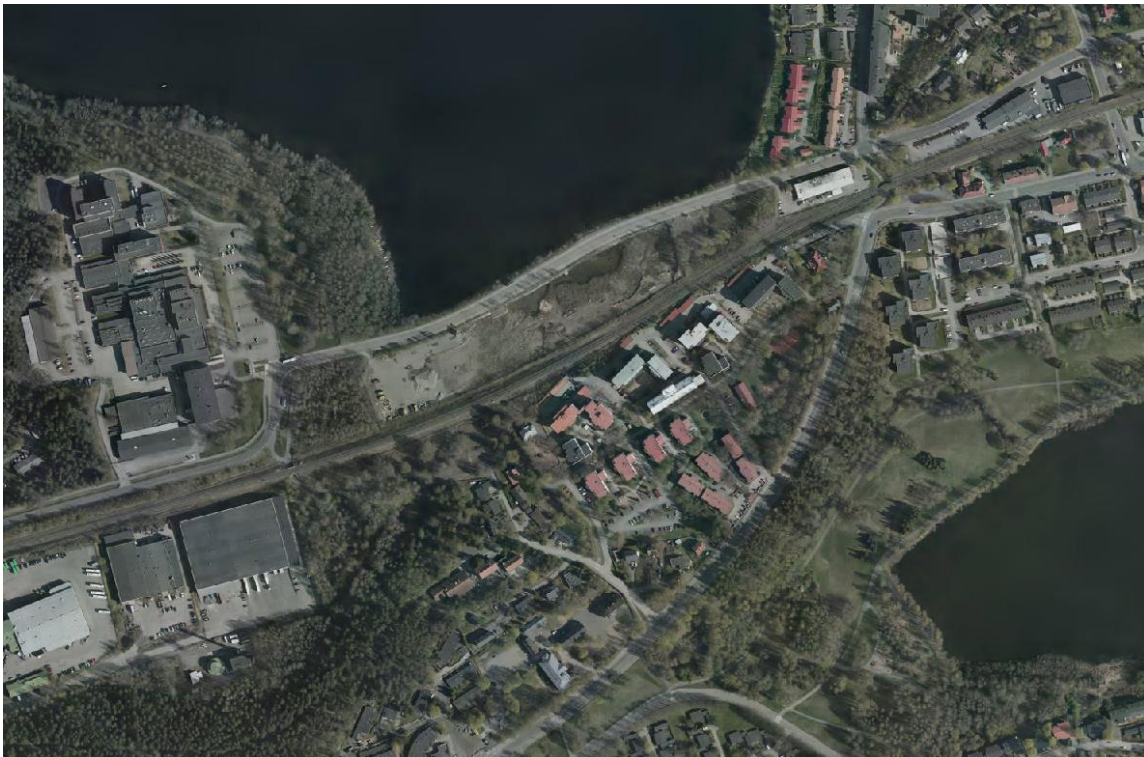


Vastaanottaja  
**Tampereen kaupunki**

Päivämäärä  
**27.11.2020**

ID-numero  
**5 302 921**

# **TOHLOPINRANTA, ASEMAKAAVA NRO 8525, TAMPERE PÄIVITETTY SELVITYS RAIDELIIKENTEESTÄ AIHEUTUVASTA TÄRINÄSTÄ JA RUNKOMELUSTA**



**TOHLOPINRANTA, ASEMAKAAVA NRO 8525, TAMPERE**  
**PÄIVITETTY SELVITYS RAIDELIIKENTEESTÄ**  
**AIHEUTUVASTA TÄRINÄSTÄ JA RUNKOMELUSTA**

Päivämäärä	<b>27/11/2020</b>
Laatija	<b>Kirsi Koivisto</b>
Kuvaus	<b>Tärinä- ja runkomeluservitys</b>
ID-numero	<b>5 302 921</b>
Kaavan nimi	<b>Tohlopinrannan asemakaava</b>
Kaavanumero	<b>8525</b>

# SISÄLTÖ

<b>1. Tehtävä.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Lähtötiedot .....</b>	<b>1</b>
<b>3. Tutkimuskohde .....</b>	<b>1</b>
3.1 Tutkimuskohteen sijainti	1
3.2 Pohjasuhteet	2
3.3 Liikenne tarkastelukohdalla	2
<b>4. Tärinän ja runkomelun suositusarvot .....</b>	<b>4</b>
4.1 Tärinän ja runkomelun syntyminen	4
4.2 Tärinän suositusarvot	4
4.2.1 Ihmistä häiritsevä tärinä	4
4.2.2 Tärinän kartoitus rakennusten vaurioriskin kannalta	5
4.2.3 Rakennuksen herkkyys tärinälle	6
4.3 Runkomelun arviointiin liittyvä ohjeistus ja menettelytavat	6
<b>5. Tärinän ja runkomelun arviointi.....</b>	<b>8</b>
5.1 Käytetyt mittaustulokset	8
5.2 Tärinän leviäminen ja ohjearvoalueet	8
5.3 Runkomelun arviointi	11
<b>6. Johtopäätökset ja suositukset jatkotoimenpiteiksi .....</b>	<b>12</b>

## 1. TEHTÄVÄ

Ramboll Finland Oy on tehnyt selvityksen rautatieliikenteen aiheuttamista tärinä- ja runkomeluhaitoista ja arvioinut mahdollisesti tarvittavia suojaustoimenpiteitä Tampereella Tohlopinrannan asemakaavan alueella. Tässä raportissa on päivitetty aiempien selvitysten arviot vastaamaan raideliikenteen nykytasoa.

Selvitys on toteutettu noudattaen Teknologian tutkimuskeskus VTT:n ohjeita *"Ohjeita liikennetärinän arviointiin"*, *"Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa"*, *"Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta"* ja *"Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi. Esiselvitys"*.

## 2. LÄHTÖTIEDOT

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

- Abloyn tontin tärinäselvitys, Tampere. Ramboll Finland Oy, 12.9.2013
- Abloy, Tampere – Tärinäselvitys, täydentävä raportti: Tapettikatu 9:n mittaukset. Ramboll Finland Oy, 9.12.2014
- Alueen pohjatutkimustietoja (Tampereen kaupunki, GTK)
- Rautateiden verkkoselostus 2020. Liikennevirasto 18.6.2020
- Rataosalla liikkuvien junien määrät ja tyypit (Sweco 10.11.2020)
- Tohloppi, asemapiirros, yhdistetty YIT+Lujatalo viitesuunnitelma 14.9.2020
- Lisäraiteen aluevaraustarpeen tarkentaminen välillä Lielähti-Tesoma. ID 1 770 174. Tampere, 2017.

## 3. TUTKIMUSKOHDE

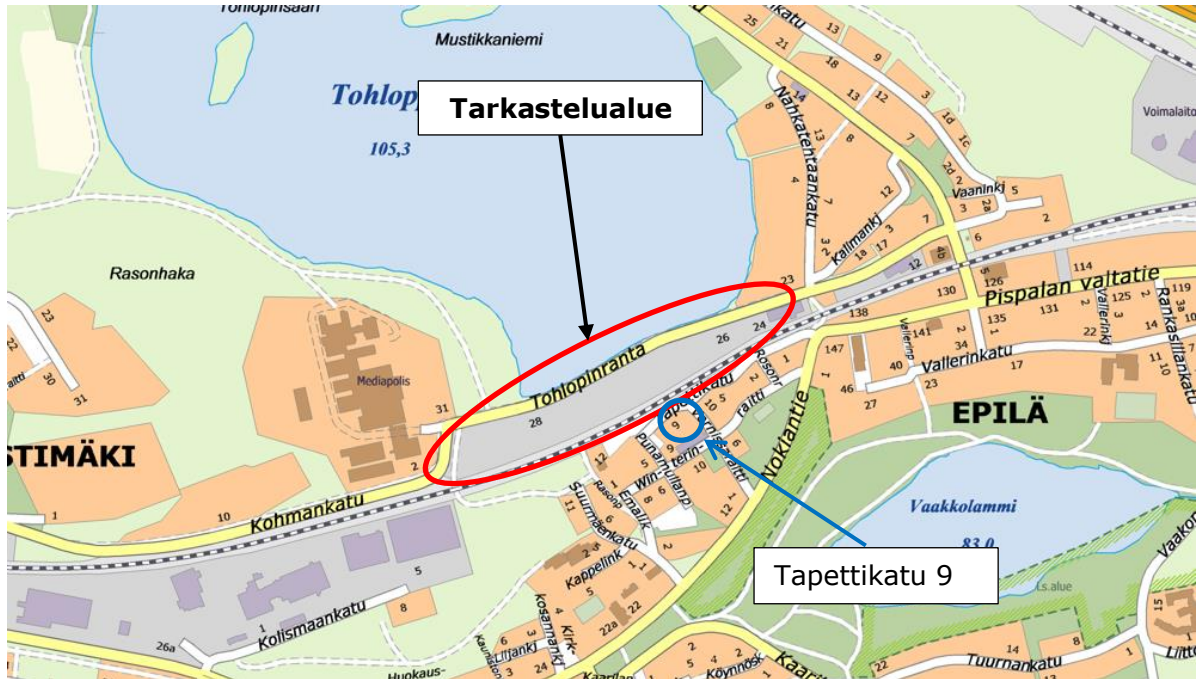
### 3.1 Tutkimuskohteen sijainti

Tarkasteltava alue sijaitsee Tampereen koillisosassa Tohlopinjärven rannalla, Lielähti-Kokemäki -radan pohjoispuolella ratakilometreillä 194+500...195+050.

Tapettikatu 9, jossa tehtyjä mittauksia on myös hyödynnetty tässä raportissa, sijaitsee vastapäätä tarkasteltavaa aluetta radan eteläpuolella.

Tutkimusalueelle on suunniteltu rakennettavaksi 5-7 kerroksisia asuinrakennuksia lähimmillään noin 35 m etäisyydelle radasta.

Tutkimuskohteen sijainti on esitetty kuvassa 1. Tarkastelualueen sijainti on merkitty punaisella soikiolla, ja aiemmassa selvityksessä mittausreferenssikohteena käytetyn Tapettikatu 9:n sijainti on merkitty sinisellä ympyrällä.



**Kuva 1. Tohlopinranta, asemakaava nro 8525, Tampere. Tärinäselvityksen tarkastelualue, Lielähti-Kokemäki-rata: km 194+500...195+050. Kuva: Tampereen kaupungin karttapalvelu.**

### 3.2 Pohjasuhteet

Maanpinta tarkasteltavalla alueella on tasolla +106,8...+109,4, maanpinnan viettäessä etelästä kohti Tohlopinrantaa.

Maaperä koostuu vaihtelevan paksuisesta, enimmillään noin 3,5 m syvyyteen ulottuvasta savikerroksesta, jonka alapuolella on siltti- ja hiekkakerroksia. Paikoitellen alueella on savikerroksen päälle tehty enimmillään noin metrin paksuinen soratäyttö. Kairaukset ovat päättyneet kiveen tai kallioon 7...10,5 m syvyydessä maanpinnasta. Kalliopinnan sijainti on varmistettu porakonekairauksin 8...10,5 m syvyyteen maanpinnasta.

Pohjaveden pinta on vaihdellut tasolla noin +91,9...+97,5 5/2010...6/2012 välisenä aikana.

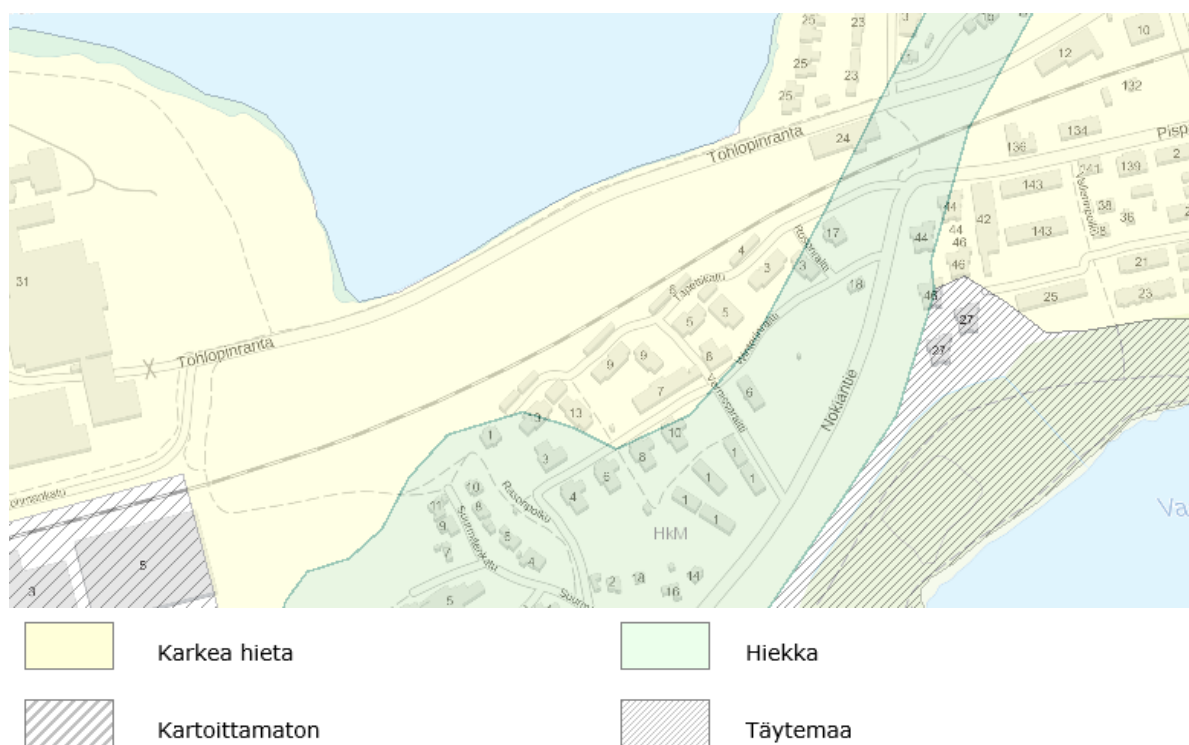
Alueen maaperäkartta on esitetty kuvassa 2.

### 3.3 Liikenne tarkastelukohdalla

Tarkastelukohdalla rataliikenne koostuu sekä henkilö- että tavaraliikenteestä. Tarkastelukohdan ohi liikennöivien junien liikennemäärät nykytilanteessa sekä vuoden 2050 ennustetilanteessa on esitetty taulukossa 1.

Radan nopeusrajoitus henkilöjunille on 120 km/h. Tavarajunien nopeusrajoitus on 100 km/h, mutta niiden todellinen nopeus tarkastelukohdalla on keskimäärin 70 km/h.

Toisin kuin aiempien tärinäselvitysten aikaan, radalla liikennöi nykyisin jonkin verran myös venäläisestä vaunukalustosta koostuvia tavarajunia. Venäläisestä kalustosta koostuvan tavaraliikenteen keskimääräinen kokonaispaino on lähes kaksinkertainen suomalaisen tavaraliikenteeseen nähden, minkä lisäksi venäläisen kaluston pyörästö on huomattavasti kunnossa, sisältäen runsaasti ns. lovipyöriä, mikä kasvattaa ko. junien aiheuttamaa tärinävaikutusta.



**Kuva 2. Tohlopinranta, asemakaava nro 8525, Tampere. Maaperäkartta. Lähde: GTK.**

**Taulukko 1. Tampereelta tarkastelukohdan ohi liikennöivät junat nykytilanteessa ja vuoden 2050 ennustetilanteessa. Lähde: Sweco.**

Juna- tyyppi	Selitys	Nykytilanne		Ennustetilanne v. 2050	
		Päivä klo. 7-22	Yö klo. 22-7	Päivä klo. 7-22	Yö klo. 22-7
		[kpl]	[kpl]	[kpl]	[kpl]
IC2	Kaksikerroksisista IC-vaunuista koostuvat junat	10	2	18	2
S	Pendolino	5	1	-	-
Sm2	Lähijuna	12	2	20	-
TaJu	Venäläisistä vaunuista koostuva tavaraliikenne	2	2	2	2
TaJu	Tavaraliikenne	8	8	7	7
	Yhteensä	37	15	47	11

## 4. TÄRINÄN JA RUNKOMELUN SUOSITUSARVOT

### 4.1 Tärinän ja runkomelun syntyminen

Liikenne tuottaa ympäristöönsä värähtelyä, joka aiheutuu pyörien ja päällysrakenteen/kiskojen epätasaisuuksista. Värähtely etenee kiskojen ja ratarakenteiden kautta 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 taajuussäilytykseen. 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 matalataajuisia värähtelyä. Tärinähaittoja esiintyy tyypillisesti pehmeikköalueilla liikenneväylien ympäristössä. Kallio- ja moreenimaassa tärinä vaimenee nopeasti eikä yleensä aiheuta haittoja.

### 4.2 Tärinän suositusarvot

#### 4.2.1 Ihmistä häiritsevä tärinä

Tärinän arvioinnissa on käytetty VTT:n (2004) tärinäsuositusta, joka perustuu norjalaiseen tärinäluokitukseen NS 8176 (1999). Suositusarvo esitetään ihmisen kokemuksen mukaan taajuuspainotettuna tehollisarvona, joka toteutuu 95 % tilastollisella todennäköisyydellä (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) (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 ekvivalentti-arvoa. 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 2. 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.

#### 4.2.2 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.**

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 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 värähtelyrajat ( $v_{max}$ , mm/s) maaperän värähtelylle (VTT 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

#### 4.2.3 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...2-kerroksiset rakennukset.

Rakennuksen perustaminen paaluille tavallisesti lisää rakenteen jäykkyyttä ja vähentää tärinäherkkyttä. On kuitenkin huomattavaa, että maaperän vaakasuuntaisen tärinän ollessa 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 resonanssitajuuksia, eikä rakennuksen ominaistajuus osu maaperän kanssa samalle ominaistajuudelle.

#### 4.3 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 arviointimenettely, 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, konserttitalit	25-30
Asuinhuoneistot	30/35*
Hoito- ja sosiaalihuollon laitokset, majoitustilat <ul style="list-style-type: none"> <li>potilashuoneet, majoitustilat</li> <li>päiväkodit, lasten ja henkilökunnan oleskeluun tarkoitettut huoneet</li> </ul>	30/35*
Kokoontumis- ja opetustilat <ul style="list-style-type: none"> <li>luokkahuoneet, luentosalit, kirkot ja muut huonetilat, joissa edellytetään yleisön saavan hyvin puheesta selvän ilman äänentoistolaitteiden käyttöä</li> <li>muut kokoontumistilat kuten teatterit ja kirjastot</li> </ul>	35
Toimistot, kaupat, näyttelytilat, museot	40/45*

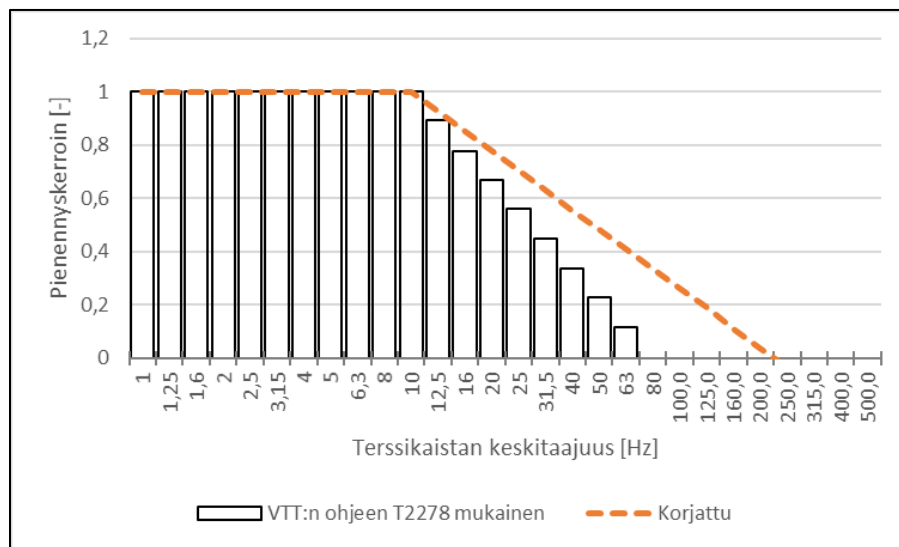
\*) Avoradat. Mikäli kaavamääräyksellä on annettu ohje julkisivun ilmajärjestämyksestä, on suositeltavaa käyttää runkomelutason tiukempaa raja-arvoa.

## 5. TÄRINÄN JA RUNKOMELUN ARVIOINTI

### 5.1 Käytetyt mittaustulokset

Tärinän leviämisen arviointi on tehty perustuen 23.-30.5.2013 ja 14.5.2014 tehtyihin mittauksiin sekä nykyisestä ja vuoden 2050 ennustetilanteesta saatuihin liikennetietoihin. Vuosien 2013 ja 2014 mittauspisteiden sijainnit on esitetty kartalla liitteissä 1 ja 2.

Tarkastelussa mittauspisteiden mittaustulokset käsiteltiin uudelleen käyttäen värähtelyn siirtymiselle maasta rakennukseen vaimennuskerrointa, joka kuvastaa aiempaa tarkastelua paremmin kerrostalojen perustuksiin siirtyvää värähtelyä. Kerroin perustuu VTT:n ohjeessa T2278 (VTT 2004) antamaan vaimennuskaavaan, jota on korjattu käyttäen kerrostaloille kokemusperäisenä vaimentumiskertoimena 0,33 taajuudella 80 Hz (kuva 3).



**Kuva 3. Kokemusperäinen korjattu pienennys perustukseen siirtyvän värähtelyn arvioimiseksi kerrostaloilla sekä VTT:n ohjeen T2278 kertoimet.**

### 5.2 Tärinän leviäminen ja ohjearvoalueet

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

Tarkastelussa sovitettiin tärinän vaimenemiskäyrät mahdollisimman hyvin käytössä olleisiin mittaustuloksiin. Sovitusparametrit on esitetty taulukossa 5. Mitattujen junien vertailupainona käytettiin vuonna 2014 mitattujen junien junapainojen keskiarvoa ( $G_0 = 1250$  tn). Junien vertailunopeutena käytettiin länsiosassa 80 km/h ja itäosassa 60 km/h perustuen mitattujen junien nopeuksiin.

Koska kaikki merkitsevät mittaustulokset olivat tavarajunista, otettiin nykytilanteen junien laskentapainoksi suomalaisten ja venäläisten tavarajunien kokonaispainon painotettu keskiarvo ( $G = 1500$  tn) ja junanopeudeksi tavarajunien todellinen nopeus tarkastelukohtalla ( $s = 70$  km/h).

Venäläisillä tavarajunilla usein ilmenevien lovipyörien tärinävaikutus on otettu tässä laskennassa huomioon kohdekohtaisella kertoimella. Kerroin perustuu Liikenneviraston

julkaisussa ”*Raskaiden kuormitusvaikutusten monitorointi*” esitettiin Veikkolassa tehtyjen koeajojen mittaustuloksiin, joiden perusteella venäläisen kaluston aiheuttama heilahdusnopeuden huippuarvo 20 m etäisyydellä radasta oli noin 2,1-kertainen suhteessa suomalaiseen tavarajunaan.

Lovipyörien tärinävaikutusta kuvaava kerroin  $k_R = 1,22$  saatiin muuntamalla em. vaikutus taajuuspainotetulle tehollisarvolle ja huomioimalla tarkastelukohdalla liikennöivien venäläisten tavarajunien osuus suhteessa suomalaisiin tavarajuniin.

Tärinän leviämisen laskennalliset tarkastelut on esitetty liitteissä 3 ja 4.

Koska nykytilanteen junamäärät ja nopeudet eivät merkittävästi poikkea vuoden 2050 ennustetilanteen vastaavista, kuvastaa tehty laskenta myös ennustetilannetta.

Kuvassa 4 on esitetty tärinän ennustekäyrät tarkastelualueen itä- ja länsiosissa. Ennustekäyrät esittävät rakennuksen pohjakerroksen lattiatasossa ennustettua suurinta värähtelyn tunnuslukua. Ennustekäyrien perusteella määritettyjen ohjearvoalueiden (tärinäluokat) etäisyydet radasta on esitetty taulukossa 6.

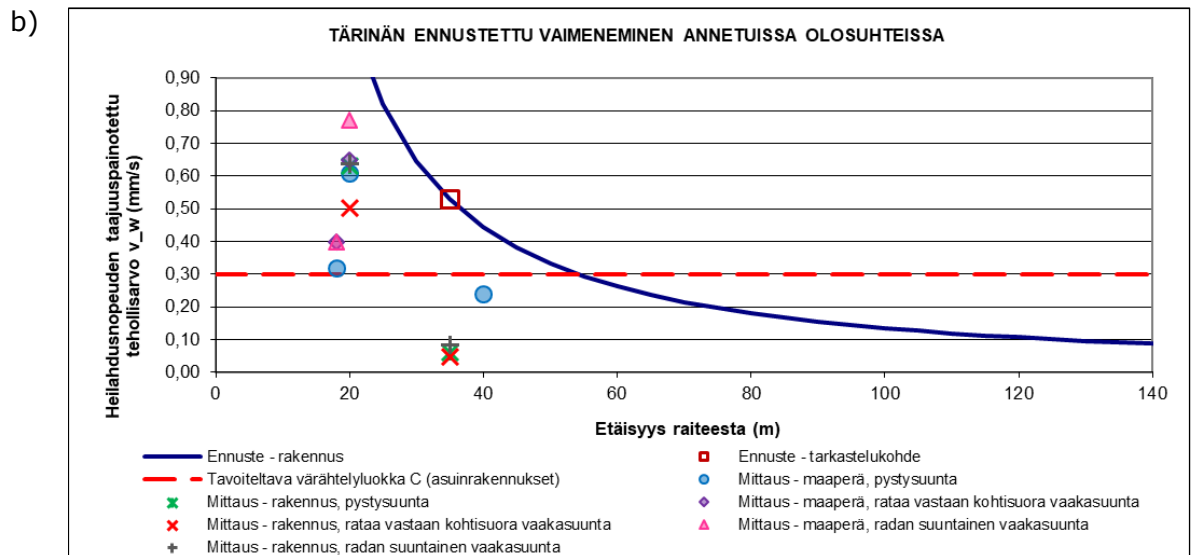
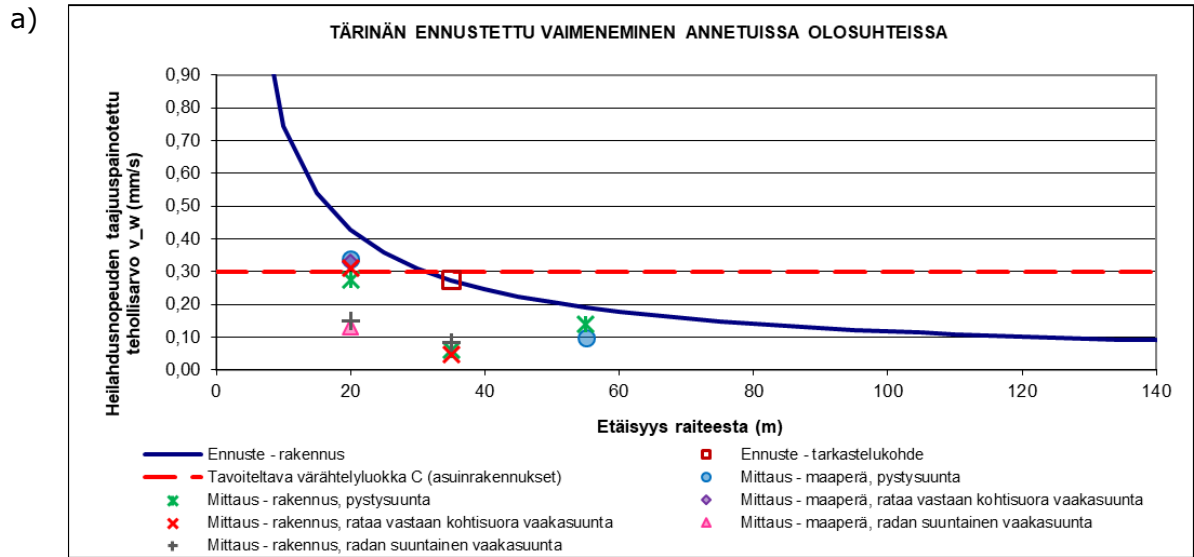
Uusille asuinrakennuksille soveltuvan värähtelyluokan C-alue ( $v_{w,95} < 0,3$  mm/s) alkaa alueen länsiosassa 32 m ja alueen itäosassa 55 m etäisyydellä radasta. Alue on esitetty kartalla liitteessä 1.

Mikäli Lielähti-Tesoma -välille kaavailtu lisäraide toteutuu, arvioidaan esitettyjen värähtelyalueiden rajojen siirtyvän n. 4,5 m lähemmäs asutusta.

**Taulukko 5. Tohlopinranta, asemakaava nro 8525, Tampere. Tärinäarvioinnin laskentaparametrit.**

Parametri	Tunnus	Yksikkö	Tohlopinranta länsiosa	Tohlopinranta itäosa
Vertailupaino mitatuista junista	$G_0$	tn	1250	1250
Vertailunopeus mitatuista junista	$s_0$	km/h	80	60
Junan kokonaispaino	$G$	tn	1500	1500
Junan nopeus	$s$	km/h	70	70
Vertailuetäisyys	$D_0$	m	20	20
Vertailuheilahdusnopeus	$v_0$	mm/s	0,27	0,5
NopeusekspONENTTI	$A$	-	0,92	0,92
EtäisyysEKSPONENTTI	$B$	-	0,8	1,3
Radan kunnosta johtuva kerroin <sup>1</sup>	$k_R$	-	1,22	1,22
Arviointiriskikerroin	$k_A$	-	1	1

<sup>1</sup> Tässä laskennassa kerroin  $k_R$  on sovitettu huomioimaan venäläisten tavarajunien lovipyörien tärinävaikutus.



**Kuva 4. Tohlopinranta, asemakaava nro 8525, Tampere. Alueen länsiosa (a) ja itäosa (b). Nykytilanne/ennustetilanne 2050. Mittausten perusteella laskennallisesti arvioitu tärinän tunnusluku kerrostalossa sekä vuosien 2013 ja 2014 tärinämittaukset.**

**Taulukko 6. Tohlopinranta, asemakaava nro 8525, Tampere. Tärinän ohjearvoalueiden etäisyys radasta.**

Alue	Etäisyys radasta	
	tontin länsipuoli (m)	tontin itäpuoli (m)
D	14	32
C	32	55
B	75	93
A	124	127

### 5.3 Runkomelun arviointi

Värähtelyn korkeammista taajuuksista voi rakennuksen tiloihin välittyä runkomelua, jota yleisimmin esiintyy taajuusalueella 16...250 Hz. Suomessa VTT on antanut suosituksen runkomelutasojen raja-arvoiksi (VTT 2009). Raja-arvot täyttävät valtioneuvoston, sosiaali- ja terveysministeriön ja Suomen rakennusmääräyskokoelmassa annetut suurimmat sallitut äänitasot rakennuksessa. Asuntojen runkomelutason raja-arvoksi avoradan varrella on esitetty  $L_{prm} = 35$  dB.

Tarkastelun lähtötietoina on käytetty 2013 ja 2014 tehtyjen värähtelymittausten tuloksia. Mitatuista heilahdusnopeuksista laskettiin runkomelun taso, joiden avulla sovitettiin VTT:n (2009) ohjeistuksen perusteella määritetty runkomelun vaimenemiskäyrä vuosien 2013 ja 2014 tilanteeseen.

Nykytilanteen arvioissa laskettua runkomelun vaimenemiskäyrää muokattiin huomioimalla junien todellinen ajonopeus ja venäläisten junien lovipyörien vaikutus. Koska nykytilanteen junamäärät ja nopeudet eivät merkittävästi poikkea vuoden 2050 ennustetilanteen vastaavista, kuvastaa tehty laskenta myös ennustetilannetta. Runkomelukäyrien laskenta on esitetty liitteissä 5 ja 6.

Runkomelualueet on esitetty taulukossa 7 sekä kartalla liitteessä 2. Arvioinnin perusteella runkomelun raja-arvo 35 dB ylittyy suunnitelluista rakennuksista viidessä, runkomelun tason ollessa enimmillään 41 dB.

Runkomelutason rakennuksissa voidaan olettaa putoavan noin 2 dB per kerros rakennuksessa ylöspäin mentäessä.

Mikäli Lielähti-Tesoma -välille kaavailtu lisäraide toteutuu, arvioidaan esitettyjen runkomelualueiden rajojen siirtyvän n. 4,5 m lähemmäs asutusta.

**Taulukko 7. Tohlopinranta, asemakaava nro 8525, Tampere. Runkomelun tasot etäisyyksinä radasta.**

Alue	Etäisyys radasta	
	tontin länsipuoli (m)	tontin itäpuoli (m)
25 dB	86	130
30 dB	56	93
35 dB	34	62
40 dB	18	38
45 dB	10	21

## 6. JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET JATKOTOIMENPITEIKSI

### 6.1 Tärinä

Arvioinnin perusteella sekä nykytilanteessa että vuoden 2050 ennustetilanteessa juna-liikenteen aiheuttamat tärinät ylittävät uusia rakennuksia koskevat suositusarvot ihmisen häiriöksi kokemalle tärinälle (C-alue,  $v_{w,95} < 0,3$  mm/s) tarkastelualueen länsiosassa alle 32 m ja alueen itäosassa alle 55 m etäisyydellä radasta.

Verrattuna vuoden 2014 tärinäselvitykseen C-alueen raja on siirtynyt 20-25 m kauemmas radasta. Tämä johtuu tavarajunien kasvaneista kokonaispainoista (vaikutus n. 40 %) sekä rataosuudella nykyisin liikennöivän venäläisen kaluston lovipyörien huomioimisesta tarkastelussa (vaikutus n. 60 %).

**Nykytilanteessa tärinän suositusarvot ylittyvät kahdessa suunnitellussa rakennuksessa.** Mikäli Lielähti-Tesoma -välille kaavailtu lisäraide toteutuu, arvioidaan esitettyjen tärinäalueiden rajojen siirtyvän n. 4,5 m lähemmäs asutusta.

Tärinän vaimentamiseksi joko rakennukseen tai rakennuksen ja radan väliin voidaan tehdä erityinen tärinänvaimennusrakenne, jotta esitettyihin ohjearvoihin on mahdollista päästä. Rakennuksessa tärinänvaimennusrakenteena voidaan käyttää rakentamiseen asennettavia jousia tai erityisiä tärinänvaimennusmattoja. Maaperätyypistä riippuen rakennuksen ja radan välissä vaimennusrakenteena voidaan käyttää esimerkiksi ponteista tai syvästabilointipilareista maan sisään tehtävää seinämää. Mahdollisen tärinänvaimennusmenetelmän valinta ja soveltuvuus pitää selvittää erikseen lisätutkimusten perusteella. Lisäksi suositellaan nykytilannetta tarkentavien värähtelymittausten tekemistä alueen itäosassa ennen vaimennusrakenteiden suunnittelua.

### 6.2 Runkomelu

Arvioinnin perusteella sekä nykytilanteessa että vuoden 2050 ennustetilanteessa runkomelu-arvot rakennusten 1. kerroksessa saattavat ylittää asuinhuoneistojen runkomelun raja-arvon 35 dB tontin länsipuolella alle 34 m ja itäpuolella alle 62 m etäisyydellä radasta.

**Alueelle suunnitelluista rakennuksista 35 dB raja-arvon arvioidaan ylittyvän viidessä suunnitellussa rakennuksessa,** joko koko rakennuksessa tai vain osassa rakennusta. Kyseisten rakennusten runkomelutaso rakennuksen 1. kerroksessa vaihtelee välillä 36-41 dB. **Raja-arvon ylittävien rakennusten arvioidut rakennuskohtaiset runkomelutasot on esitetty liitteen 2 kartalla.** Melutason voidaan olettaa putoavan noin 2 dB per kerros rakennuksessa ylöspäin mentäessä.

Mikäli Lielähti-Tesoma -välille kaavailtu lisäraide toteutuu, arvioidaan esitettyjen runkomelualueiden rajojen siirtyvän n. 4,5 m lähemmäs asutusta.

Rakennusten runkomelua pystytään tarvittaessa vaimentamaan kelluttamalla rakennusjoustavan eristysrakenteen päälle. Runkomelueristys voidaan toteuttaa jousielementeillä tai kumimaisilla elastomeerimateriaaleilla. Runkomelun mahdolliset eristämistoimenpiteet tulee mitoittaa alimman häiriötaajuuden mukaan, jolloin myös sitä suuremmilla taajuuksilla saavutetaan yleensä riittävä eristävyys. Runkomeluvaimennustarpeen varmentamista ja suunnittelua varten suositellaan nykytilannetta vastaavien värähtelymittausten tekemistä alueen itäosassa.

## LÄHDEVIITTEET

Liikennevirasto 2018. Raskaiden junien kuormitusvaikutusten monitorointi. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 21/2018.

[https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts\\_2018-21\\_raskaiden\\_junien\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts_2018-21_raskaiden_junien_web.pdf)

Liikennevirasto 2017. Lisäraiteen aluevaraustarpeen tarkentaminen välillä Lielähti–Tesoma. ID 1 770 174. Tampere.

<https://docplayer.fi/56789905-Lisaraiteen-aluevaraustarpeen-tarkentaminen-valilla-lielah-ti-tesoma-id.html>

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](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.

Ramboll 2013. Abloyn tontin tärinäselvitys, Tampere. Ramboll Finland Oy, 12.9.2013.

[http://www.tampere.fi/ytoteto/aka/nahtavillaolevat/8525/selvitykset/8525\\_tarinaselvitys.pdf](http://www.tampere.fi/ytoteto/aka/nahtavillaolevat/8525/selvitykset/8525_tarinaselvitys.pdf)

Ramboll 2014. Abloy, Tampere – Tärinäselvitys, täydentävä raportti: Tapettikatu 9:n mittaukset. Ramboll Finland Oy, 9.12.2014.

[http://www.tampere.fi/ytoteto/aka/nahtavillaolevat/8525/selvitykset/8525\\_tarina\\_taydennys\\_tapettikatu.pdf](http://www.tampere.fi/ytoteto/aka/nahtavillaolevat/8525/selvitykset/8525_tarina_taydennys_tapettikatu.pdf)

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 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>

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

Liitteiden keskeinen sisältö on kerrottu tärinäselvityksen luvuissa 5 ja 6.

**LIITE 1** Tohlopinranta, radan tärinäalueet.

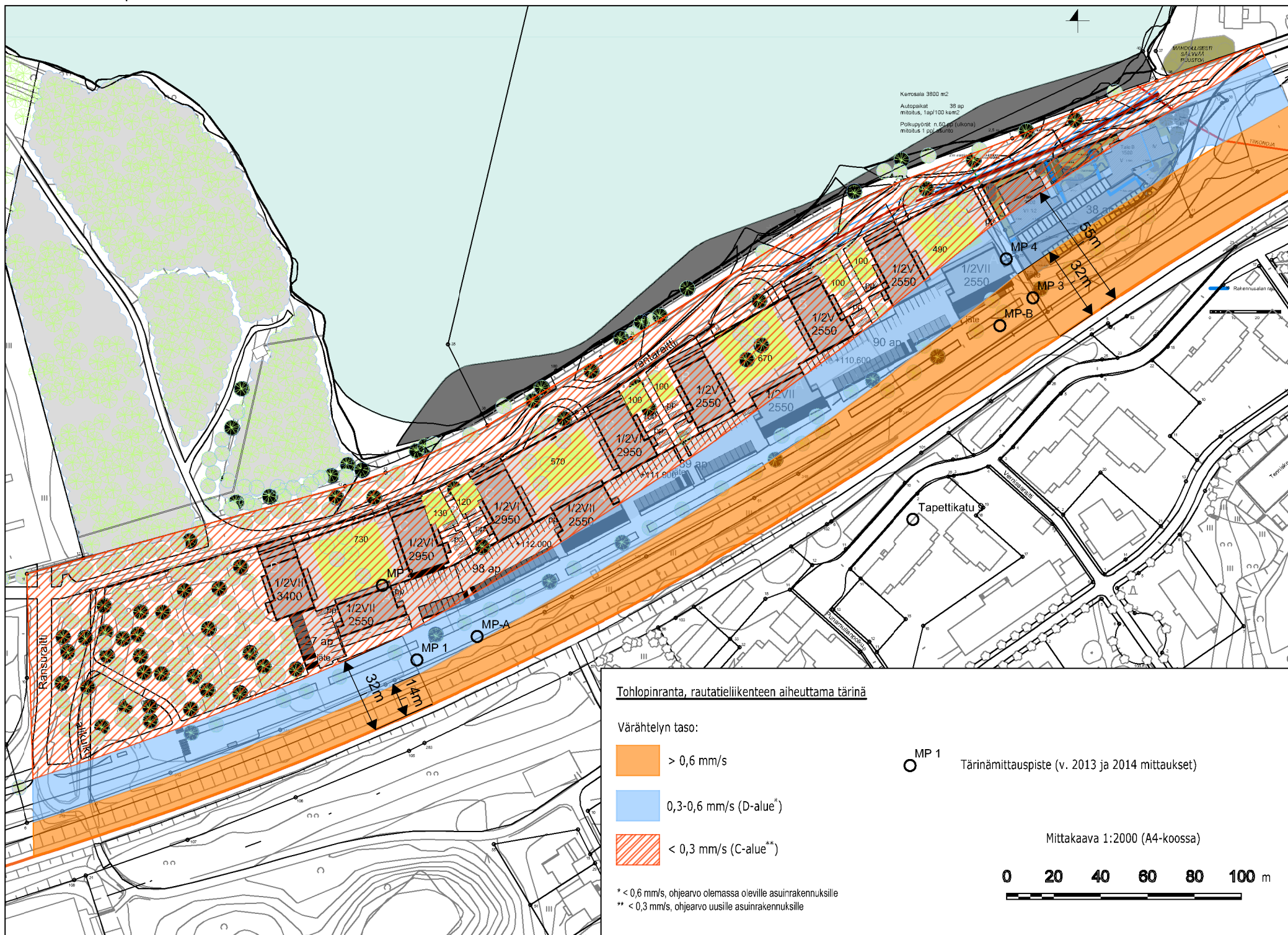
**LIITE 2** Tohlopinranta, radan runkomelualueet

**LIITE 3** Tärinän leviäminen nykytilanteessa ja vuoden 2050 ennustetilanteessa, laskelma. Tohlopinranta, länsiosa.

**LIITE 4** Tärinän leviäminen nykytilanteessa ja vuoden 2050 ennustetilanteessa, laskelma. Tohlopinranta, itäosa.

**LIITE 5** Runkomelun leviäminen nykytilanteessa ja vuoden 2050 ennustetilanteessa, laskelma. Tohlopinranta, länsiosa.

**LIITE 6** Runkomelun leviäminen nykytilanteessa ja vuoden 2050 ennustetilanteessa, laskelma. Tohlopinranta, itäosa.



Kerrosala 3800 m<sup>2</sup>  
 Autopaikat 38 ap  
 mitoitus, 19p/100 km<sup>2</sup>  
 Polkupyörät n. 60 ap (ukonä)  
 mitoitus 1 polkupyörä

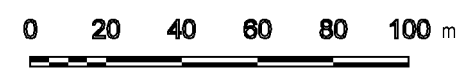
**Tohlopinranta, rautatieliikenteen aiheuttama värinä**

Värähtelyn taso:

- > 0,6 mm/s
- 0,3-0,6 mm/s (D-alue\*)
- < 0,3 mm/s (C-alue\*\*)

○ MP 1      Tärinämittauspiste (v. 2013 ja 2014 mittaukset)

Mittakaava 1:2000 (A4-koossa)



\* < 0,6 mm/s, ohjearvo olemassa oleville asuinrakennuksille  
 \*\* < 0,3 mm/s, ohjearvo uusille asuinrakennuksille



## RAUTATIELIIKENTEEN YMPÄRISTÖTÄRINÄN LASKENTA (asuinrakennukset)



### Tohlopinranta - länsiosa

Versio 16.11.2020 / K.Koivisto

Kunta/kaupunki Tampere Rataosa Lielähti - Kokemäki Km 194+500...195+050  
Kohde Tohlopinranta - länsiosa Laskelman laatija K. Koivisto Pvm 20.11.2020

#### TÄRINÄÄ JOHTAVA MAALAJI

Normaali koheesiomaa (Sa, saSi, Si) ▼

Suljettu leikkauslujuus

10...25 kPa ▼

Tärinää johtavan maakerroksen kokonaispaksuus radan ja tarkastelukohteen välillä m **1,7**

#### TARKASTELTAVAN JUNAN JA RADAN TIEDOT

Tavarajuna ▼		
Junan kokonaispaino, G	tn	1500
Junan nopeus, s	km/h	70
Raiteiden määrä	kpl	1

#### TARKASTELTAVA RAKENNUS

Asuinrakennus ▼

Kohteen etäisyys radan keskeltä m **35**

Lisätietoja kohteesta

#### TAVOITELTAVA TÄRINÄLUOKKA (ASUINRAKENNUKSET)

Värähtelyluokka C ▼

#### POIKKEAVAT VAHVISTUSKERTOIMET RAKENNUKSISSA

Tärinäaltis rakennus	(2,0)	-	
Tavanomainen rakennus	(1,3)	-	
Ei-tärinäaltis rakennus	(0,75)	-	

#### LASKENNAN VÄRÄHTELYSUURE

Käytettävä suure Tehollisarvo ▼  
Määrittämys mittauksen perusteella Kyllä ▼

#### SUOSITELTAVAT LASKENTAPARAMETRIT

Vertailuetäisyys, $D_0$	m	20
Vertailuheilahdusnopeus, $v_0$	mm/s	0,340
Nopeuseksponentti, A	-	0,92
Etäisyys eksponentti, B	-	1,21
Radan kunnosta johtuva kerroin, $k_R$	-	1,00
Arviointiriskikerroin, A	-	1,00

#### ENNUSTEARVOT TARKASTELUKOHTEESSA

##### Heilahdusnop. taajuuspainotettu tehollisarvo

Rakennus	mm/s	<b>0,291</b>
----------	------	--------------

#### SUOSITUSARVOISTA POIKKEAVAT PARAMETRIT

Vertailuetäisyys, $D_0$	m	
Vertailuheilahdusnopeus, $v_0$	mm/s	<b>0,27</b>
Nopeuseksponentti, A	-	
Etäisyys eksponentti, B	-	<b>0,8</b>
Radan kunnosta johtuva kerroin, $k_R$	-	<b>1,22</b>
Arviointiriskikerroin, A	-	

#### ETÄISYYS RADASTA JOLLA TAVOITE TÄYTTYY

Tavoiteltava värähtelyluokka (asuinrak.) C

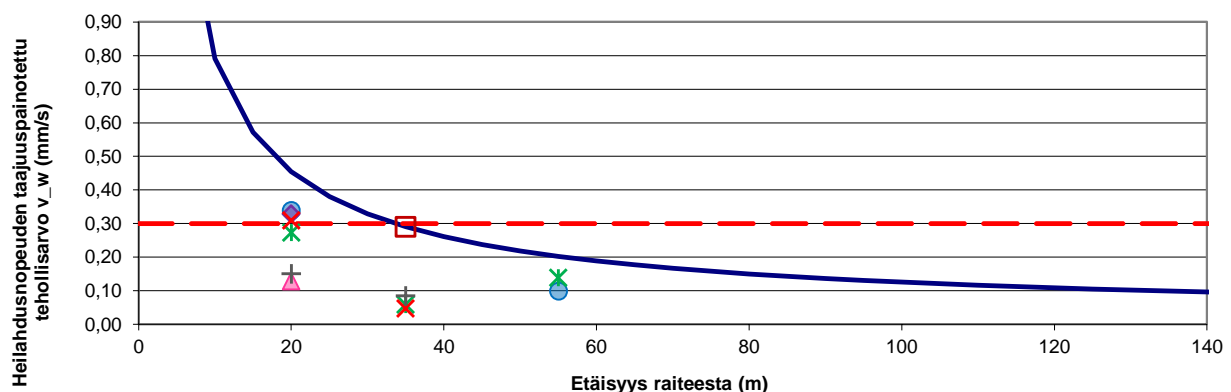
Rakennus	m	<b>34</b>
----------	---	-----------

Maaperän ominaistaajuus Hz **13,0**

#### LASKENTAKERTOIMET TARKASTELUKOHTEESSA

Etäisyyskerroin	$k_D =$	0,64
Junan nopeudesta johtuva kerroin	$k_S =$	0,88
Junan painosta johtuva kerroin	$k_G =$	1,20
Radan kunnosta johtuva kerroin	$k_R =$	1,22
Arviointiriskikerroin	A =	1,00

#### TÄRINÄN ENNUSTETTU VAIMENEMINEN ANNETUISSA OLOSUHTEISSA



- Ennuste - rakennus
- - - Tavoiteltava värähtelyluokka C (asuinrakennukset)
- ✕ Mittaus - rakennus, pystysuunta
- ✕ Mittaus - rakennus, rataa vastaan kohtisuora vaakasuunta
- +
- +
- +
- Ennuste - tarkastelukohde
- Mittaus - maaperä, pystysuunta
- ◆ Mittaus - maaperä, rataa vastaan kohtisuora vaakasuunta
- ▲ Mittaus - maaperä, radan suuntainen vaakasuunta

**RAUTATIELIIKENTEEN YMPÄRISTÖTÄRINÄN LASKENTA (asuinrakennukset)**



**Tohlopinranta - itäosa**

Versio 16.11.2020 / K.Koivisto

Kunta/kaupunki Tampere Rataosa Lielähti - Kokemäki Km 194+500...195+050  
 Kohde Tohlopinranta - itäosa Laskelman laatija K. Koivisto Pvm 20.11.2020

**TÄRINÄÄ JOHTAVA MAALAJI**

Normaali koheesiomaa (Sa, saSi, Si) ▼

Suljettu leikkauslujuus  
10...25 kPa ▼

Tärinää johtavan maakerroksen kokonaispaksuus radan ja tarkastelukohteen välillä m **1,7**

**TARKASTELTAVAN JUNAN JA RADAN TIEDOT**

Tavarajuna ▼		
Junan kokonaispaino, G	tn	1500
Junan nopeus, s	km/h	70
Raiteiden määrä	kpl	1

**TARKASTELTAVA RAKENNUS**

Asuinrakennus ▼

Kohteen etäisyys radan keskeltä m **35**

Lisätietoja kohteesta

**TAVOITELTAVA TÄRINÄLUOKKA (ASUINRAKENNUKSET)**

Värähtelyluokka C ▼

**POIKKEAVAT VAHVISTUSKERTOIMET RAKENNUKSISSA**

Tärinäaltis rakennus	(2,0)	-	
Tavanomainen rakennus	(1,3)	-	
Ei-tärinäaltis rakennus	(0,75)	-	

**LASKENNAN VÄRÄHTELYSUURE**

Käytettävä suure Tehollisarvo ▼

Määrittäminen mittausten perusteella Kyllä ▼

**SUOSITELTAVAT LASKENTAPARAMETRIIT**

Vertailuetäisyys, $D_0$	m	20
Vertailuheilahdusnopeus, $v_0$	mm/s	0,610
NopeusekspONENTTI, A	-	0,92
EtäisyysEKSPONENTTI, B	-	1,35
Radan kunnosta johtuva kerroin, $k_R$	-	1,00
Arviointiriskikerroin, A	-	1,00

**ENNUSTEARVOT TARKASTELUKOHTEESSA**

**Heilahdusnop. taajuuspainotettu tehollisarvo**

Rakennus	mm/s	<b>0,529</b>
----------	------	--------------

**SUOSITUSARVOISTA POIKKEAVAT PARAMETRIIT**

Vertailuetäisyys, $D_0$	m	
Vertailuheilahdusnopeus, $v_0$	mm/s	<b>0,5</b>
NopeusekspONENTTI, A	-	
EtäisyysEKSPONENTTI, B	-	<b>1,3</b>
Radan kunnosta johtuva kerroin, $k_R$	-	<b>1,22</b>
Arviointiriskikerroin, A	-	

**ETÄISYYS RADASTA JOLLA TAVOITE TÄYTTYY**

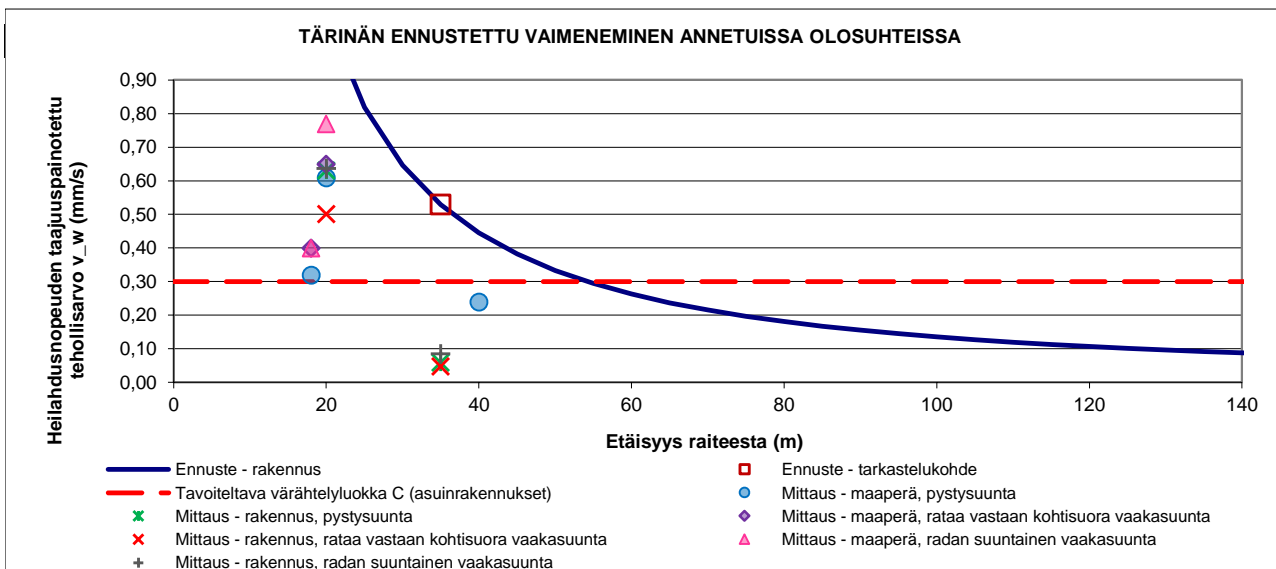
**Tavoiteltava värähtelyluokka (asuinrak.)** C

Rakennus	m	<b>55</b>
----------	---	-----------

**Maaperän ominaistaajuus** Hz **13,0**

**LASKENTAKERTOIMET TARKASTELUKOHTEESSA**

Etäisyyskerroin	$k_D =$	0,48
Junan nopeudesta johtuva kerroin	$k_S =$	1,15
Junan painosta johtuva kerroin	$k_G =$	1,20
Radan kunnosta johtuva kerroin	$k_R =$	1,22
Arviointiriskikerroin	A =	1,00



Tohlopinranta - länsiosa - ennustetilanne v. 2020-2050

<b>RUNKOMELUN ARVIOINTI</b>		<b>Asuinhuoneistot</b>		<b>RAMBOLL</b>	
Tohlopinranta - länsiosa					
vers. 1.2 26.6.2019 /K.Koivisto					
Kunta/kaupunki	<u>Tampere</u>	Väylä	<u>Lielähti - Kokemäki -rata</u>	Kortteli	<u>1232</u>
Kohde	<u>Tohlopinranta - länsiosa</u>	Laskelman laatija	<u>K. Koivisto</u>	Pvm	<u>20.11.2020</u>

**VÄRÄHTELYJÄ JOHTAVA MAALAJI**

Normaali koheesiomaa (Sa, saSi, Si) ▼

Suljettu leikkauslujuus 10...25 kPa ▼ Painokairausvastus 10...30 pk/m ▼

Maaperän värähtelyn hallitseva taajuus Hz

**LIIKENNETYYPPI**

Veturivetoinen juna ▼

**AJONEUVON OMINAISUUDET**

Kuluneet pyörät tai lovipyörät ▼

Ajonopeus, s km/h

**TARKASTELTAVA RAKENNUS**

Kerrostalo ▼

Tarkasteltava rakennuskerros

Maakerroksen paksuus perustuksen ja kallion välissä m

Kohteen etäisyys väylän keskeltä m

**VÄYLÄN OMINAISUUDET JA SIJAINTI**

Hyväkuntoinen väylä ▼

Ei eristystä ▼

Avorata ▼

**SOVELLETTAVA RAJA-ARVO**

Asuinhuoneistot ▼

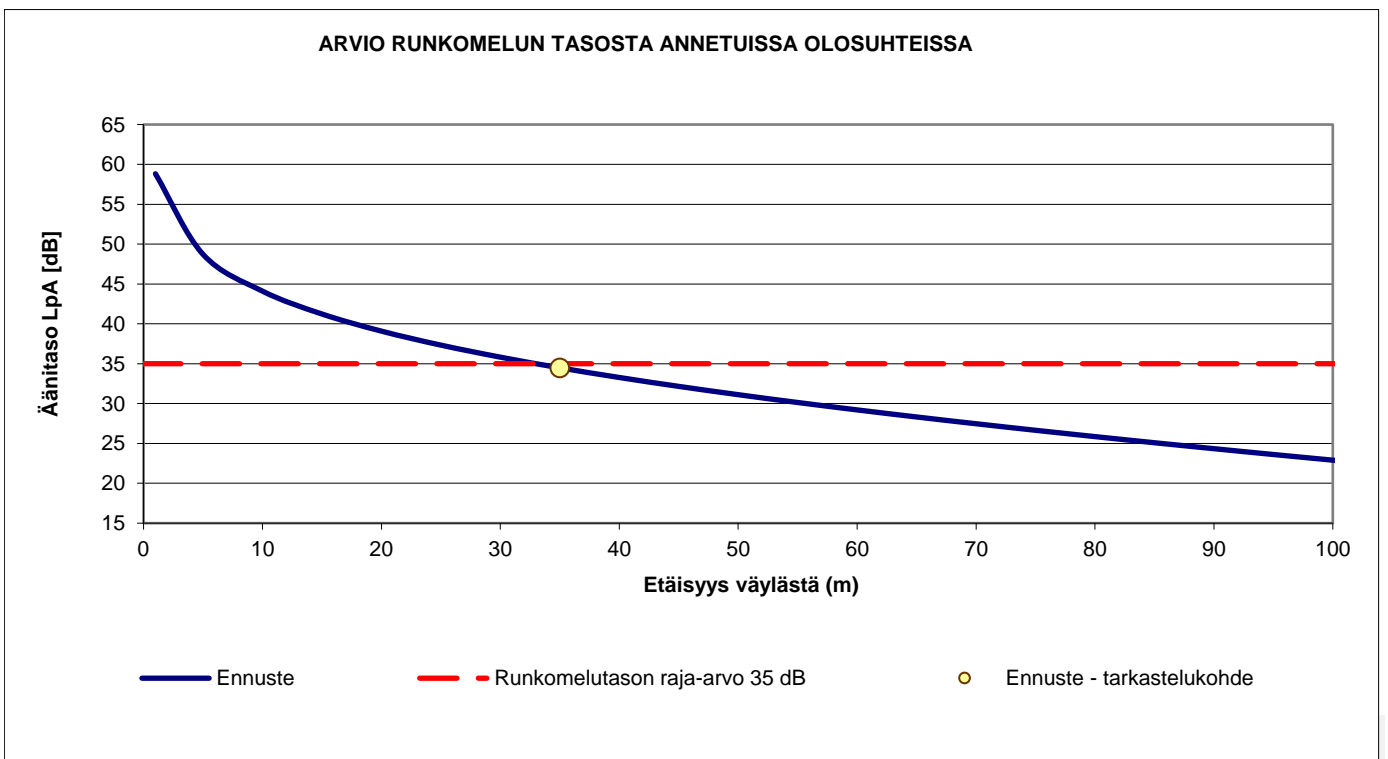
**RUNKOMELULASKENNAN KORJAUSTEKIJÄT**

Veturivetoinen juna	dB	11	Kerrostalo	dB	-10
Kuluneet pyörät tai lovipyörät	dB	10	1. Kerros	dB	0
Ajonopeuden vaikutus	dB	-3	Resonanssin vaikutus	dB	6
Hyväkuntoinen väylä	dB	0	Muunto äänenpainetasoksi	dB	-28
Ei eristystä	dB	0	Varmuusmarginaali	dB	<input type="text" value="6"/>
Avorata	dB	0			

*Muunto A-painotetuksi äänenpainetasoksi:*

Hallitseva taajuusalue	< 30 Hz	dB	-50
------------------------	---------	----	-----

<b>KOhteessa vaadittu runkomelun raja-arvo</b>	<b>Arvioitu runkomelun taso tarkastelukohteessa</b>
<b>35 dB</b>	<b>34,5 dB</b>



Tohlopinranta - itäosa - ennustetilanne v. 2020-2050

<b>RUNKOMELUN ARVIOINTI</b>		<b>Asuinhuoneistot</b>		<b>RAMBOLL</b>	
Tohlopinranta - itäosa					
vers. 1.2 26.6.2019 /K.Koivisto					
Kunta/kaupunki	<u>Tampere</u>	Väylä	<u>Lielähti - Kokemäki -rata</u>	Kortteli	<u>1232</u>
Kohde	<u>Tohlopinranta - itäosa</u>	Laskelman laatija	<u>K. Koivisto</u>	Pvm	<u>20.11.2020</u>

**VÄRÄHTELYJÄ JOHTAVA MAALAJI**

Normaali koheesiomaa (Sa, saSi, Si) ▼

Suljettu leikkauslujuus 10...25 kPa ▼ Painokairausvastus 10...30 pk/m ▼

Maaperän värähtelyn hallitseva taajuus Hz

**LIIKENNETYYPPI**

Veturivetoinen juna ▼

**AJONEUVON OMINAISUUDET**

Kuluneet pyörät tai lovipyörät ▼

Ajonopeus, s km/h

**TARKASTELTAVA RAKENNUS**

Kerrostalo ▼

Tarkasteltava rakennuskerros

Maakerroksen paksuus perustuksen ja kallion välissä m

Kohteen etäisyys väylän keskeltä m

**VÄYLÄN OMINAISUUDET JA SIJAINTI**

Hyväkuntoinen väylä ▼

Ei eristystä ▼

Avorata ▼

**SOVELLETTAVA RAJA-ARVO**

Asuinhuoneistot ▼

**RUNKOMELULASKENNAN KORJAUSTEKIJÄT**

Veturivetoinen juna	dB	11	Kerrostalo	dB	-10
Kuluneet pyörät tai lovipyörät	dB	10	1. Kerros	dB	0
Ajonopeuden vaikutus	dB	-3	Resonanssin vaikutus	dB	6
Hyväkuntoinen väylä	dB	0	Muunto äänenpainetasoksi	dB	-28
Ei eristystä	dB	0	Varmuusmarginaali	dB	<input type="text" value="12"/>
Avorata	dB	0			

*Muunto A-painotetuksi äänenpainetasoksi:*

Hallitseva taajuusalue < 30 Hz dB

<b>KOhteessa vaadittu runkomelun raja-arvo</b>	<b>Arvioitu runkomelun taso tarkastelukohteessa</b>
35 dB	40,5 dB

