



Sitowise Oy / Vesa Vähäkuopus & Tiina Kumpula

Kaarilahdenkuja 4, Tampere asemakaava nro 8961

Tärinä- ja runkomeluserivitys

Päiväys	26.9.2023
Laatijat	Vesa Vähäkuopus
Tarkastaja	Tiina Kumpula
Projektinumero	YKK68228

26.9.2023

Sisällysluettelo

1	Taustatiedot	3
1.1	Kohde	3
1.2	Selvityksen tarkoitus	4
1.3	Tilaaaja	4
1.4	Tekijät.....	4
2	Arviointimenetelmät ja lähtötiedot	5
2.1	Tärinän ja runkomelun ohjearvot	5
2.2	Tärinä ja runkomelu ilmiönä	5
2.2.1	Liikennetärinän ja runkomelun synty	5
2.2.2	Pohjasuhteet	6
2.2.3	Liikennetiedot laskennoissa	7
3	Tärinä- ja runkomelutasojen laskenta	8
3.1	Liikennetärinä.....	8
3.2	Runkomelu.....	8
4	Tulokset	10
4.1	Liikennetärinä.....	10
4.2	Runkomelu.....	10
5	Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset	11
5.1	Ohjeita jatkosuunnitteluun ja mahdolliset kaavamääräykset.....	11
6	Lähteet	12



26.9.2023

Kaarilahdenkuja 4, Tampere asemakaava nro 8961

1 Taustatiedot

1.1 Kohde

Tampereen Vuohenojan kaupunginosassa on käynnissä asemakaavan muutostyö. Suunnittelualue sijaitsee noin 6 km itään kaupungin keskustasta osoitteessa Kaarilahdenkuja 5. Tontti on Kaarilahdenkujan ja Rautapellontien risteyksessä. Suunnittelualueen pinta-ala on 1364 m². Lähialue koostuu eri-ikäisistä pientaloista.

Kaavan osallistumis- ja arviointisuunnitelmassa kaavamuutoksen tavoitteista todetaan seuraavasti:

"Hakijan tavoitteena on tontin jakaminen ja rakennusoikeuden lisääminen. Tontilla sijaitseva toinen asuinrakennus on tarkoitus purkaa ja tontin rajat tarkistaa. Tampereen kaupungin strategia ohjaa yhdyskuntarakenteen tiivistämiseen täydennysrakentamisella. Asemakaavoituksen tavoitteena on luoda kaavalliset edellytykset hyvälle asuinympäristölle ja siihen sopeutuvalla täydennysrakentamiselle."



Kuva 1 Kaava-alueen sijainti sinisellä. Kuvalähde: ak nro. 8961 OAS, 2023.



26.9.2023

1.2 Selvityksen tarkoitus

Tehtävänä oli laatia tärinä- ja runkomeluserveys asemakaavan muutosalueelle.

1.3 Tilaaja

Tampereen kaupunki, Asemakaavoitus

1.4 Tekijät

Sitowise Oy
Linnoitustie 6 D, 02600 Espoo
+358 20 747 6000 | vaihde

Vesa Vähäkuopus, DI, tärinä- ja runkomeluasiantuntija
Puh. +358 44 427 9590
vesa.vahakuopus@sitowise.com

Tiina Kumpula, Ins. Amk, laadunvarmistaja
Puh. +358 40 051 6888
tiina.kumpula@sitowise.com



26.9.2023

2 Arviointimenetelmät ja lähtötiedot

2.1 Tärinän ja runkomelun ohjearvot

Liikennetärinä:

Tärinän asumismukavuuden häiritsevyyden arviointiin käytetään VTT:n julkaisussa ”Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa” [1] esitettyä rakennusten värähtelyluokitusta, mikä on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Suositus rakennusten värähtelyluokituksesta.

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 värähtelyt, 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)	$\leq 0,60$

Ympäristöministeriön asetukseen 796/2017 [2] perustuvassa ohjeessa rakennuksen ääniympäristöstä [3] esitetyt asuntojen, majoitus- ja potilashuoneiden tärinän ohjearvot vastaavat VTT esittämää luokkaa C ($\leq 0,3$ mm/s). Samat ohjearvot on esitetty myös ELY:n ohjeessa ”Melun- ja tärinäntorjunta maankäytön suunnittelussa” [4].

Runkomelu:

Runkomelun osalta ohjeessa rakennuksen ääniympäristöstä [3] todetaan asuntojen, majoitus- ja potilashuoneiden osalta raideliikenteen runkomelusta seuraavasti: ”Maaperäisen runkomelutason L_{prm} ohjearvo on avoradoilla 35 dB”. Samat ohjearvot on esitetty myös ELY:n ohjeessa ”Melun- ja tärinäntorjunta maankäytön suunnittelussa” [4].

2.2 Tärinä ja runkomelu ilmiönä

2.2.1 Liikennetärinän ja runkomelun synty

Liikennetärinä koetun ilmiön aiheuttaa liikenneväylän epätasaisuus tai väylän pintaan kulkuneuvosta aiheutuvat muodonmuutokset. Liikennöintivälineen, liikennöintiväylän ja liikennöintiväylän alla olevan



26.9.2023

maaperän vuorovaikutuksessa maaperä joutuu värähtelytilaan, jonka ilmenemisen ihminen havaitsee tarkastelupisteessä liikennetärinä tai runkomeluna. Liikennetärinästä puhutaan, kun tärinää aiheuttavan värähtelyn taajuustaso sijoittuu pääosin ihmisen kuulokynnyksen alapuolelle. Tällöin ihminen aistii ilmiön joko rakennuksen tai rakenteiden pienenä epämukavana liikkeenä eli liikennetärinä.

Liikennetärinähaitat ovat tyypillisiä pehmeikköalueiden ongelmia ja niitä voidaan tarkastella joko asumismukavuuden tai rakenteiden kestävyyskannalta. Tyypillisesti liikennetärinän vaikutukset rajoittuvat asumismukavuuden heikentymiseen. Tarkasteltavana suurena toimii asumismukavuuden osalta värähtelyn tehollisarvo ja sen tilastollinen esitys $V_{w,95}$.

Runkomelulla puolestaan tarkoitetaan suuremmilla taajuuksilla tapahtuvaa värähtelyä, joka rakennukseen siirryttyään säteilee huoneiden pinnoista ihmisen kuultavissa olevana meluna. Kummankin ilmiön synty tapa ja siirtyminen maaperässä on siis samankaltainen. Runkomelun osalta tarkasteltava suure L_{ASmax} on A-painotettu enimmäisäänitaso slow-aikavakiolla tai sen tilastollinen arvo L_{prm} .

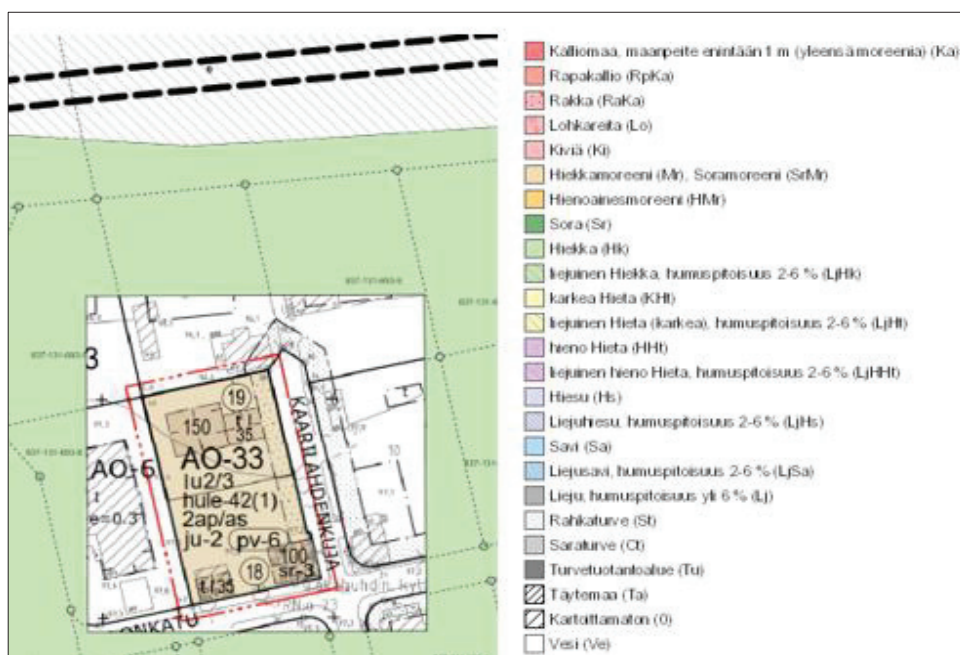
2.2.2 Pohjasuhteet

Liikennetärinää ja runkomelua tarkastellessa suunnittelualueen olennaisin tieto on hallitseva maalaji alueella. GTK:n maaperäkartojen mukaan tarkasteltava alue on hiekkamuodostelman päällä, eli hallitseva pohjamaalaji (2m syvyys) on hiekka. Radan alla oleva maaperä on maaperäkartojen perusteella täytemaata, eikä siitä ole tarkempia tietoja saatavilla. Voidaan olettaa, että rataa ei ole perustettu hienorakeisen maaperän varaan, vaan alue käsitellään välimaalajina. Tämän perusteella alueen ei voida sanoa olevan erityisen otollista tärinän leviämiseksi.

Runkomelun osalta maaperä, missä herätelähde on täytemaalla maaperällä ja rakennus hiekkalla edustaa tilannetta, jossa värähtely etenee tehokkaimmin alle 30 Hz taajuusalueella, eikä näin ollen ole hyvin kuultavissa.



26.9.2023



Kuva 2. Alueen pohjamaalajit, tuleva rakennusmassoittelu ja kuvan pohjoisosassa aluetta sivuava rautatie. Kuvälähde: <https://gtkdata.gtk.fi/maankamara/> ja kaavan havaintoaineisto.

2.2.3 Liikennetiedot laskennoissa

Kaavan suunnittelualueen pohjoispuolella sijaitsee Tampere-Orivesi kaksoisraide lähimmillään noin 70 metrin etäisyydellä kaava-alueelle sijoittuvasta pohjoisosan rakennuksesta. Rautatiellä liikennöi päivittäin noin 15-20 tavarajunaa, yhteensä noin 20 IC tai S-junaa sekä muutamia kiskobusseja (Dm12).

Suurin tärinärasitus aiheutuu tavarajunista, joiden nopeus alueella on 70-80 km/h (juliadata.fi). IC ja S-junat sekä kiskobussit sivuavat alueen suurimmillaan 110 km/h nopeudella, joka on myös raideliikenteen nopeusrajoitus alueella (juliadata.fi).

Tavarajunan massaksi arvioitiin 3500 tonnia. IC-junien massa on tyypillisesti noin 600-700 tonnia ja kiskobussien reilusti alle 100 tonnia.

Runkomelun osalta laskennoissa määrävänä tekijänä on nopeus, minkä takia se tarkasteltiin rataosuuden nopeusrajoituksella 110 km/h. Muut laskentaparametrit asetettiin vastaamaan tyypillistä Intercity-junaa.

26.9.2023

3 Tärinä- ja runkomelutasojen laskenta

3.1 Liikennetärinä

Julkaisussa *”Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius”* [5] 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 tärinäselvitys on laadittu 1. tarkastelutason mukaisesti.

Laskentamalli on esitetty kaavassa 1: (laskennassa käytetyt parametrit)

$$v_{z,max} = v_{z,15} \cdot k_D \cdot k_S \cdot k_G \cdot k_R \cdot F, \quad (1)$$

missä

$v_{z,max}$ = laskennallinen tärinän pystyheilahdusnopeus maan pinnalla halutussa tarkastelupisteessä etäisyydellä D.

$v_{z,15}$ = pystysuora vertailuheilahdusnopeus maassa etäisyydellä $D_0=15$ metriä raiteen keskilinjasta (0,3...0,6 mm/s)

k_D = etäisyyskerroin $(D_0/D)^B$, $B = 1,4...2,0$

k_S = junan nopeuskerroin (80 km/h)

k_G = junan painokerroin (3500 t)

k_R = radan kuntokerroin (1, normaalikuntoinen raide)

F = varmuuskerroin (2, ei kalibrointia)

Tässä tarkastelussa värähtely oletetaan siirtyvän täydellä vaikutuksella rakennusten perustuksiin, jonka jälkeen se voimistuu 1,5 kertaiseksi ns. yleisen voimistumisen kautta.

3.2 Runkomelu

Runkomelun osalta selvitys on laadittu VTT:n julkaisussa *”Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi”* [6] esitetyn arviointitason 2 perusteella.



26.9.2023

Menetelmä perustuu arvioituun värähtelyn nopeustasoon, mutta se ei kuitenkaan edellytä tarkkaa tietoa värähtelyn taajuusspektristä eikä spektrin muuttumisesta värähtelyn siirtymisreitillä.

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, d_0 on vertailuetäisyys 10 m.

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

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

missä värähtelyn perustasoon lisätään taulukossa 5 käytetyt korjaustekijät.

Taulukko 5. Käytetyt runkomelun korjaustekijät

Korjaustekijä	Määrittely	Korjaustekijä
Liikennetyyppi	Veturivetoiset junat	11 dB
Ajonopeus	110 km/h	2 dB
Jousitus	Normaali jousitus	0 dB
Väylän kunto	Hyväkuntoiset kiskot	0 dB
Radan eristämistapa	Ei eristystä	0 dB
Väylän sijainti	Avorata	0 dB
Rakennuksen tyyppi	1-2 krs pientalo	-5 dB
Resonanssi	lattiat, seinät, katto	6 dB
Muunto äänenpainetasoksi	vakiokorjaus	- 28 dB
Muunto A-painotetuksi äänenpainetasoksi	alle 30 Hz (matala taajuusalue)	- 50 dB
Varmuusmarginaali	vakiokorjaus	6 dB
$\Sigma\Delta L_{v,i}$		-58 dB

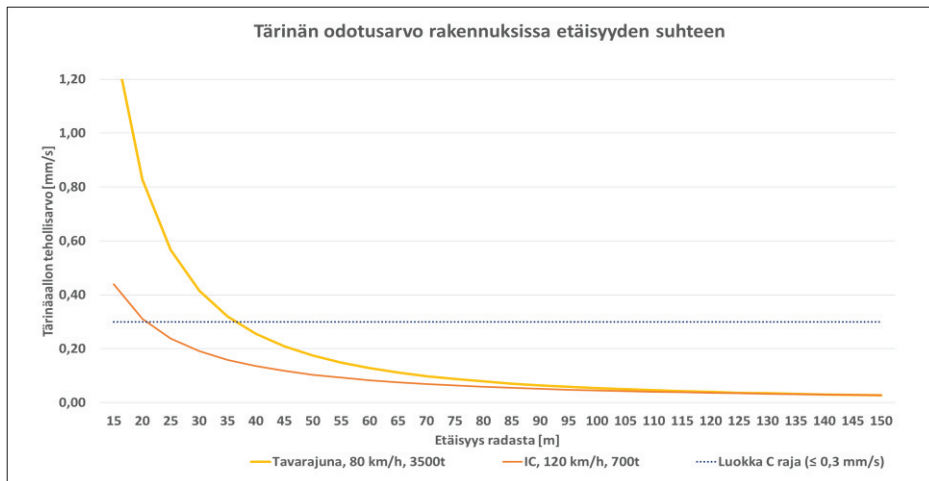


26.9.2023

4 Tulokset

4.1 Liikennetärinä

Suunnitteilla olevat rakennukset sijoittuvat lähimmillään noin 70 metrin etäisyydelle lähimmästä raiteesta. Tällä etäisyydellä radasta laskennallisesti tarkasteltuna liikennetärinän arvioitu suuruus on 0,10-0,15 mm/s. Tämä arvo toteuttaa uudisrakennuksille suositeltavan luokan C vaatimuksen, missä liikennetärinän taso saa rakennuksessa olla korkeintaan 0,3 mm/s. Alapuolen kuvassa on esitetty tavarajunan ja IC-junan aiheuttaman tärinän vaimeneminen maaperässä etäisyyden rataan kasvaessa.



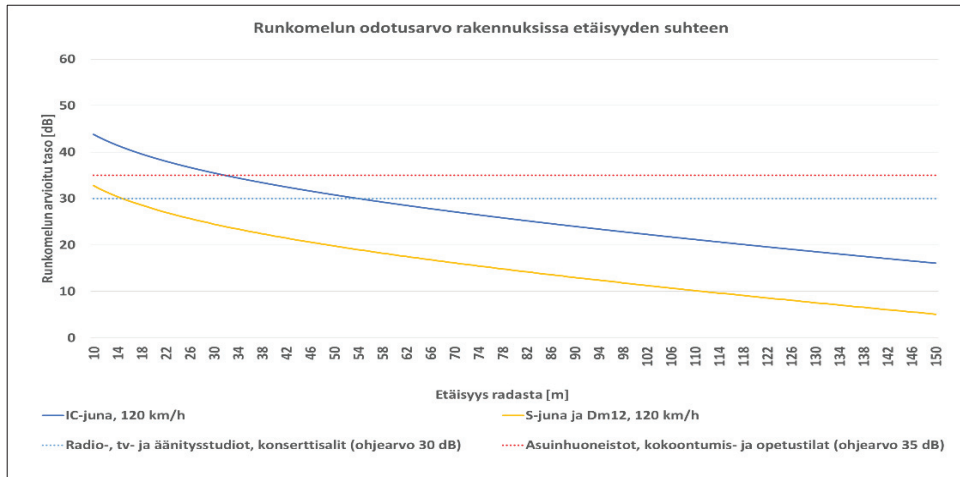
Kuva 3 Liikennetärinän vaimeneminen maaperässä etäisyyden suhteen.

4.2 Runkomelu

Suunnitteilla oleva rakennus sijoittuu noin 70 metrin etäisyydelle radasta. Tällä etäisyydellä laskennallisesti tarkasteluna runkomelun arvioitu suuruus on suurimmillaan 27-30 dB. Nämä arvot toteuttavat uudisrakennuksille suositeltavan runkomelun ohjearvon vaatimuksen, missä runkomelun taso LP_{rm} saa rakennuksessa olla korkeintaan 35 dB. Arvot alittavat tai ovat korkeintaan myös tiukemman 30 dB vaatimuksen tasalla.

Alapuolen kuvassa on esitetty IC-junan ja S-junan sekä kiskobussin aiheuttaman runkomelun vaimeneminen maaperässä etäisyyden rataan kasvaessa.

26.9.2023



Kuva 4 Runkomelun vaimeneminen maaperässä etäisyyden suhteen.

5 Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Laskennallisesti tarkasteltu liikennetärinän taso suunniteltavan rakennuksen etäisyydellä radasta on korkeintaan 0,15-0,30 mm/s kun herätelähteenä on käytetty suurimman tärinärasituksen tuottavia tavarajunia. Tämä täyttää uusille rakennuksille suositeltavan luokan C ($v_{w,95} \leq 0,3$ mm/s) vaatimuksen.

Muilla junatyypeillä toteutuva liikennetärinän taso on huomattavasti pienempi.

Laskennallisesti tarkasteltu runkomelun taso suunniteltavan rakennuksen etäisyydellä radasta on 27-30 dB. Nämä arvot toteuttavat uudisrakennuksille suositeltavan runkomelun ohjearvon vaatimuksen, missä runkomelun taso LP_{rm} saa rakennuksessa olla korkeintaan 35 dB. Arvot alittavat tai ovat korkeintaan myös tiukemman 30 dB vaatimuksen tasalla.

5.1 Ohjeita jatkosuunnitteluun ja mahdolliset kaavamääräykset.

Liikennetärinää tai runkomelua ei tarvitse erityisesti huomioida jatkosuunnittelussa.

Tehtyjen laskentojen perusteella kohteessa ei ole tarvetta erillisille tärinään tai runkomeluun liittyville kaavamääräyksille. Uudisrakennuksille sovellettavat ohjearvot täyttyvät kohteessa.

26.9.2023

6 Lähteet

- [1] Törnqvist, Jouko & Talja, Asko. Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa. 2006. VTT.
- [2] Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä 796/2017. Voimaantulo: 1.1.2018.
- [3] Ympäristöministeriö. Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. 2018.
- [4] Elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskus. Melun- ja tärinätorjunta maankäytön suunnittelussa. 2013.
- [5] Talja, A & Törnqvist, J. 2014. Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius. VTT.
- [6] Talja & Saarinen, A. 2009. Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi. VTT.

