

Vastaanottaja
VR-Yhtymä Oy

Päivämäärä
4.9.2017 (aluerajaus päivitetty 26.11.2019)

VR:N TERMINAALIALUEEN ASEMAKAAVA, RIIHIMÄKI SELVITYS RAUTATIELII- KENTEEN AIHEUTTAMAN TÄRINÄN VAIKUTUKSESTA



VR:N TERMINAALIALUEEN ASEMAKAAVA, RIIHIMÄKI
SELVITYS RAUTATIELIIKENTEEEN AIHEUTTAMAN
TÄRINÄN VAIKUTUKSESTA

Päivämäärä 04/09/2017 (aluerajaus päivitetty 26/11/2019)
Laatija Kirsi Koivisto
Kuvaus Tärinäselvitys

Viite 1510023727

SISÄLTÖ

1.	Tehtävä	1
2.	Lähtötiedot	1
3.	Tutkimuskohde	1
3.1	Tutkimuskohteen sijainti	1
3.2	Pohjasuhteet	1
4.	Junaliikenne tarkastelukohdalla	3
5.	Tärinän arviointi	3
5.1	Tärinän raja-arvot	3
5.2	Tärinän kartoitus rakennusten vaurioriskin kannalta	4
5.3	Rakennuksen herkkyys tärinälle	5
5.4	Tärinän leviäminen	5
6.	Johtopäätökset ja suositukset jatkotoimenpiteiksi	7

KUVAT

- Kuva 1. VR:n terminaalialueen asemakaava, Riihimäki. Tärinäselvityksen tarkastelualue, Helsinki-Riihimäki-rata: km 69+900...70+600.
- Kuva 2. VR:n terminaalialueen asemakaava, Riihimäki. Alueen maaperäkartta. Lähde: GTK.
- Kuva 3. VR:n terminaalialueen asemakaava, Riihimäki. Mittausten perusteella laskennallisesti arvioitu tärinän heilahdusnopeus rakennuksissa etäisyytenä radasta.

1. TEHTÄVÄ

Ramboll Finland Oy on tehnyt selvityksen rautatieliikenteen aiheuttamista tärinähaitoista ja arvioinut mahdollisesti tarvittavia suojaustoimenpiteitä Riihimäellä, VR:n terminaalialueella.

Selvitys on toteutettu noudattaen VTT:n ohjeita *"Ohjeita liikennetärinän arviointiin"*, *"Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa"* ja *"Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta"*.

2. LÄHTÖTIEDOT

Selvitysalueelta on koottu olemassa oleva lähtöaineisto. Käytössä on ollut seuraava lähtöaineisto.

- Ajantasainen asemakaava
- Alueen pohjatutkimustietoja (GTK)
- VR Riihimäki tontinkäyttöluonnos 24-08-2015
- Rautateiden verkkoselostus 2017. Liikennevirasto 11.12.2015
- Rataosalla liikkuvien junien tyypit ja aikataulut

3. TUTKIMUSKOHDE

3.1 Tutkimuskohteen sijainti

Tarkasteltava alue sijaitsee Riihimäen tavara-aseman alueella, Helsinki-Riihimäki – radan länsipuolella. Alue sijoittuu ratakilometreille noin 69+900...70+600. Tutkimuskohteen sijainti on esitetty kuvassa 1.

Tutkimusalue toimii nykyisellään varastoalueena. Alueelle on suunniteltu rakennettavaksi uusia varastohalleja liitteessä 1 esitetyn mukaisesti.

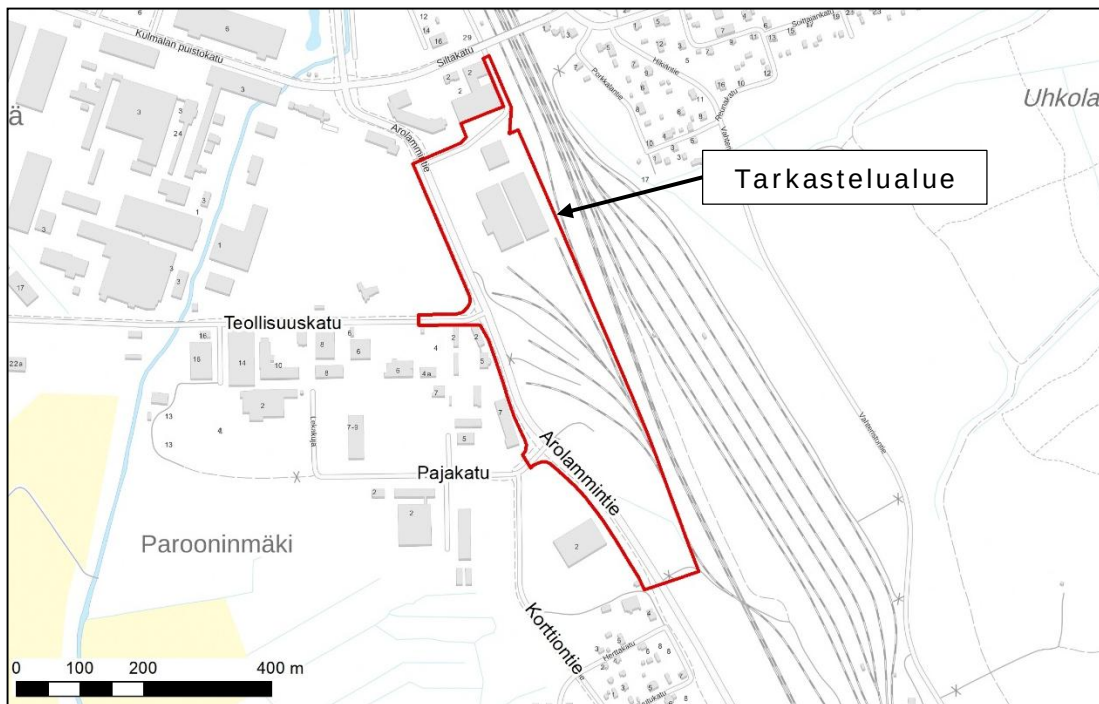
3.2 Pohjasuhteet

Alue sijoittuu Helsinki-Riihimäki –radan länsipuolelle. Alue toimii nykyisellään varastoalueena, jolla sijaitsee varastorakennuksia. Alueen maanpinta nousee tasaisesti lounaiskulmasta tasolta +89,2 kaakkoiskulmaan tasolle +90,2.

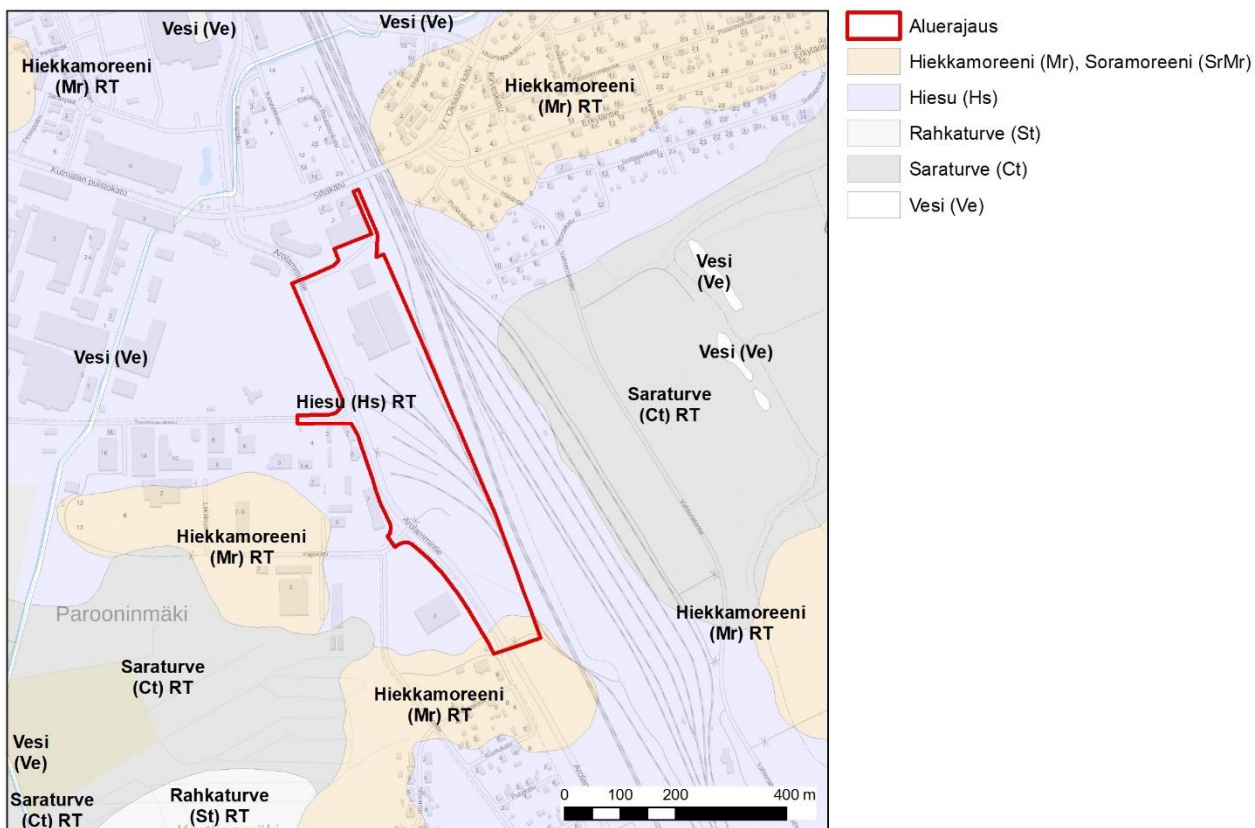
Alueen maaperä koostuu keskimäärin 1 m paksuisesta täyttöhiekkakerroksesta, jonka alapuolelta alkaa savinen perusmaa. Alueella on paikoin täyttöhiekan ja savikerroksen välissä 0,5...1,0 metrin paksuinen turvekerros.

Täyttöhiekan ja turpeen alapuolella oleva savikerros on paksuimmillaan n. 10 m. Savikerroksen vesipitoisuus vaihtelee 35...80 % näytteen kuivapainosta mitattuna. Saven alapuolella on enimmillään n. 5 m paksuinen siltti-/hiekkakerros, jonka alla on tiivis pohjamoreenikerros, johon alueella tehdyt kairaukset ovat päättäneet.

Alueen maaperäkartta on esitetty kuvassa 2.



Kuva 1. VR:n terminaalialueen asemakaava, Riihimäki. Tärinäselvityksen tarkastelualue, Helsinki-Riihimäki-rata: km 69+900...70+600.



Kuva 2. VR:n terminaalialueen asemakaava, Riihimäki. Alueen maaperäkarta. Lähde: GTK.

4. JUNALIIKENNE TARKASTELUKOHDALLA

Tarkastelukohta sijaitsee Riihimäen tavarajunien alueella. Rataosuus Helsinki-Riihimäki on tiheästi liikennöityä ja tarkastelukohtalla on useita raiteita ja vaihteita. Liikenne koostuu sekä henkilö- että tavaraliikenteestä. Henkilöjunien nopeus tarkastelualueen kohdalla on suurimmillaan 200 km/h ja tavarajunien 100 km/h. Tarkastelukohdan ohi liikennöivien junien kokonaismäärä on nykyisellään n. 130 junaa/vrk. Vuoteen 2035 päivittäisen junamäärän arvioidaan kasvavan n. 160 junaan/vrk. Käytössä olleet liikennetiedot on esitetty liitteessä 2.

5. TÄRINÄN ARVIOINTI

5.1 Tärinän raja-arvot

Tärinän arvioinnissa käytetään VTT:n (2004) tärinäsuositusta, joka perustuu norjalaiseen tärinäluokitukseen NS 8176 (1999). Suositusarvo esitetään ihmisen kokemuksen mukaan taajuuspainotettuna tehollisarvona, joka toteutuu 95 % tilastollisella todennäköisyydellä (taulukko 1).

Taulukon 1 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) (NS 2005).

Tehollisarvo, jossa yksittäiset huippuarvot tasoittuvat, kuvaa paremmin tärinän aiheuttamaa haittaa ihmisen häiriintymiselle kuin huippuarvo, joka soveltuu paremmin rakenteiden vaurioitumistarkasteluihin. Tärinän tehollisarvo vastaa ajattelutavaltaan jossain määrin melumittauksen keskiarvoistettua ekvivalenttiarvoa. Yleensä rautatietärinän taajuuspainotettu heilahdusnopeuden tehollisarvo on noin 50 % tärinän huippuarvosta. Mikäli hallitseva värähtelytaajuus on tiedossa, voidaan heilahdusnopeuden huippuarvot muuntaa taajuuspainotetuiksi tehollisarvoiksi yhtälöllä 1 (VTT 2004).

$$v_w \leq 0,55 \cdot v_{\max} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{f_0}{f}\right)^2} \quad (1)$$

missä v_w on taajuuspainotettu tehollisarvo
 $v_{\max}$ heilahdusnopeuden huippuarvo
 f_0 3,5 Hz
 f hallitseva värähtelytaajuus

Taulukko 1. Suositus rakennusten värähtelyluokituksesta (VTT 2004).

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	$\leq 0,60$

Tärinän laskennalliset tarkastelut on tehty rautatieliikenteen tärinän arvioimiseen kehitetyllä ennustusmallilla (VTT 2006).

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 (VTT 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 haittaavan lepoa, tavoiteraja voi olla kaksinkertainen esitettyihin arvoihin nähden.

5.2 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.

VTT:n raportin "Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius, 2014" mukaan tarkastelussa oleva alue voidaan rajata ja luokitella normaalikuntoisten rakennusten tärinänsiedon 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.

Eri alueiden rajausta tärinävyöhykkeisiin perustuu maaperän värähtelyn huippuarvoon v_{max} . Eri alueiden värähtelyrajat on esitetty taulukossa 2. Maanpinnan värähtely ei saa pystysuunnassa eikä kummassakaan vaakasuunnassa ylittää taulukossa esitettyjä arvoja.

Taulukko 2. Tärinäalueiden (V, H ja E) rajauksessa käytettävät värähtelyrajat (v_{max} , mm/s) maaperän värähtelylle (VTT 2014).

Maalaji	Pehmeä savi, $s_u < 25 \text{ kN/m}^2$	Sitkeä savi, siltti, löyhä hiekka	Tiivis hiekka, sora, moreeni, rikkonainen tai löyhä kallio	Kiinteä kallio
Värähtelyn 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	< 1	< 1,4	< 2	< 2,4

5.3 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...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 ominaistajuus osu maaperän kanssa samalle ominaistajuudelle.

5.4 Tärinän leviäminen

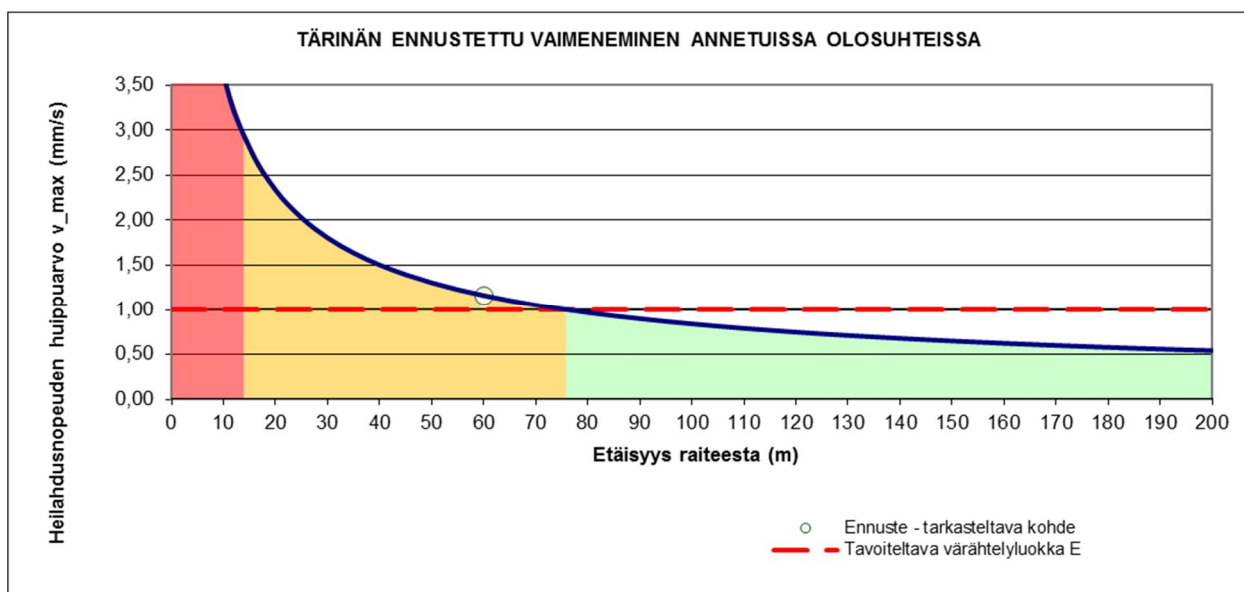
Tärinän leviämisen arviointi nykytilanteessa on tehty perustuen liikenne- ja maaperätietoihin. Tarkastelut on tehty kahdelle eri tilanteelle:

1. Raskas tavaraliikenne, maapohja savea, junan kokonaispaino 2000 tn ja nopeus 100 km/h. Määräävä tilanne.
2. Henkilöliikenne, maapohja savea, junan kokonaispaino 800 tn ja nopeus 200 km/h

Laskennat on esitetty liitteissä 3 ja 4. Kuvassa 3 on esitetty tarkastelutilanteen 1 mukainen nykytilanteessa arvioitu tärinän leviäminen radalta rakennuksille värähtelyn tunnuslukuna v_{max} . Käyrä esittää rakennuksen pohjakerroksen lattiatasossa ennustettua suurinta värähtelyn tunnuslukua. Ilman mittauksia tehdyssä tärinäarvioinnissa käytetään aina varmuuskerrointa (arviointiriskikerroin = 2), joka huomioi pelkästä empiirisen mallin käytöstä aiheutuvaa epävarmuutta.

Taulukossa 2 esitettyjen värähtelyluokkien etäisyydet radasta on esitetty taulukossa 3.

Ennustekäyrien ja maaperäolosuhteiden mukaan tulkitut rajaukset rakennusten vaurioitumisen kannalta on esitetty liitteessä 1 olevalla tärinäaluekartalla.



Kuva 3. VR:n terminaalialueen asemakaava, Riihimäki. Mittausten perusteella laskennallisesti arvioitu tärinän heilahdusnopeus rakennuksissa etäisyytenä radasta.

Tärinäalue E (tärinän heilahdusnopeuden v_{max} oltava < 1 mm/s) alkaa n. 80 m etäisyydellä pääradasta. E-alueella tärinä ei aiheuta normaalikuntoisten rakenteiden vaurioitumista.

Tärinäalue H (tärinän heilahdusnopeus $v_{max} = 1...3$ mm/s) sijoittuu 15...80 m etäisyydelle pääradasta. H-alueella hyväkuntoisiin ja tavanomaisiin rakennuksiin ei yleensä aiheudu niiden käyttökelpoisuutta haittaavia vaurioita, jos liikennetärinä on huomioitu resonanssille herkkien rakenteiden suunnittelussa.

Alle 15 m etäisyydellä pääradasta tärinäalue kuuluu luokkaa V, jolla maaperän tärinä on niin voimakasta, että se voi aiheuttaa vahinkoriskin rakennuksille tai rakenteille.

Taulukko 3. VR:n terminaalialueen asemakaava, Riihimäki. Ohjearvoalueiden etäisyys radasta tavanomaisella rakennuksella.

Alue	Etäisyys Radasta (m)
V	0...15
H	15...80
E	> 80

6. JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET JATKOTOIMENPITEIKSI

Raportissa tehdyt arviot perustuvat alueen maaperä- ja liikennetietojen perusteella tehtyyn laskennalliseen arvioon.

Tutkimusten perusteella junaliikenteen aiheuttamat tärinät ylittävät tärinäalueelle E asetetun värähtelyarvon alle 80 m etäisyydellä pääradasta. Tätä suuremmilla etäisyyksillä tärinä ei aiheuta normaalikuntoisten rakenteiden vaurioitumista.

Mikäli rakennuksia halutaan rakentaa etäisyydelle 15...80 m pääradasta (tärinäalue H), tulee liikennetärinä huomioida resonanssille herkkien rakenteiden suunnittelussa. Tällöin suositellaan myös tärinämittausten tekemistä alueella, jotta pystytään määrittämään alueen todelliset tärinätasot.

Rakennuksia ei suositella lainkaan rakennettavaksi 15 m lähemmäksi päärataa.

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

NS 2005. Norwegian Standard NS 8176.E. Vibration and shock. Measurement of vibration in buildings from landbased transport and guidance to evaluation of its effects on human beings. Lysaker: Standards Norway. 30 s.

VTT 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>

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

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

VTT 2006. Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa

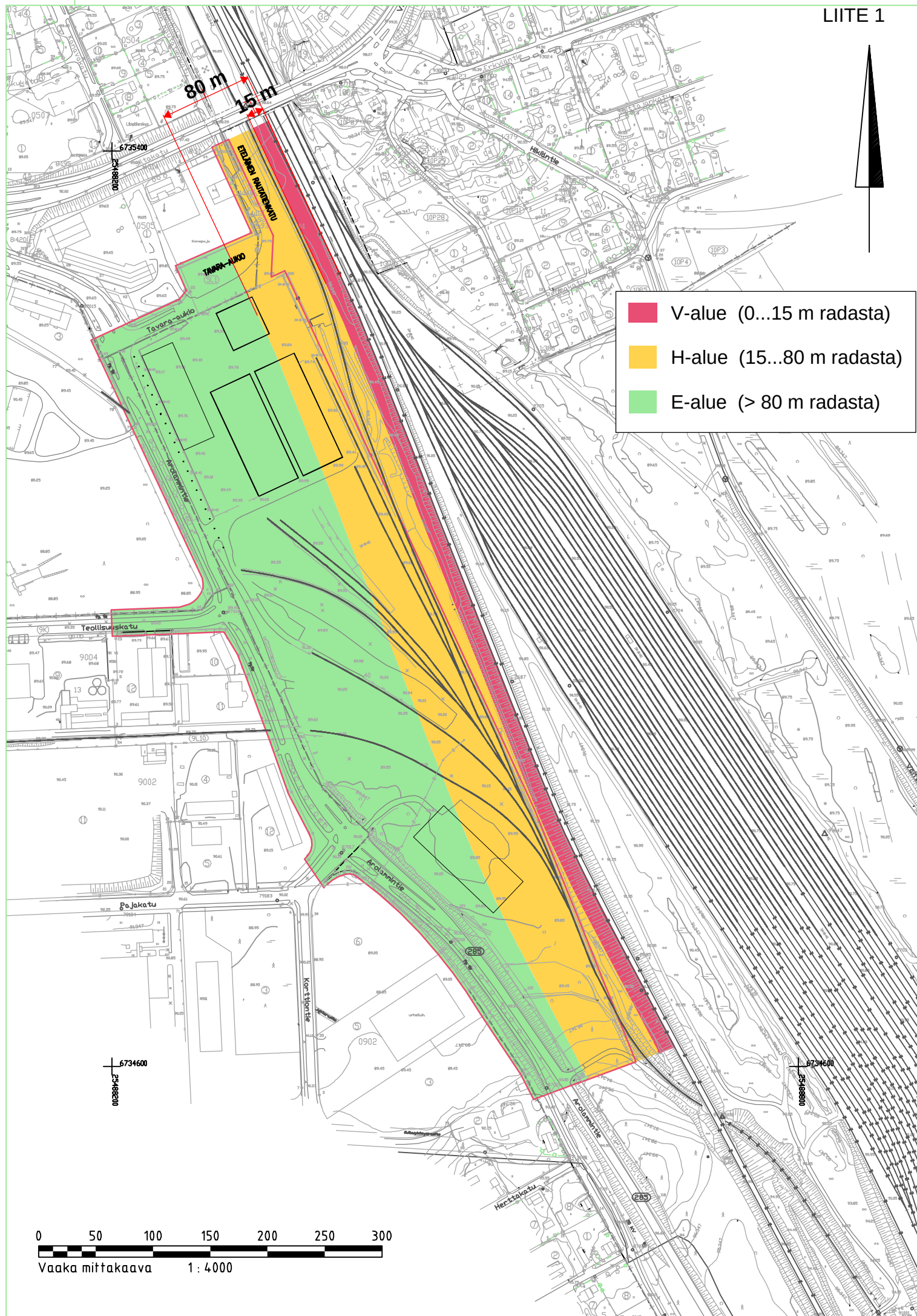
<http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2006/W50.pdf>

VTT 2004. Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta. VTT Tiedotteita 2278. Espoo. 50 s. + liitteet 15 s.

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

LIITTEET

- LIITE 1 Tontinkäyttöluonnos ja tärinäalueet (E, H ja V-alueet).
- LIITE 2 Tarkastelussa käytetyt junaliikennetiedot
- LIITE 3 Laskennallinen tärinän leviäminen nykytilanteessa – Raskas tavaraliikenne pääraiteella
- LIITE 4 Laskennallinen tärinän leviäminen nykytilanteessa – Henkilöliikenne pääraiteella



RAMBOLL FINLAND OY									
RAIDELIIKENTEEN INVENTOINTI - TÄRINÄ- JA MELULASKENNAN LÄHTÖTIEDOT									
Hanke:		VR:n terminaalialueen asemakaava ja asemakaavan muutos					Proj.numero:		
Hyvinkää-Riihimäki									
Riihimäki Klo.aika	Juna- koodi	Juna- tyyppi	Veturi- tyyppi	Kok.pituus (m)	Kok. paino (t)	Max.nopeus (km/h)	Pysähtyy	Suunta	Huomautukset käytetty raide, pysähtyy/lähtee, ym.
0-1	H	Sm4	Sm4	108	228	160	x	p	
1-2	H	Sm4	Sm4	108	228	160	x	p	
5-6	H	Sm4	Sm4	108	228	160	x	p	
6-24	H	Sm4	Sm4	108	228	160	x	p	kulkee puolen tunnin välein
16-17	H	Sm1/2	Sm1/2	106	154	120	x	p	
17-18	H	Sm1/2	Sm1/2	106	154	120	x	p	2kpl
4-5	H	Sm1/2	Sm1/2	106	154	120	x	e	
4-5	H	Sm4	Sm4	108	228	160	x	e	
5-6	H	Sm4	Sm4	108	228	160	x	e	
6-21	H	Sm4	Sm4	108	228	160	x	e	kulkee puolen tunnin välein
22-24	H	Sm4	Sm4	108	228	160	x	e	kulkee tunnin välein
6-7	H	Sm1/2	Sm1/2	106	154	120	x	e	
7-8	H	Sm1/2	Sm1/2	106	154	120	x	e	2kpl
4-5	3760	t(fin)	Sr1/2	615	1780	100		e	
6	266	ic	Sr1	204	665	140	x	e	
6	81	ic	Sr2	126	309	160		p	
6-7	160	ic	Sr2	179	522	160	x	e	
7	3766	t(fin)	Sr1/2	523	1620	100		e	
7	21	ic	Sr2	152	417	160		p	
7	162	ic	Sr2	230	519	160	x	e	
7-8	274	ic	Sr2	283	680	140	x	e	
8	141	ic	Sr2	152	417	160	x	p	
8	40	s	Sm3	320	658	200		e	
8	41	ic	Sr2	179	522	160		p	
8	164	ic	Sr2	179	522	160	x	e	
8-9	272	pikajuna	sr1	231	816	140	x	e	talvisin joulukuun puolesta välistä alk.
9	42	s	sm3	320	658	200		e	
9	165	s	sm3	160	329	200		p	
9	150	ic	sr2	126	309	160	x	e	
10	167	ic	sr2	126	309	160	x	p	
10	44	s	sm3	160	329	200		e	
10	23	ic	sr2	152	417	160		p	
10	140	ic	sr2	126	309	160	x	e	
11	143	s	sm3	160	329	200	x	p	
11	20	ic	sr2	179	522	160		e	
11	43	ic	sr2	179	522	160		p	
12	170	s	sm3	160	329	200		e	
12	169	s	sm3	160	329	200		p	
13	46	s	sm3	160	329	200		e	
13	25	ic	sr2	179	522	160		p	
13	142	ic	sr2	126	309	160	x	e	
13-14	3641	t(fin)	Sr1/2	708	717	100		p	
14	22	ic	sr2	178	522	160		e	
14	173	ic	sr2	126	309	160	x	p	
14	174	ic	sr2	126	309	160	x	e	
14	145	s	sm3	160	329	200		p	
15	178	s	sm3	160	329	200		e	
15	45	s	sm3	160	329	200		p	
16	151	ic	sr2	152	417	160	x	p	
16	48	ic	sr2	179	522	160		e	
16	27	ic	sr2	179	522	160		p	
16	144	ic	sr2	152	421	160	x	e	
16-17	3767	t(fin)	Sr1/2	679	540	100		p	
17	147	ic	sr2	126	309	160	x	p	
17	86	ic	sr2	126	309	160		e	
18	49	s	sm3	320	658	200		p	
18	180	ic	sr2	126	309	160	x	e	
19	179	ic	sr2	230	417	160	x	p	
19	50	ic	sr2	179	306	160		e	
19	29	ic	sr2	179	417	160		p	
19	146	s	sm3	160	329	200	x	e	

Hyvinkää-Riihimäki									
Riihimäki Klo.aika	Juna- koodi	Juna- tyyppi	Veturi- tyyppi	Kok.pituus (m)	Kok. paino (t)	Max.nopeus (km/h)	Pysähtyy	Suunta	Huomautukset käytetty raide, pysähtyy/lähtee, ym..
20	149	ic	sr2	126	309	160	x	p	
20	26	ic	sr2	152	417	160		e	
20-21	265	ic	sr1	257	858	140	x	p	
20-21	3773	t(fin)	Sr1/2	726	873	100			
21	53	s	sm3	160	329	200			
21	184	ic	sr2	179	251	160		e	
22	148	s	sm3	160	329	200	x	e	
22-23	269	pikajuna	sr1	231	738	140	x	p	talvisin joulukuun puolesta välistä alk.
23	187	ic	sr2	179	251	160	x	p	
23	28	ic	sr2	152	363	160		e	
23-24	273	ic	sr2	204	502	140	x	p	

Kellonaika: Aikajakso, jolloin juna ohittaa tarkasteluvälin, merkitään täysin tunnein - esim. 9.38 merkitään 9-10

Junakoodi: Mikäli säännöllisessä liikenteessä olevalla junalla on tunnus se merkitään - esim. P 169 tai IC jne

Junatyyppi: Esim. P,H,T(fin), T(rus),JK

Veturityyppi: Esim. Pen, IC, IC2, Sr, Sm1, Sm2, Sm4, Dv12, Dm89

Vaunuja: Vaunujen kokonaiskappale määrä kyseisessä junassa

Kok.pituus: Junan kokonaispituus

Nopeus: Junan maksiminopeus tarkasteluvälillä

RAUTATIELIIKENTEEN YMPÄRISTÖTÄRINÄN LASKENTA

RAMBOLL

VR:n terminaalialue

Kunta RiihimäkiRataosa Helsinki-RiihimäkiKm 69+900...70+600Kohde VR:n terminaalialueLaskelman laatija K. KoivistoPvm 6.6.2017

TÄRINÄÄ JOHTAVA MAALAJI

Normaali koheesioma (Sa, saSi, Si)

Suljettu leikkauslujuus

10...25 kPa

Tärinää johtavan maakerroksen kokonais-
paksuus radan ja tarkastelukohteen välillä m

10

TARKASTELTAVAN JUNAN JA RADAN TIEDOT

Tavarajuna

Junan kokonaispaino, G

tn

2000

Junan nopeus, s

km/h

100

Raiteiden määrä

kpl

4

TARKASTELTAVA RAKENNUS

Toimistorakennus

Kohteen etäisyys radan keskeltä

m

60

Lisätietoja kohteesta

TAVOITELTAVA TÄRINÄLUOKKA

Värähtelyluokka

E

POIKKEAVAT VAHVISTUSKERTOIMET RAKENNUKSISSA

Tärinäaltis rakennus (2,0) -

Tavanomainen rakennus (1,3) -

Ei-tärinäaltis rakennus (0,75) -

ENNUSTEARVOT TARKASTELUKOhteessa

Heilahdusnop. taajuuspainotettu tehollisarvo

Tärinäalttiissa rakennuksessa mm/s 1,787

Tavanomaisessa rakennuksessa mm/s 1,161

Ei-tärinäalttiissa rakennuksessa mm/s 0,670

ETÄISYYS RADASTA JOLLA TAVOITE TÄYTTY

Tavoiteltava värähtelyluokka

E

Tärinäalttiissa rakennuksessa m 150

Tavanomaisessa rakennuksessa m 80

Ei-tärinäalttiissa rakennuksessa m 35

Maaperän ominaistaajuus

Hz

2,2

LASKENNAN VÄRÄHTELYSUURE

Käytettävä suure

Huippuarvo

Määrittäminen mittauksen perusteella

Ei

SUOSITELTAVAT LASKENTAPARAMETRIT

Vertailuetäisyys, D_0 m 15Vertailuheilahdusnopeus, v_0 mm/s 1,164

NopeusekspONENTTI, A - 0,79

EtäisyyskspONENTTI, B - 0,64

Radan kunnosta johtuva kerroin, k_R - 0,70

Arviointiriskikerroin, A - 2,00

SUOSITUSARVOISTA POIKKEAVAT PARAMETRIT

Vertailuetäisyys, D_0 mVertailuheilahdusnopeus, v_0 mm/s

NopeusekspONENTTI, A -

EtäisyyskspONENTTI, B -

Radan kunnosta johtuva kerroin, k_R -

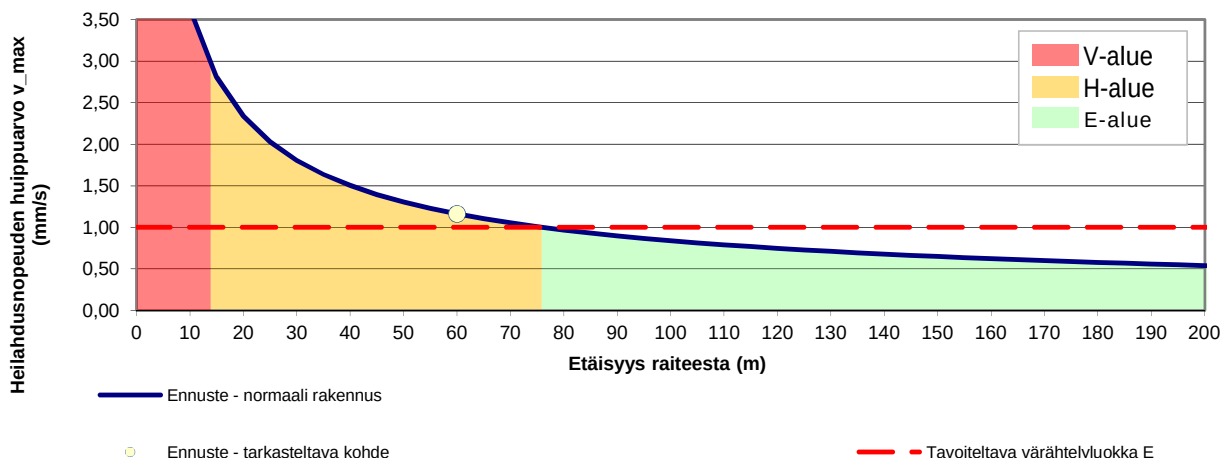
Arviointiriskikerroin, A -

LASKENTAKERTOIMET TARKASTELUKOhteessa

Etäisyyskerroin $k_D =$ 0,41Junan nopeudesta johtuva kerroin $k_S =$ 1,33Junan painosta johtuva kerroin $k_G =$ 1,00Radan kunnosta johtuva kerroin $k_R =$ 0,70

Arviointiriskikerroin A = 2,00

TÄRINÄN ENNUSTETTU VAIMENEMINEN ANNETUISSA OLOSUhteissa



RAUTATIELIIKENTEEN YMPÄRISTÖTÄRINÄN LASKENTA

RAMBOLL

VR:n terminaalialue

Kunta	<u>Riihimäki</u>	Rataosa	<u>Helsinki-Riihimäki</u>	Km	<u>69+900...70+600</u>
Kohde	<u>VR:n terminaalialue</u>	Laskelman laatija	<u>K. Koivisto</u>	Pvm	<u>6.6.2017</u>

OHJEARVOALUEIDEN SIJAINTI RADASTA (toimistorakennukset)			
	Ei-tärinäaltis rakennus	Tavanomainen rakennus	Tärinäaltis rakennus
Alue	Etäisyys (m)	Etäisyys (m)	Etäisyys (m)
D	30	60	120
C	75	180	350
B	225	525	> 700
A	420	> 700	> 700
H	10	15	30
E	35	80	150

RAUTATIELIIKENTEEN YMPÄRISTÖTÄRINÄN LASKENTA

RAMBOLL

VR:n terminaali-alue

Kunta RiihimäkiRataosa Helsinki-RiihimäkiKm 69+900...70+600Kohde VR:n terminaali-alueLaskelman laatija K. KoivistoPvm 6.6.2017

TÄRINÄÄ JOHTAVA MAALAJI

Normaali koheesioma (Sa, saSi, Si)

Suljettu leikkauslujuus

10...25 kPa

Tärinää johtavan maakerroksen kokonais-
paksuus radan ja tarkastelu-kohteen välillä m

10

TARKASTELTAVAN JUNAN JA RADAN TIEDOT

Henkilöjuna

Junan kokonaispaino, G tn

800

Junan nopeus, s km/h

200

Raiteiden määrä kpl

4

TARKASTELTAVA RAKENNUS

Toimistorakennus

Kohteen etäisyys radan keskeltä m

60

Lisätietoja kohteesta

TAVOITELTAVA TÄRINÄLUOKKA

Värähtelyluokka

E

POIKKEAVAT VAHVISTUSKERTOIMET RAKENNUKSISSA

Tärinäaltis rakennus (2,0) -

Tavanomainen rakennus (1,3) -

Ei-tärinäaltis rakennus (0,75) -

ENNUSTEARVOT TARKASTELUKOhteessa

Heilahdusnop. taajuuspainotettu tehollisarvo

Tärinäalttiissa rakennuksessa mm/s 0,572

Tavanomaisessa rakennuksessa mm/s 0,372

Ei-tärinäalttiissa rakennuksessa mm/s 0,214

ETÄISYYS RADASTA JOLLA TAVOITE TÄYTTY

Tavoiteltava värähtelyluokka

E

Tärinäalttiissa rakennuksessa m 35

Tavanomaisessa rakennuksessa m 20

Ei-tärinäalttiissa rakennuksessa m 10

Maaperän ominaistaajuus

Hz

2,2

LASKENNAN VÄRÄHTELYSUURE

Käytettävä suure

Huippuarvo

Määritys mittausten perusteella

Ei

SUOSITELTAVAT LASKENTAPARAMETRIT

Vertailuetäisyys, D_0 m 15Vertailuheilahdusnopeus, v_0 mm/s 0,711

NopeusekspONENTTI, A - 0,79

EtäisyyskspONENTTI, B - 0,84

Radan kunnosta johtuva kerroin, k_R - 0,70

Arviointiriskikerroin, A - 2,00

SUOSITUSARVOISTA POIKKEAVAT PARAMETRIT

Vertailuetäisyys, D_0 mVertailuheilahdusnopeus, v_0 mm/s

NopeusekspONENTTI, A -

EtäisyyskspONENTTI, B -

Radan kunnosta johtuva kerroin, k_R -

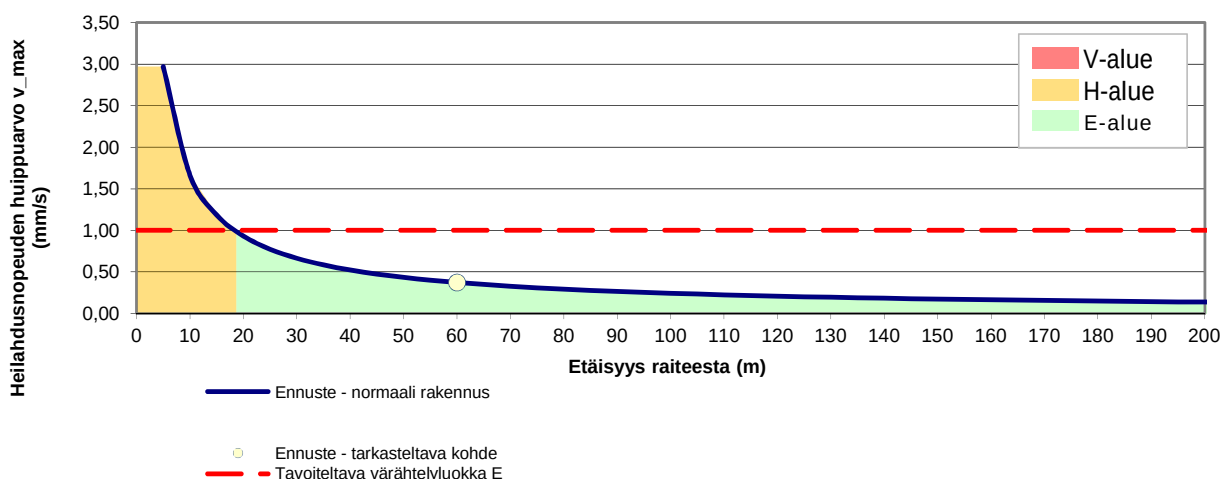
Arviointiriskikerroin, A -

LASKENTAKERTOIMET TARKASTELUKOhteessa

Etäisyyskerroin $k_D =$ 0,31Junan nopeudesta johtuva kerroin $k_S =$ 2,29Junan painosta johtuva kerroin $k_G =$ 0,40Radan kunnosta johtuva kerroin $k_R =$ 0,70

Arviointiriskikerroin A = 2,00

TÄRINÄN ENNUSTETTU VAIMENEMINEN ANNETUISSA OLOSUhteissa



RAUTATIELIIKENTEEN YMPÄRISTÖTÄRINÄN LASKENTA

RAMBOLL

VR:n terminaalialue

Versio 2.8.2017 / K.Koivisto

Kunta	<u>Riihimäki</u>	Rataosa	<u>Helsinki-Riihimäki</u>	Km	<u>69+900...70+600</u>
Kohde	<u>VR:n terminaalialue</u>	Laskelman laatija	<u>K. Koivisto</u>	Pvm	<u>6.6.2017</u>

OHJEARVOALUEIDEN SIJAINTI RADASTA (toimistorakennukset)

	Ei-tärinäaltis rakennus	Tavanomainen rakennus	Tärinäaltis rakennus
Alue	Etäisyys (m)	Etäisyys (m)	Etäisyys (m)
D	10	20	30
C	20	35	60
B	45	80	135
A	70	130	190
H	5	5	10
E	10	20	35

RUNKOMELUN ARVIOINTI

VR:n Terminaalialueen asemakaava

RAMBOLL

vers. 1.0 4.10.2017 /K.Koivisto

Kunta/kaupunki Riihimäki Väylä Helsinki-Riihimäki -rata Kortteli _____
 Kohde VR:n Terminaalialueen asemakaava Laskelman laatija K. Koivisto Pvm 25.10.2018

VÄRÄHTELYJÄ JOHTAVA MAALAJI

Karkearakeinen (Hk, Sr, HkMr, SrMr) ▼

Painokairausvastus

50...100 pk/m ▼

Maaperän värähtelyn hallitseva taajuus Hz

LIIKENNETYYPPI

Veturivetoinen juna ▼

AJONEUVON OMINAISUUDET

Kuluneet pyörät tai lovipyörät ▼

Ajonopeus, s km/h 100

TARKASTELTAVA RAKENNUS

Perustus kalliolle ▼

Tarkasteltava rakennuskerros 1

Maakerroksen paksuus perustuksen ja kallion välissä m 0

Kohteen etäisyys väylän keskeltä m 60

VÄYLÄN OMINAISUUDET JA SIJAINTI

Hyväkuntoinen väylä ▼

Ei eristystä ▼

Avorata ▼

SOVELLETTAVA RAJA-ARVO

Toimistot, kaupat, näyttelytilat, museot ▼

RUNKOMELULASKENNAN KORJAUSTEKIJÄT

Veturivetoinen juna	dB	11	Perustus kalliolle	dB	0
Kuluneet pyörät tai lovipyörät	dB	10	1. Kerros	dB	0
Ajonopeuden vaikutus	dB	0	Resonanssin vaikutus	dB	6
Hyväkuntoinen väylä	dB	0	Muunto äänenpainetasoksi	dB	-28
Ei eristystä	dB	0	Varmuusmarginaali	dB	6
Avorata	dB	0			
Muunto A-painotetuksi äänenpainetasoksi:					
Hallitseva taajuusalue		30-60 Hz	dB		-35

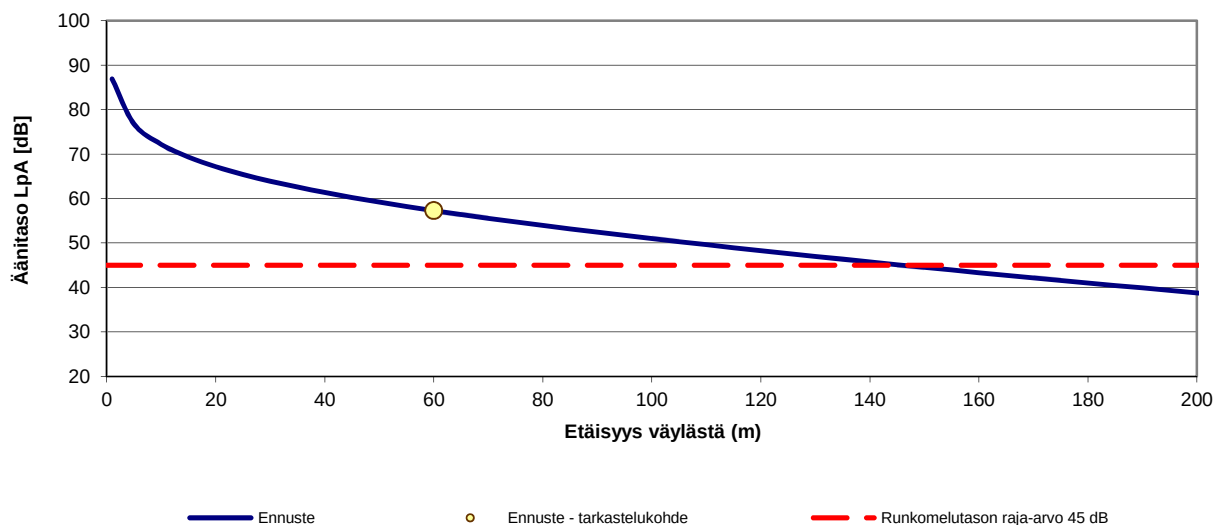
KOHTEESSA VAADITTU RUNKOMELUN RAJA-ARVO

45 dB

ARVIOITU RUNKOMELUN TASO TARKASTELUKOhteessa

57,3 dB

ARVIO RUNKOMELUN TASOSTA ANNETUISSA OLOSUhteissa



RUNKOMELUN ARVIOINTI

VR:n Terminaalialueen asemakaava

RAMBOLL

vers. 1.0 4.10.2017 /K.Koivisto

Kunta/kaupunki Riihimäki Väylä Helsinki-Riihimäki -rata Kortteli _____
 Kohde VR:n Terminaalialueen asemakaava Laskelman laatija K. Koivisto Pvm 25.10.2018

VÄRÄHTELYJÄ JOHTAVA MAALAJI

Karkearakeinen (Hk, Sr, HkMr, SrMr) ▼

Painokairausvastus

50...100 pk/m ▼

Maaperän värähtelyn hallitseva taajuus Hz

LIIKENNETYYPPI

Veturivetoinen juna ▼

AJONEUVON OMINAISUUDET

Normaali jousitus ▼

Ajonopeus, s km/h 200

TARKASTELTAVA RAKENNUS

Perustus kalliolle ▼

Tarkasteltava rakennuskerros 1

Maakerroksen paksuus perustuksen ja kallion välissä m 0

Kohteen etäisyys väylän keskeltä m 60

VÄYLÄN OMINAISUUDET JA SIJAINTI

Hyväkuntoinen väylä ▼

Ei eristystä ▼

Avorata ▼

SOVELLETTAVA RAJA-ARVO

Toimistot, kaupat, näyttelytilat, museot ▼

RUNKOMELULASKENNAN KORJAUSTEKIJÄT

Veturivetoinen juna	dB	11	Perustus kalliolle	dB	0
Normaali jousitus	dB	0	1. Kerros	dB	0
Ajonopeuden vaikutus	dB	6	Resonanssin vaikutus	dB	6
Hyväkuntoinen väylä	dB	0	Muunto äänenpainetasoksi	dB	-28
Ei eristystä	dB	0	Varmuusmarginaali	dB	6
Avorata	dB	0	Muunto A-painotetuksi äänenpainetasoksi:		
			Hallitseva taajuusalue	30-60 Hz	dB -35

KOhteessa VAADITTU RUNKOMELUN RAJA-ARVO

45 dB

ARVIOITU RUNKOMELUN TASO TARKASTELUKOhteessa

53,3 dB

ARVIO RUNKOMELUN TASOSTA ANNETUISSA OLOSUhteissa

