suosittelava tavoiteraja värähtelyn enimmäisarvolle rakennuksen sisätiloissa on uusilla asuinalueilla 0,3 mm/s ja vanhoilla asuinalueilla 0,6 mm/s. Tämä VTT:n esittämä suositus enimmäisarvoksi (Törnqvist & Talja 2006) on otettu käyttöön myös Liikenneviraston

ohjeistuksessa (Liikennevirasto 2016). Tavoitteen tulee toteutua pystyvärähtelyn osalta rakennuksen kaikissa lattioissa ja vaakavärähtelyn osalta rakennuksen jokaisessa kerroksessa. Mikäli kyse ei ole asuinrakennuksesta ja tilojen käyttötarkoitus on sellainen, että liikenteen ei katsota aiheuttavan lepoa, **tavoiteraja voi olla kaksinkertainen** esitettyihin arvoihin nähden.

3.2.2 Tärinän kartoitus rakennusten vaurioriskin kannalta

Suomessa rakennusten rakenteiden vaurioriskille ei ole toistaiseksi annettu virallisia raja-arvoja. Ihmisten häiriintymiskynnys kuitenkin yleensä ylittyy merkittävästi pienemmillä värähtelyn arvoilla kuin ne joilla rakenteiden vaurioriski alkaa kasvamaan. Näin ollen pysyttäessä asuinviihtyvyyden kannalta sallituissa värähtelyrajoissa, ei rakennusten vaurioitumisriski ole yleensä merkitsevänä tekijänä tarkasteluissa.

Tarkastelussa oleva alue voidaan rajata ja luokitella normaalikuntoisten rakennusten tärinänsiedon perusteella kolmeen vyöhykkeeseen (Talja & Törnqvist 2014):

- 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.

Eri alueiden raja-alue tärinävyöhykkeisiin perustuu maaperän värähtelyn huippuarvoon v_{max} . Eri alueiden värähtelyrajat on esitetty taulukossa 3. Maanpinnan värähtely ei saa pystysuunnassa eikä kummassakaan vaakasuunnassa ylittää taulukossa esitettyjä arvoja.

Taulukko 3. Tärinäalueiden (V, H ja E) rajauksessa käytettävät maaperän värähtelyrajat värähtelyn huippuarvoina (v_{max} , mm/s) (Talja & Törnqvist 2014).

Maalaji	Maalajin värähtelyn hallitseva taajuus	Tärinäalueiden värähtelyrajat v_{max} (mm/s)		
		V-alue	H-alue	E-alue
Pehmeä savi, $s_u < 25 \text{ kN/m}^2$	alle 10 Hz	> 3	1...3	< 1
Sitkeä savi, siltti, löyhä hiekka	10...20 Hz	> 4,2	1,4...4,2	< 1,4
Tiivis hiekka, sora, moreeni, rikkonainen tai löyhä kallio	20...50 Hz	> 6	2...6	< 2
Kiinteä kallio	yli 50 Hz	> 7,2	2,4...7,2	< 2,4

3.2.3 Rakennuksen herkkyys tärinälle

Rakennuksen tärinäherkkyys riippuu merkittävästi sen rakenteista ja mittasuhteista. Tavallisesti mitä jäykempi rakenne, sitä vähemmän rakennus reagoi tärinään. Yksikerroksisessa rakennuksessa resonanssi aiheuttaa ongelmia harvemmin kuin monikerroksisissa. Erityisen herkkiä resonanssille ovat 1,5- ja 2-kerroksiset rakennukset.

Rakennuksen perustaminen paaluille tavallisesti lisää rakenteen jäykkyyttä ja vähentää tärinäherkkyyttä. On kuitenkin huomattavaa, että tilanteissa joissa maaperän vaakasuuntainen tärinä on merkittävää, saattaa paalutus lisätä tärinää paalujen ottaessa vaakätärinän vastaan maaperässä ja siirtäessä sitä rakennuksen runkoon.

Puurakenteinen 1,5- tai 2-kerroksinen pientalo on tyypillisesti erittäin tärinäherkkä. Betonirakenteista yli 2-kerroksista kerrostaloa voidaan taas pitää ei-tärinäherkkänä, kunhan vältetään rungon ja lattian resonanssitaajuuksia, eikä rakennuksen ominaistaajuus osu maaperän kanssa samalle ominaistaajuudelle.

3.3 Runkomelun arviointiin liittyvä ohjeistus ja menettelytavat

Suomessa ei toistaiseksi ole olemassa virallisia raja- tai ohjearvoja liikenteen aiheuttamalle runkomelulle. VTT:n julkaisua "*Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi, VTT Tiedotteita 2468, Espoo 2009*" käytetään Suomessa yleisesti liikenteestä aiheutuvan runkomelun arvioinnissa. Julkaisussa esitetään runkomelun 3-tasoinen arviointimenetely, joista tarkin taso perustuu tunnuslukuun, joka määräytyy mittaustuloksen perusteella.

Yleisimmin runkomelua esiintyy taajuusalueella 16...250 Hz. Runkomelu on laskennallisesti ja mittausteknisesti erittäin haastava arvioitava. Kaikkien melun syntymiseen vaikuttavien tekijöiden, syntymekanismista siirtotien kautta melua säteileviin rakenteisiin, on erittäin työlästä arvioida tarkoin laskelmin. Mittaamalla äänitasoja ei mitattavasta tasosta pystytä erottamaan selkeästi runkomelusta aiheutuvaa osuutta, vaan mitattu äänitaso koostuu sekä ilmaäänestä että runkoäänestä.

Kalliovarainen tai ohuen murskekerroksen varaan tehty perustus johtaa runkomelua hyvin. Kallion ja perustuksen välinen paksumpi maakerros vaimentaa tehokkaasti runkomelua, joskin perustuksista kallioon asti ulottuvat paalut voivat jälleen edistää runkomelun johtumista.

Taulukossa 4 on esitetty suositus Suomessa käytettävistä runkomelutasojen raja-arvoista. Suosituksen raja-arvoja asetettaessa tavoitteena on ollut häiriövaikutuksen rajoittaminen minimiin. Koska häiriövaikutusten on havaittu syntyvän, kun $L_{pASmax} \geq 35$ dB, raja-arvot ovat asunnoissa tätä tasoa pienemmät. Raja-arvot täyttävät valtioneuvoston, sosiaali- ja terveysministeriön ja Suomen rakennusmääräyskokoelmassa annetut suurimmat sallitut äänitasot asunnossa.

Taulukko 4. VTT:n suosittelemat runkomelun ohjearvot

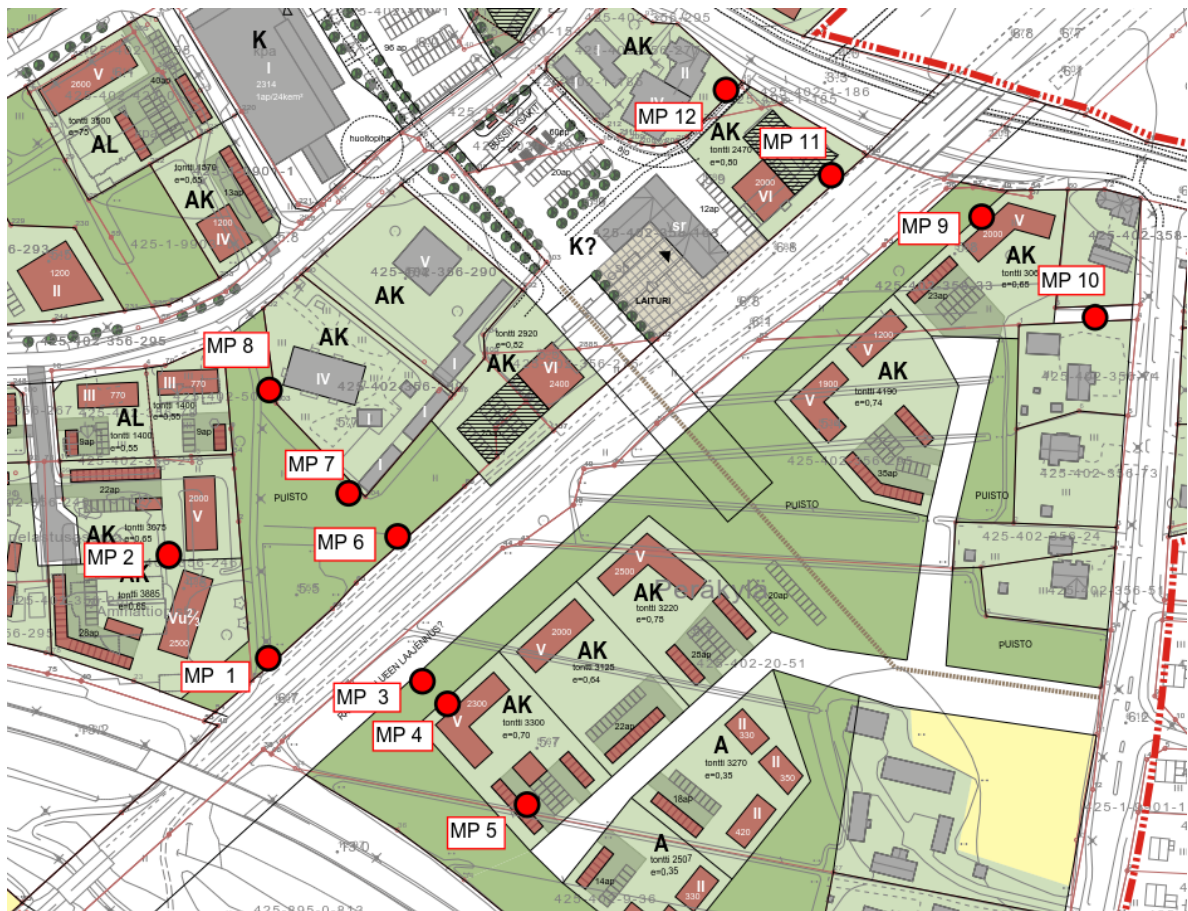
Rakennustyyppi	Runkomelutaso L_{prm} [dB]
Radio-, tv- ja äänitysstudiot, konserttisalit	25-30
Asuinhuoneistot	30/35*
Hoito- ja sosiaalihuollon laitokset, majoitustilat	30/35*
<ul style="list-style-type: none"> potilashuoneet, majoitustilat päiväkodit, lasten ja henkilökunnan oleskeluun tarkoitettut huoneet 	
Kokoontumis- ja opetustilat	35
<ul style="list-style-type: none"> luokkahuoneet, luentosalit, kirkot ja muut huonetilat, joissa edellytetään yleisön saavan hyvin puheesta selvän ilman äänentoistolaitteiden käyttöä muut kokoontumistilat kuten teatterit ja kirjastot 	
Toimistot, kaupat, näyttelytilat, museot	40/45*

*) Avoradat. Mikäli kaavamääräyksellä on annettu ohje julkisivun ilmaääneneristävyydestä, on suositeltavaa käyttää runkomelutason tiukempaa raja-arvoa.

4. TÄRINÄN ARVIOINTI

Tärinän leviämistä ympäristöön pystytään arvioimaan värähtelyn pystysuuntaisen komponentin avulla, johon myös tärinäluokkien ohjearvoalueiden määrittely perustuu. Radalta nykytilanteessa arvioitu tärinän leviäminen sekä maasta mitatut heilahdusnopeuden arvot esitetään värähtelyn tunnuslukuna $V_{w,95}$.

Tärinän leviämisen arviointi nykytilanteessa on tehty perustuen radan molemmin puolin tehtyihin mittauksiin. Mittaukset on esitetty taajuuspainotettuina tehollisarvoina (v_w) tehtynä luonnontilaisen maan pintakerroksesta kolmessa suunnassa: V - pystysuuntainen heilahdusnopeus, L - radan suuntainen heilahdusnopeus ja T - rataa vastaan kohtisuora heilahdusnopeus. Mittauspisteiden sijainnit on esitetty kuvassa 3. Mittauspisteissä mitatut värähtelyt on esitetty liitteessä 1 ja niiden perusteella määritetyt värähtelyn tunnusluvut taulukossa 5.



Kuva 3. Asemanseutu, Liminka. Mittauspisteiden sijainnit.

Taulukko 5. Asemanseutu, Liminka. Värähtelyn tunnusluvut maasta mitattuna.

Mittauspiste	Pienin etäisyys radasta (m)	Maaperän värähtelyn tunnusluku $v_{w,95}^{maa}$ (mm/s)			Rakennuksen värähtelyn tunnusluku $v_{w,95}^{rak}$ (mm/s)
		Pysty	Vaaka	Pituus	Pysty
MP 1	10	4,174	2,570	2,804	5,426
MP 2	80	0,515	0,321	0,226	0,669
MP 3	30	1,183	0,500	0,597	1,583
MP 4	50	0,660	0,216	0,152	0,856
MP 5	100	0,229	0,223	0,226	0,298
MP 6	10	3,980	2,349	4,305	5,174
MP 7	40	1,130	1,374	1,800	1,469
MP 8	95	0,279	0,325	0,318	0,362
MP 9	35	1,153	0,570	0,601	1,498
MP 10	100	0,282	0,085	0,059	0,366
MP 11	15	2,707	1,657	1,807	3,519
MP 12	70	0,380	0,402	0,307	0,494

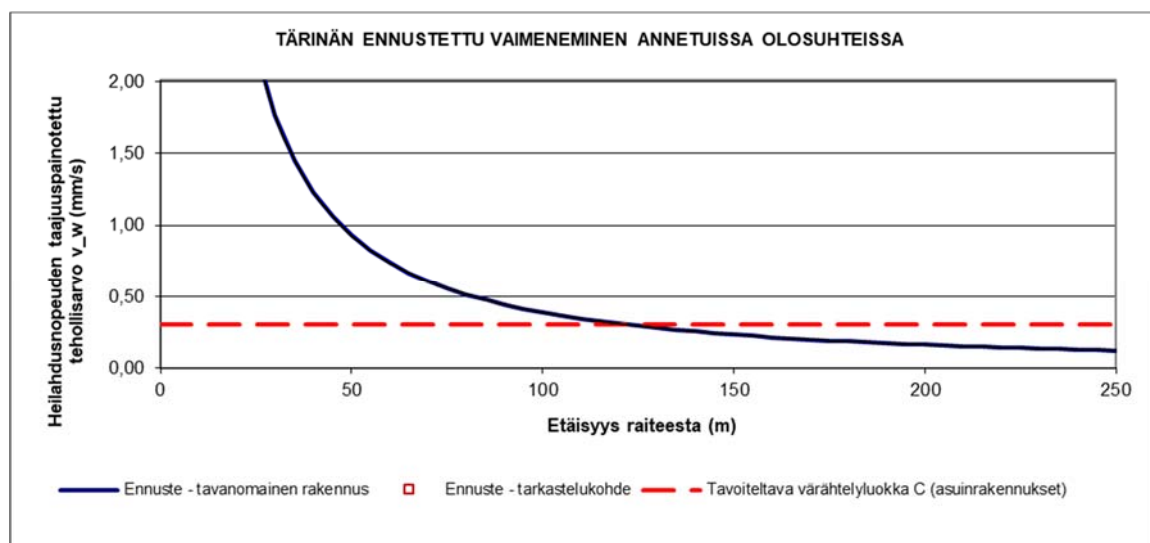
Kuvassa 4 on esitetty rautatieliikenteen tärinän ennustekäyrä. Ennustekäyrä esittää rakennuksen pohjakerroksen lattiatasossa ennustettua suurinta värähtelyn tunnuslukua. Tarkastelussa sovitettiin tärinän vaimenemiskäyrät mahdollisimman hyvin käytössä olleisiin mittaustuloksiin.

Pystysuuntaisen värähtelyn perusteella määritettyjen ohjearvoalueiden (tärinäluokat) etäisyydet radasta tavanomaisella rakennuksella on esitetty taulukossa 6.

Tärinäolosuhteet, joihin pyritään uusissa asuinrakennuksissa

Tavanomaisilla asuinrakennuksilla värähtelyluokan C alue (tärinän tunnusluvun $v_{w,95}$ oltava $< 0,3$ mm/s) alkaa n. 125 m etäisyydellä radasta.

Värähtelyluokan C alueelle voidaan rakentaa uusia asuinrakennuksia ilman, että junaliikenteen tärinästä aiheutuu kohtuutonta häiriötä.



Kuva 4. Asemanseutu, Liminka. Mittausten perusteella laskennallisesti arvioitu tärinän heilahdusnopeus rakennuksissa etäisyytenä radasta.

Taulukko 6. Asemanseutu, Liminka. Ohjearvoaluiden etäisyys radasta tavanomaisella rakennuksella.

Alue	Etäisyys radasta (m)
D	75
C	125
B	215
A	295

5. RUNKOMELUN ARVIOINTI

Värähtelyn korkeammista taajuuksista voi rakennuksen tiloihin välittyä runkomelua, jota yleisimmin esiintyy taajuusalueella 16...250 Hz. Asuinhuoneistojen runkomelutason raja-arvoksi on esitetty $L_{prm} = 35$ dB.

Limingan asemanseudun runkomelua on tässä selvityksessä arvioitu arviointitasolla 3. Lähtötietoina on käytetty kohteessa tehtyjä värähtelymittauksia.

Mittaustulosten pohjalta etäisyyden suhteen lasketut rakennuksen 1. kerroksen runkomelutasot on esitetty taulukossa 7. Melutason voidaan olettaa putoavan noin 2 dB per kerros rakennuksessa ylöspäin mentäessä.

Taulukko 7. Asemanseutu, Liminka. Runkomelun tasot etäisyyksinä radasta.

Alue	Etäisyys radasta (m)
25 dB	85
30 dB	55
35 dB	30
40 dB	20
45 dB	10

6. JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET JATKOTOIMENPITEIKSI

Tärinä

Tutkimusten perusteella junaliikenteen aiheuttamat tärinät ylittävät suositusarvot ihmisen häiriöksi kokemalle tärinälle alle 75 m etäisyydellä radasta (olemassa olevat rakennukset, < 0,6 mm/s). Uusia rakennuksia koskeva ohjearvo 0,3 mm/s alittuu yli 125 m etäisyydellä radasta, joten tätä lähemmäs rataa suunniteltu uudisrakentaminen vaatii rakennukseen tai rakennuksen ja radan väliin tehtävän erityisen tärinävaimennusrakenteen, jotta esitettyihin ohjearvoihin on mahdollista päästä.

Rakennuksessa tärinävaimennusrakenteena voidaan käyttää rakenteeseen asennettavia jousia tai erityisiä tärinävaimennusmattoja. Rakennuksen ja radan välissä vaimennusrakenteena voidaan käyttää esimerkiksi ponteista tai syvästabilointipilareista maan sisään tehtävää seinämää. Tärinävaimennusmenetelmän valinta ja soveltuvuus pitää selvittää erikseen lisätutkimusten perusteella.

Runkomelu

Suojaetäisyystarkastelun perusteella maaperän värähtelystä johtuva runkomelu ei aiheuta erityisiä ongelmia suunnittelualueella. Mittausten perusteella asuinrakennusten ohjearvo 35 dB ylittyy lievästi lähellä rataa, mutta varsinkin suhteessa suuriin tärinäongelmiin, runkomelua voi pitää toisarvoisena ongelmana. Tärinää vähentämällä myös runkomelu vähenee.

LÄHDEVIITTEET

Liikennevirasto 2016. Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 3 Radan rakenne. Liikenneviraston ohjeita 6/2016.

http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2016-06_rato3_web.pdf

Talja, A. 2011. Ohjeita liikennetärinän arviointiin. VTT Tiedotteita 2569. Espoo. 35 s. + liitteet 9 s.

<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2011/T2569.pdf>

Talja, A. 2005. Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta. VTT Tiedotteita 2278. Espoo. 50 s. + liitteet 15 s.

<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2004/T2278.pdf>

Talja, A. & Saarinen, A. 2009. Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi. Esiselvitys. VTT Tiedotteita 2468. Espoo. 56 s. + liitteet 11 s.

<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2009/T2468.pdf>

Talja, A. & Törnqvist, J. 2014. Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius. Tutkimusraportti VTT-R-04703-14. 33 s. + liitt. 25 s.

<http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2014/VTT-R-04703-14.pdf>

Törnqvist, J. & Talja, A. 2006. Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa. VTT Working Papers 50. Espoo. 46 s. + liitteet 33 s.

<http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2006/W50.pdf>

Värähtelymittaukset, merkitsevimmät havainnot - Mittauspiste 1

Pvm	Aika	Heilahdusnopeus, v_w (mm/s)		
		Pystysuunta (V)	Kohtisuora vaakasuunta (T)	Pituussuuntainen vaakasuunta (L)
24.6.2022	6:49	3,572	1,711	2,265
24.6.2022	7:46	2,092	1,486	1,550
25.6.2022	0:47	3,268	2,339	2,153
25.6.2022	2:55	3,020	1,558	1,955
26.6.2022	4:00	3,570	2,309	2,697
27.6.2022	8:07	2,476	1,849	1,858
28.6.2022	0:14	2,703	1,581	1,960
28.6.2022	16:45	3,448	2,526	2,522
28.6.2022	22:59	3,910	2,238	2,438
29.6.2022	5:21	3,239	1,591	1,870
29.6.2022	8:40	3,603	2,470	2,889
29.6.2022	16:49	3,116	1,697	1,744
30.6.2022	10:49	3,695	2,049	2,093
30.6.2022	19:34	2,012	1,548	1,425
30.6.2022	19:40	3,583	1,424	1,886

Värähtelymittaukset, merkitsevimmät havainnot - Mittauspiste 3

Pvm	Aika	Heilahdusnopeus, v_w (mm/s)		
		Pystysuunta (V)	Kohtisuora vaakasuunta (T)	Pituussuuntainen vaakasuunta (L)
24.6.2022	6:49	0,773	0,391	0,577
24.6.2022	7:46	0,347	0,233	0,306
25.6.2022	0:47	0,647	0,356	0,409
25.6.2022	2:55	0,601	0,280	0,401
26.6.2022	4:00	0,754	0,335	0,465
27.6.2022	8:07	0,417	0,339	0,412
28.6.2022	0:14	0,458	0,343	0,389
28.6.2022	16:45	0,716	0,447	0,391
28.6.2022	22:59	1,301	0,466	0,614
29.6.2022	5:21	0,641	0,412	0,475
29.6.2022	8:40	0,942	0,429	0,372
29.6.2022	16:49	0,641	0,373	0,521
30.6.2022	10:49	1,112	0,455	0,484
30.6.2022	19:34	0,340	0,216	0,252
30.6.2022	19:40	0,905	0,410	0,415

Värähtelymittaukset, merkitsevimmät havainnot - Mittauspiste 2

Pvm	Aika	Heilahdusnopeus, v_w (mm/s)		
		Pystysuunta (V)	Kohtisuora vaakasuunta (T)	Pituussuuntainen vaakasuunta (L)
24.6.2022	6:49	0,402	0,260	0,167
24.6.2022	7:46	0,211	0,193	0,121
25.6.2022	0:47	0,349	0,242	0,159
25.6.2022	2:55	0,327	0,165	0,132
26.6.2022	4:00	0,397	0,234	0,197
27.6.2022	8:07	0,246	0,226	0,140
28.6.2022	0:14	0,280	0,262	0,168
28.6.2022	16:45	0,361	0,286	0,127
28.6.2022	22:59	0,526	0,227	0,209
29.6.2022	5:21	0,338	0,266	0,231
29.6.2022	8:40	0,448	0,248	0,171
29.6.2022	16:49	0,338	0,266	0,151
30.6.2022	10:49	0,462	0,315	0,191
30.6.2022	19:34	0,196	0,170	0,099
30.6.2022	19:40	0,411	0,305	0,189

Värähtelymittaukset, merkitsevimmät havainnot - Mittauspiste 4

Pvm	Aika	Heilahdusnopeus, v_w (mm/s)		
		Pystysuunta (V)	Kohtisuora vaakasuunta (T)	Pituussuuntainen vaakasuunta (L)
24.6.2022	6:49	0,551	0,146	0,097
24.6.2022	7:46	0,298	0,089	0,077
25.6.2022	0:47	0,480	0,140	0,118
25.6.2022	2:55	0,435	0,099	0,132
26.6.2022	4:00	0,532	0,194	0,136
27.6.2022	8:07	0,342	0,092	0,077
28.6.2022	0:14	0,396	0,147	0,130
28.6.2022	16:45	0,492	0,214	0,155
28.6.2022	22:59	0,630	0,194	0,126
29.6.2022	5:21	0,456	0,146	0,109
29.6.2022	8:40	0,571	0,142	0,122
29.6.2022	16:49	0,453	0,136	0,116
30.6.2022	10:49	0,610	0,167	0,097
30.6.2022	19:34	0,279	0,075	0,113
30.6.2022	19:40	0,555	0,175	0,120

Värähtelymittaukset, merkitsevimmät havainnot - Mittauspiste 5

Pvm	Aika	Heilahdusnopeus, v_w (mm/s)		
		Pystysuunta (V)	Kohtisuora vaakasuunta (T)	Pituussuuntainen vaakasuunta (L)
24.6.2022	6:49	0,169	0,122	0,138
24.6.2022	7:46	0,092	0,102	0,083
25.6.2022	0:47	0,134	0,125	0,182
25.6.2022	2:55	0,123	0,167	0,140
26.6.2022	4:00	0,144	0,149	0,182
27.6.2022	8:07	0,095	0,117	0,099
28.6.2022	0:14	0,100	0,092	0,111
28.6.2022	16:45	0,138	0,147	0,150
28.6.2022	22:59	0,248	0,228	0,174
29.6.2022	5:21	0,127	0,145	0,133
29.6.2022	8:40	0,203	0,170	0,189
29.6.2022	16:49	0,127	0,128	0,127
30.6.2022	10:49	0,209	0,187	0,235
30.6.2022	19:34	0,065	0,081	0,082
30.6.2022	19:40	0,173	0,229	0,197

Värähtelymittaukset, merkitsevimmät havainnot - Mittauspiste 6

Pvm	Aika	Heilahdusnopeus, v_w (mm/s)		
		Pystysuunta (V)	Kohtisuora vaakasuunta (T)	Pituussuuntainen vaakasuunta (L)
24.6.2022	6:49	3,144	2,040	3,186
24.6.2022	7:46	1,860	1,055	1,801
25.6.2022	0:47	2,959	1,796	2,219
25.6.2022	2:55	2,511	1,400	2,519
26.6.2022	4:00	3,010	1,828	3,308
27.6.2022	8:07	2,431	2,118	3,275
28.6.2022	0:14	2,436	1,233	2,905
28.6.2022	16:45	2,988	1,627	3,064
28.6.2022	22:59	3,913	1,817	3,441
29.6.2022	5:21	2,676	2,084	3,108
29.6.2022	8:40	3,432	2,019	2,784
29.6.2022	16:49	2,587	1,538	4,096
30.6.2022	10:49	3,646	1,872	4,052
30.6.2022	19:34	1,356	1,443	1,912
30.6.2022	19:40	3,334	2,251	4,052

Värähtelymittaukset, merkitsevimmät havainnot - Mittauspiste 9

Pvm	Aika	Heilahdusnopeus, v_w (mm/s)		
		Pystysuunta (V)	Kohtisuora vaakasuunta (T)	Pituussuuntainen vaakasuunta (L)
24.6.2022	6:49	0,986	0,380	0,486
24.6.2022	7:46	0,578	0,330	0,332
25.6.2022	0:47	0,902	0,519	0,461
25.6.2022	2:55	0,834	0,346	0,419
26.6.2022	4:00	0,986	0,513	0,578
27.6.2022	8:07	0,684	0,411	0,398
28.6.2022	0:14	0,747	0,351	0,420
28.6.2022	16:45	0,952	0,561	0,541
28.6.2022	22:59	1,080	0,497	0,523
29.6.2022	5:21	0,894	0,353	0,401
29.6.2022	8:40	0,995	0,548	0,619
29.6.2022	16:49	0,861	0,377	0,374
30.6.2022	10:49	1,020	0,455	0,449
30.6.2022	19:34	0,556	0,344	0,305
30.6.2022	19:40	0,989	0,316	0,404

Värähtelymittaukset, merkitsevimmät havainnot - Mittauspiste 7

Pvm	Aika	Heilahdusnopeus, v_w (mm/s)		
		Pystysuunta (V)	Kohtisuora vaakasuunta (T)	Pituussuuntainen vaakasuunta (L)
24.6.2022	6:49	0,874	0,872	0,763
24.6.2022	7:46	0,436	0,516	0,314
25.6.2022	0:47	0,723	0,721	0,481
25.6.2022	2:55	0,642	0,769	0,551
26.6.2022	4:00	0,771	1,410	1,410
27.6.2022	8:07	0,441	0,322	0,322
28.6.2022	0:14	0,507	0,506	0,253
28.6.2022	16:45	0,771	0,641	0,513
28.6.2022	22:59	1,092	0,769	0,897
29.6.2022	5:21	0,642	1,538	2,563
29.6.2022	8:40	1,027	1,026	0,897
29.6.2022	16:49	0,642	0,385	0,923
30.6.2022	10:49	1,040	0,679	0,513
30.6.2022	19:34	0,331	0,438	0,272
30.6.2022	19:40	0,899	0,897	0,910

Värähtelymittaukset, merkitsevimmät havainnot - Mittauspiste 10

Pvm	Aika	Heilahdusnopeus, v_w (mm/s)		
		Pystysuunta (V)	Kohtisuora vaakasuunta (T)	Pituussuuntainen vaakasuunta (L)
24.6.2022	4:41	0,119	0,030	0,044
24.6.2022	6:49	0,236	0,054	0,038
24.6.2022	7:46	0,127	0,036	0,030
25.6.2022	0:47	0,202	0,054	0,045
25.6.2022	2:55	0,169	0,058	0,051
26.6.2022	4:00	0,228	0,077	0,053
28.6.2022	0:14	0,146	0,037	0,030
28.6.2022	8:06	0,194	0,054	0,046
28.6.2022	16:45	0,211	0,085	0,061
28.6.2022	22:59	0,270	0,077	0,049
29.6.2022	8:40	0,244	0,054	0,046
29.6.2022	16:49	0,186	0,039	0,052
30.6.2022	6:48	0,190	0,058	0,043
30.6.2022	10:49	0,261	0,062	0,042
30.6.2022	19:40	0,236	0,069	0,046

Värähtelymittaukset, merkitsevimmät havainnot - Mittauspiste 8

Pvm	Aika	Heilahdusnopeus, v_w (mm/s)		
		Pystysuunta (V)	Kohtisuora vaakasuunta (T)	Pituussuuntainen vaakasuunta (L)
24.6.2022	6:49	0,234	0,220	0,272
24.6.2022	7:46	0,143	0,134	0,144
25.6.2022	0:47	0,224	0,262	0,259
25.6.2022	2:55	0,200	0,216	0,183
26.6.2022	4:00	0,231	0,223	0,277
27.6.2022	8:07	0,167	0,158	0,216
28.6.2022	0:14	0,193	0,217	0,160
28.6.2022	16:45	0,230	0,288	0,240
28.6.2022	22:59	0,262	0,381	0,236
29.6.2022	5:21	0,215	0,218	0,264
29.6.2022	8:40	0,249	0,193	0,224
29.6.2022	16:49	0,213	0,199	0,285
30.6.2022	10:49	0,253	0,243	0,281
30.6.2022	19:34	0,142	0,176	0,130
30.6.2022	19:40	0,242	0,230	0,255

Värähtelymittaukset, merkitsevimmät havainnot - Mittauspiste 11

Pvm	Aika	Heilahdusnopeus, v_w (mm/s)		
		Pystysuunta (V)	Kohtisuora vaakasuunta (T)	Pituussuuntainen vaakasuunta (L)
28.6.2022	22:59	2,535	1,443	1,571
30.6.2022	10:49	2,396	1,322	1,348
29.6.2022	8:40	2,337	1,593	1,862
30.6.2022	19:40	2,323	0,918	1,215
24.6.2022	6:49	2,317	1,104	1,460
26.6.2022	4:00	2,315	1,489	1,738
28.6.2022	16:45	2,236	1,629	1,625
25.6.2022	0:47	2,119	1,508	1,387
29.6.2022	5:21	2,100	1,026	1,205
29.6.2022	16:49	2,021	1,095	1,124
25.6.2022	2:55	1,959	1,005	1,260
28.6.2022	0:14	1,753	1,020	1,263
27.6.2022	8:07	1,606	1,193	1,197
24.6.2022	7:46	1,357	0,958	0,999
30.6.2022	19:34	1,305	0,998	0,918

Värähtelymittaukset, merkitsevimmät havainnot - Mittauspiste 12

Pvm	Aika	Heilahdusnopeus, v_w (mm/s)		
		Pystysuunta (V)	Kohtisuora vaakasuunta (T)	Pituussuuntainen vaakasuunta (L)
24.6.2022	4:41	0,088	0,188	0,080
24.6.2022	6:49	0,258	0,307	0,236
24.6.2022	7:46	0,096	0,228	0,135
25.6.2022	0:47	0,234	0,300	0,221
25.6.2022	2:55	0,142	0,292	0,201
26.6.2022	4:00	0,246	0,344	0,214
28.6.2022	0:14	0,100	0,251	0,140
28.6.2022	8:06	0,231	0,319	0,220
28.6.2022	16:45	0,235	0,330	0,193
28.6.2022	22:59	0,361	0,353	0,273
29.6.2022	8:40	0,334	0,377	0,261
29.6.2022	16:49	0,173	0,182	0,151
30.6.2022	6:48	0,217	0,274	0,179
30.6.2022	10:49	0,338	0,363	0,252
30.6.2022	19:40	0,311	0,333	0,304