

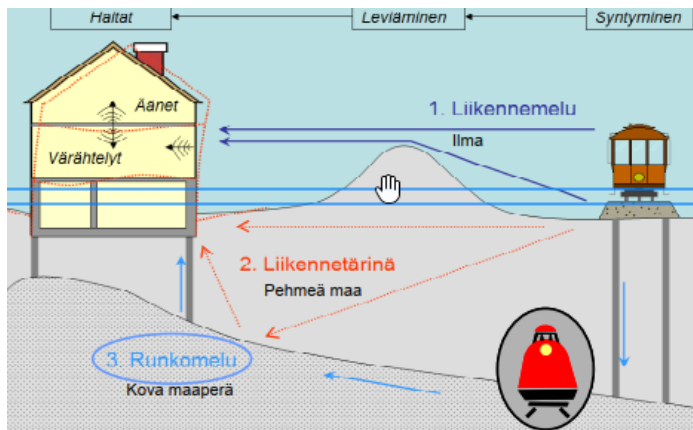
Projekti 318261

Turun Kupittaaan Kärjen runkomeluselvitys

1. Yleistietoa runkomelusta

1.1. Runkomelun muodostuminen

Runkomelulla tai runkoäänellä tarkoitetaan ääntä, joka muodostuu maaperän kautta etenevän värähtelyn siirtymisestä rakenteisiin, jolloin rakenteiden värähtely aiheuttaa kuultavan äänen muodostumisen. Runkomelua aiheuttava värähtely sijoittuu taajuusalueelle 16 – 250 Hz eli merkittävästi korkeimmille taajuusalueille kuin tärinä. Runkomeluhaitta on yleensä suurin, kun sekä väylän että rakennuksen perustukset ulottuvat suoraan peruskallioon tai kovaan kitkamaahan (kuva 1).



Kuva 1. Runkomelua (reitti 3) aiheuttavan värähtelyn leviäminen värähtelyn aiheuttajasta kohteeseen (kuva julkaisusta: Talja ja Saaarinen 2009: Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi – Esiselvitys).

1.2. Runkomelun kokeminen ja mahdolliset haitat

Juna ja raitiovaunuliikenteen aiheuttama runkomelu saattaa kuulua rata- tai raitiotielinjauksen läheisyydessä sijaitsevien rakennusten sisällä matalataajuisena jyrinä. Toistuvana ja selvästi kuultavana tapahtuma tämä saattaa häiritä erityisesti unta ja vaikeuttaa nukahtamista. Runkomelu voi olla erityisen häiritsevää myös kohteissa, joissa tulisi vallita erityisen hiljaiset olosuhteet, kuten konsertti- ja juhlasaleissa, kirjastoissa, kirkoissa, teattereissa sekä radio- ja äänitysstudioissa.

Taulukossa 1 on esitetty suositus Suomessa käytettävistä runkomelutasojen raja-arvoista. Suosituksen raja-arvoja asetettaessa tavoitteena on ollut häiriövaikutuksen rajoittaminen minimiin.

Taulukko 1. Maaliikenteen aiheuttamalle runkomelulle on suositellut raja-arvot (Talja ja Saarinen 2009).

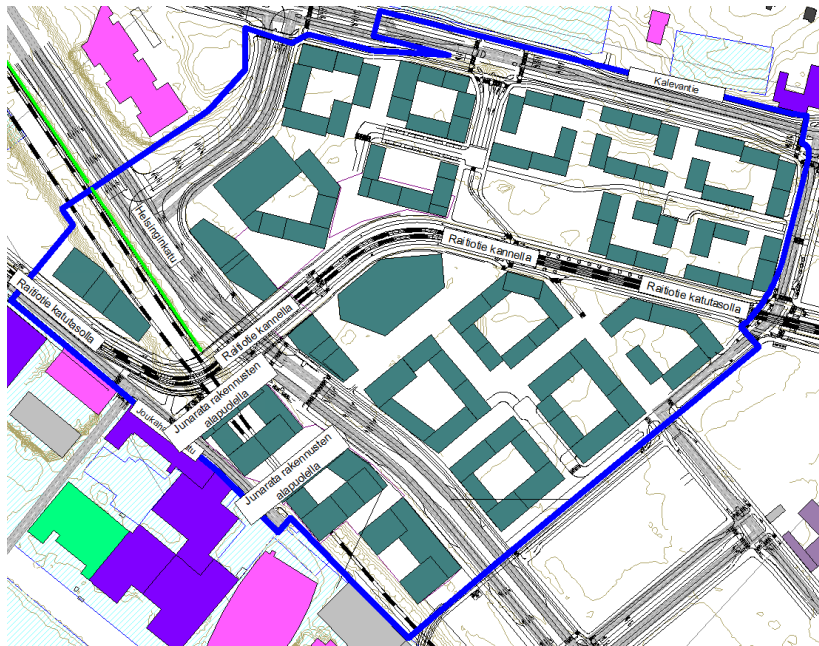
Rakennustyyppi	Runkomelutaso, L_{prm} (dB)
Radio-, tv- ja äänitysstudio, konserttitalit	25 – 30
Asuinhuoneistot	30 / 35 ²
Hoito- ja sosiaalihuollon laitoksen, majoitustilat - potilashuoneet ja majoitustilat - päiväkodit, lasten ja henkilökunnan oleskeluun tarkoitetut huoneet	30 / 35 ²
Kokoontumis ja opetustilat - 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 ²

Rakennusten akustisen luokituksen standardissa (SFS 5907) oppilaitosten suurimmaksi (luokka A2) sallituksi runkomelutasoksi on annettu 40 dB (L_{prm}). Kyseissä standardissa luokka A2 vastaa ääniympäristöasetuksen (Yma 796/2017) ja ääniympäristöohjeen (Ympäristöministeriö 2018) vähimmäistasoa. Jatkosuunnittelussa on syytä soveltaa edellä esitetty asetuksen mukaista suurinta sallittua runkomelutasoa.

2. Juna ja raitiovaunuliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi

2.1. Suunnittelualue runkomelun kannalta

Selvityksessä tarkastellaan laskennallisesti raideliikenteen aiheuttamia runkomeluvaikutuksia. Suunnittelualueen läpäisevä raitiotielinjaus sijoittuu suurelta osin kansi- ja siltarakenteen päälle (kuva 2). Asemakaava-alueen länsireunalle sijoittuva junarata sijoittuu osittain suunniteltujen rakennusten alapuolelle.



Kuva 2. Raitiotie- ja rautatielinjaukset suunniteltujen rakennusten reunustamana.

Runkomelun kannalta ongelmallisia alueita ovat katutasolla oleva raitotielinjaus Karjakadun länsipuolella, jossa kalliopinta on hyvin lähellä maanpintaa. Myös kansirakenteen päälle sijoittuva raitiovaunuliikenteen aiheuttama värähtely voi aiheuttaa runkomeluhaittoja, jossa värähtelyä ei vaimenneta.

Suunnittelualueen rakennukset sijoittuvat hyvin lähelle raitiotielinjausta sekä junarataa, joten kaikkiin raitiotielinjauksen ja junaradan varrella sijoittuviin rakennuksiin tulee kohdistumaan raideliikenteen aiheuttamaa runkomelua.

2.2. Arviointimenetelmä

Raitiovaunuliikenteen ja junaliikenteen aiheuttamia runkomelutasoja on arvioitu kahdella menettelyllä. VTT:n ohjeen mukaista menettelyä on käytetty maavaraisesti perustetuilla raitiotieosuuksilla (ei silta- tai kansirakenteita). FEM-laskentaa perustuvaa arvioitua on käytetty kansirakenteen päällä sijoittuvalle raitiotieosuudelle sekä rataosuudelle, joka sijoittu rakennusten alapuolelle.

VTT:n ohjeen ”Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi – Esiselvitys” (Talja, A. & Saarinen, A. 2009) arviointitason 2 mukaisessa menetelmässä lähtökohtana on peruskäyrältä saatu maaperän värähtelyn nopeustaso (Lv), jota korjataan värähtelyn aiheuttajasta, siirtotiestä ja rakennuksesta riippuvilla nopeustason korjaustekijöillä (ΔLv) siten, että lopputuloksena saadaan runkomelua kuvaava sisätilan äänitaso (LpA). VTT:n ohjeen mukaisessa laskennassa käytetyt korjaustekijät on esitetty raportin liitteessä 1. Junan nopeutena arvioinnissa on käytetty nopeutta 120 km/h ja raitiovaunulle nopeutta 40 km/h.

VTT:n ohjeen mukaista arviointia on käytetty kuvan 3 laskentapisteille R1-R8 ja R12.

FEM-laskentaan perustuvassa arvioinnissa on käytetty samaa samaa värähtelyn herätettä kuin tärinälaskennoissa. Rakennukseen siirtyvän värähtelyn heilahdusnopeudet on määritetty oktaavikaistoittain taajuusalueella 31,5 Hz – 500 Hz ensimmäiseen

asuinkerrokseen raitiotien tai radan puoleisen huoneen lattiaan. Alimman asuinkerroksen lattiaan lasketun värähtelyn heilahdusnopeus on muunnettu A-taajuuspainotetuksi äänenpainetasoksi kaavalla,

$$L_{A,eq} = C_1 + C_2 \times L_{v,A},$$

jossa $L_{A,eq}$ on A-taajuuspainotettu runkomelutaso, $L_{v,A}$ on lattian A-taajuuspainotettu värähtelytaso ja tekijät $C_1 + C_2$ ovat mittaustulosten perusteella määritettyjä vakioarvoja. Betonilattioille vakioarvo $C_1 = 15,75$ ja $C_2 = 0.60$ (Alten ym. 2010).

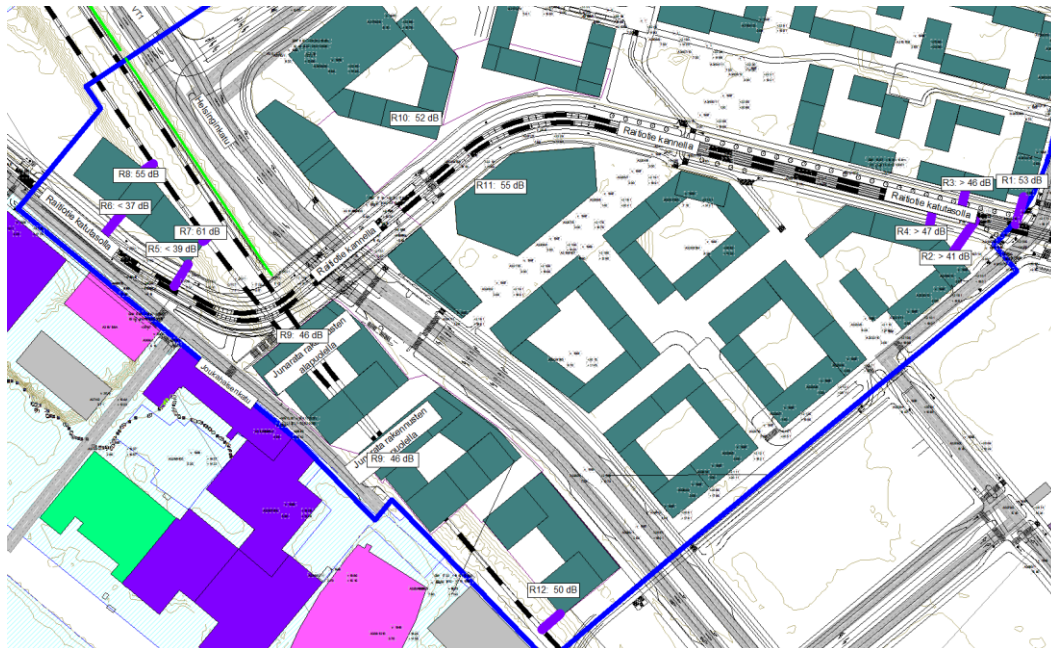
FEM-laskentaan perustuvaa arviointia on käytetty laskentapisteeseen R9. Arvioinnissa junan nopeutena on käytetty nopeutta 120 km/h.

Molempiin arviointimenetelmiin sisältyy epävarmuuksia. FEM-laskennalla arvioituun runkomelutasoon ei sisälly varmuusmarginaalia. VTT:n menetelmä sisältää +6 dB varmuusmarginaalin. Arvioinnin lopputuloksena esitetyt arviot osoittavat tarkempien selvitysten tarpeellisuuden.

3. Runkomelulaskennan tulokset

Laskennallisesti määritetyt runkomelutasot on esitetty rakennuskohtaisesti kuvassa 3. Runkomelun vaimennuksen tarve riippuu myös rakennuksen käyttötarkoituksista, koska runkomelun ohjearvot ovat erilaiset mm. asuinhuoneistoissa tai toimistotiloissa (taulukko 1).

Laskennallisesti arvioidut rakennuskohtaiset runkomelutasot vaihtelevat välillä < 37 dB ...55 dB. Käytännössä siis kaikissa arvioiduissa kohteissa on mahdollista, että raideliikenteen aiheuttamat runkomelutasot ilman värähtelyn vaimennusta ylittävät 35 dB runkomelutason.



Kuva 3. Laskennallisesti arvioidut runkomelutasot raitiotie- ja ratalinjauksen varrella sijaitsevilla rakennuksilla. Arvioinnissa ei ole otettu huomioon runkomeluvaimennuksia.

- Raitiotielinjauksen maavaraisilla osuuksilla suunnittelualueen itä- ja länsireunalla riittävä runkomeluvaimennus voidaan todennäköisesti saavuttaa ratarakenteeseen asennettavalla runkomeluvaimennusmatolla.
- Myös kansirakenteen välittämä runkomelu on todennäköisesti suurelta osin torjuttavissa raitiotierakenteeseen sijoitettavalla vaimennuksella. Mahdollisesti vaimennusta tarvitaan myös rakennusten perustuksiin.
- Junaliikenteen aiheuttaman runkomelun vaimennukseen tarvitaan toimenpiteitä ratarakenteessa tai / sekä rakennuksissa. Jatkosuunnittelussa runkomelun arviointia tulee tarkentaa tarkasteltavien tilojen käyttötarkoitusten, rakennusten perustamistavan, rakennusmateriaalien ja sekä tarkasteltavien tilojen sijoittumisen osalta. Ensimmäisessä vaiheessa tulee ratkaista toteutetaanko runkomelua vaimentavia toimenpiteitä ratarakenteessa vai pelkästään rakennuksissa.

Jyväskylässä 20.9.2024



WSP Finland Oy

Meluasiantuntija

Akustiikka ja melu

4. Viittaukset

Alten, K., Friedl, H. ja Flesch, R. (2010). "Calculating ground-borne noise from ground-borne vibration - A comparison of different approaches". Teoksessa: Proceedings of ISMA. International Conference on Noise and Vibration Engineering. Leuven, s. 3431–3440. isbn: 978-90-73802-87-2.

SFS 5907:2022. Rakennusten akustinen suunnittelu ja laatuluokitus. Vahvistettu 2022-12-09.

Talja, A. & Saarinen, A. 2009: Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi – Esiselvitys, VTT Tiedotteita 2468.

Ympäristöministeriö 2018: Ääniympäristö. Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä.

Yma 796/2017: Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä.

2.4.2024

Liite 1. VTT:n menetelmän (Talja, A. & Saarinen, A. 2009: Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi – Esiselvitys, VTT Tiedotteita 2468) arviointitason 2 mukaiset korjaustekijät runkomelutasojen arvioinnissa.

Arvioinnin korjaustekijöinä on käytetty seuraavia arvoja:

- liikennetyyppi,
 - raitiovaunun korjausarvo 0 dB,
 - veturivetoinen juna, korjausarvo +11 dB
- ajoneuvon nopeuden vaikutus on huomioitu seuraavan kaavan mukaisesti, $\Delta L = 20 \times \log(v_s/v_{s,0})$, jossa $v_{s,0} = 100$ km/h,
 - korjauksen arvo raitiovaunuille 40 km/h mukaan
 - korjauksen arvo junalle 120 km/h mukaan
- ajoneuvon ominaisuuksista riippuva tekijä, pääjousituksen ominaistaajuus. Ohjeen vaihtoehdot 0 dB (normaali jousitus, jossa pääjousituksen ominaistaajuus on alle 15 Hz) tai 8 dB (jäykkä jousitus, jossa pääjousituksen ominaistaajuus on yli 15 Hz),
 - korjauksen arvo 0 dB,
- hyväkuntoinen rata,
 - korjauksen arvo 0 dB suorilla osuuksilla,
 - radan epäjatkuvuuskohdissa (vaihteet, raiteiden risteäminen, jyrkät kaarteet) on otettu huomioon asettamalla näihin kohtiin korjaus +10 dB,
- radan eristämiskorjaus,
 - ei eristystä, korjauksen arvo 0 dB,
- väylän sijainti,
 - avorata, korjauksen arvo 0 dB,
- rakennuksen tyyppi,
 - perustuksen ja kallion välillä oletetaan olevan maa-ainesta vähintään 3 m
 - korjauksen arvo kerrostalolle -10 dB,
 - perustuksen ja kallion välillä oletetaan olevan maa-ainesta vähemmän kuin 3 m, raitiotie ja rakennus sijoittuvat kallioalueelle, korjauksen arvo 0 dB
- tarkasteltava asuinkerros, toinen kerros,
 - korjauksen arvo -2 dB
- rakenneosien resonanssin vaikutus,
 - korjauksen arvo 6 dB
- muunto äänenpainetasoksi,
 - korjauksen vakio arvo -28 dB
- muunto A-painotetuksi äänenpainetasoksi, maaperästä riippuva korjaus

2.4.2024

-
- keskitaajuusalue, 30 Hz – 60 Hz, tyypillinen taajuusalue koville savi, siltti ja moreenimaille ($200 \text{ m/s} < v_s < 500 \text{ m/s}$), korjaus -35 dB
 - korkea taajuusalue, $> 60 \text{ Hz}$, tyypillinen taajuusalue kalliolla ja iskostuneilla moreenimailla ($v_s > 200 \text{ m/s}$), korjaus -20 dB
 - arviointimenetelmälle annettu varmuusmarginaali,
 - korjauksen arvo +6 dB