

## Kärräjäncatu 2-4, asemakaavamuuos, Seinäjoki

Tärinä- ja runkomeluselvitys



<b>Päiväys</b>	15.12.2022
<b>Tekijä</b>	Vesa Vähäkuopus
<b>Tarkastaja</b>	Tiina Kumpula
<b>Projektinnumero</b>	YKK67592

## Sisällys

1	Taustatiedot.....	2
1.1	Kohde .....	2
1.2	Työn tavoite .....	2
1.3	Laatinut .....	2
2	Lähtötiedot .....	3
2.1	Pohjasuhteet.....	3
2.2	Liikennetiedot.....	3
3	Menetelmät ja laskentaperusteet .....	3
3.1	Tärinän synty .....	3
3.2	Tärinän häiritsevyys .....	4
3.3	Tärinän arviointi rakenteiden vaurioitumisriskin kannalta .....	4
4	Liikennetärinämittaukset .....	5
4.1	Mittausjärjestelyt.....	5
4.2	Liikennetärinän tulokset ja niiden käsittely.....	6
5	Runkomelu.....	6
5.1	Laskennallinen arviointi.....	6
5.2	Runkomelun laskennallisen arvion tulokset.....	8
6	Tulosten tulkinta ja johtopäätökset.....	9
7	Lähteet .....	10

15.12.2022

# 1 Taustatiedot

## 1.1 Kohde

Seinäjoen kaupungin Itikan alueella on käynnissä asemakaavan muutostyö. Suunnittelualue sijaitsee Seinäjoen keskustaajaman pohjoislaidalla rajoittuen pohjoisessa Varikkokatuun, idässä Seinäjoki – Vaasa rautatiehen ja lännessä Kärrääjänkatuun. Alueen pinta-ala on n. 5000 m<sup>2</sup>. Alueelle ollaan suunnittelemassa kahta asuinkerrostaloa. Kohteen katuosoite on Kärrääjänkatu 2-4.



Kuva 1. Kaavan suunnittelualueen likimääräinen sijainti.

## 1.2 Työn tavoite

Työn tavoitteena on tarkastella alueen tärinä- ja runkomelutasoja asemakaavatyön tueksi.

## 1.3 Laatinut

Sitowise Oy  
Vuolteenkatu 2, 33100 Tampere  
+358 20 747 6000 | vaihde

Vesa Vähäkuopus  
puh  
email

DI, tärinäasiantuntija  
+358 44 427 9590 | puh.  
[vesa.vahakuopus@sitowise.com](mailto:vesa.vahakuopus@sitowise.com)

Tiina Kumpula  
puh  
email

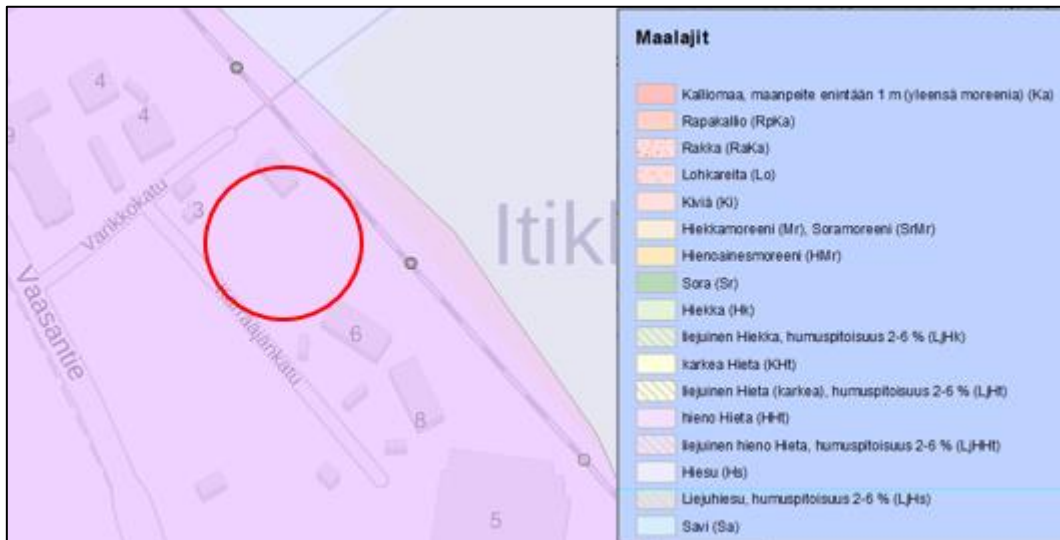
Ins. AMK, laaduntarkastaja  
+358 40 051 6888 | puh.  
[tiina.kumpula@sitowise.com](mailto:tiina.kumpula@sitowise.com)

15.12.2022

## 2 Lähtötiedot

### 2.1 Pohjasuhteet

Geologian tutkimuskeskuksen maaperäkarttojen ja tietojen mukaan tarkasteltavan alueen maaperä on hienoa hietaa ja maakerroksen paksuus luokkaa 10-30 metriä. Olosuhteet ovat jokseenkin otollisia tärinän leviämislle. Runkomelu ei tyypillisesti ole näin pehmeiden alueiden ongelma.



Kuva 2. Tarkastelualueen maaperäolosuhteet.

### 2.2 Liikennetiedot

Tarkasteltava alue rajoittuu lounaassa ja luoteessa tonttikatuihin. Alueen suurin tiedossa oleva värähtelylähde on tarkastelualueen koillispuolella oleva Seinäjoki-Vaasa rautatieväylä, jolla liikkuu pääasiallisesti pelkästään henkilöjunaliikennettä. Rautatien etäisyys suunnitteilla olevista rakennuksista on noin 40 metriä.

## 3 Menetelmät ja laskentaperusteet

### 3.1 Tärinän synty

Tärinä koetun ilmiön aiheuttaa liikenneväylän epätasaisuus tai väylän pintaan kulkuneuvosta aiheutuvat muodonmuutokset. Liikennöintivälineen, liikennöintiväylän ja liikennöintiväylän alla olevan maaperän vuorovaikutuksessa maaperä joutuu värähtelytilaan, jonka ilmenemisen ihminen havaitsee liikennetärinä. Rakennuksien kohdalla värähtely siirtyy rakennuksen perustusten kautta runkoon ja lattioihin, joissa vaimenemista ja voimistumista voi tapahtua.

Tärinähaitat ovat tyypillisiä pehmeikköalueiden ongelmia ja niitä voidaan tarkastella joko asumismukavuuden tai rakenteiden kestävyuden kannalta. Tyypillisesti liikennetärinän vaikutukset rajoittuvat asumismukavuuden heikentymiseen, joka muodostuu mitoittavaksi tekijäksi. Tarkasteltavana suurena toimii maan heilahdusnopeuden huippu- tai tehollisarvo. Värähtelyn tapahtuessa korkeammalla taajuustasolla tasolla kykenee ihminen aistimaan värähtelyn myös pinnoista säteilevänä runkomeluna.

15.12.2022

### 3.2 Tärinän häiritsevyys

Tärinän häiritsevyyden arviointiin käytetään VTT:n julkaisussa ”Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa, VTT Working Papers 50, Espoo 2006” esitettyä rakennusten värähtelyluokitusta (Taulukko 1):

Taulukko 1. Suositus rakennusten värähtelyluokituksesta, VTT 2006.

Värähtelyluokka	Kuvaus värähtelyolosuhteista	$v_{w,95}$ (mm/s)
A	Hyvät asuinolosuhteet (Ihmiset eivät yleensä havaitse värähtelyitä)	$\leq 0,10$
B	Suhteellisen hyvät asuinolosuhteet (Ihmiset voivat havaita värähtelyä, mutta ne eivät ole häiritseviä)	$\leq 0,15$
C	Suositus uusien rakennusten ja väylien suunnittelussa (Keskimäärin 15 % asukkaista pitää värähtelyitä häiritsevinä ja voi valittaa häiriöistä)	$\leq 0,30$
D	Olosuhteet, joihin pyritään vanhoilla asuinalueilla (Keskimäärin 25 % asukkaista pitää värähtelyitä häiritsevinä ja voi valittaa häiriöistä)	$\leq 0,60$

Rakennusten värähtelyluokituksessa rakennukset on jaettu luokkiin A-D tärinän tunnusluvun  $v_{w,95}$  perusteella. Tunnusluku perustuu yksittäisten liikennetapahtumien suurimpiin värähtelyn taajuuspainotettuihin tehollisarvoihin ja niiden perusteella laskettuun keskiarvoon ja hajontaan seuraavasti:

$v_{w,95} = 15$  suurimman yksittäisen tapahtuman keskiarvo +  $1,8 \times 15$  suurimman yksittäisen tapahtuman hajonta.

Taulukoituja tunnuslukuja sovelletaan asuinrakennuksille.

Julkaisussa *Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius* esitetään kolme eri tarkastelutasoa käytettäväksi eri olosuhteissa:

1. Alustava juna- ja maaperätietoihin perustuva rajausta perustuen puoliempiirisiin laskentakaavoihin.
2. Tarkennettu tärinämittauksiin perustuva rajausta, joka perustuu tunnetusta junaliikenteestä mitattuun maaperän värähtelyyn
3. Rakennuksessa esiintyvän värähtelyn arviointi, jolloin arvioidaan tarkat vaikutukset alueella olevaan tai suunniteltavaan rakennuskantaan.

Tämä selvitys on laadittu 2. tarkastelutason mukaisesti, mutta epävarmuuden vähentämiseksi mitaukset on suoritettu vertailurakennusten perusmuureista eikä maaperästä.

### 3.3 Tärinän arviointi rakenteiden vaurioitumisriskin kannalta

VTT:n tutkimusraportissa ”*Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius*” esitetään taulukossa 2 esitetyt värähtelyrajat maaperälle.

Taulukko 2. Tärinäalttiusluokat rakenteiden tärinän arvioinnin kannalta.

Tärinäalueet	Kuvaus	Hallitseva taajuus, Hz	Värähtely $v_{max}$ mm/s
V	Lähinnä rataa oleva alue, jolla maaperän tärinä on niin voimakasta, että se voi aiheuttaa vahinkoriskin rakennuksille tai rakenteille	alle 10 10...20 20...50 yli 50	3 4,2 6 7,2
H	Hyväkuntoisiin ja tavanomaisiin rakennuksiin ei yleensä aiheudu niiden käyttökelpoisuutta haittaavia vaurioita,	alle 10 10...20	1-3 1,4-4,2

15.12.2022

	jos liikennetärinä on huomioitu resonanssille herkkien rakenteiden suunnittelussa. Tärinä on kuitenkin yleensä selvästi havaittavaa ja häiritsee usein asuinmukavuutta. Vaurioitumisriskin arvioinnissa tulee ottaa huomioon rakennuskanta ja käytetyt rakennusmateriaalit	20...50 yli 50	2-6 2,4-7,2
E	Tärinä ei aiheuta normaalikuntoisten rakenteiden vaurioitumista, mutta voi häiritä asumismukavuutta.	alle 10 10...20 20...50 yli 50	alle 1 alle 1,4 alle 2 alle 2,4

Yllä olevan taulukon perusteella voidaan todeta, että rakenteiden vaurioituminen tapahtuu huomattavasti suuremmilla värähtelytasolla, kuin millä asumismukavuus häiriintyy. Toisin sanoen, mikäli asumismukavuus sijoittuu värähtelyluokituksen A-C välille, ei myöskään rakenteiden vaurioitumisen mahdollisuutta ole käytännössä olemassa.

## 4 Liikennetärinämittaukset

### 4.1 Mittausjärjestelyt

Alueella toteutettiin liikennetärinämittaukset kahdessa mittauspisteessä aikavälillä 30.11-13.12.2022. Tärinämittauksen toteutti Sitowise Oy:n alikonsulttina Forcit Consulting Oy.

Mittaukset toteutettiin miehittämättömänä mittauksena VTT:n ohjeen ”Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta, VTT, 2005” mukaisesti. Tärinämittareiden tyyppinä olivat kolmiaksisiaalisesti mittaavat geofonit, jotka sijoitettiin olemassa olevien rakennusten perusmuureihin. Tuloksista valittiin edustaviksi 15 merkittävintä tapahtumaa mittauspistekohtaisesti. Tämän jälkeen suoritettiin tunnuslukujen määrittäminen.

Mittareiden asennus ja purkuhetkellä alueella ei huomattu mitaustulosten luotettavuuteen vaikuttavia tapahtumia. Muuten mittauksista ei mittausaikavälillä valvottu tai tarkkailtu tuloksia aiheuttavaa liikennettä.

Mittareiden sijoittelu tarkastelualueelle toteutettiin seuraavasti:

mp1	Varikkokatu 4	[287245, 6970152] TM35
mp2	Kärrääjänkatu 6	[287326, 6970076] TM35



Kuva 3. Mittauspisteet kartalla

15.12.2022

Etäisyyttä rautatieväylään mp1 pisteestä on noin 50 metriä, ja mp2 osalta noin 40 metriä. Kaavan suunnittelualueen rakennukset tulevat sijoittumaan vastaavasti samalle 40 metrin etäisyydelle radasta. Rakennukset, joista värähtelyä nyt mitattiin, arvioitiin samankaltaisiksi kuin kaavan suunnittelualueelle tulevat. Näin ollen mittaustuloksien voidaan sanoa edustavan hyvällä tarkkuudella myös suunnitteilla olevien rakennusten värähtelytilannetta rakennusten valmistuttua.

## 4.2 Liikennetärinän tulokset ja niiden käsittely

Mittaustuloksista valittiin tyypillistä liikennettä edustamaan 15 tapahtumaa, joiden jokainen komponentti arvioitiin erikseen. Tapahtumat todettiin junista aiheutuneiksi mittauskuvaajien muodon ja aikataulutietojen perusteella.

Asumismukavuutta tarkisteltiin värähtelyn taajuuspainotetulla (ISO2631-2) tehollisarvolla. Mittaustuloksista valittiin tyypillistä liikennettä edustamaan 15 suurinta tapahtumaa, jotka ylittivät mitausanturin rekisteröintikynnyksen 0,04 mm/s. Mikäli tason 0,04 mm/s ylittäneitä tapahtumia oli vähemmän kuin 15, on tunnusluku laskettu pienemällä otosmäärällä. Esimerkiksi mittauspisteessä mp2 vain kaksi ohiajoja ylitti mittausjakson aikana tason 0,04 mm/s.

Mittauspisteen suurimman tunnusluvun omaava komponentti on määräävä ja määrittää mittauspisteen luokituksen. Mittauspisteen hallitseva taajuus on suurimman mittaustuloksista todennetun junan ohituksen hallitseva taajuus.

Tunnuslukulaskentaan liittyvät laskentaparametrit ja asumismukavuusluokitus on esitetty oheisessa taulukossa (taulukko 3).

Taulukko 3. Asumismukavuuden tunnusluvut ja mittaustulokset mittauspisteittäin.

mittauspiste	etäisyys rautatiehen [m]	suurin tapahtuma (mm/s)	keskiarvo (mm/s)	keskihajonta (mm/s)	$v_w$ , 95 (mm/s)	hallitseva taajuus (Hz)	luokitus
1V	50	0,05	0,04	0,01	0,05	7	A
1L	50	0,07	0,03	0,02	<b>0,07</b>	4	<b>A</b>
1T	50	0,03	0,03	0,01	0,03	4	A
2V	40	0,05	0,05	0*	<b>0,05</b>	10	<b>A</b>
2L	40	0,02	0,02	0*	0,02	12	A
2T	40	0,03	0,03	0*	0,03	8	A
*keskihajonta 0, vain 2 mittaustulosta.							

V = pystysuunta

L = väylän suuntaisesti

T = kohtisuoraan väylästä

Kummassakin mittauspisteessä asumismukavuuden värähtelyluokitus on A. Uudisrakentamisen asuinrakennuksille tavoiteltava tavoitetaso 0,3 mm/s (luokka C) alitetaan selvästi kummassakin mittauspisteessä ja tilanteen voidaan olettaa olevan sama myös asemakaavan muutosalueelle toteutavien rakennusten suhteen.

## 5 Runkomelu

### 5.1 Laskennallinen arviointi

Runkomelun arviointi on laadittu VTT:n julkaisussa ”Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi” esitetyn arviointitason 2 perusteella. Menetelmä perustuu arvioituun värähtelyn nopeustasoon, mutta se ei kuitenkaan edellytä tarkkaa tietoa värähtelyn taajuusspektristä eikä spektrin muuttumisesta värähtelyn siirtymisreitillä.



15.12.2022

Julkaisun mukaan värähtelyn perustaso saadaan kaavasta 2:

$$L_v[dB] = 103 - 14 \cdot \log_{10} \left( \frac{d}{d_0} \right) - 0,8 \cdot \left( \frac{d}{d_0} \right) \quad (2)$$

etäisyydellä d tarkasteltavan raiteen reunasta, missä  $d_0$  on vertailuetäisyys 10 m.

Arvio sisätilojen runkomelutasosta ( $L_{prm}$ ) saadaan kaavasta 3:

$$L_{prm}[dB] = L_v[dB] + \Sigma \Delta L_{v,i}[dB] \quad (3)$$

jossa värähtelyn perustasoon lisätään liikenteestä riippuvat korjaustekijät koskien

- Liikennettä (junatyyppi, nopeus, ajoneuvon ominaisuudet)
- Väylän kuntoa
- Radan eristämistapaa
- Väylän sijaintia (avorata, tunneli, ilmarata)
- Kohderakennusta (tyyppi, perustus, resonanssi)
- Syntyvää äänenpainetta (muunto äänenpainetasoksi, maaperän vaikutus)

Runkomelun arvioinnissa käytettiin seuraavia korjaustekijöitä  $\Delta L_v$ :

Taulukko 4. Käytetyt korjaustekijät runkomelun arvioinnissa.

Korjaustekijä	Määrittely	korjaustekijä, [dB]
Liikennetyyppi	Veturivetoiset junat	+11 dB
Ajonopeus	120 km/h	+ 2 dB
Kaluston ominaisuudet	Normaali jousitus	+ 0 dB
Väylän kunto	Hyväkuntoinen rata	+ 0 dB
Radan eristämistapa	Ei eristystä	+ 0 dB
Väylän sijainti	Avorata	+ 0 dB
Rakennuksen tyyppi	Kerrostalo	- 10 dB
Rakenneosien resonanssi	Vakiokorjaus	+ 6 dB
Muutos äänenpainetasoksi	Vakiokorjaus	- 28 dB
Muutos A-painotetuksi äänenpainetasoksi	Värähtelyn hallitseva taajuus alle 30 Hz (perustuen tärinämittauksiin)	- 50 dB
Varmuusmarginaali	Ohjeen mukainen vakiokorjaus	+ 6 dB
<b><math>\Sigma \Delta L_v</math></b>		- 63 dB

Saatua tulosta (kuva 4) verrataan julkaisussa "Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi, VTT, 2009" esitettyihin suosituksiin runkomelutason ohjearvoista, jotka on esitetty alapuolen taulukossa 5.



15.12.2022

Taulukko 5. Suositus runkomelutasojen ohjearvoiksi.

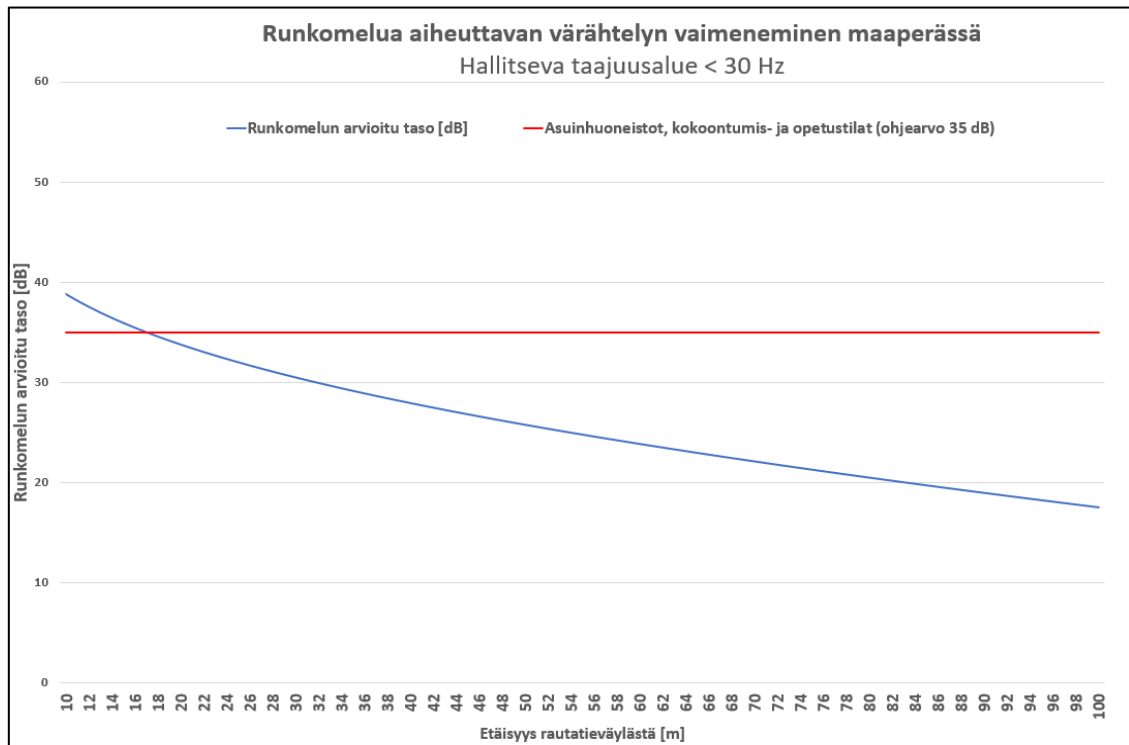
Rakennustyyppi	L <sub>prn</sub> [dB]
Radio-, tv- ja äänitysstudiot, konserttitalit	25–30
Asuinhuoneistot	30/35 <sup>2</sup>
Hoito- ja sosiaalihuollon laitokset, majoitustilat, potilashuoneet, majoitustilat päiväkodit, lasten ja henkilökunnan oleskeluun tarkoitetut huoneet	30/35 <sup>2</sup>
Kokoontumis- ja opetustilat, luokahuoneet, 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 <sup>2</sup>
<sup>2</sup> Avoradat.	

Tässä selvityksessä sovelletaan 35 dB runkomelun ohjearvoa majoitustiloille ja asuinhuoneistoille. Samaa arvoa suositellaan käytettäväksi myös Ympäristöministeriön ohjeessa rakennuksen ääniympäristöstä.

## 5.2 Runkomelun laskennallisen arvion tulokset

Yllä esitetyn laskennallisen arvion mukaan runkomelun riskialueen leveys rautatieväylästä on noin 20 metriä. Riskialue kuvaa aluetta, jolla käytettävä ohjearvo voi mahdollisesti ylittyä. Asemakaavan muutosalueelle suunniteltavien rakennusten etäisyydellä radasta (~40 metriä) runkomelu arvioidaan laskennallisesti tasolle 26-29 dB, joka alittaa asuintilojen ohjearvon 35 dB selvästi. Runkomelun vaimeneminen maaperässä etäisyyden suhteen on esitetty alapuolen kuvassa 4.

15.12.2022



Kuva 4. Runkomelun vaimeneminen maaperässä etäisyyden suhteen.

## 6 Tulosten tulkinta ja johtopäätökset

Kaavan suunnittelualueen liikennetärinätaasoja arvioitiin suorittamalla liikennetärinämittaus viereisten rakennusten perusmuureista. Rakennukset sijaitsevat samalla etäisyydellä ja samanlaisella maaperällä kuin nyt suunnitteilla olevat rakennukset. Näin ollen voidaan arvioida, että nyt todennetut tärinätaasot ovat vastaavat myös suunnitteilla olevissa rakennuksissa.

Viereisten rakennusten mittauspisteiden perusteella asumismukavuuden värähtelyluokitus suunnittelualueella on kummankin mittauspisteen perusteella paras mahdollinen luokka A ( $v_{w,95} \leq 0,10$  mm/s) tai lähellä sitä. Tämä alittaa selvästi uudisrakentamiselle usein käytettävän luokan C ( $v_{w,95} \leq 0,30$  mm/s) vaatimuksen.

Vertailurakennuksista mitattujen värähtelymittausten perusteella nyt suunnitteilla olevat rakennukset eivät vaadi liikennetärinän huomioimista suunnittelussa ja liikennetärinän osalta tilannetta voidaan kuvata laadukkaaksi. Myöskään rakenteiden vaurioitumisriskiä ei näiden mittausten perusteella ole.

Runkomelun osalta nyt suunnitteilla olevat rakennukset sijoittuvat laskennallisella arviolla muodostetun 20 metrin (etäisyys radasta) levyisen riskialueen ulkopuolelle. Suunniteltujen rakennusten etäisyydellä radasta (~40 metriä) laskennallisesti arvioitu runkomelutaso on luokkaa 26-29 dB, joka alittaa asuintilojen ohjearvon vaatimuksen 35 dB selvästi. Näin ollen runkomelua ei tarvitse erityisesti huomioida suunnittelussa.

Mikäli asemakaavaan kuitenkin halutaan antaa määräyksiä tärinän- ja runkomelun osalta, voidaan ne asettaa esimerkiksi seuraavasti:

*Rakennukset on toteutettava siten, että liikennetärinän osalta värähtelyn tunnusluku alittaa tason 0,3 mm/s (luokka C) asuintiloissa. Runkomelun osalta asuintiloissa tai niihin verrattavissa tiloissa runkomelun tilastollinen arvo  $L_{pr,m}$  ei saa ylittää tasoa 35 dB.*

Nämä vaatimukset täyttyvät tavanomaisella rakentamisella, mikäli toteutettavat rakennukset ovat kerrosmääriltään ja perustamistavoiltaan likimäärin samanlaisia kuin naapuritonteilla.

15.12.2022

## 7 Lähteet

*Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa, VTT, 2006.*

*Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius, VTT, 2014.*

*Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta, VTT, 2004.*

*Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi, VTT, 2008.*

*Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä, Ympäristöministeriö, 2018.*