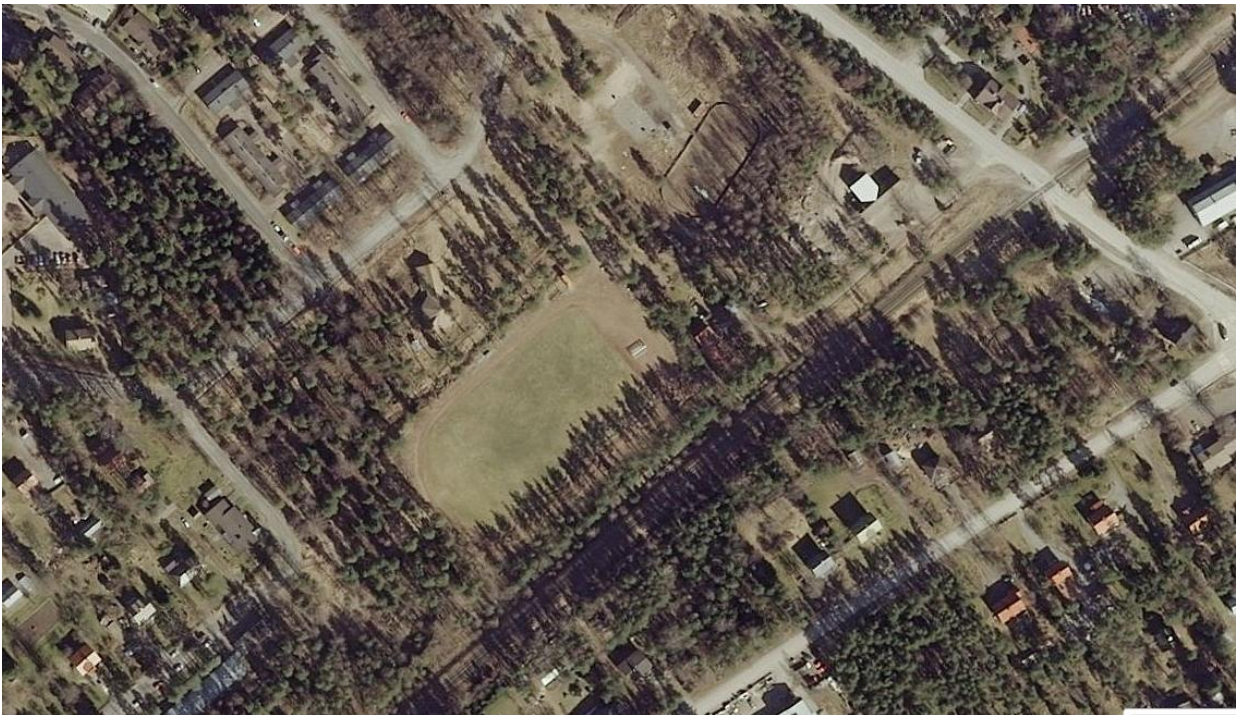


Vastaanottaja
Raaseporin kaupunki

Päivämäärä
15.2.2019

KOULUTUSKESKUS, LIIKUNTAHALLI JA TOIMITILARAKENNUS, MUSTIO SELVITYS LIIKENTEEN AIHEUTTAMAN TÄRINÄN JA RUNKOMELUN VAIKUTUKSISTA



KOULUTUSKESKUS, LIIKUNTAHALLI JA TOIMITILARA-
KENNUS, MUSTIO
SELVITYS LIIKENTEEN AIHEUTTAMAN TÄRINÄN JA
RUNKOMELUN VAIKUTUKSISTA

Päivämäärä 15/02/2019
Laatija Kirsi Koivisto
Kuvaus Tärinäselvitys

Viite 1510046752

SISÄLTÖ

1.	Tehtävä	1
2.	Lähtötiedot	1
3.	Tutkimuskohteet	1
3.1	Tutkimuskohteiden sijainti	1
3.2	Pohjasuhteet	1
3.3	Liikenne tarkastelukohteiden lähellä	3
4.	Tärinän ja runkomelun suositusarvot	4
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
5.	Tärinän ja runkomelun arviointi – Arviointitaso 1	8
6.	Tärinän ja runkomelun arviointi – Arviointitaso 2	9
6.1	Tärinän arviointi	9
6.2	Runkomelun arviointi	9
7.	Johtopäätökset ja suositukset jatkotoimenpiteiksi	10

1. TEHTÄVÄ

Ramboll Finland Oy on tehnyt selvityksen rautatieliikenteen aiheuttamista tärinähaitoista ja arvioinut mahdollisesti tarvittavia suojaustoimenpiteitä kolmelle kaavoitetulle rakennukselle Mustion asemansseudun alueella.

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

2. LÄHTÖTIEDOT

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

- Ajantasainen asemakaava
- Pohjatutkimustietoja alueelta
- Rautateiden verkkoselostus 2019. Liikennevirasto 9.12.2017, päivitetty 7.12.2018
- Rataosalla liikkuvien junien tyypit ja aikataulut

3. TUTKIMUSKOHTEET

3.1 Tutkimuskohteiden sijainti

Kohteet sijaitsevat Mustion asemalta länteen Hyvinkää-Karjaa –radan, Linderintien, Lindnäsintien ja Valhallantien rajaamalla alueella (kuva 1). Kohteet sijoittuvat radan pohjoispuolelle.

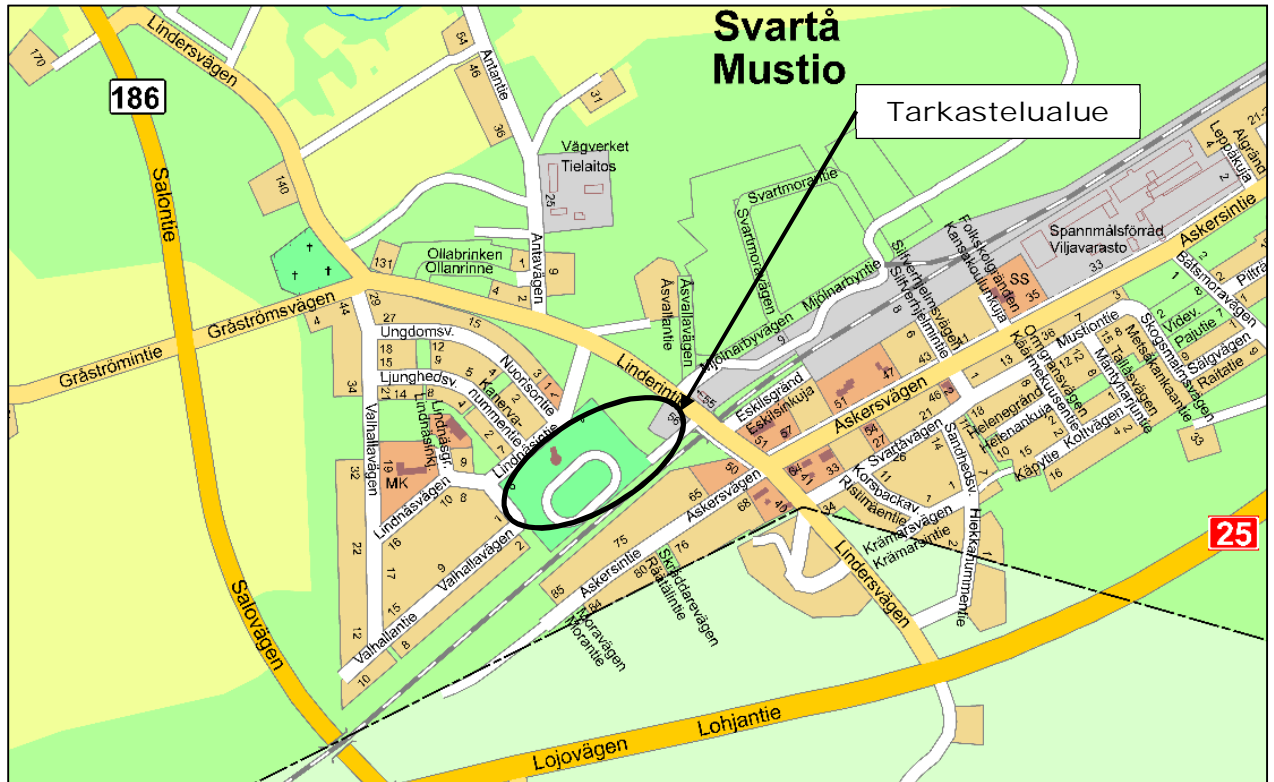
Tarkasteltavat kohteet ovat kaavoitusalueen länsipuolella sijaitsevat liikuntahalli ja koulutuskeskus ratakilometreillä n. 143+610...143+760 sekä kaavoitusalueen itäpuolella yksittäinen toimitilarakennus ratakilometreillä n. 143+430...143+450

Tutkimuskohteiden sijainnit on esitetty kuvassa 2.

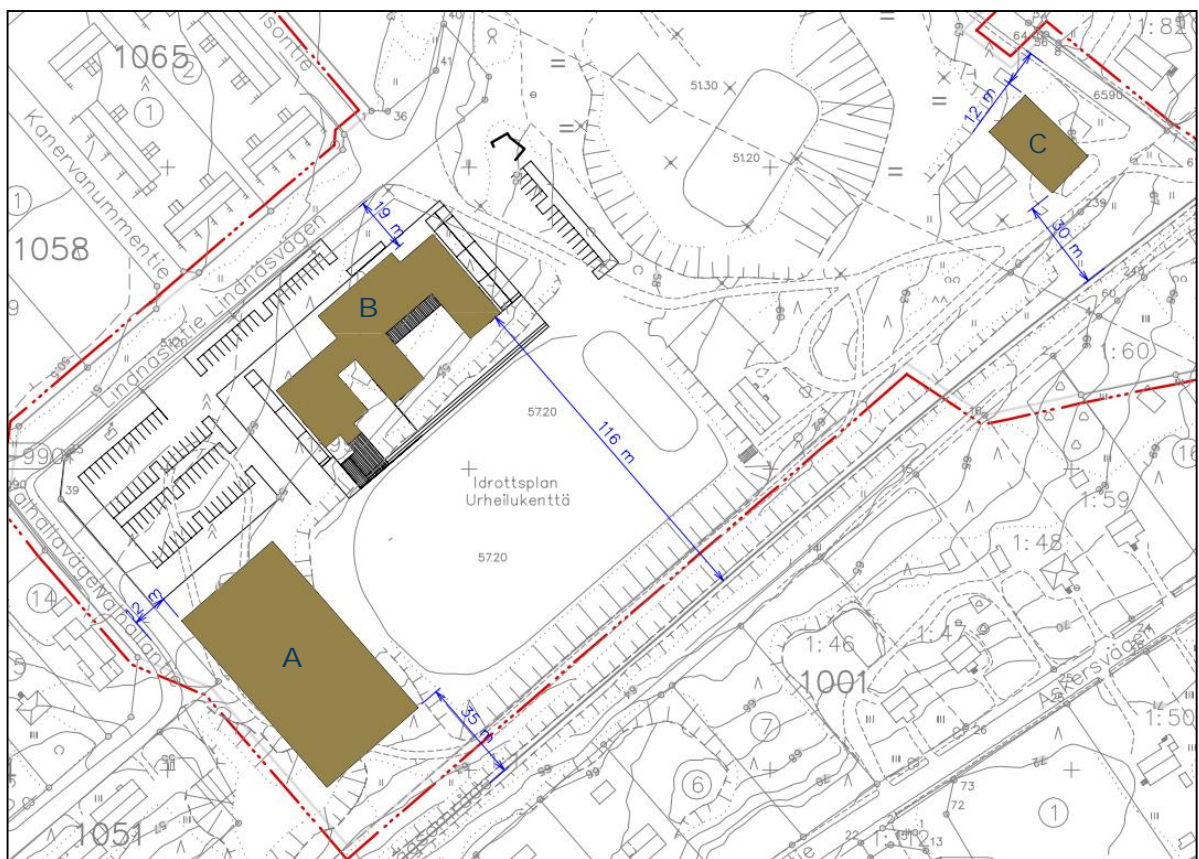
3.2 Pohjasuhteet

Kohteet sijoittuvat Hyvinkää-Karjaa -radan pohjoispuolelle alueelle, jossa nykyisellään on olemassa muun muassa urheilukenttä, tanssilava ja joitakin rakennuksia. Maanpinnan taso liikuntahallin kohdalla on välillä +53...+60, koulutuskeskuksen kohdalla välillä +52...56 ja toimitilarakennuksen kohdalla välillä +64...+67.

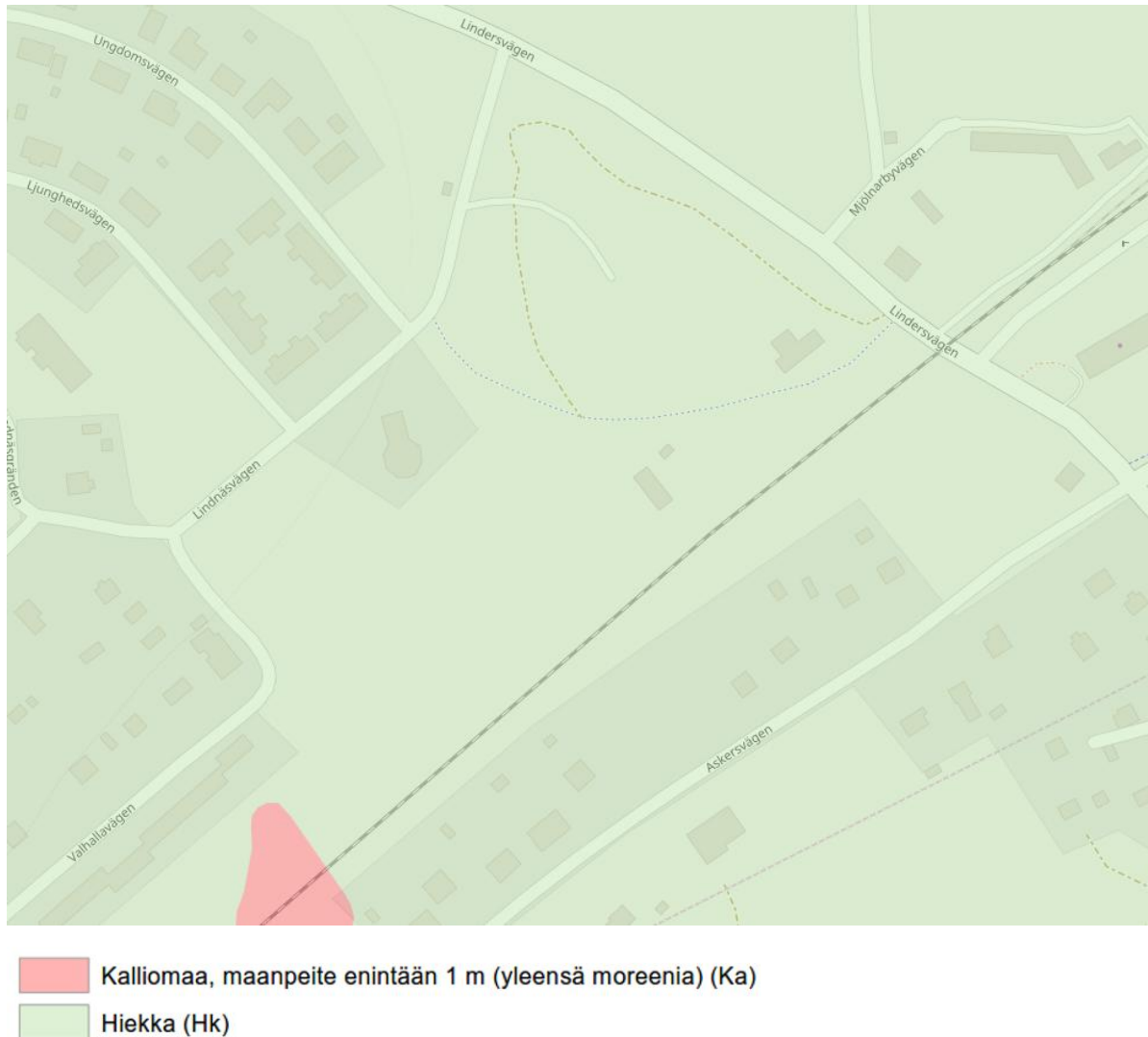
Maaperäkartan (kuva 3) ja käytössä olleen pohjatutkimustiedon mukaan maaperässä on päällimmäisenä 5...15 m paksu hiekkakerros, jonka alapuolella on tiivis pohjamoreenikerros. Kairaukset alueella on päätetty määräsyyvyteen.



Kuva 1. Koulutuskeskus, liikuntahalli ja toimitilarakennus, Mustio. Tarkastelualueiden sijainti. Kuva: Raaseporin kaupungin karttapalvelu.



Kuva 2. Koulutuskeskus, liikuntahalli ja toimitilarakennus, Mustio. Tarkastelukohteet: A) liikuntahalli, B) koulutuskeskus, C) toimitilarakennus.



Kuva 3. Koulutuskeskus, liikuntahalli ja toimitilarakennus, Mustio. Alueen maaperäkarta. Lähde: GTK.

3.3 Liikenne tarkastelukohteiden lähellä

Hyvinkää-Karjaa -radan liikenne koostuu tavaraliikenteestä ja kalustosiirroista. Junien nopeusrajoitus tarkastelukohteiden kohdalla on 80 km/h. Päivittäin liikennöivien junien kokonaismäärä on 5...15 junaa/vrk.

Ympäröivistä teistä ja kaduista Linderintie on paikallisväylä, jolla kulkee jossain määrin raskasta liikennettä. Nopeusrajoitus Linderintiellä on 40 km/h. Lindnäsintie ja Valhallantie ovat asuntokatuja, joilla liikenne on melko vähäistä, ja joilla nopeusrajoitus on 30 km/h.

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 taajuussisältöön. 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 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.

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 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 raja-alue 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

4.2.3 Rakennuksen herkkyyttä tärinälle

Rakennuksen tärinäherkkyyttä 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 vaakataärinän 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.

4.3 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 arviointimenetelmä, 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 3 on esitetty suositus Suomessa käytettävistä runkomelutasojen raja-arvoista. Suosituksen raja-arvoja asetettaessa tavoitteena on ollut häiriövaikutuksen rajoittaminen minimiin. Koska häiriövaikutusten on havaittu syntyvän, kun $L_{pASmax} \geq 35 \text{ dB}$, raja-arvot ovat asunnoissa tätä tasoa pienemmät. Raja-arvot täyttävät valtioneuvoston,

sosiaali- ja terveysministeriön ja Suomen rakennusmääräyskokoelmassa annetut suurimmat sallitut äänitasot asunnossa.

Taulukko 3. VTT:n suosittamat 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"> potilashuoneet, majoitustilat päiväkodit, lasten ja henkilökunnan oleskeluun tarkoitetut huoneet 	30/35*
Kokoontumis- ja opetustilat <ul style="list-style-type: none"> luokkahuoneet, luentosalit, kirkot ja muut huonetilat, joissa edellytetään yleisön saavan hyvin puheesta selvän ilman äänentoistolaitteiden käyttöä muut kokoontumistilat kuten teatterit ja kirjastot 	35
Toimistot, kaupat, näyttelytilat, museot	40/45*

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

5. TÄRINÄN JA RUNKOMELUN ARVIOINTI – ARVIOINTI-TASO 1

Liikennetärinän ja runkomelun selvitystarvetta on alustavasti tarkasteltu arviointitasolla 1, jossa selvitystarvetta arvioidaan väylän alapuolisen maaperän, väylän sijainnin ja tarkastelukohteen ja väylän välisen etäisyyden perusteella. Arviointi perustuu tärinän osalta VTT:n (2011, s. 13) julkaisussa esitettyyn taulukkoon 1 ja runkomelun osalta VTT:n (2009, s. 25) julkaisussa esitettyyn taulukkoon 5.

Arviointitason 1 tarkastelulla arvioidaan, onko kohteessa mahdollista riskiä tärinän ja/tai runkomelun esiintymiselle, jolloin tärinän/runkomelun tarkempi, arviointitason 2 mukainen laskennallinen selvitys tulee tehdä.

Arviointitason 1 tarkastelun lähtökohdat ja lopputulos on esitetty taulukossa 4.

Arviointitason 1 perusteella tärinälle on tehtävä tarkentava arviointitason 2 mukainen selvitys Hyvinkää-Karjaa -radan osalta toimitilarakennukselle ja liikuntahallille, Linderintien osalta toimitilarakennukselle ja Valhallantien osalta liikuntahallille.

Vastaavasti arviointitason 1 perusteella runkomelulle on tehtävä tarkentava arviointitason 2 mukainen selvitys Hyvinkää-Karjaa -radan osalta kaikille tarkastelluille rakennuksille.

Taulukko 4. Tarkastelu kohteita lähimpien väylien riski aiheuttaa rakennuksissa häiritsevän tärinän ja/tai runkomelun esiintymistä, sekä arviointitason 1 mukaiseen selvitystarpeen tarkasteluun vaikuttavat tekijät.

Väylä	Tarkastelu- kohde	Pienin etäisyys väylästä	Maaperä väylän alla	Väylän sijainti	Häiriön esiintymisriski	
					Tärinä	Runkomelu
Linderintie ¹⁾	Toimitila- rakennus	12 m	hiekk/ moreeni	pintaväylä	Kyllä	Ei
Lindnäsintie ¹⁾	Koulutus- keskus	19 m	hiekk/ moreeni	pintaväylä	Ei	Ei
Valhallantie ¹⁾	Liikuntahalli	12 m	hiekk/ moreeni	pintaväylä	Kyllä	Ei
Hyvinkää-Karjaa rata, tavarajunaliikenne ²⁾	Liikuntahalli	35 m	hiekk/ moreeni	pintaväylä	Kyllä	Kyllä
	Koulutus- keskus	116 m			Ei	Kyllä
	Toimitila- rakennus	30 m			Kyllä	Kyllä

1) Liikennetärinän tarkastelu on tarpeen kun rakennus sijaitsee < 15 m etäisyydellä väylästä. Runkomelun tarkastelu on tarpeen kun rakennus sijaitsee < 5 m etäisyydellä väylästä.

2) Liikennetärinän tarkastelu on tarpeen kun rakennus sijaitsee < 100 m etäisyydellä väylästä. Runkomelun tarkastelu on tarpeen kun rakennus sijaitsee < 160 m etäisyydellä väylästä.

6. TÄRINÄN JA RUNKOMELUN ARVIOINTI – ARVIOINTI-TASO 2

6.1 Tärinän arviointi

Tärinän leviämisen arviointi nykytilanteessa on tehty perustuen liikenne- ja maaperätietoihin.

Laskennat on esitetty liitteissä 1...3. Taulukossa 1 esitettyjen värähtelyluokkien etäisyydet radasta on esitetty taulukossa 5.

Tärinäolosuhteet, joihin pyritään uusissa rakennuksissa (muut kuin asuinrakennukset)

Tavanomaisilla rakennuksilla värähtelyluokan C alue (tärinän tunnusluvun $v_{w,95}$ oltava $< 0,6$ mm/s) alkaa Linderintiellä sekä Valhallantiellä 0 m etäisyydellä väylästä ja Hyvinkää-Karjaa radalla n. 30 m etäisyydellä väylästä.

Tarkastelukohteiden sijoittuminen ohjearvoalueille on esitetty taulukossa 6. Värähtelyluokkien A, B ja C alueille voidaan rakentaa uusia rakennuksia (muut kuin asuinrakennukset) ilman, että liikenteen tärinästä aiheutuu kohtuutonta häiriötä.

Taulukko 5. Koulutuskeskus, liikuntahalli ja toimitilarakennus, Mustio. Ohjearvoalueiden etäisyys liikenneväylistä tavanomaisella rakennuksella.

Alue	Etäisyys väylästä (m)		
	Linderintie	Valhallantie	Hyvinkää-Karjaa rata, tavarajunaliikenne
D	0	0	20
C	0	0	30
B	0	0	45
A	0	0	60

Taulukko 6. Koulutuskeskus, liikuntahalli ja toimitilarakennus, Mustio. Arviointitason 2 tarkastelukohteiden ohjearvoalueet.

Väylä	Tarkastelukohte	Pienin etäisyys väylästä	Ohjearvoalue
Linderintie ¹⁾	Toimitilarakennus	12 m	A
Valhallantie ¹⁾	Liikuntahalli	12 m	A
Hyvinkää-Karjaa rata, tavarajunaliikenne ²⁾	Liikuntahalli	35 m	C
	Toimitilarakennus	30 m	A

6.2 Runkomelun arviointi

Runkomelulle on tässä selvityksessä tehty VTT:n ohjeistuksen mukainen arviointitason 2 laskennallinen arviointi kohdassa 5 esitetyn mukaisesti Hyvinkää-Karjaa -radan osalta. Lähtötietoina on käytetty maaperästä ja liikenteestä käytössä olleita tietoja.

Suomessa VTT on antanut suosituksen runkomelutasojen ohjearvoiksi (VTT 2009). Koska tarkasteltu väylä on avorata, on kokoontumis- ja opetustilojen ohjearvona $L_{prm} = 35$ dB ja muiden oleskelu- ja toimistotilojen ohjearvona $L_{prm} = 45$ dB.

Laskennallinen arviointi on tehty kolmelle eri tapaukselle:

1. Liikuntahalli, maaperä hiekkaa, lyhin etäisyys raiteista rakennuksen 1. kerroksen tiloihin 35 m.
2. Koulutuskeskus, maaperä hiekkaa, lyhin etäisyys raiteista 1. kerroksen kokoon-
tumis- ja opetustiloihin 116 m.
3. Toimitilarakennus, maaperä hiekkaa, lyhin etäisyys raiteista rakennuksen 1. ker-
roksen tiloihin 30 m.

Tehtyjen laskelmien (liitteet 4...6) perusteella runkomelutaso liikuntahallissa on enintään $L_{prm} = 44$ dB, koulutuskeskuksessa $L_{prm} = 30$ dB ja toimitilarakennuksessa $L_{prm} = 45$ dB. Tarkastelujen perusteella runkomelutaso täyttää suositusarvot kaikissa kohteissa.

Melutason voidaan olettaa putoavan noin 2 dB per kerros rakennuksessa ylöspäin men-
täessä. Laskelmien tulokset on esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7. Runkomelun taso ja suositusarvot tarkastelukohteissa.

Tarkastelukohde	Lyhin etäisyys radasta	Maaperä väylän alla	Suosittelun raja-arvo (dB)	Runkomelun taso (dB)
Liikuntahalli	35 m		45	44
Koulutuskeskus	116 m	hiekkamoreeni	35	30
Toimitilarakennus	30 m		45	45

7. JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET JATKOTOIMENPITEIKSI

Raportissa tehdyt arviot perustuvat alueen maaperätietoihin, nykytilanteen liikennetietoihin ja tarkastelukohteina olevien rakennusten tietoihin. Tarkastelukohteina olivat suunnitellut liikuntahalli, koulutuskeskus ja toimitilarakennus.

Sekä tärinää että runkomelua arvioitiin kaikissa tarkastelukohteissa arviointitasoilla 1 ja 2. Selvitysten perusteella minkään läheisen väylän ei arvioida aiheuttavan suositusarvot ylittäviä runkomelu- tai tärinähaittoja missään tarkastelluista kohteista.

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 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

- LIITE 1 Laskennallinen värinän leviäminen nykytilanteessa – Linderintie
- LIITE 2 Laskennallinen värinän leviäminen nykytilanteessa – Valhallantie
- LIITE 3 Laskennallinen värinän leviäminen nykytilanteessa – Hyvinkää-Karjaa -rata
- LIITE 4 Runkomelun arviointi – Liikuntahalli
- LIITE 5 Runkomelun arviointi – Koulutuskeskus
- LIITE 6 Runkomelun arviointi – Toimitilarakennus

TIE- JA KATULIIKENTEEN YMPÄRISTÖTÄRINÄN LASKENTA

RAMBOLL

vers. 2.1 17.10.2014 /K.Koivisto

Mustion aseman taajama

Kunta RaaseporiTie/Katu LinderintieKortteli -Kohde Mustion aseman taajamaLaskelman laatija K. KoivistoPvm 15.2.2019

TÄRINÄÄ JOHTAVA MAALAJI

Karkearakeinen (Hk, Sr, HkMr, SrMr)

Painokairausvastus

50...100 pk/m

Tärinää johtavan maakerroksen kokonais-
paksuus kadun ja tarkastelukohteen välillä

m

15

TIEN JA KADUN LAATU

Kulunut reikiintymätön AB-päällyste

EPÄTASAISUUDEN LEVEYS

Epätasaisuus osuu molempien pyörien alle

Epätasaisuuden suurin arvo, a

mm

Ajoneuvon nopeus, s

km/h

40

TARKASTELTAVA RAKENNUS

Kohteen etäisyys kadun keskeltä

m

12

Lisätietoja kohteesta

TAVOITELTAVA TÄRINÄLUOKKA

Värähtelyluokka

C

LASKENNAN VÄRÄHTELYSUURE

Käytettävä suure

Tehollisarvo

Määrittäminen mittausten perusteella

Ei

ENNUSTEARVOT TARKASTELUKOYTEESSA

Heilahdusnop. taajuuspainotettu tehollisarvo

Tärinäalttiissa rakennuksessa

mm/s

0,012

Tavanomaisessa rakennuksessa

mm/s

0,008

Ei-tärinäalttiissa rakennuksessa

mm/s

0,005

VERTAILUTILANTEEN LASKENTAPARAMETRIT

Vertailuetaisyys, D_0

m

6,00

Vertailuheilahdusnopeus, v_0

mm/s

0,02

Vertailuepätasaisuuden suurin arvo, a_0

mm

1,00

Vertailuepätasaisuuden leveys, p_0

-

1,00

Vertailuajoneuvon nopeus, s_0

km/h

48,00

ETÄISYYS TIESTÄ / KADUSTA JOLLA TAVOITE TÄYTTYY

Tavoiteltava värähtelyluokka

C

Tärinäalttiissa rakennuksessa

mm/s

0

Tavanomaisessa rakennuksessa

mm/s

0

Ei-tärinäalttiissa rakennuksessa

mm/s

0

Maaperän ominaistaajuus

Hz

3,0

LASKENTAKERTOIMET TARKASTELUKOYTEESSA

Maaperäkerroin, g

-

0,20

Maaperäeksponentti, x

-

-0,95

Epätasaisuuden leveys, p

-

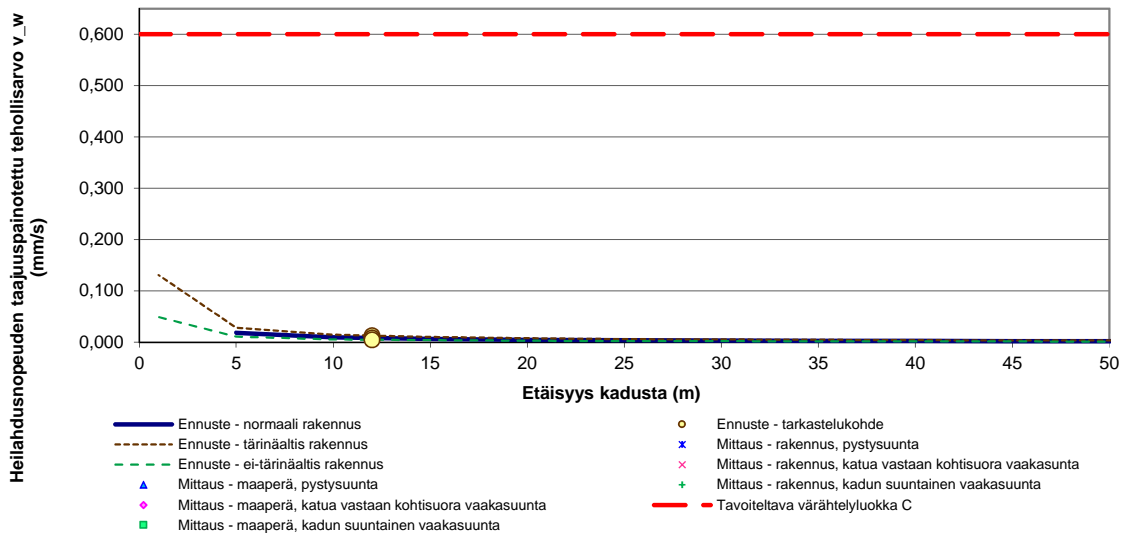
1,00

Epätasaisuuden suurin arvo, a

mm

3,00

TÄRINÄN ENNUSTETTU VAIMENEMINEN ANNETUISSA OLOSUHTEISSA



TIE- JA KATULIIKENTEEN YMPÄRISTÖTÄRINÄN LASKENTA**Mustion aseman taajama**

vers. 2.1 17.10.2014 /K.Koivisto

Kunta RaaseporiTie/Katu LinderintieKortteli —Kohde Mustion aseman taajamaLaskelman laatija K. KoivistoPvm 15.2.2019

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	0
A	0	0	0
H	0	0	0
E	0	0	0

TIE- JA KATULIIKENTEEN YMPÄRISTÖTÄRINÄN LASKENTA

RAMBOLL

vers. 2.1 17.10.2014 /K.Koivisto

Mustion aseman taajama

Kunta RaaseporiTie/Katu ValhallantieKortteli -Kohde Mustion aseman taajamaLaskelman laatija K. KoivistoPvm 15.2.2019

TÄRINÄÄ JOHTAVA MAALAJI

Karkearakeinen (Hk, Sr, HkMr, SrMr)

Painokairausvastus

50...100 pk/m

Tärinää johtavan maakerroksen kokonais-
paksuus kadun ja tarkastelukohteen välillä

m

15

TIEN JA KADUN LAATU

Reikiintynyt AB-päällyste

EPÄTASAISUUDEN LEVEYS

Epätasaisuus osuu molempien pyörien alle

Epätasaisuuden suurin arvo, a

mm

Ajoneuvon nopeus, s

km/h

30

TARKASTELTAVA RAKENNUS

Kohteen etäisyys kadun keskeltä

m

12

Lisätietoja kohteesta

TAVOITELTAVA TÄRINÄLUOKKA

Värähtelyluokka

C

LASKENNAN VÄRÄHTELYSUURE

Käytettävä suure

Tehollisarvo

Määrittäminen mittausten perusteella

Ei

ENNUSTEARVOT TARKASTELUKOYTEESSA

Heilahdusnop. taajuuspainotettu tehollisarvo

Tärinäalttiissa rakennuksessa

mm/s

0,023

Tavanomaisessa rakennuksessa

mm/s

0,015

Ei-tärinäalttiissa rakennuksessa

mm/s

0,009

VERTAILUTILANTEEN LASKENTAPARAMETRIT

Vertailuetaisyys, D_0

m

6,00

Vertailuheilahdusnopeus, v_0

mm/s

0,02

Vertailuepätasaisuuden suurin arvo, a_0

mm

1,00

Vertailuepätasaisuuden leveys, p_0

-

1,00

Vertailuajoneuvon nopeus, s_0

km/h

48,00

ETÄISYYS TIESTÄ / KADUSTA JOLLA TAVOITE TÄYTTYY

Tavoiteltava värähtelyluokka

C

Tärinäalttiissa rakennuksessa

mm/s

0

Tavanomaisessa rakennuksessa

mm/s

0

Ei-tärinäalttiissa rakennuksessa

mm/s

0

Maaperän ominaistaajuus

Hz

3,0

LASKENTAKERTOIMET TARKASTELUKOYTEESSA

Maaperäkerroin, g

-

0,20

Maaperäeksponentti, x

-

-0,95

Epätasaisuuden leveys, p

-

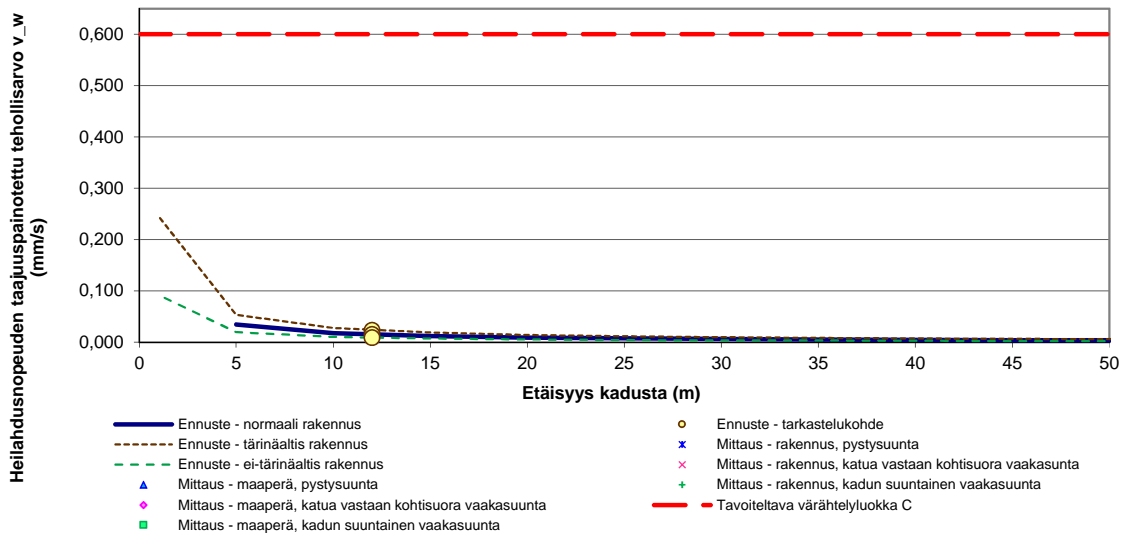
1,00

Epätasaisuuden suurin arvo, a

mm

7,50

TÄRINÄN ENNUSTETTU VAIMENEMINEN ANNETUISSA OLOSUHTEISSA



TIE- JA KATULIIKENTEEN YMPÄRISTÖTÄRINÄN LASKENTA

Mustion aseman taajama



vers. 2.1 17.10.2014 /K.Koivisto

Kunta RaaseporiTie/Katu ValhallantieKortteli —Kohde Mustion aseman taajamaLaskelman laatija K. KoivistoPvm 15.2.2019

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	0
A	0	0	2
H	0	0	0
E	0	0	0

RAUTATIELIIKENTEEN YMPÄRISTÖTÄRINÄN LASKENTA (toimistorakennukset)

RAMBOLL

Mustion aseman taajama

Versio 9.2.2017 / K.Koivisto

Kunta RaaseporiRataosa Hyvinkää-KarjaaKm 143+430...143+760Kohde Mustion aseman taajamaLaskelman laatija K. KoivistoPvm 15.2.2019

TÄRINÄÄ JOHTAVA MAALAJI

Karkearakeinen (Hk, Sr, HkMr, SrMr)

Painokirausvastus

50...80 pk/m

Tärinää johtavan maakerroksen kokonaispaksuus radan ja tarkastelukohteen välillä m **15**

TARKASTELTAVAN JUNAN JA RADAN TIEDOT

Tavarajuna

Junan kokonaispaino, G	tn	3000
Junan nopeus, s	km/h	80
Raiteiden määrä	kpl	1

TARKASTELTAVA RAKENNUS

Toimistorakennus

Kohteen etäisyys radan keskeltä m **30**

Lisätietoja kohteesta

TAVOITELTAVA TÄRINÄLUOKKA (TOIMISTORAKENNUKSET)

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	0,290
NopeusekspONENTTI, A	-	0,96
EtäisyysEKSPONENTTI, B	-	1,58
Radan kunnosta johtuva kerroin, k_R	-	1,30
Arviointiriskikerroin, A	-	2,00

ENNUSTEARVOT TARKASTELUKOHTEESSA

Heilahdusnop. taajuuspainotettu tehollisarvo

Tärinäalittiissa rakennuksessa	mm/s	0,861
Tavanomaisessa rakennuksessa	mm/s	0,559
Ei-tärinäalittiissa rakennuksessa	mm/s	0,323

SUOSITUSARVOISTA POIKKEAVAT PARAMETRIIT

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

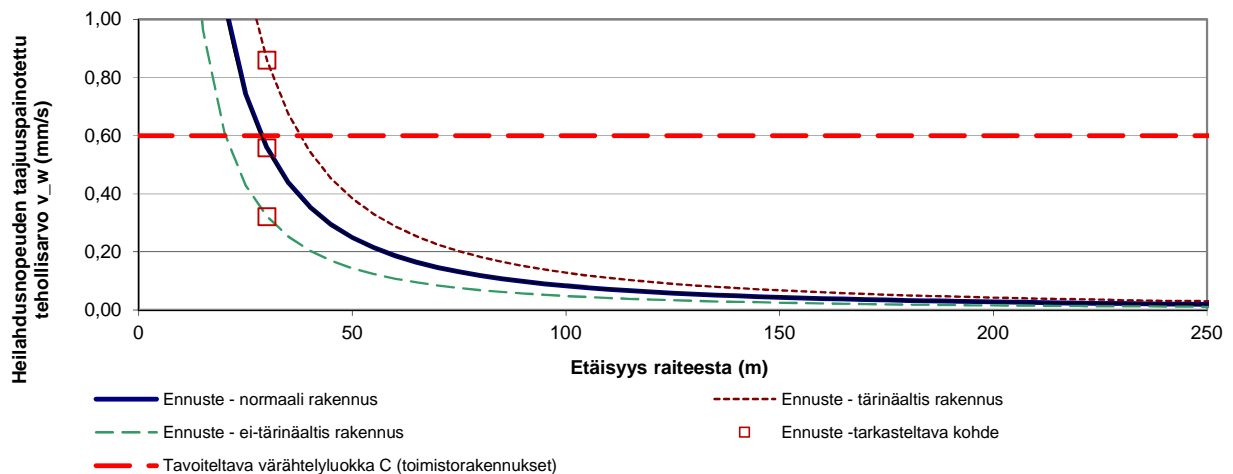
ETÄISYYS RADASTA JOLLA TAVOITE TÄYTTY

Tavoiteltava värähtelyluokka (toimistor.)		C
Tärinäalittiissa rakennuksessa	m	40
Tavanomaisessa rakennuksessa	m	30
Ei-tärinäalittiissa rakennuksessa	m	25
Maaperän ominaistaajuus	Hz	5,2

LASKENTAKERTOIMET TARKASTELUKOHTEESSA

Etäisyyskerroin	$k_D =$	0,33
Junan nopeudesta johtuva kerroin	$k_S =$	1,14
Junan painosta johtuva kerroin	$k_G =$	1,50
Radan kunnosta johtuva kerroin	$k_R =$	1,30
Arviointiriskikerroin	A =	2,00

TÄRINÄN ENNUSTETTU VAIMENEMINEN ANNETUISSA OLOSUHTEISSA



RAUTATIELIIKENTEEN YMPÄRISTÖTÄRINÄN LASKENTA (toimistorakennukset)

RAMBOLL

Mustion aseman taajama

Versio 9.2.2017 / K.Koivisto

Kunta	<u>Raasepori</u>	Rataosa	<u>Hyvinkää-Karjaa</u>	Km	<u>143+430...143+760</u>
Kohde	<u>Mustion aseman taajama</u>	Laskelman laatija	<u>K. Koivisto</u>	Pvm	<u>15.2.2019</u>

OHJEARVOALUEIDEN SIJAINTI RADASTA (toimistorakennukset)			
	Ei-tärinäaltis rakennus	Tavanomainen rakennus	Tärinäaltis rakennus
Alue	Etäisyys (m)	Etäisyys (m)	Etäisyys (m)
D	15	20	25
C	25	30	40
B	35	45	60
A	45	60	75
H	10	10	15
E	15	20	25

Liikuntahalli

RUNKOMELUN ARVIOINTI

Mustion aseman taajama

RAMBOLL

vers. 1.0 4.10.2017 /K.Koivisto

Kunta/kaupunki Raasepori

Väylä Hyvinkää-Karjaa -rata

Kortteli -

Kohde Mustion aseman taajama

Laskelman laatija K. Koivisto

Pvm 15.2.2019

VÄRÄHTELYJÄ JOHTAVA MAALAJI

Karkearakeinen (Hk, Sr, HkMr, SrMr)

Painokorausvastus

50...100 pk/m

Maaperän värähtelyn hallitseva taajuus Hz

LIIKENNETYYPPI

Veturivetoinen juna

AJONEUVON OMINAISUUDET

Normaali jousitus

Ajonopeus, s km/h 80

TARKASTELTAVA RAKENNUS

Betonitalo 1-2 krs

Tarkasteltava rakennuskerros 1

Maakerroksen paksuus perustuksen ja kallion välissä m 15

Kohteen etäisyys väylän keskeltä m 35

VÄYLÄN OMINAISUUDET JA SIJAINTI

Hyväkuntoinen väylä

Ei eristystä

Avorata

SOVELLETTAVA RAJA-ARVO

Toimistot, kaupat, näyttelytilat, museot

RUNKOMELULASKENNAN KORJAUSTEKIJÄT

Veturivetoinen juna	dB	11	Betonitalo 1-2 krs	dB	-7
Normaali jousitus	dB	0	1. Kerros	dB	0
Ajonopeuden vaikutus	dB	-2	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	30-60 Hz	dB -35

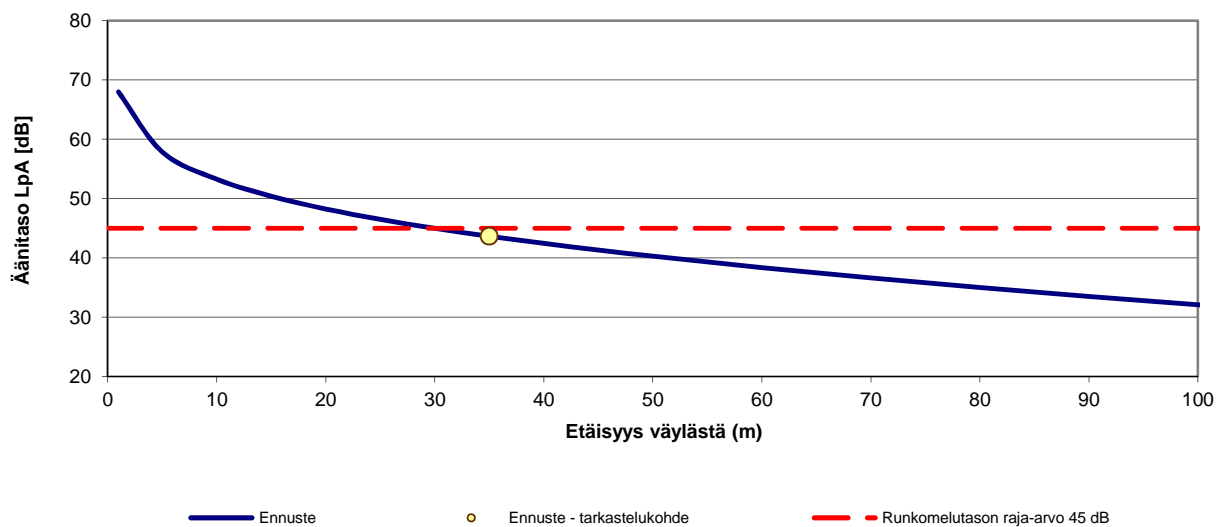
KOHTEESSA VAADITTU RUNKOMELUN RAJA-ARVO

45 dB

ARVIOITU RUNKOMELUN TASO TARKASTELUKOhteessa

43,6 dB

ARVIO RUNKOMELUN TASOSTA ANNETUISSA OLOSUhteissa



Koulutuskeskus

RUNKOMELUN ARVIOINTI

Mustion aseman taajama

RAMBOLL

vers. 1.0 4.10.2017 /K.Koivisto

Kunta/kaupunki Raasepori

Väylä Hyvinkää-Karjaa -rata

Kortteli -

Kohde Mustion aseman taajama

Laskelman laatija K. Koivisto

Pvm 15.2.2019

VÄRÄHTELYJÄ JOHTAVA MAALAJI

Karkearakeinen (Hk, Sr, HkMr, SrMr)

Painokorausvastus

50...100 pk/m

Maaperän värähtelyn hallitseva taajuus Hz

LIIKENNETYYPPI

Veturivetoinen juna

AJONEUVON OMINAISUUDET

Normaali jousitus

Ajonopeus, s km/h 80

TARKASTELTAVA RAKENNUS

Betonitalo 1-2 krs

Tarkasteltava rakennuskerros 1

Maakerroksen paksuus perustuksen ja kallion välissä m 15

Kohteen etäisyys väylän keskeltä m 116

VÄYLÄN OMINAISUUDET JA SIJAINTI

Hyväkuntoinen väylä

Ei eristystä

Avorata

SOVELLETTAVA RAJA-ARVO

Kokoontumis- ja opetustilat

RUNKOMELULASKENNAN KORJAUSTEKIJÄT

Veturivetoinen juna	dB	11	Betonitalo 1-2 krs	dB	-7
Normaali jousitus	dB	0	1. Kerros	dB	0
Ajonopeuden vaikutus	dB	-2	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	30-60 Hz	dB -35

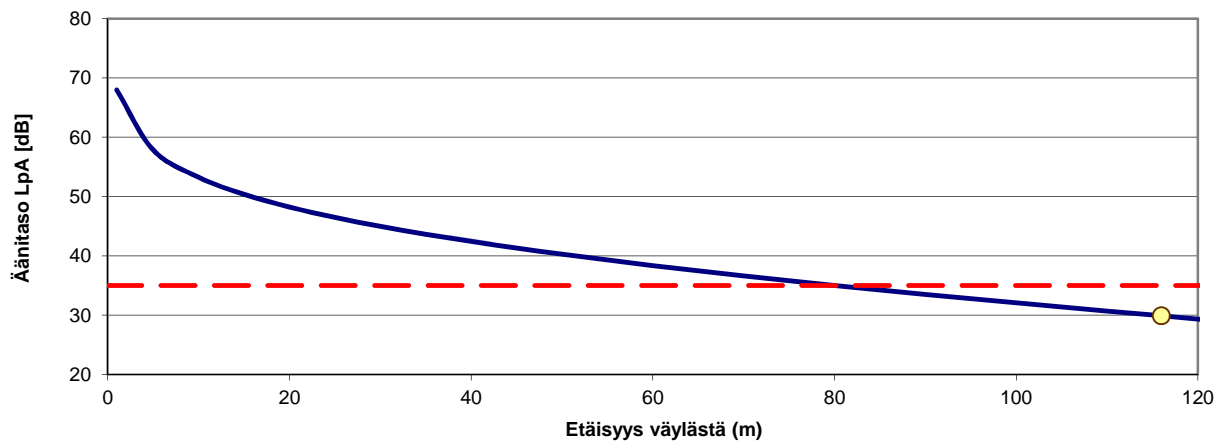
KOHTEESSA VAADITTU RUNKOMELUN RAJA-ARVO

35 dB

ARVIOITU RUNKOMELUN TASO TARKASTELUKOHOEISSA

29,9 dB

ARVIO RUNKOMELUN TASOSTA ANNETUISSA OLOSUHTEISSA



— Ennuste

● Ennuste - tarkastelukohde

- - - Runkomelutason raja-arvo 35 dB

Toimitilarakennus

RUNKOMELUN ARVIOINTI

Mustion aseman taajama

RAMBOLL

vers. 1.0 4.10.2017 /K.Koivisto

Kunta/kaupunki Raasepori

Väylä Hyvinkää-Karjaa -rata

Kortteli -

Kohde Mustion aseman taajama

Laskelman laatija K. Koivisto

Pvm 15.2.2019

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 80

TARKASTELTAVA RAKENNUS

Betonitalo 1-2 krs

Tarkasteltava rakennuskerros 1

Maakerroksen paksuus perustuksen ja kallion välissä m 15

Kohteen etäisyys väylän keskeltä m 30

VÄYLÄN OMINAISUUDET JA SIJAINTI

Hyväkuntoinen väylä

Ei eristystä

Avorata

SOVELLETTAVA RAJA-ARVO

Toimistot, kaupat, näyttelytilat, museot

RUNKOMELULASKENNAN KORJAUSTEKIJÄT

Veturivetoinen juna	dB	11	Betonitalo 1-2 krs	dB	-7
Normaali jousitus	dB	0	1. Kerros	dB	0
Ajonopeuden vaikutus	dB	-2	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 30-60 Hz	dB	-35

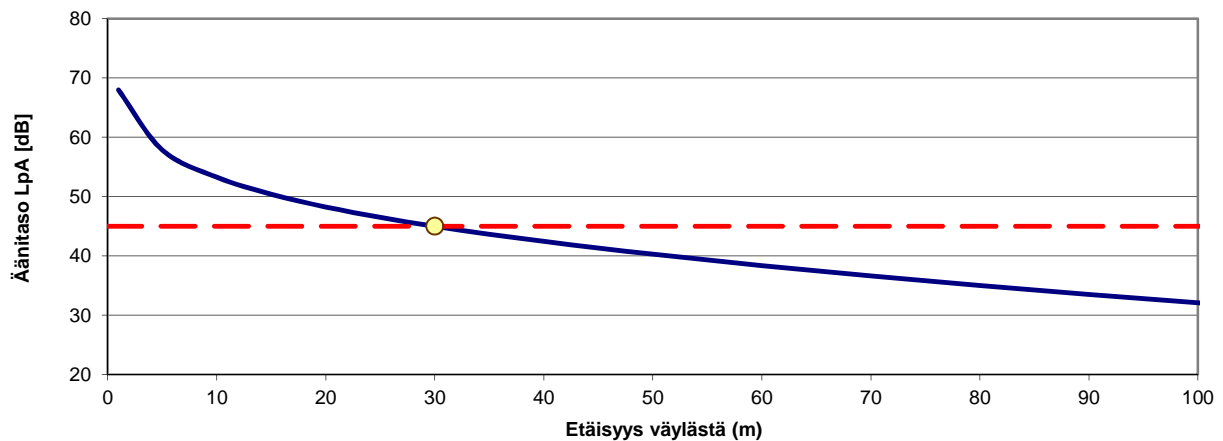
KOHTEESSA VAADITTU RUNKOMELUN RAJA-ARVO

45 dB

ARVIOITU RUNKOMELUN TASO TARKASTELUKOhteessa

45,0 dB

ARVIO RUNKOMELUN TASOSTA ANNETUISSA OLOSUhteissa



— Ennuste

● Ennuste - tarkastelukohde

- - - Runkomelutason raja-arvo 45 dB