

Kivikkotien asemakaavan muutos, Ylöjärvi

Tärinä- ja runkomeluserelvitys

Päiväys	30.4.2025
Laatijat	Vesa Vähäkuopus
Tarkastaja	Tiina Kumpula
Projektinumero	12019159

Sisällysluettelo

1	Taustatiedot	3
1.1	Kohde	3
1.2	Tilaaja	4
1.3	Tekijät.....	4
2	Arviointimenetelmät ja lähtötiedot	4
2.1	Tärinän ja runkomelun ohjearvot	4
2.2	Tärinä ja runkomelu ilmiönä	5
2.3	Pohjasuhteet	5
2.4	Liikennetiedot laskennoissa	6
3	Tärinä- ja runkomelutasojen laskenta	7
3.1	Liikennetärinä.....	7
3.2	Runkomelu.....	8
4	Tulokset	9
4.1	Liikennetärinä.....	9
4.2	Runkomelu.....	9
5	Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset	10
5.1	Ohjeita jatkosuunnitteluun ja mahdolliset kaavamääräykset.....	11
6	Lähteet	11

Liite 1: Liikennetärinän ja runkomelun vaikutusvyöhykkeet kartalle



1 Taustatiedot

1.1 Kohde

Ylöjärven kaupunki on käynnistänyt asemakaavan muutoshankkeen Mäkkylänrinteen alueella. Kivikkotien asemakaavan muutoksella alueelle esitetään rakennettavan kerros- ja rivitaloja. Alue on myös voimassa olevassa asemakaavassa (Kirkon seutu, Mäkkylänrinteen alue, vaihe 3, vuodelta 2005) osoitettu asuinalueeksi, mutta kaavan mukainen maankäyttö on jäänyt toteuttamatta. Kaavamuutoksen alueen sijainti on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1 Kaavamuutosalueen sijainti on merkitty karttaan punaisella (Lähde: Ylöjärven kaupunki, Osallistumis- ja arviointisuunnitelma, 21.8.2024)

Kaavamuutosalue on Tampere–Seinäjoki -rataosuuden liikenteen aiheuttamien värähtelyjen vaikutusalueella. Tässä selvityksessä on tarkasteltu raideliikenteen aiheuttamia värähtelyvaikutuksia alueella. Lisäksi selvityksessä on huomioitu alueelle suunniteltu pikaraitiotieyhteys ja tiestön kumipyöräliikenne.

1.2 Tilaaja

Ylöjärven kaupunki
Maankäyttö- ja ympäristöpalvelut
Kuruntie 14, PL 22, 33471 Ylöjärvi

Esko Hyytinen
Esko.Hyytinen@ylöjarvi.fi

1.3 Tekijät

Sitowise Oy
Helsinginkatu 15, 20500 Turku
+358 20 747 6000 | vaihde

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

Tiina Kumpula, vanhempi asiantuntija, ins. AMK., FISE T akustiikka
Puh. +358 40 051 6888
tiina.kumpula@sitowise.com

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. Tässä raportissa tarkasteluarvona käytetään luokan C vaatimusta uusille rakennuksille.

Taulukko 1 Suositus rakennusten värähtelyluokitukselta.

Värähtely-luokka	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)	$\leq 0,60$



Ympäristöministeriön asetukseen 796/2017 [2] perustuvassa ohjeessa rakennuksen ääniympäristöstä [3] esitetyt asuntojen, majoitus- ja potilashuoneiden tärinän ohjearvot vastaavat VTT:n esittämää luokkaa C ($\leq 0,3$ mm/s).

Samat ohjearvot on esitetty myös ELY:n ohjeessa "Melun- ja tärinätorjunta maankäytön suunnittelussa" [4] sekä Ympäristöministeriön julkaisussa "Melun- ja tärinätorjuntaratkaisut sekä niiden vaikutukset kaavoituksessa" [5].

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 ohjeissa [4] ja [5].

2.2 Tärinä ja runkomelu ilmiönä

Liikennetärinä 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 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.

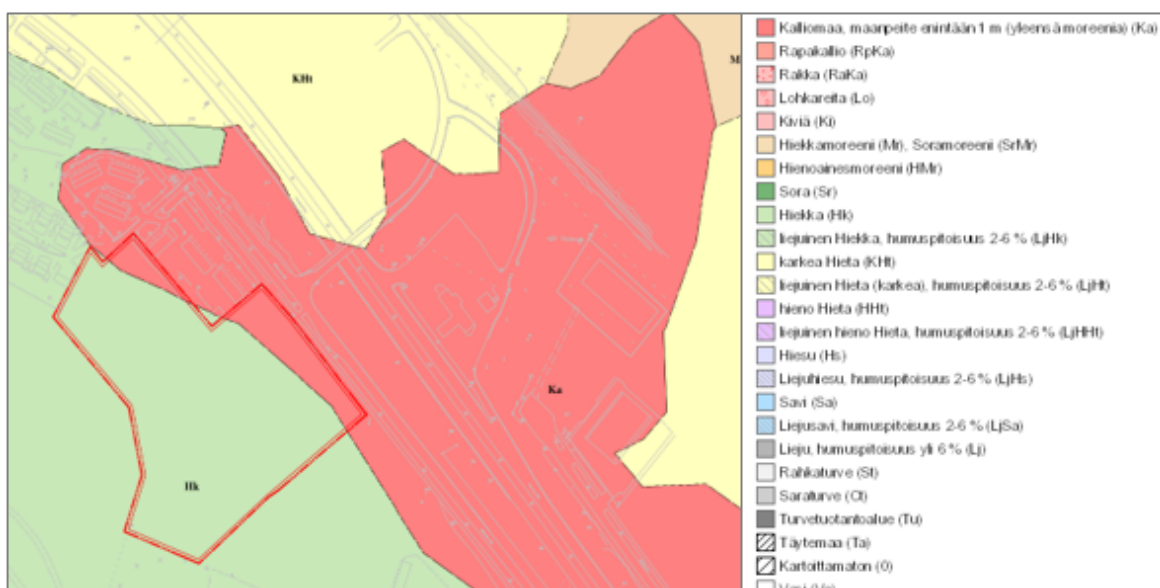
Liikennetärinähaitat ovat tyypillisiä pehmeikköalueiden ongelmia ja niitä voidaan tarkastella joko asumismukavuuden tai rakenteiden kestävyyskannalta. Tyypillisesti liikennetärinän vaikutukset rajoittuvat asumismukavuuden heikentymiseen. Tarkasteltavana suurena toimii asumismukavuuden osalta värähtelyn 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. Päinvastoin kun liikennetärinä, runkomelu etenee tehokkaimmin kovilla maan-alueilla ja kallioilla. Kummankin ilmiön synty tapa ja siirtyminen maaperässä on siis samankaltainen, mutta otolliset leviämisolosuhteet päinvastaiset. Runkomelun osalta tarkasteltava suure L_{ASmax} on A-painotettu enimmäisäänitaso slow-aikavakiolla tai sen tilastollinen arvo L_{prm} .

2.3 Pohjasuhteet

Liikennetärinää ja runkomelua tarkastellessa suunnittelualueen olennaisin tieto on hallitseva maalaji alueella. Geologian tutkimuskeskuksen maaperäkartojen mukaan kaava-alueen hallitseva pohjamaalaji (2 m syvyys) on joko hiekka (Hk) tai kaava-alueen koillislaidalla kallio (Ka). Maaperäolosuhteet ovat yhdenmukaiset Ylöjärven kaupungin toimittaman pohjatutkimus- ja rakennuttavuusselvitysraportin (Geopalvelu Oy, 2020) kanssa.





Kuva 2. Alueen pohjamaalajit ja kaava-alue (punaisella). Lähde:

<https://gtkdata.gtk.fi/maankamara/> ja kaava-aineisto.

Pohjasuhteiden perusteella alueen voidaan sanoa olevan liikennetärinän kannalta suotuisaa rakentamiselle, mutta kova maaperä mahdollistaa runkomelua aiheuttavan värähtelyn leviämistä alueella.

2.4 Liikennetiedot laskennoissa

Kaavan suunnittelualueen koillispuolella sijaitsee Tampere-Seinäjoki rataosuus lähimmillään ~280 metrin etäisyydellä kaava-alueesta. Ennustetilanteen liikennemäärätiedot on esitetty taulukossa ja niiden lähteenä on Lielähti-Lakiala kaksoisraiteen yleissuunnitelman yhteydessä laaditut liikenne-ennusteet (Sweco Finland Oy, 1.6.2023).

Taulukko 2 Laskennassa käytetyt raideliikennemäärät ennustetilanteessa vuonna 2050.

Junatyyppi	Selite	Kpl päivällä	Kpl yöllä	Pituus	Nopeus
Sr	Sr1- tai Sr2-veturin vetämät henkilöliikenteen junat (punaiset, siniset tai yksikerroksiset IC-vaunut)	-	1	400 m	140 km/h
S	Pendolino (tai muu tuleva suurnopeusjuna)	11	1	200 m	200 km/h
IC	Sr2-veturin vetämät kaksikerroksisista IC-vaunuista koostuvat junat	29	5	210 m	200 km/h
T	Tavarajunat	6	5	550 m	80 km/h

Käytetyt liikennemäärät ovat värähtelyjen arvioinnin suhteen lähes identtisiä nykytilanteen kanssa. Liikennemäärien pienellä kasvulla ei ole vaikutusta arviointiin, sillä jo nykytilanteella värähtelytapahtumia tapahtuu päivittäin, eikä varsinaista kumulatiivista vaikutusta



huomioida vaikutusten arvioinnissa. Edustavan tavarajunan massaksi arvioitiin perustuen junan pituuteen ja sallittuun akselimassaan (25 t) 3500 tonnia, joka on myös suurin alueen tärinäheräte. Henkilöjunien massat ovat selvästi alle 1000 tonnia, eivätkä ne aiheuta tärinävaikutuksia.

Runkomelun osalta laskennoissa määrävänä tekijänä on nopeus, minkä takia se tarkasteltiin rataosuuden suurimmalla sallitulla nopeudella 200 km/h ja tyypillisillä henkilöjunaliikenteen parametreillä. Mahdollisesti toteutettavan pikaraitiotien nopeudeksi asetettiin 70 km/h ja massaksi 100 tonnia.

3 Tärinä- ja runkomelutasojen laskenta

3.1 Liikennetärinä

Julkaisussa *”Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius”* [6] 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:

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

missä

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

$v_{z,15}$ = vertailuheilahdusnopeus 15m etäisyydellä raiteesta

karkearakeinen tai kalliomaa, tavarajunaliikenne = 0,3...0,6 mm/s

k_D = etäisyyskerroin

$D_0/D)^B$, B = karkearakeinen tai kalliomaa 1,2...2,0

k_S = junan nopeuskerroin, laskettu tavarajunien nopeuden arvolla 80 km/h

k_G = junan painokerroin, laskettu tavarajunien massalla 3500 t

k_R = radan kuntokerroin = 1, normaalikuntainen raide

F = varmuuskerroin = 2, ei kalibrointia tärinämittauksilla

Tässä tarkastelussa värähtely oletetaan siirtyvän täydellä vaikutuksella rakennusten perustuksiin. Mahdollista voimistumista rakennuksessa ei ole huomioitu. Raitiotien



tärinävaikutusten arvioinnissa on käytetty henkilöjunaliikenteen parametrejä, mutta asetettu nopeus 70 km/h tunnissa ja massaksi 100 tonnia.

3.2 Runkomelu

Runkomelun osalta selvitys on laadittu VTT:n julkaisussa ”Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi” [7] esitetyn arviointitason 2 perusteella. 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 rataliikenteelle.

Korjaustekijä	Määrittely	Korjaustekijä
Liikennetyyppi	Veturivetoiset junat	11 dB
Ajonopeus	200 km/h	6 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	Kerrostalo, mahd. kallioyhteys	0 dB
Resonanssi	lattiat, seinät, katto	3 dB
Muunto äänenpainetasoksi	vakiokorjaus	- 28 dB
Muunto A-painotetuksi äänenpainetasoksi	Yli 60 Hz (korkea taajuusalue)	- 20 dB
Varmuusmarginaali	vakiokorjaus	3 dB
$\Sigma \Delta L_{v,i}$		-25 dB

Mahdollisesti toteuttavan pikaraitiotien runkomeluvaikutukset on arvioitu vastaavasti. Nopeutena käytettiin 70 km/h ja liikennetyyppinä veturitonta junaa.

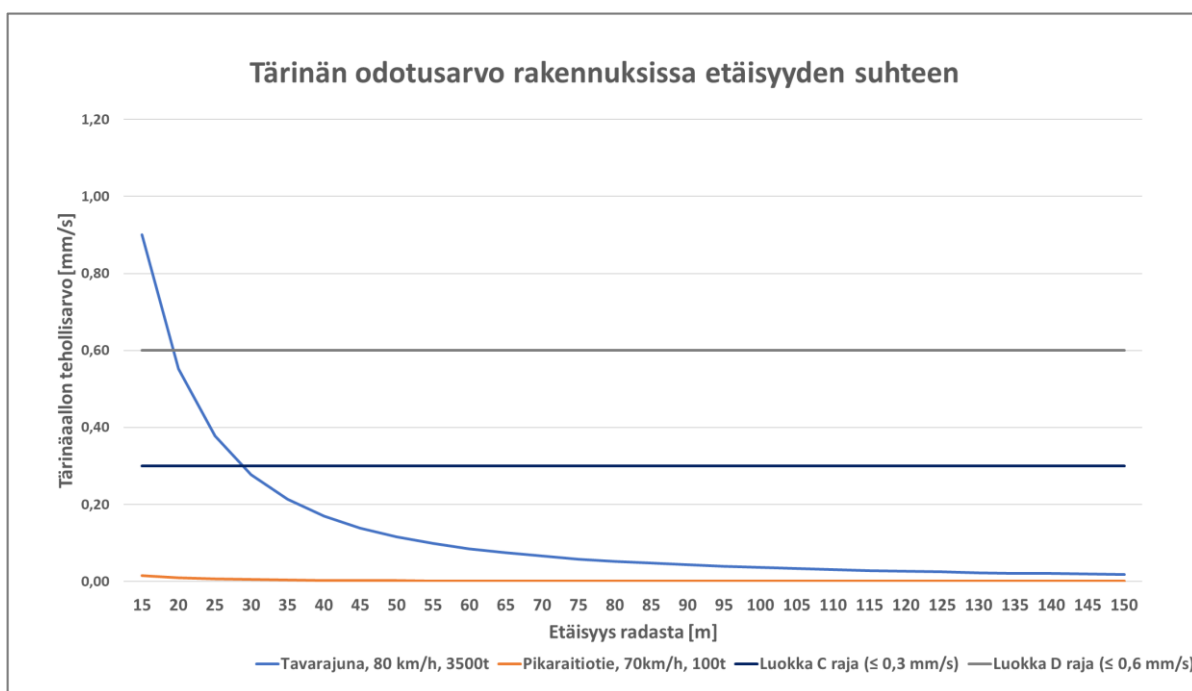


4 Tulokset

4.1 Liikennetärinä

Kaava-alueen rakennukset sijoittuvat lähimmillään 275...280 metrin etäisyydelle Tampere-Seinäjoki välin rautatiestä. Tällä etäisyydellä radan liikenteestä aiheutuva liikennetärinä on laskennallisesti vaimentunut selvästi alle tason 0,10 mm/s. Mahdollisesti myöhemmin toteutuvan pikaraitiotien tärinävaikutukset rajoittuvat 15 metrin etäisyydelle sen tulevasta linjauksesta eivätkä sen vaikutukset ulotu kaava-alueelle. Vastaavasti alueen teiden kumipyöräliikenteen tärinävaikutukset rajoittuvat teiden välittömään läheisyyteen ja ne eivät ole kaava-alueella havaittavissa.

Nämä arvot ja etäisyydet toteuttavat uudisrakennuksille suositeltavan luokan C vaatimuksen, missä liikennetärinän taso saa rakennuksien asuintiloissa olla korkeintaan 0,3 mm/s.



Kuva 3. Liikennetärinän vaimeneminen maaperässä VTT laskentamenetelmän mukaisesti.

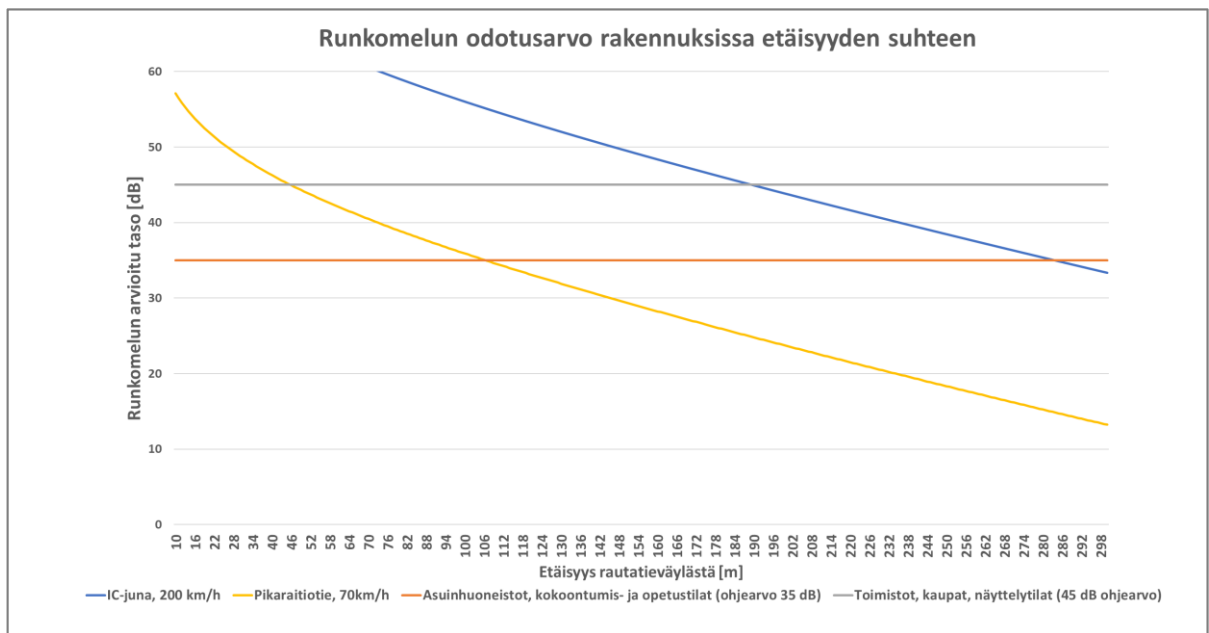
4.2 Runkomelu

Kaava-alueen rakennukset sijoittuvat lähimmillään noin 275...280 metrin etäisyydelle Tampere-Seinäjoki välin rautatiestä. Tällä etäisyydellä laskennallisesti tarkasteluna runkomelun arvioitu suuruus on suurimmillaan 35 dB. Laskenta sisältää varmuutta yhteensä +6 dB, eli todennäköisesti toteutuva värähtelyn taso on tätä pienempi. Sitowise Oy on mitannut kesäkaudella 2024 useita runkomelun tarkastelukohteita rautatiesuunnitteluun liittyen, missä todettiin VTT:n laskentamenetelmän yliarvioivan koettavaa runkomelun tasoa huomattavasti erityisesti yli 200m etäisyyksillä.



Yllä esitetyt Tampere-Seinäjoki rautatieliikenteen aiheuttamat runkomelun arvioidut tasot kaava-alueella täyttävät uudisrakennuksille suositeltavan runkomelun ohjearvon vaatimuksen, missä runkomelun taso $L_{p_{rm}}$ saa rakennuksessa olla korkeintaan 35 dB.

Mahdollisesti toteutettava pikaraitiotie sijoittuu noin 50 metrin etäisyydelle lähimmistä toteutettavasti rakennuksista. Nyt käytetyillä lähtötiedoilla se voi laskennallisesti arvioituna aiheuttaa noin 45 dB suuruisen runkomeluvaikutuksen kaava-alueen lähimpiin rakennuksiin. Lähtökohtaisesti raitiotiehankkeet huolehtivat värähtelyvaikutusten vaimentamisen raitiotien ratarakenteessa. Näin on toimittu Tampereen raitiotien edellisissä vaiheissa.



Kuva 4. Runkomelun vaimeneminen maaperässä VTT laskentamenetelmän mukaisesti.

5 Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Laskennallisesti tarkasteltu Tampere-Seinäjoki rataosuuden liikenteen aiheuttama liikennetärinän taso kaava-alueella on selvästi alle 0,10 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. Rautatieliikenne ei myöskään aiheuta vaurioitumisriskiä rakennuksille. Mahdollisesti toteutettavan pikaraitiotien ja kumipyöräliikenteen tärinävaikutukset eivät ylety kaava-alueella.

Laskennallisesti tarkasteltu runkomelun taso kaava-alueen rataa lähinnä olevien rakennuksien kohdalla on suurimmillaan 35 dB kun herätelähteenä on Tampere-Seinäjoki rataosuuden liikenne. Tämä arvo täyttää uudisrakennuksille suositeltavan runkomelun ohjearvon vaatimuksen, missä runkomelun taso $L_{p_{rm}}$ saa rakennuksessa olla korkeintaan 35 dB.

Mahdollisesti toteutettava pikaraitiotie aiheuttaa laskentojen mukaan kaava-alueella runkomeluvaikutuksia, jotka ylittävät selkeästi runkomelulle käytettävät ohjearvot.



Tyypillisesti raitiotiehankkeet huolehtivat värähtelyjen vaimentamisesta toteutettavassa ratarakenteessa. Koska tämä asemakaava tulee todennäköisesti ennen raitiotiehankkeen katusuunnitelmavaihetta, tässä selvityksessä on oletettu, että raitiotiehanke huolehtii tarvittavasta värähtelyeristyksestä.

Kumipyöräliikenne ei aiheuta runkomeluvaikutuksia kaava-alueella.

5.1 Ohjeita jatkosuunnitteluun ja mahdolliset kaavamääräykset.

Liikennetärinää tai runkomelua ei tarvitse erityisesti huomioida asemakaava-alueen jatkosuunnittelussa. Uudisrakennuksille sovellettavat ohjearvot täyttyvät kohteessa. Pikaraitiotien on tässä tarkastelussa oletettu vaimentavan omat runkomeluvaikutuksensa alueella. Kaavamääräyksiin voidaan tarvittaessa antaa maininta rautatien ja pikaraitiotien värähtelyvaikutusten huomioimisesta.

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 tärinäntorjunta maankäytön suunnittelussa. 2013.
- [5] Ympäristöministeriö. Melun- ja tärinäntorjuntaratkaisut sekä niiden vaikutukset kaavoituksessa. 2023.
- [6] Talja, A & Törnqvist, J. 2014. Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius. VTT.
- [7] Talja & Saarinen, A. 2009. Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi. VTT.

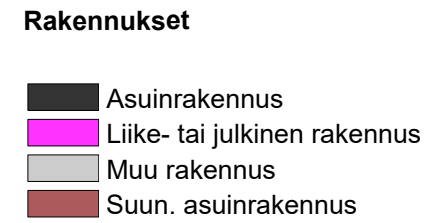
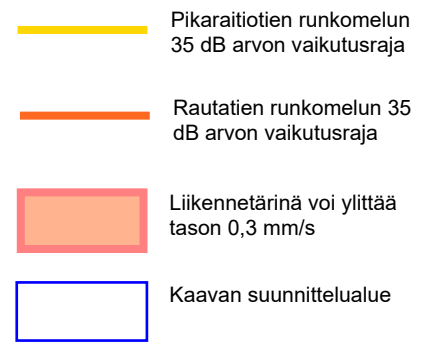


Kivikkotien asemakaavan
muutos, Ylöjärvi.

Tärinä- ja runkomeluselvitys

Liite 1
Raideliikenteen runkomelu-
ja tärinävaikutukset kaava-
alueella vaihtoehdon VE1
mukaisella maankäytöllä.

Laskennassa huomioitu
Tampere-Seinäjoki rata
sekä pikaraitiotie



SITOWISE

Mittakaava 1:1500 (A3)
Päivämäärä:29.4.2025
VTT-R-04703-14
VTT 2468

