

Vastaanottaja  
Turun kaupunki

Päivämäärä  
11.4.2018

# KIRSTINPUISTO, TURKU SELVITYS LIIKENTEEN AI- HEUTTAMAN TÄRI NÄN JA RUNKOMELUN VAIKUTUK- SESTA



KIRSTINPUISTO, TURKU  
SELVITYS LIIKENTEEN AIHEUTTAMAN TÄRINÄN JA  
RUNKOMELUN VAIKUTUKSESTA

Tarkastus Veli-Matti Yli-Kätkä  
Päivämäärä 11/04/2018  
Laatija Kirsi Koivisto  
Kuvaus Tärinäselvitys

Viite 1510039760

## SISÄLTÖ

1.	Tehtävä	1
2.	Tutkimuskohde	1
2.1	Tutkimuskohteen sijainti	1
2.2	Pohjasuhteet	2
3.	Liikenne tarkastelukohdalla	2
4.	Tärinän ja runkomelun ohjearvot	3
4.1	Ihmistä häiritsevän tärinän ohjearvot	3
4.2	Tärinän kartoitus rakennusten vaurioriskin kannalta	4
4.3	Rakennuksen herkkyys tärinälle	4
4.4	Runkomelun arviointiin liittyvä ohjeistus ja menettelytavat	5
5.	Tärinän ja runkomelun arviointi – arviointitaso 2	6
5.1	Tärinän leviäminen	6
5.2	Runkomelu	6
6.	Johtopäätökset ja suositukset jatkotoimenpiteiksi	7

## 1. TEHTÄVÄ

Ramboll Finland Oy on tehnyt selvityksen liikenteen aiheuttamista tärinä- ja runkomeluhaitoista ja arvioinut mahdollisesti tarvittavia suojaustoimenpiteitä Turussa, Kirstinpuiston asemakaavamuutoskohteessa.

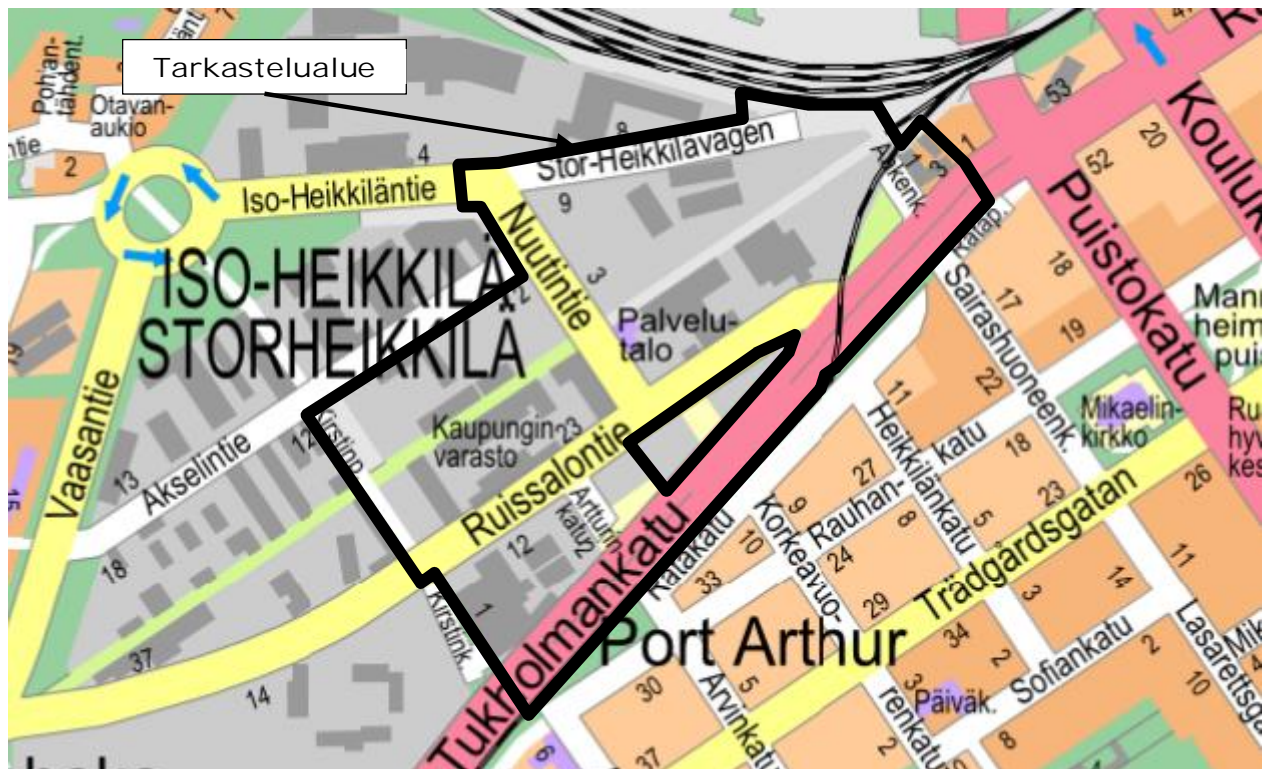
Selvitys on toteutettu noudattaen VTT:n ohjeita "Ohjeita liikennetärinän arviointiin", "Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa", "Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta" ja "Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi".

## 2. TUTKIMUSKOHDE

### 2.1 Tutkimuskohteen sijainti

Tarkasteltava alue sijaitsee Turun rautatieasemalta lounaaseen Iso-Heikkiläntien, Akselintien, Kirstinpolun, Kirstinkadun ja Tukholmankadun rajaamalla alueella. Alue sijoittuu Helsinki–Turku satama –radan eteläpuolelle ratakilometrille noin 200+100...200+500. Tutkimuskohteen sijainti on esitetty kuvassa 1.

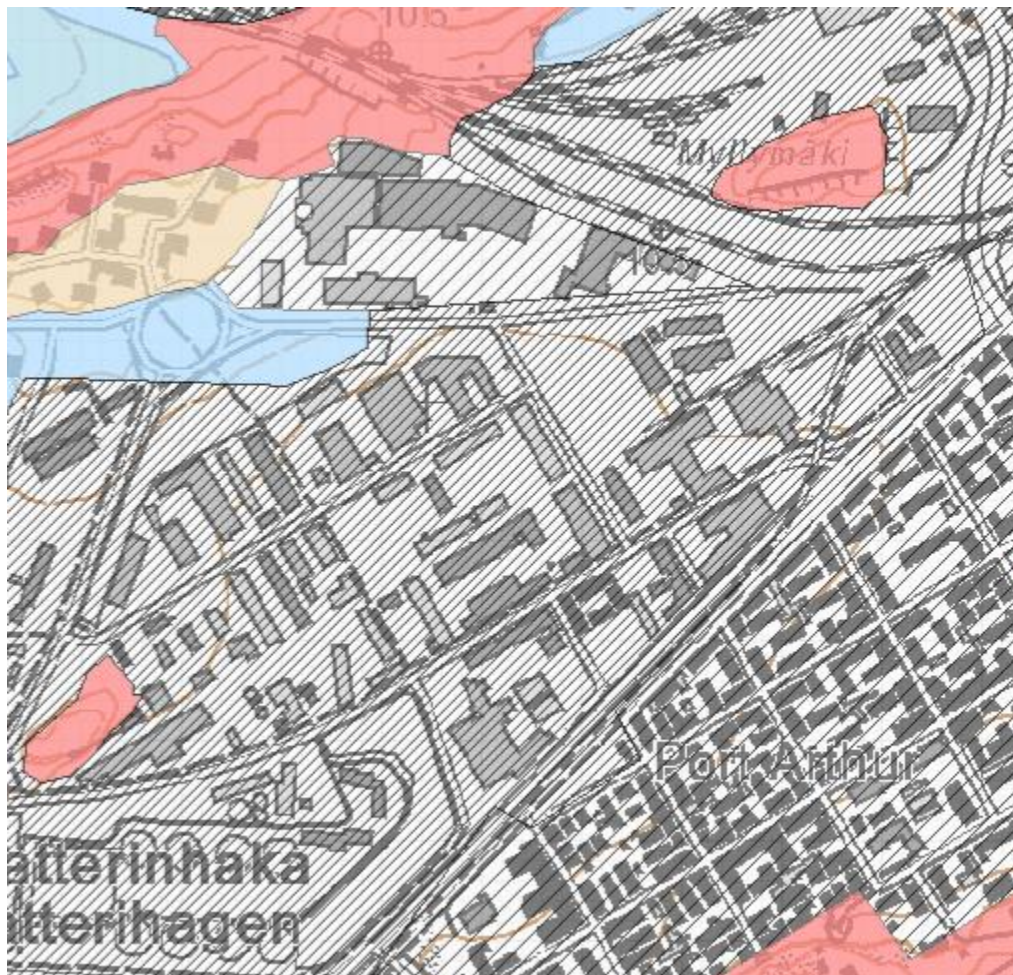
Asemakaavamuutoksen tavoitteena on vanhan teollisuusalueen kehittäminen keskustamaiseksi, toiminnoiltaan monipuoliseksi asuinalueeksi. Alueelle on osoitettu rakennettavan pääosin 4–8 -kerroksisia asuin kerrostaloja, lukuun ottamatta korttelin 28 suojeltua asuinpuutalokokonaisuutta. Lisäksi alueelle on osoitettu rakennettavan yksi toimitilarakennusten korttelialue, pysäköinnille varattuja alueita ja virkistysalueita. Alueen kaava luonnos on esitetty liitteessä 1.



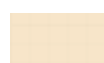



Kuva 1. Kirstinpuisto, Turku. Tärinäselvityksen tarkastelualue, Helsinki–Turku satama –rata: km 200+100...200+500. Kuva: Turun kaupunki.

## 2.2 Pohjasuhteet

Kaava-alueen maasto on tasaista ja matalaa, loivasti etelää kohti viettävää. Keskikorkeus on noin 3...4 m merenpinnan yläpuolella matalimman kohdan ollessa +2,6 m ja korkeimman noin +8,7 m. Suurin osa alueesta on entistä merenpohjaa, jota on keino-tekoisesti täytetty. Täyttökerroksen alla oleva maaperä on joko savea tai hiekkamoreenia



	Täytemaa		Kallio
	Hiekkamoreeni		Savi

Kuva 2. Kirstinpuisto, Turku. Alueen maaperäkartta. Lähde:GTK.

## 3. LIIKENNE TARKASTELUKOHDALLA

Alueella ja sen välittömässä läheisyydessä on nykyisellään ja tulevaisuudessa runsaasti erilaista liikennettä. Junaradalla kulkee henkilöjunia Turun aseman ja Turun sataman välillä, radalla on tavaraliikennettä Turun ja Uudenkaupungin välillä ja Turun ratapiha-alueella liikkuu epäsäännöllisesti tavaraliikennettä. Kirstinpuiston alueen halki on osoitettu varaus tulevalle pikaraitiotielle. Alueen pääkatuna toimii Tukholmankatu ja pääkokoajakatuina Ruissalontie, Nuutintie, Iso-Heikkiläntie ja Kanslerintie. Nykyinen Vaasantie on osayleiskaavassa esitetty poistettavaksi, kun raskas liikenne Iso-Heikkiläntien varren kiinteistöille poistuu.

## 4. TÄRINÄN JA RUNKOMELUN OHJEARVOT

### 4.1 Ihmistä häiritsevän tärinän ohjearvot

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 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 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 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 tavoitearvo 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 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 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.

Eri alueiden rajaus 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

#### 4.3 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 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.

#### 4.4 Runkomelun arviointiin liittyvä ohjeistus ja menettelytavat

Värähtelyn korkeammista taajuuksista voi rakennuksen tiloihin välittyä myös runkomelua. 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.

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.

Taulukossa 1 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 sekä sosiaali- ja terveysministeriön säädöksissä ja asetuksissa annetut suurimmat sallitut äänitasot asunnossa sekä Ympäristöministeriön asetuksen 796/2017 rakennuksen ääniympäristöstä.

#### Taulukko 3. 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"> <li>potilashuoneet, majoitustilat</li> <li>päiväkodit, lasten ja henkilökunnan oleskeluun tarkoitetut huoneet</li> </ul>	
Kokoontumis- ja opetustilat	35
<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>	
Toimistot, kaupat, näyttelytilat, museot	40/45*

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



## 5. TÄRINÄN JA RUNKOMELUN ARVIOINTI – ARVIOINTI-TASO 2

### 5.1 Tärinän leviäminen

Tärinän leviämisen arviointi on tehty perustuen liikenne- ja maaperätietoihin. Tarkastelut on tehty väylille seuraavasti:

1. Junaradan henkilöliikenne (Turku – Turku satama)
2. Junaradan tavaraliikenne (Turku – Uusikaupunki)
3. Pikaraitiotie
4. Katuliikenne

Tarkastelut on tehty olettaen värähtelyjä välittäväksi maakerrokseksi täyttökerroksen alapuolinen savikerros (tärinän kannalta vaarallisin tilanne). Laskennat on esitetty liitteissä 2...5. Taulukossa 1 esitettyjen värähtelyluokkien etäisyydet väylästä on esitetty taulukossa 4. Lähimpien asuinrakennusten etäisyydet väylästä on esitetty taulukossa 5.

#### Tärinäolosuhteet, joihin pyritään uusissa asuinrakennuksissa

Kaikkien tarkasteltujen väylien osalta kaavassa osoitetut rakennusten sijainnit asettuvat vähintään värähtelyluokan C alueelle (tavanomaisilla rakennuksilla tärinän tunnusluvun  $v_{w,95}$  oltava  $< 0,3$  mm/s).

Värähtelyluokan C alueelle voidaan rakentaa uusia rakennuksia ilman, että liikenteen tärinästä aiheutuu kohtuutonta häiriötä.

#### Taulukko 4. Kirstinpuisto, Turku. Ohjearvoalueiden etäisyys radasta tavanomaisella rakennuksella.

Alue	Etäisyys väylästä (m)			
	Junarata		Pikaraitiotie	Kadut
	Henkilöjunat	Tavarajunat		
D	5	30	0	0
C	5	60	5	0
B	10	135	5	0
A	10	210	5	3

### 5.2 Runkomelu

Runkomelun arviointi on tehty perustuen liikenne- ja maaperätietoihin. Laskennat on esitetty liitteissä 5...8. Suomessa VTT on antanut suosituksen runkomelutasojen raja-arvoiksi (VTT 2009). Asuinhuoneistojen runkomelutasojen raja-arvoiksi on esitetty  $L_{p,rm} = 35$  dB.

Runkomelumallinnus on tehty olettaen värähtelyjä välittäväksi maakerrokseksi maanpinnassa oleva täyttökerros (runkomelun osalta vaarallisin tilanne).

Tehtyjen laskelmien perusteella runkomelutaso lähimmissä rakennuksissa on väylästä riippuen  $L_{p,rm} = 42...44$  dB. Näin ollen runkomelulle asetettu raja-arvo ylittyy lähimmissä rakennuksissa kaikkien väylien osalta. Runkomelutasot eri väylien osalta on esitetty taulukossa 5. Melutasojen voidaan olettaa putoavan noin 2 dB per kerros rakennuksessa ylöspäin mentäessä.

Taulukko 5. Kirstinpuisto, Turku. Ohjearvoalueiden etäisyys radasta tavanomaisella rakennuksella.

	Lähimpien asuinra- kennusten etäisyys väylästä  (m)	Maaperä väylän alla	Raja-arvo  (dB)	Runkomelun taso  (dB)	Etäisyys väy- lästä, jolla raja- arvo alittuu  (m)
Katuliikenne	10	hiekkamoreeni	35	42	27
Pikaraitiotie	18	hiekkamoreeni	35	44	51
Junarata	60	hiekkamoreeni	35	44	61

## 6. JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET JATKOTOIMENPITEIKSI

Raportissa tehdyt arviot perustuvat alueen maaperä- ja liikennetietoihin.

Tehtyjen tarkastelujen perusteella liikenteestä aiheutuva tärinä ei ylitä esitettyjä ohjearvoja tarkastellun kaavaehdotuksen alueella, eikä siltä osin vaadi toimenpiteitä tai rajoituksia.

Liikenteen aiheuttaman runkomelun osalta tehtyjen tarkastelujen perusteella asumiselle esitetty raja-arvo ylittyy väyliä lähimmissä rakennuksissa kaikkien väylien osalta. Arvioitu runkomelutaso vaihtelee väylästä riippuen välillä  $L_{p,rm} = 42...44$  dB, runkomelulle esitetyn raja-arvon ollessa asuinhuoneistoille  $L_{p,rm} = 35$  dB.

## 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](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 2009. Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi. VTT Tiedotteita 2468. Espoo. 56 s. + liitteet 11 s.

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.

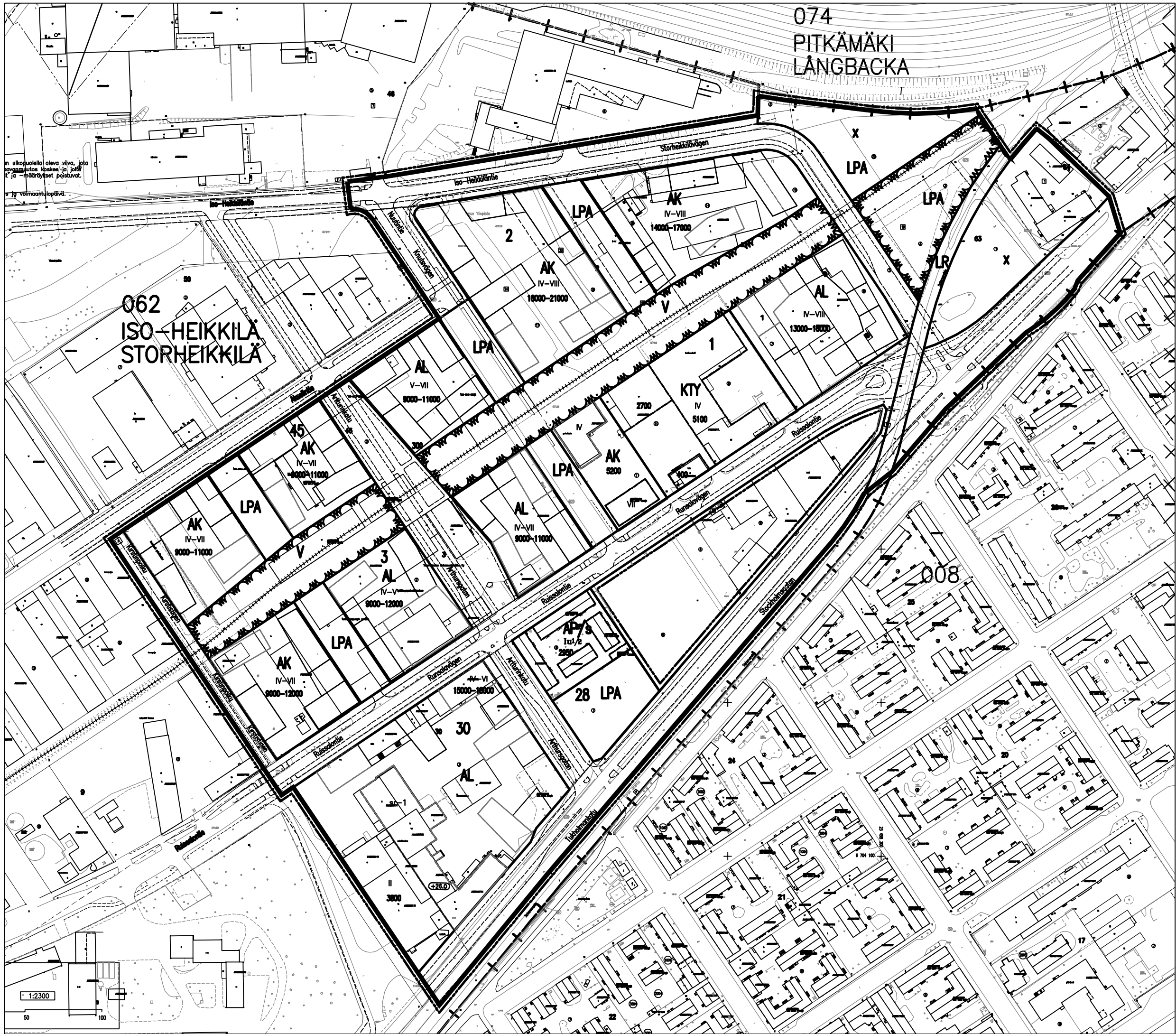
<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2004/T2278.pdf>

## LIITTEET

- LIITE 1 Kaavakartta
- LIITE 2 Laskennallinen värinän leviäminen – Junaliikenne, henkilöjunat
- LIITE 3 Laskennallinen värinän leviäminen – Junaliikenne, tavarajunat
- LIITE 4 Laskennallinen värinän leviäminen – Pikaraitiotie
- LIITE 5 Laskennallinen värinän leviäminen – Katuliikenne
- LIITE 6 Runkomelun arviointi – Junaliikenne
- LIITE 7 Runkomelun arviointi – Pikaraitiotie
- LIITE 8 Runkomelun arviointi – Katuliikenne

074  
PITKÄMÄKI  
LÅNGBACKA

062  
ISO-HEIKKILÄ  
STORHEIKKILÄ



En ulkopuolella oleva viiva, jota  
 koostuu kahdesta osasta, jolla  
 ei ole mitään merkitystä.

En voimaantulevat.

1:2300

## RAUTATIELIIKENTEEN YMPÄRISTÖTÄRINÄN LASKENTA (asuinrakennukset)

RAMBOLL

## Kirstinpuisto

Versio 9.2.2017 / K.Koivisto

Kunta TurkuRataosa Helsinki-Turku satamaKm 200+100...200+500Kohde KirstinpuistoLaskelman laatija K. KoivistoPvm 17.1.2018

## TÄRINÄÄ JOHTAVA MAALAJI

Normaali koheesiomaa (Sa, saSi, Si)

Suljettu leikkauslujuus

25...50 kPa

Tärinää johtavan maakerroksen kokonaispaksuus radan ja tarkastelukohteen välillä m 3

## TARKASTELTAVAN JUNAN JA RADAN TIEDOT

Henkilöjuna

Junan kokonaispaino, G tn 400

Junan nopeus, s km/h 40

Raiteiden määrä kpl 5

## TARKASTELTAVA RAKENNUS

Asuinrakennus

Kohteen etäisyys radan keskeltä m 60

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 Ei

## SUOSITELTAVAT LASKENTAPARAMETRIIT

Vertailuetaisyys,  $D_0$  m 15Vertailuheilahdusnopeus,  $v_0$  mm/s 0,300

NopeusekspONENTTI, A - 1,00

Etäisyyskoeffisiенти, B - 1,07

Radan kunnosta johtuva kerroin,  $k_R$  - 0,70

Arviointiriskikerroin, A - 2,00

## ENNUSTEARVOT TARKASTELUKOHTEESSA

## Heilahdusnop. taajuuspainotettu tehollisarvo

Tärinäalttiissa rakennuksessa mm/s 0,022

Tavanomaisessa rakennuksessa mm/s 0,014

Ei-tärinäalttiissa rakennuksessa mm/s 0,008

## SUOSITUSARVOISTA POIKKEAVAT PARAMETRIIT

Vertailuetaisyys,  $D_0$  mVertailuheilahdusnopeus,  $v_0$  mm/s

NopeusekspONENTTI, A -

Etäisyyskoeffisiенти, B -

Radan kunnosta johtuva kerroin,  $k_R$  -

Arviointiriskikerroin, A -

## ETÄISYYS RADASTA JOLLA TAVOITE TÄYTTY

Tavoiteltava värähtelyluokka (asuinrak.) C

Tärinäalttiissa rakennuksessa m 10

Tavanomaisessa rakennuksessa m 5

Ei-tärinäalttiissa rakennuksessa m 5

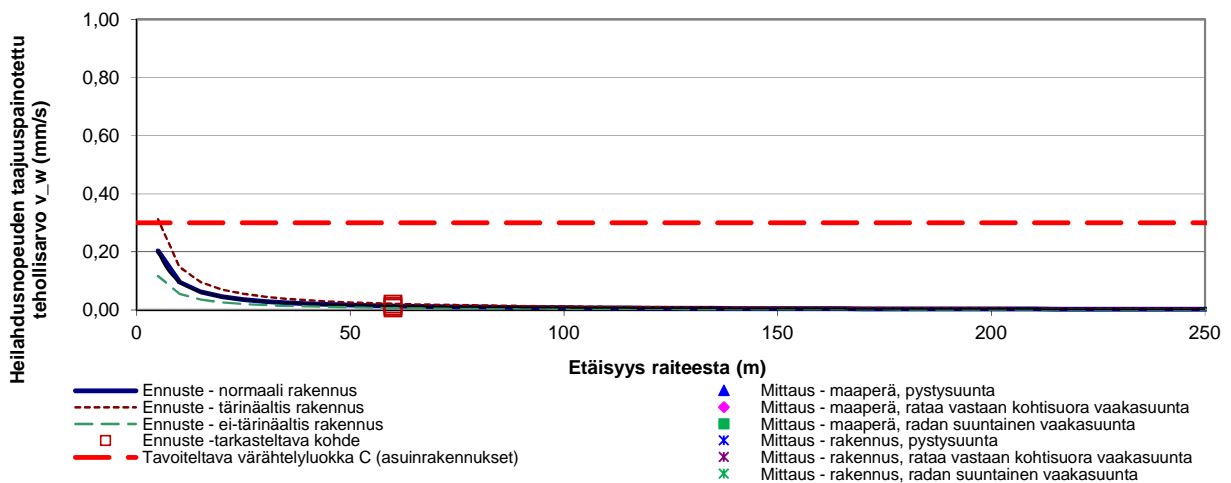
Maaperän ominaistajuus Hz 11,1

## LASKENTAKERTOIMET TARKASTELUKOHTEESSA

Etäisyyskerroin  $k_D = 0,23$ Junan nopeudesta johtuva kerroin  $k_S = 0,57$ Junan painosta johtuva kerroin  $k_G = 0,20$ Radan kunnosta johtuva kerroin  $k_R = 0,70$ 

Arviointiriskikerroin A = 2,00

## TÄRINÄN ENNUSTETTU VAIMENEMINEN ANNETUISSA OLOSUHTEISSA



## RAUTATIELIIKENTEEN YMPÄRISTÖTÄRINÄN LASKENTA (asuinrakennukset)

RAMBOLL

## Kirstinpuisto

Versio 9.2.2017 / K.Koivisto

Kunta Turku Rataosa Helsinki-Turku satama Km 200+100...200+500  
 Kohde Kirstinpuisto Laskelman laatija K. Koivisto Pvm 17.1.2018

OHJEARVOALUEIDEN SIJAINTI RADASTA (asuinrakennukset)			
	Ei-tärinäaltis rakennus	Tavanomainen rakennus	Tärinäaltis rakennus
Alue	Etäisyys (m)	Etäisyys (m)	Etäisyys (m)
D	5	5	5
C	5	5	10
B	5	10	10
A	10	10	15
H	0	0	0
E	0	5	5

## RAUTATIELIIKENTEEN YMPÄRISTÖTÄRINÄN LASKENTA (asuinrakennukset)

RAMBOLL

## Kirstinpuisto

Versio 9.2.2017 / K.Koivisto

Kunta TurkuRataosa Helsinki-Turku satamaKm 200+100...200+500Kohde KirstinpuistoLaskelman laatija K. KoivistoPvm 17.1.2018

## TÄRINÄÄ JOHTAVA MAALAJI

Normaali koheesiomaa (Sa, saSi, Si)

Suljettu leikkauslujuus

25...50 kPa

Tärinää johtavan maakerroksen kokonaispaksuus radan ja tarkastelukohteen välillä m 3

## TARKASTELTAVAN JUNAN JA RADAN TIEDOT

Tavarajuna

Junan kokonaispaino, G	tn	2400
Junan nopeus, s	km/h	60
Raiteiden määrä	kpl	5

## TARKASTELTAVA RAKENNUS

Asuinrakennus

Kohteen etäisyys radan keskeltä m 60

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 Ei

## SUOSITELTAVAT LASKENTAPARAMETRIIT

Vertailuetaisyys, $D_0$	m	15
Vertailuheilahdusnopeus, $v_0$	mm/s	0,534
Nopeuseksponentti, A	-	1,00
Etäisyys eksponentti, B	-	0,87
Radan kunnosta johtuva kerroin, $k_R$	-	0,70
Arviointiriskikerroin, A	-	2,00

## ENNUSTEARVOT TARKASTELUKOHOEISSA

## Heilahdusnop. taajuuspainotettu tehollisarvo

Tärinäalittiissa rakennuksessa	mm/s	0,458
Tavanomaisessa rakennuksessa	mm/s	0,297
Ei-tärinäalittiissa rakennuksessa	mm/s	0,172

## SUOSITUSARVOISTA POIKKEAVAT PARAMETRIIT

Vertailuetaisyys, $D_0$	m	
Vertailuheilahdusnopeus, $v_0$	mm/s	
Nopeuseksponentti, A	-	
Etäisyys eksponentti, B	-	
Radan kunnosta johtuva kerroin, $k_R$	-	
Arviointiriskikerroin, A	-	

## ETÄISYYS RADASTA JOLLA TAVOITE TÄYTTYY

## Tavoiteltava värähtelyluokka (asuinrak.) C

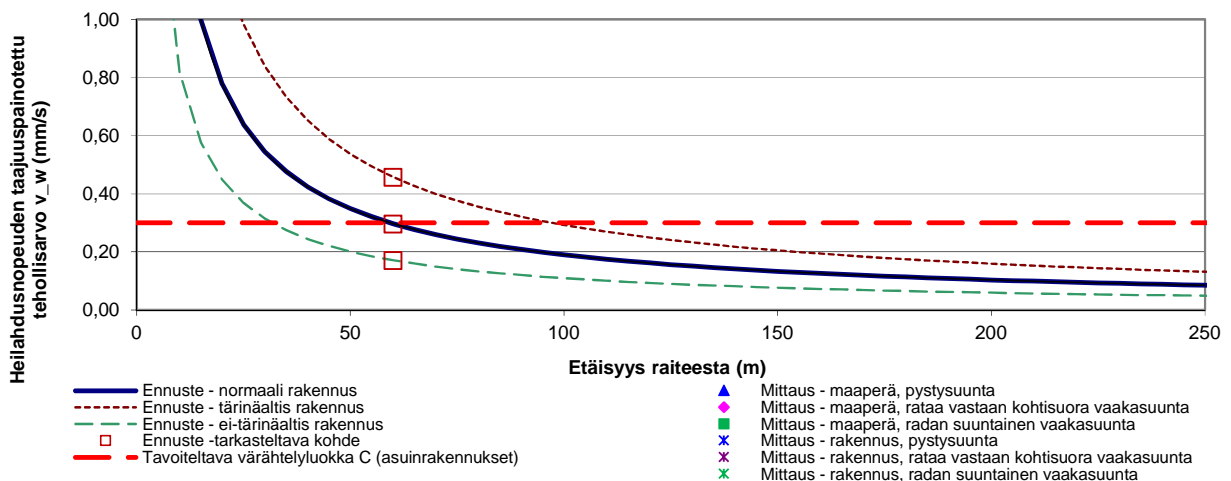
Tärinäalittiissa rakennuksessa	m	100
Tavanomaisessa rakennuksessa	m	60
Ei-tärinäalittiissa rakennuksessa	m	35

Maaperän ominaistajuus Hz 11,1

## LASKENTAKERTOIMET TARKASTELUKOHOEISSA

Etäisyyskerroin	$k_D =$	0,30
Junan nopeudesta johtuva kerroin	$k_S =$	0,86
Junan painosta johtuva kerroin	$k_G =$	1,20
Radan kunnosta johtuva kerroin	$k_R =$	0,70
Arviointiriskikerroin	A =	2,00

## TÄRINÄN ENNUSTETTU VAIMENEMINEN ANNETUISSA OLOSUHOEISSA





## RAUTATIELIIKENTEEN YMPÄRISTÖTÄRINÄN LASKENTA (asuinrakennukset)

RAMBOLL

## Kirstinpuisto

Versio 9.2.2017 / K.Koivisto

Kunta Turku Rataosa Helsinki-Turku satama Km 200+100...200+500  
 Kohde Kirstinpuisto Laskelman laatija K. Koivisto Pvm 17.1.2018

OHJEARVOALUEIDEN SIJAINTI RADASTA (asuinrakennukset)			
	Ei-tärinäaltis rakennus	Tavanomainen rakennus	Tärinäaltis rakennus
Alue	Etäisyys (m)	Etäisyys (m)	Etäisyys (m)
D	15	30	45
C	35	60	100
B	70	135	215
A	115	210	300
H	5	10	10
E	15	20	35

## RAUTATIELIIKENTEEN YMPÄRISTÖTÄRINÄN LASKENTA (asuinrakennukset)

RAMBOLL

## Kirstinpuisto

Versio 9.2.2017 / K.Koivisto

Kunta TurkuRataosa Pikaraitiotie

Km -

Kohde KirstinpuistoLaskelman laatija K. KoivistoPvm 17.1.2018

## TÄRINÄÄ JOHTAVA MAALAJI

Normaali koheesiomaa (Sa, saSi, Si)

Suljettu leikkauslujuus

25...50 kPa

Tärinää johtavan maakerroksen kokonaispaksuus radan ja tarkastelukohteen välillä m 3

## TARKASTELTAVAN JUNAN JA RADAN TIEDOT

Henkilöjuna

Junan kokonaispaino, G	tn	150
Junan nopeus, s	km/h	40
Raiteiden määrä	kpl	2

## TARKASTELTAVA RAKENNUS

Asuinrakennus

Kohteen etäisyys radan keskeltä m 60

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	Ei	

## SUOSITELTAVAT LASKENTAPARAMETRIIT

Vertailuetäisyys, $D_0$	m	15
Vertailuheilahdusnopeus, $v_0$	mm/s	0,300
NopeusekspONENTTI, A	-	1,00
Etäisyyskoeffisiенти, B	-	1,07
Radan kunnosta johtuva kerroin, $k_R$	-	0,70
Arviointiriskikerroin, A	-	2,00

## ENNUSTEARVOT TARKASTELUKOHOEISSA

## Heilahdusnop. taajuuspainotettu tehollisarvo

Tärinäalttiissa rakennuksessa	mm/s	0,008
Tavanomaisessa rakennuksessa	mm/s	0,005
Ei-tärinäalttiissa rakennuksessa	mm/s	0,003

## SUOSITUSARVOISTA POIKKEAVAT PARAMETRIIT

Vertailuetäisyys, $D_0$	m	
Vertailuheilahdusnopeus, $v_0$	mm/s	
NopeusekspONENTTI, A	-	
Etäisyyskoeffisiенти, B	-	
Radan kunnosta johtuva kerroin, $k_R$	-	
Arviointiriskikerroin, A	-	

## ETÄISYYS RADASTA JOLLA TAVOITE TÄYTTYY

## Tavoiteltava värähtelyluokka (asuinrak.)

C

Tärinäalttiissa rakennuksessa	m	5
Tavanomaisessa rakennuksessa	m	5
Ei-tärinäalttiissa rakennuksessa	m	0

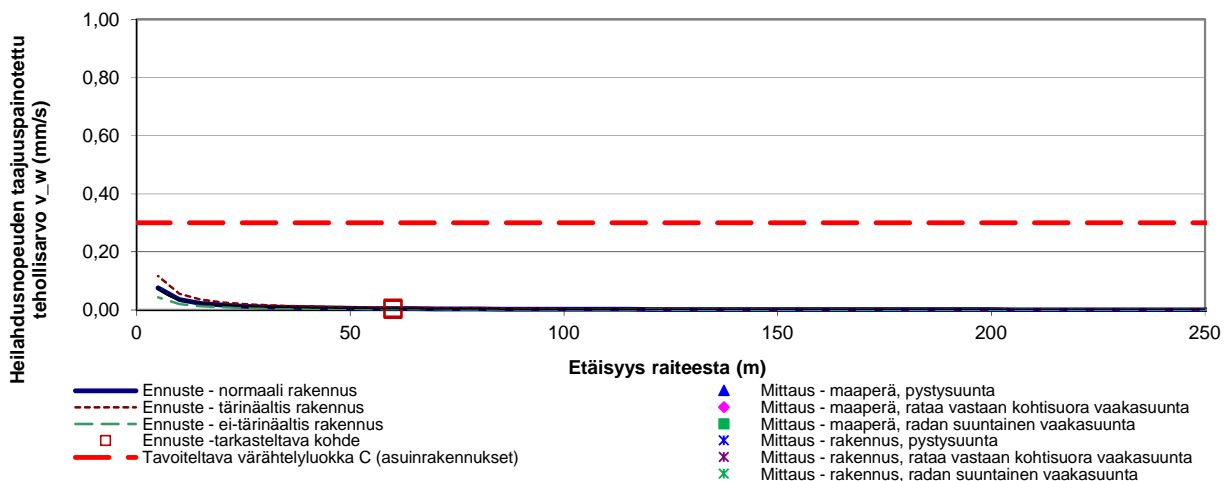
## Maaperän ominaistajuus

Hz 11,1

## LASKENTAKERTOIMET TARKASTELUKOHOEISSA

Etäisyyskerroin	$k_D =$	0,23
Junan nopeudesta johtuva kerroin	$k_S =$	0,57
Junan painosta johtuva kerroin	$k_G =$	0,08
Radan kunnosta johtuva kerroin	$k_R =$	0,70
Arviointiriskikerroin	A =	2,00

## TÄRINÄN ENNUSTETTU VAIMENEMINEN ANNETUISSA OLOSUHOEISSA



## RAUTATIELIIKENTEEN YMPÄRISTÖTÄRINÄN LASKENTA (asuinrakennukset)

RAMBOLL

## Kirstinpuisto

Versio 9.2.2017 / K.Koivisto

Kunta	<u>Turku</u>	Rataosa	<u>Pikaraitiotie</u>	Km	-
Kohde	<u>Kirstinpuisto</u>	Laskelman laatija	<u>K. Koivisto</u>	Pvm	<u>17.1.2018</u>

OHJEARVOALUEIDEN SIJAINTI RADASTA (asuinrakennukset)			
	Ei-tärinäaltis rakennus	Tavanomainen rakennus	Tärinäaltis rakennus
Alue	Etäisyys (m)	Etäisyys (m)	Etäisyys (m)
D	0	0	5
C	0	5	5
B	5	5	5
A	5	5	10
H	0	0	0
E	0	0	0

## TIE- JA KATULIIKENTEN YMPÄRISTÖTÄRINÄN LASKENTA

RAMBOLL

vers. 2.1 17.10.2014 /K.Koivisto

## Kirstinpuisto

Kunta TurkuTie/Katu PääkatuKortteli -Kohde KirstinpuistoLaskelman laatija K. KoivistoPvm 17.1.2018

## TÄRINÄÄ JOHTAVA MAALAJI

Normaali koheesioma (Sa, saSi, Si) ▼

Suljettu leikkauslujuus

25...50 kPa ▼

Painokairausvastus

10...30 pk/m ▼

Tärinää johtavan maakerroksen kokonais-  
paksuus kadun ja tarkastelukohteen välillä

m

3

## TIEN JA KADUN LAATU

Kulunut reikiintymätön AB-päällyste ▼

## EPÄTASAISUUDEN LEVEYS

Epätasaisuus osuu vain toisen pyörän alle ▼

Epätasaisuuden suurin arvo, a

mm

Ajoneuvon nopeus, s

km/h

40

## TARKASTELTAVA RAKENNUS

Kohteen etäisyys kadun keskeltä

m

10

Lisätietoja kohteesta

## TAVOITELTAVA TÄRINÄLUOKKA

Värähtelyluokka

C ▼

## LASKENNAN VÄRÄHTELYSUURE

Käytettävä suure

Tehollisarvo ▼

Määrittäminen mittausten perusteella

Ei ▼

## ENNUSTEARVOT TARKASTELUKOhteessa

## Heilahdusnop. taajuuspainotettu tehollisarvo

Tärinäalttiissa rakennuksessa mm/s 0,018

Tavanomaisessa rakennuksessa mm/s 0,012

Ei-tärinäalttiissa rakennuksessa mm/s 0,007

## VERTAILUTILANTEEN LASKENTAPARAMETRIT

Vertailuetäisyys,  $D_0$  m 6,00Vertailuheilahdusnopeus,  $v_0$  mm/s 0,02Vertailuepätasaisuuden suurin arvo,  $a_0$  mm 1,00Vertailuepätasaisuuden leveys,  $p_0$  - 1,00Vertailuajoneuvon nopeus,  $s_0$  km/h 48,00

## ETÄISYYS TIESTÄ / KADUSTA JOLLA TAVOITE TÄYTYY

## Tavoiteltava värähtelyluokka

C

Tärinäalttiissa rakennuksessa mm/s 0

Tavanomaisessa rakennuksessa mm/s 0

Ei-tärinäalttiissa rakennuksessa mm/s 0

## Maaperän ominaistajuus

Hz

11,1

## LASKENTAKERTOIMET TARKASTELUKOhteessa

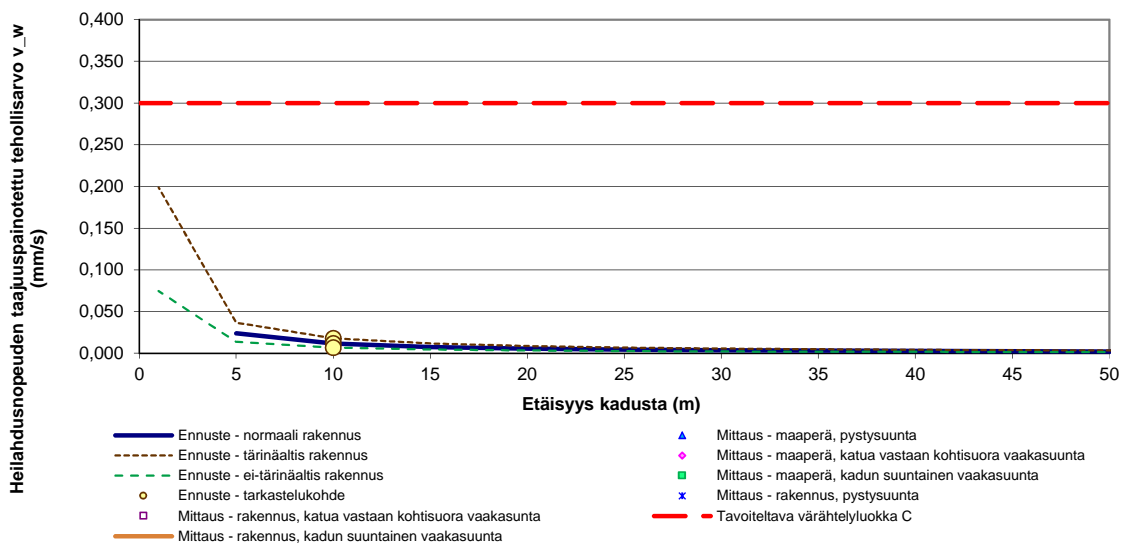
Maaperäkerroin, g - 0,50

Maaperäeksponentti, x - -1,05

Epätasaisuuden leveys, p - 0,75

Epätasaisuuden suurin arvo, a mm 3,00

## TÄRINÄN ENNUSTETTU VAIMENEMINEN ANNETUISSA OLOSUhteissa



## TIE- JA KATULIIKENTEEN YMPÄRISTÖTÄRINÄN LASKENTA

Kirstinpuisto



vers. 2.1 17.10.2014 /K.Koivisto

Kunta TurkuTie/Katu PääkatuKortteli -Kohde KirstinpuistoLaskelman laatija K. KoivistoPvm 17.1.2018

OHJEARVOALUEIDEN SIJAINTI TIESTÄ / KADUSTA			
	Ei-tärinäaltis rakennus	Tavanomainen rakennus	Tärinäaltis rakennus
Alue	Etäisyys (m)	Etäisyys (m)	Etäisyys (m)
D	0	0	0
C	0	0	0
B	0	0	3
A	0	3	4
H	0	0	0
E	0	0	0

## RUNKOMELUN ARVIOINTI

RAMBOLL

vers. 1.0 4.10.2017 /K.Koivisto

## Kirstinpuisto

Kunta/kaupunki Turku Väylä Satamarata Kortteli \_\_\_\_\_  
 Kohde Kirstinpuisto Laskelman laatija K. Koivisto Pvm 17.1.2018

## VÄRÄHTELYJÄ JOHTAVA MAALAJI

Karkearakeinen (Hk, Sr, HkMr, SrMr)

Painokairausvastus

100...200 pk/m

Maaperän värähtelyn hallitseva taajuus Hz

## LIIKENNETYYPPI

Veturivetoinen juna

## AJONEUVON OMINAISUUDET

Normaali jousitus

Ajonopeus, s km/h 40

## TARKASTELTAVA RAKENNUS

Kerrostalo

Tarkasteltava rakennuskerros 1

Maakerroksen paksuus perustuksen ja kallion välissä m 3

Kohteen etäisyys väylän keskeltä m 60

## VÄYLÄN OMINAISUUDET JA SIJAINTI

Hyväkuntoinen väylä

Ei eristystä

Avorata

## SOVELLETTAVA RAJA-ARVO

Asuinhuoneistot

## RUNKOMELULASKENNAN KORJAUSTEKIJÄT

Veturivetoinen juna	dB	11	Kerrostalo	dB	-10
Normaali jousitus	dB	0	1. Kerros	dB	0
Ajonopeuden vaikutus	dB	-8	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 > 60 Hz	dB	-20

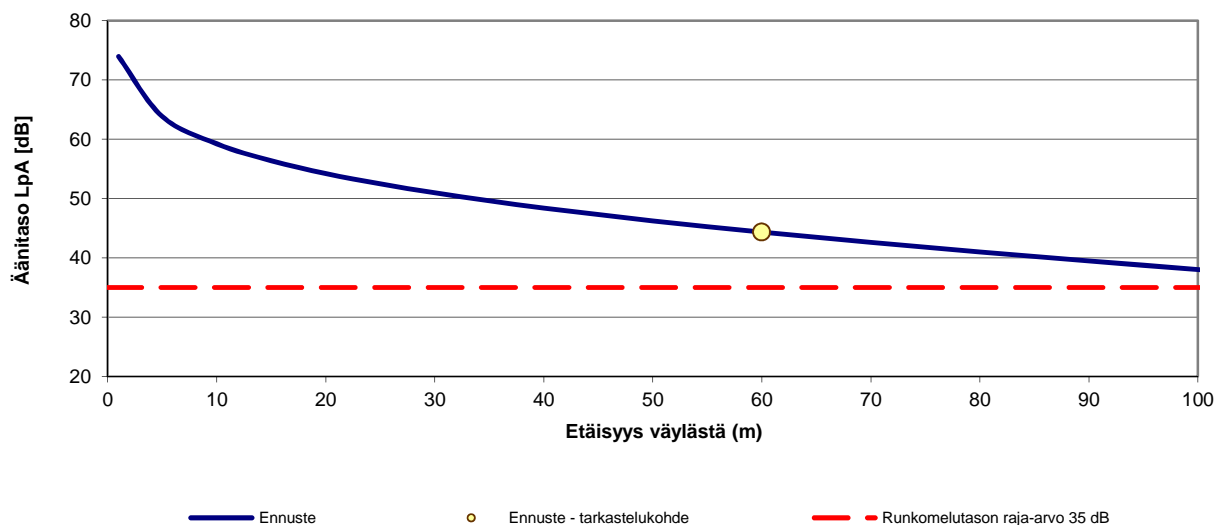
## KOHTEESSA VAADITTU RUNKOMELUN RAJA-ARVO

35 dB

## ARVIOITU RUNKOMELUN TASO TARKASTELUKOhteessa

44,3 dB

## ARVIO RUNKOMELUN TASOSTA ANNETUISSA OLOSUhteissa



## RUNKOMELUN ARVIOINTI



vers. 1.0 4.10.2017 /K.Koivisto

## Kirstinpuisto

Kunta/kaupunki Turku Väylä Pikaraitiotie Kortteli \_\_\_\_\_  
 Kohde Kirstinpuisto Laskelman laatija K. Koivisto Pvm 17.1.2018

## VÄRÄHTELYJÄ JOHTAVA MAALAJI

Painokorausvastus

Maaperän värähtelyn hallitseva taajuus Hz

## LIIKENNETYYPPI

## AJONEUVON OMINAISUUDET

Ajonopeus, s km/h **40**

## TARKASTELTAVA RAKENNUS

Tarkasteltava rakennuskerros **1**Maakerroksen paksuus perustuksen ja kallion välissä m **3**Kohteen etäisyys väylän keskeltä m **18**

## VÄYLÄN OMINAISUUDET JA SIJAINTI




## SOVELLETTAVA RAJA-ARVO

## RUNKOMELULASKENNAN KORJAUSTEKIJÄT

Sähkömoottorijuna	dB	0	Kerrostalo	dB	-10
Normaali jousitus	dB	0	1. Kerros	dB	0
Ajonopeuden vaikutus	dB	-8	Resonanssin vaikutus	dB	6
Hyväkuntoinen väylä	dB	0	Muunto äänenpainetasoksi	dB	-28
Ei eristystä	dB	0	Varmuusmarginaali	dB	6
Avorata	dB	0			
			<i>Muunto A-painotetuksi äänenpainetasoksi:</i>		
			Hallitseva taajuusalue > 60 Hz	dB	-20

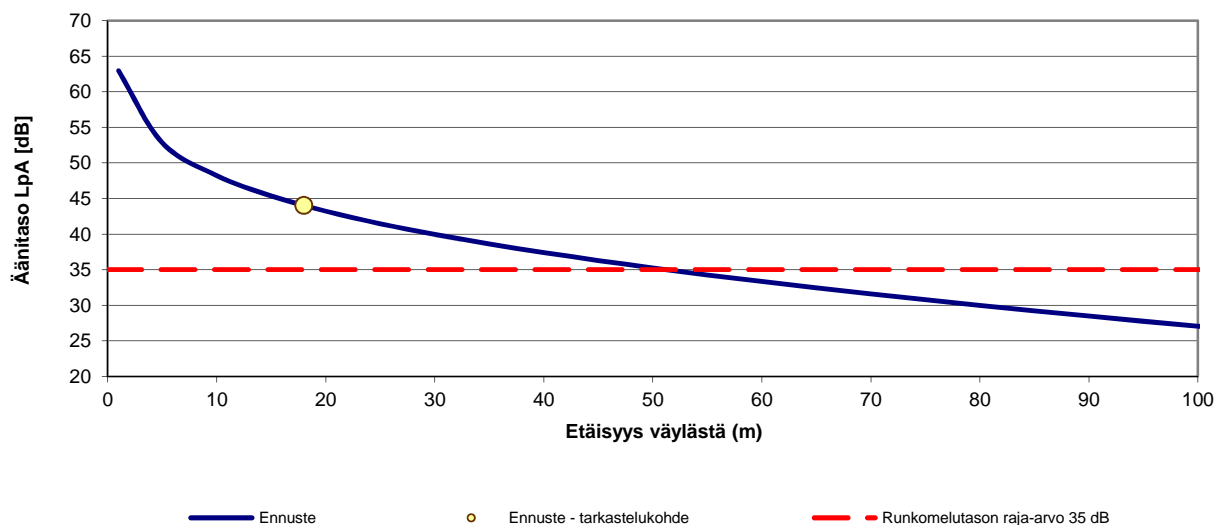
## KOHTEESSA VAADITTU RUNKOMELUN RAJA-ARVO

35 dB

## ARVIOITU RUNKOMELUN TASO TARKASTELUKOhteessa

44,0 dB

## ARVIO RUNKOMELUN TASOSTA ANNETUISSA OLOSUhteissa



## RUNKOMELUN ARVIOINTI

RAMBOLL

vers. 1.0 4.10.2017 /K.Koivisto

## Kirstinpuisto

Kunta/kaupunki Turku Väylä Katuliikenne Kortteli \_\_\_\_\_  
 Kohde Kirstinpuisto Laskelman laatija K. Koivisto Pvm 17.1.2018

## VÄRÄHTELYJÄ JOHTAVA MAALAJI

Karkearakeinen (Hk, Sr, HkMr, SrMr) ▼

Painokairausvastus

100...200 pk/m ▼

Maaperän värähtelyn hallitseva taajuus Hz

## LIIKENNETYYPPI

Kumipyöräliikenne ▼

## AJONEUVON OMINAISUUDET

Normaali jousitus ▼

Ajonopeus, s km/h 40

## TARKASTELTAVA RAKENNUS

Kerrostalo ▼

Tarkasteltava rakennuskerros 1

Maakerroksen paksuus perustuksen ja kallion välissä m 3

Kohteen etäisyys väylän keskeltä m 10

## VÄYLÄN OMINAISUUDET JA SIJAINTI

Hyväkuntoinen väylä ▼

Ei eristystä ▼

Avorata ▼

## SOVELLETTAVA RAJA-ARVO

Asuinhuoneistot ▼

## RUNKOMELULASKENNAN KORJAUSTEKIJÄT

Kumipyöräliikenne	dB	-6	Kerrostalo	dB	-10
Normaali jousitus	dB	0	1. Kerros	dB	0
Ajonopeuden vaikutus	dB	-8	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 > 60 Hz	dB	-20

## KOHTEESSA VAADITTU RUNKOMELUN RAJA-ARVO

35 dB

## ARVIOITU RUNKOMELUN TASO TARKASTELUKOHTEESSA

42,2 dB

## ARVIO RUNKOMELUN TASOSTA ANNETUISSA OLOSUHTEISSA

