

Metsälinnunreitti, Espoo

Tärinä- ja runkomeluselvitys

1619703.2B
16.6.2023

16.6.2023	B	Päivitetty rakennusten massoittelua
8.6.2022	A	Selvitys päivitetty Espoon kaupungin kommenttien perusteella
19.5.2022		Alkuperäinen selvitys

TIIVISTELMÄ

Tässä lausunnossa esitetään laskennalliset arviot tärinä- ja runkomelutasoista Metsälinnunreitin uudisrakennusten osalta. Tarkastelualue sijaitsee Espoon Lintuvaarassa suunnitteilla olevan raitiotien (Lintulaaksontie) varressa. Arvioinnin lähtötietoina käytetyt maaperä, rakennus- sekä liikennöintitiedot on esitetty kappaleessa 4.

Tärinätasojen laskennallinen arvio perustuu VTT:n vuonna 2006 julkaisemassa ohjeessa *Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa* esitettyyn laskentamalliin. Runkomelun laskennallinen arvio perustuu VTT:n vuonna 2009 julkaisemassa esiselvityksessä *Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi* esitettyyn laskentamalliin.

Kohteessa sovelletaan ääniympäristöasetuksen sovellusohjeen mukaisia ohjearvoja, jolloin tärinän tunnusluku $v_{w,95}$ saa olla asuintiloissa enintään 0,30 mm/s ja runkomelun tunnusluku L_{prm} saa asuintiloissa olla enintään 35 dB. Vastaavasti liiketiloissa tärinän tunnusluku $v_{w,95}$ saa olla enintään 0,60 mm/s ja runkomelun tunnusluku L_{prm} saa olla enintään 45 dB.

Laskentatulosten perusteella tärinän tunnusluku $v_{w,95}$ on raitiotietä lähimmällä julkisivulla enintään n. 0,03 mm/s, jolloin rakennukset tulevat täyttämään asuintiloilta vaaditun tärinän tunnusluvun ohjearvon.

Raitiotien aiheuttamia runkomelutasoja arvioitiin rakennuksissa maareittiä siirtyvän värähtelyn tilanteessa. Laskentamallilla arvioituna rataa lähimmällä julkisivulla runkomelutaso on enimmillään n. 38 dB (hiekkamoreeni) ja 53 dB (kallioreitti) raitiotietä lähinnä olevan rakennuksen ensimmäisessä kerroksessa. Laskennallisesti arvioitu taso ylittää asuintilojen ohjearvon (L_{prm} 35 dB).

Koska uuden raitiotien varressa on jo olemassa olevia rakennuksia, on suositeltavaa, että runkomelueristys toteutetaan osana ratarakennetta. Kohteen jatkosuunnittelussa tulee varmistaa, onko raitiotien suunnittelussa varauduttu riittävään runkomelun eristykseen. Jos raitiotien osalta ei toteuteta runkomelun eristystä, tulee pohtia runkomelun eristyksen toteutusta osana rakennushanketta.

Espoossa ja Tampereella 16.6.2023

A-INSINÖÖRIT SUUNNITTELU OY



Tuukka Lyly
projektipäällikkö



Arttu Yli-Pietilä
akustiikkasuunnittelija



Susanna Hjelm
akustiikkasuunnittelija

Metsälinnunreitti, Espoo

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	4
1.1	Tilaaja	4
1.2	Tekijä	4
1.3	Rakennuskohteen tunnistetiedot ja yleiskuvaus	4
1.4	Lausunnon tarkoitus	4
2	TÄRINÄN JA RUNKOMELUN LEVIÄMINEN MAA- JA KALLIOPERÄSSÄ	5
3	TÄRINÄÄ JA RUNKOMELUA KOSKEVAT OHJEARVOT	5
3.1	Kohteessa sovellettavat vaatimukset	6
4	LÄHTÖTIEDOT	6
4.1	Maaperä ja rakennusten perustamistapa	6
4.2	Rakennukset	7
4.3	Rata ja liikennöinti	8
5	LASKENTAMENETELMÄT	9
5.1	Tärinä	9
5.2	Runkomelu	9
6	TULOKSET	9
6.1	Arvioidut tärinätasot	9
6.2	Arvioidut runkomelutasot	11
	LÄHTEET	13

1 JOHDANTO

1.1 Tilaaja

Skanska Talonrakennus Oy
PL 114
00101 Helsinki

Matti Hämäläinen
matti.hamalainen@blokklok.fi

p. 044 0112 320

Johanna Laaksonen
johanna.laaksonen@boklok.fi

p. 044 306 4364

1.2 Tekijä

A-Insinöörit Suunnittelu Oy
Bertel Jungin aukio 9, 02600 Espoo
puh. 0207 911 888

DI Arttu Yli-Pietilä
arttu.yli-pietila@ains.fi

p. 040 575 5668

DI Tuukka Lyly
tuukka.lyly@ains.fi

p. 050 470 5355

A-Insinöörit Suunnittelu Oy
Puutarhakatu 10, 33210 Tampere
puh. 0207 911 888

Ins AMK Susanna Hjelm
susanna.hjelm@ains.fi

p. 040 566 5419

1.3 Rakennuskohteen tunnistetiedot ja yleiskuvaus

Rakennuskohde: Metsälinnunreitti, Espoo

Tehtävä: Tärinä- ja runkomeluselvitys

Kohteeseen on suunnitteilla raitiotien läheisyyteen 2-kerroksisia kerrostaloja.

1.4 Lausunnon tarkoitus

Lausunnon tarkoituksena on arvioida raitiotien aiheuttamia tärinä- ja runkomelutasoja Espoon Metsälinnunreitin kortteliin suunnitelluissa uusissa kerrostaloissa sekä määrittää mahdolliset toimet jatkosuunnittelua sekä asemakaavamääräysten muodostamista varten.

2 TÄRINÄN JA RUNKOMELUN LEVIÄMINEN MAA- JA KALLIOPERÄSSÄ

Raideliikenteen maaperään aiheuttama värähtely ilmenee pehmeiden maalajien alueilla rakenteiden liikkeenä, jonka ihminen aistii tuntoaistinsa välityksellä värähtelyä. Kovilla maalajeilla maaperän värähtelysisältö on suurempitaajuisista ja amplitudiltaan pienempää, jolloin värähtely ei yleensä ylitä ihmisen havaintokynnystä.

Rakenteiden värähtely saattaa ilmetä rakennuksissa runkoääninä silloin, kun maalaji on kovaa. Runkoäänien ihminen aistii kuuloaistinsa välityksellä pienitaajuisena meluna. Runkomelu leviää tehokkaimmin ratarakenteesta ympäristöön kalliota pitkin. Mikäli ratarakenne sekä rakennukset on paalutuksin tuettu kallioperään, runkomelua voi ilmetä myös pehmeiden maalajien alueilla. Hyvin lyhyillä etäisyyksillä sekä värähtelyä että runkomelua voivat olla häiritseviä.

Maaperän lisäksi värähtely- ja runkomelutasoihin voivat paikallisesti vaikuttaa huomattavasti ratarakenteen mahdolliset kaarteet, kallistukset sekä epäjatkuvuuskohdat, esim. vaihteet, tukirakenteen muutokset siltojen ja alikäytävien yhteydessä.

3 TÄRINÄÄ JA RUNKOMELUA KOSKEVAT OHJEARVOT

Rakennusten ääniympäristöä koskevassa asetuksessa [1] todetaan, että rakennuksen suunnittelussa ja toteutuksessa on otettava huomioon rakennuspaikan melu- ja värähtelyolosuhteet. Rakennuksen ääniympäristöä koskeva olennainen tekninen vaatimus täyttyy, jos rakennuksen melun- ja värähtelyarvot sekä ääniolosuhteet suunnitellaan ja toteutetaan tilan käyttötarkoituksen huomioon ottaen asetuksen mukaisesti.

Asetuksen sovellusohjeessa [2] on annettu asuntojen, majoitus- ja potilashuoneiden osalta värähtelyn $v_{w,95}$ ohjearvoksi enintään 0,30 mm/s, joka vastaa VTT:n luokituksessa [3] luokkaa C. Rakennusten värähtelyluokittelun raja-arvot sekä kuvaukset häiritsevyydestä on esitetty taulukossa 3.1. Tunnusluku $v_{w,95}$ on määritelty tilastollisesti siten, että satunnaisesti ohi ajavan junan aiheuttama värähtely ei ylitä ylärajaa 95 % todennäköisyydellä.

Taulukko 3.1. VTT:n värähtelyluokitus sekä kuvaus olosuhteista [3].

Värähtelyluokka	Kuvaus olosuhteista	$v_{w,95}$ [mm/s]
A	Hyvät asuinolosuhteet. <i>Ihmiset eivät yleensä havaitse värähtelyä.</i>	$\leq 0,10$
B	Suhteellisen hyvät asuinolosuhteet. <i>Ihmiset voivat havaita värähtelyä, mutta se ei ole yleensä häiritsevää.</i>	$\leq 0,15$
C	Suositus uusien rakennusten ja väylien suunnittelussa. <i>Keskimäärin 15 % asukkaista pitää värähtelyä häiritseväenä ja voi vaillata häiriöstä.</i>	$\leq 0,30$
D	Olosuhteet, joihin pyritään vanhoilla asuinalueilla. <i>Keskimäärin 25 % asukkaista pitää värähtelyä häiritseväenä ja voi vaillata häiriöstä.</i>	$\leq 0,60$
Luokka C edustaa vähimmäistasoa, johon tulee pyrkiä uusien rakennusten ja alueiden suunnittelussa. Yksittäiset olemassa olevien väylien varrella sijaitsevat uudisrakennukset tai väylän vähäiset muutokset arvioidaan kuitenkin luokan D mukaan [3]		

Runkomelun osalta ääniympäristöasetuksen sovellusohjeessa [2] annetaan ohjearvoksi L_{prm} maaperäisen runkomelutason osalta 30 dB ja avoradoilla 35 dB. VTT:n vuonna 2009 julkaisemassa esiselvityksessä *Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi* [4] on esitetty taulukon 3.2 mukaiset suositukset runkomelun ohjearvoiksi. Tunnusluku L_{prm} on määritelty tilastollisesti siten, että 95 % mittaustuloksista alittaa kyseisen arvon.

Taulukko 3.2. VTT:n suositukset runkomelutasojen ohjearvoiksi [4].

Rakennustyyppi	Runkomelutaso L_{prm} [dB]
Radio-, tv-, ja äänitysstudiot, konserttitalit	25-30
Asuinhuoneistot	30/35*
Hoito- ja sosiaalihuollon laitokset, majoitustilat • potilashuoneet, majoitustilat • päiväkodit, lasten ja henkilökunnan oleskeluun tarkoitetut huoneet	30/35*
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*
* Avoradat. Mikäli asemakaavassa on annettu määräys rakennuksen ulkovaipan ääneristävyydestä, on suositeltavaa käyttää runkomelutason vaativampaa raja-arvoa.	

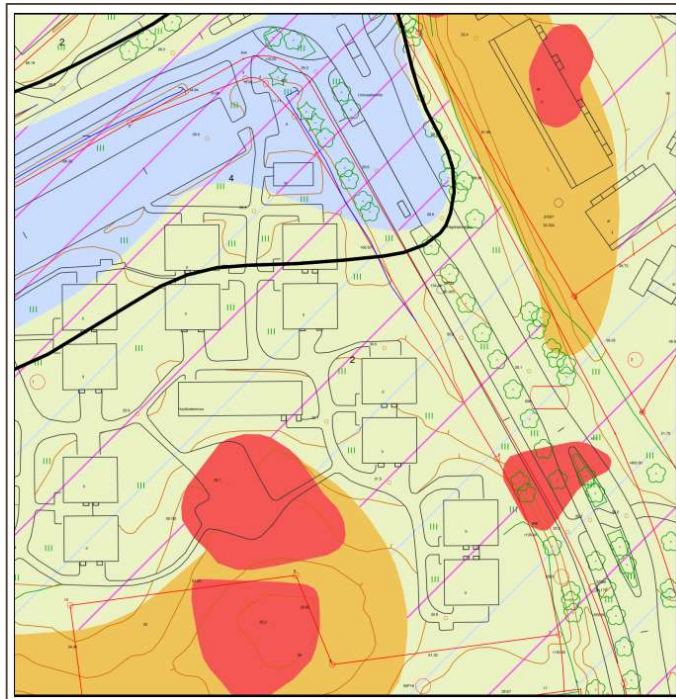
3.1 Kohteessa sovellettavat vaatimukset

Tärinän ja runkomelun osalta sovelletaan ääniympäristöasetuksen sovellusohjeen mukaisia ohjearvoja, jolloin tärinän tunnusluku $v_{w,95}$ saa olla kohteen rakennuksissa enintään 0,30 mm/s (luokka C. Liikennemeluselvityksen (AINS 1619703.1 Metsälinnunreitti, Espoo, Liikennemeluselvitys, 9.5.2022) perusteella kohteen uudisrakennuksille ei ole tarpeen antaa kaavamääräystä julkisivun äänitasoero vaatimuksesta, jolloin kohteen rakennuksissa sovellettava runkomelun tunnusluku L_{prm} on enintään 35 dB asunnoissa. Liiketiloiille, joissa ihmiset ovat liikkeessä, voidaan soveltaa tavoitearvona tärinän tunnuslukua 0,60 mm/s (luokka D) ja runkomelun tunnuslukua 45 dB.

4 LÄHTÖTIEDOT

4.1 Maaperä ja rakennusten perustamistapa

Espoon kaupungin ARSKA-palvelusta ladattujen maaperäkarttojen perusteella suunnittelualueella on eri maa-aineksia ennen peruskalliota. Maa-ainekerrosten paksuus on maaperäkartan mukaan noin 1 – 7 m ennen peruskalliota. Maaperäkartan perusteella sekä rata, että Metsälinnunreitin kortteli sijoittuvat hiekkamoreenista ja kalliosta koostuvalle maaperälle, mutta pohjoisessa myös savikolle, jonka kerrospaksuus on noin 6-7 metriä.

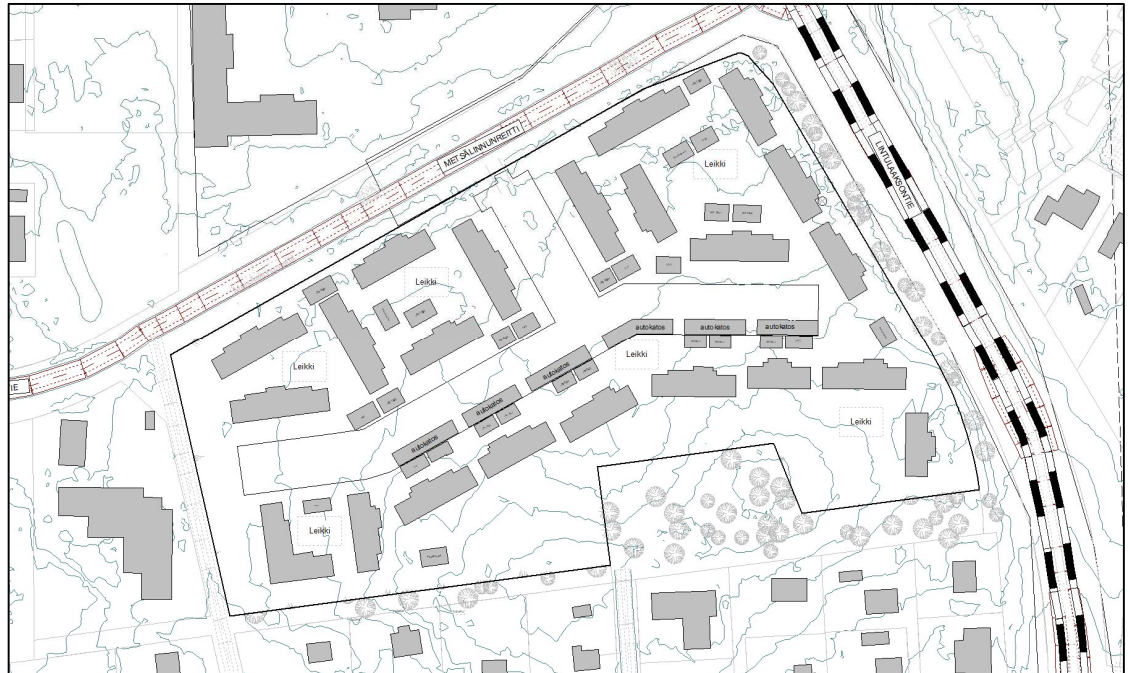


MAAPERÄKARTAN VÄRIT		
KALLIO - maakerroksen paksuus 0...0.5 m	Ka	
Pohjamaalaji		
TURVE	Tv	
SAVI	Sa	
SILTTI	Si	
HIEKKA	Hk	
SORA	Sr	
MOREENI	Mr	
Raidoitus		
Kitkamaalajin (hiekkasora/moreeni) päällä viivoituksen osoittamaa maalajia (esim. silttiä ja savea) alle 3 m		

Kuva 4.1. Tarkastelualan maaperätiedot (Lähde: Espoon kaupunki /ARSKA-palvelu)

4.2 Rakennukset

Selvitys perustuu tilaajalta saatuihin, 26.4.2022 päivättyihin alustaviin suunnitelmiin. Kohteeseen on suunnitteilla raitiotien läheisyyteen 2-kerroksisia kerrostaloja. Korttelin uudet rakennukset sekä raitiotien sijainti on esitetty kuvassa 4.1.



Kuva 4.1. Kohteeseen suunniteltujen rakennusmassojen sijainti tulevan raitiotien läheisyydessä.

4.3 Rata ja liikennöinti

Korttelin itäpuolella sijaitsevalle Lintulaakson tielle on suunnitteilla raitiotielinjaus. Espoon kaupungilta sähköpostitse saatujen ohjeiden mukaisesti mallinnuksessa on käytetty Artic XL-tyyppin raitiovaunua (Skoda Transtech Artic XL). Raitiovaunun kokonaismassana käytetään tässä tarkastelussa Pikaraitiotien suunnitteluoppaassa ilmoitettuja arvoja [5]. Espoon kaupungilta saatujen tietojen mukaan raitiovaunujen ajonopeus olisi tarkasteltavalla rataosuudella 40 km/h (vastaa kadun nopeusrajoitusta). Tässä selvityksessä käytetyn raitiovaunukaluston tiedot on esitetty taulukossa 4.1.

Taulukko 4.1. Laskennassa käytetyt raitiovaunun tiedot.

Raitiovaunun tyyppi	Pituus [m]	Massa täytenä [t]	Nopeus [km/h]
Artic XL 5-osainen	34	80	40

Kohteen asemapiirroksen mukaan raitiotie kulkee lähimmillään n. 21 m etäisyydellä lähinnä rataa sijaitsevasta, suunnitteilla olevasta rakennuksesta.

Alustavan raitiotien suunnitelman perusteella raitiotiehen ei ole tulossa tarkasteltavien rakennusten kohdalle vaihteita. Raitiotien perustamistavalla voi olla vaikutusta syntyviin värinä- ja runkomelutasoihin. Tällä hetkellä raitiotien perustamistavasta ei ole tarkempaa tietoa.

5 LASKENTAMENETELMÄT

5.1 Tärinä

Tärinätasoja rakennuksissa on arvioitu julkaisussa *Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa* esitetyn laskentamallin [3] sekä eri kohteista keräämämme referenssipankin avulla. Laskentamalli arvioi pystysuuntaisen heilahdusnopeuden maksimin odotusarvon maaperässä kaavalla

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

jossa $v_{z,15}$ on pystysuora vertailuheilahdusnopeus maassa etäisyydellä $D = 15$ m raiteen keskilinjasta, k_D on etäisyyskerroin, k_S on nopeudesta riippuva kerroin, k_G on painosta riippuva kerroin ja k_R on radan kunnosta riippuva kerroin. Osalle parametreista laskentamalli antaa ylä- ja alarajan, jolloin myös laskennan tuloksena saadaan arvioidulle heilahdusnopeudelle ylä- ja alaraja. Tärinän siirtyminen maaperästä rakennukseen on arvioitu laskentamallin mukaisella kertoimella.

5.2 Runkomelu

Runkomelutasoja rakennuksissa on arvioitu julkaisussa *Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi* esitetyn laskentamallin [4] sekä eri kohteista keräämämme referenssipankin avulla. Laskentamalli arvioi sisätilan äänitason kaavalla

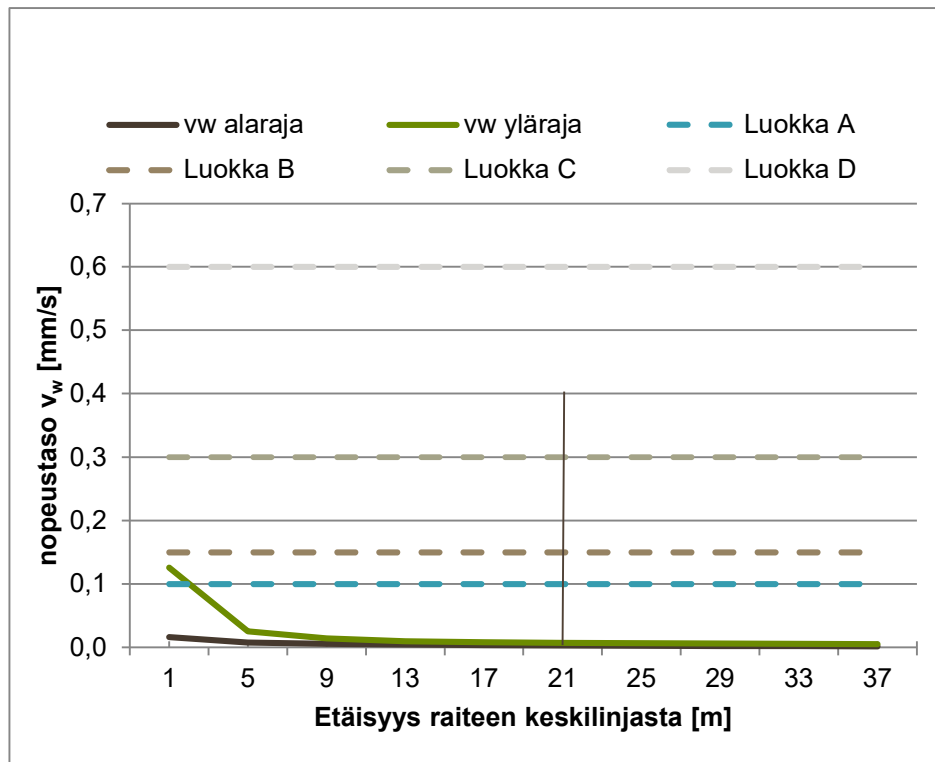
$$L_{pA} = L_v + \sum \Delta L_{v,i} \quad (2)$$

jossa L_v on maaperän värähtelyn nopeustaso, jota korjataan värähtelyn aiheuttajasta, siirtotiestä ja rakennuksesta riippuvilla korjaustekijöillä, jotka sisältyvät termiin ΔL_v . Termi huomioi mm. liikennöivän kaluston, ratatyyppin, ratarakenteen ominaisuudet ja mahdolliset eristimet sekä rakennustyyppin.

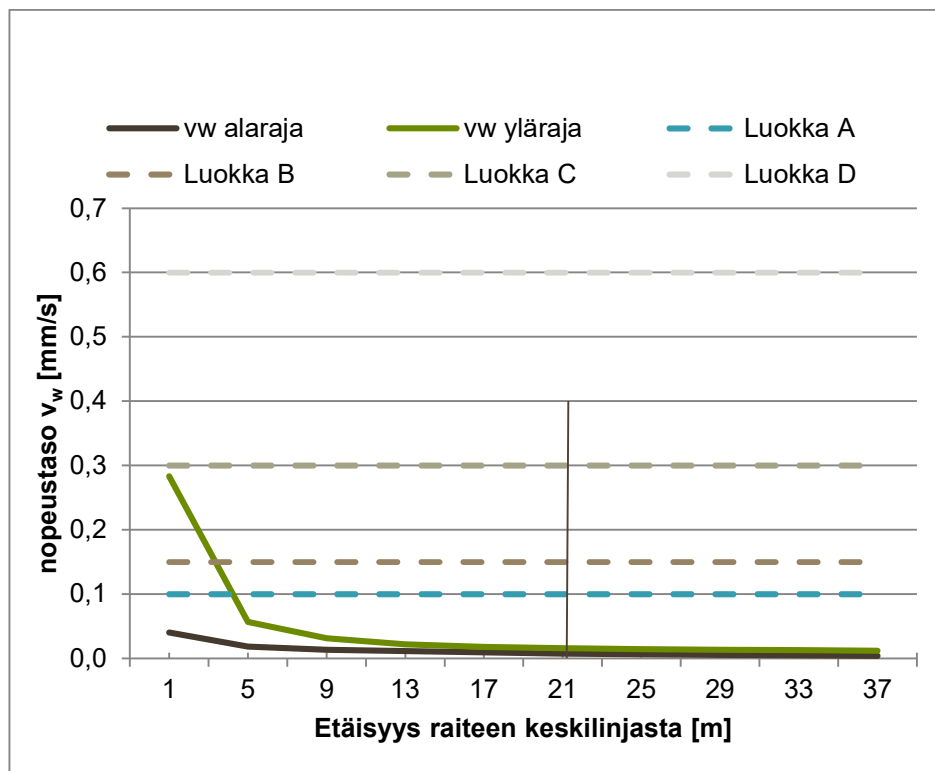
6 TULOKSET

6.1 Arvioidut tärinätasot

Kuvissa 6.1 ja 6.2 on esitetty laskentamallin mukaisesti arvioidut tärinätason ylä- ja alarajat eri etäisyyksillä raitiotiestä. Maalajina laskennassa on käytetty karkearakenteista maata (hiekkamoreeni) ja savimaata (joka edustaa tärinän etenemisen kannalta pahinta tilannetta). Kuvissa on myös pystyviivalla esitetty raitiotietä lähimmän rakennuksen lähimmän julkisivun sijoittuminen.



Kuva 6.1. Arvioidut pystysuuntaisen heilahdusnopeuden ylä- ja alarajan arvot eri etäisyyksillä raiteesta. Tarkastelussa raitiovaunun paino on 80 t (Artic XL 5-osainen) ja ajonopeus 40 km/h sekä maalajina on karkearakenteinen maa (hiekkamoreeni).



Kuva 6.2. Arvioidut pystysuuntaisen heilahdusnopeuden ylä- ja alarajan arvot eri etäisyyksillä raiteesta. Tarkastelussa raitiovaunun paino on 80 t (Artic XL 5-osainen) ja ajonopeus 40 km/h sekä maalajina on savimaa.

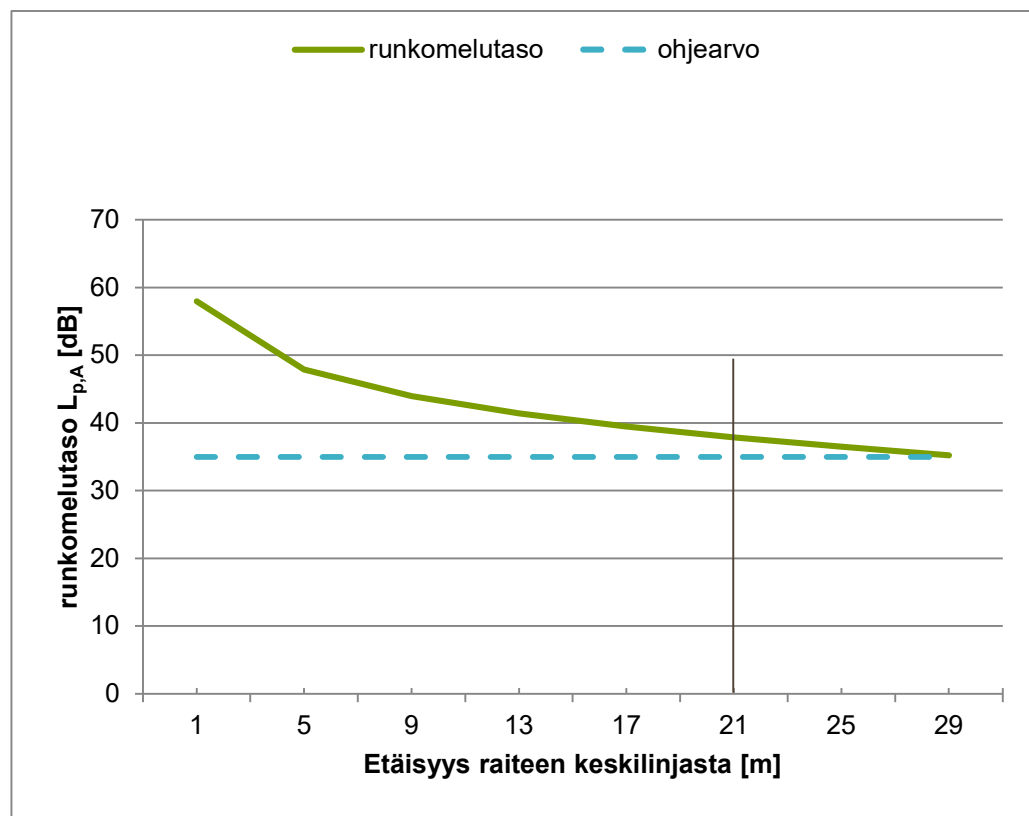
Laskentatulosten perusteella tärinän tunnusluku $v_{w,95}$ on raitiotietä lähimmällä julkisivulla (etäisyys raiteesta n. 21 m) enintään n. 0,03 mm/s (savimaa) Artic XL 5-osaisen raitiovaunun tapauksessa, joten rataa lähimmät rakennukset tulevat sijoittumaan tärinäluokkaan A, ja näin ollen täyttävät asuintiloilta vaaditun tärinän tunnusluvun ohjearvon $v_{w,95} = 0,30$ mm/s.

Edellä esitetty laskennallinen arvio ei sisällä rakennuksen rungon mahdollisen resonanssin tärinää voimistavaa vaikutusta.

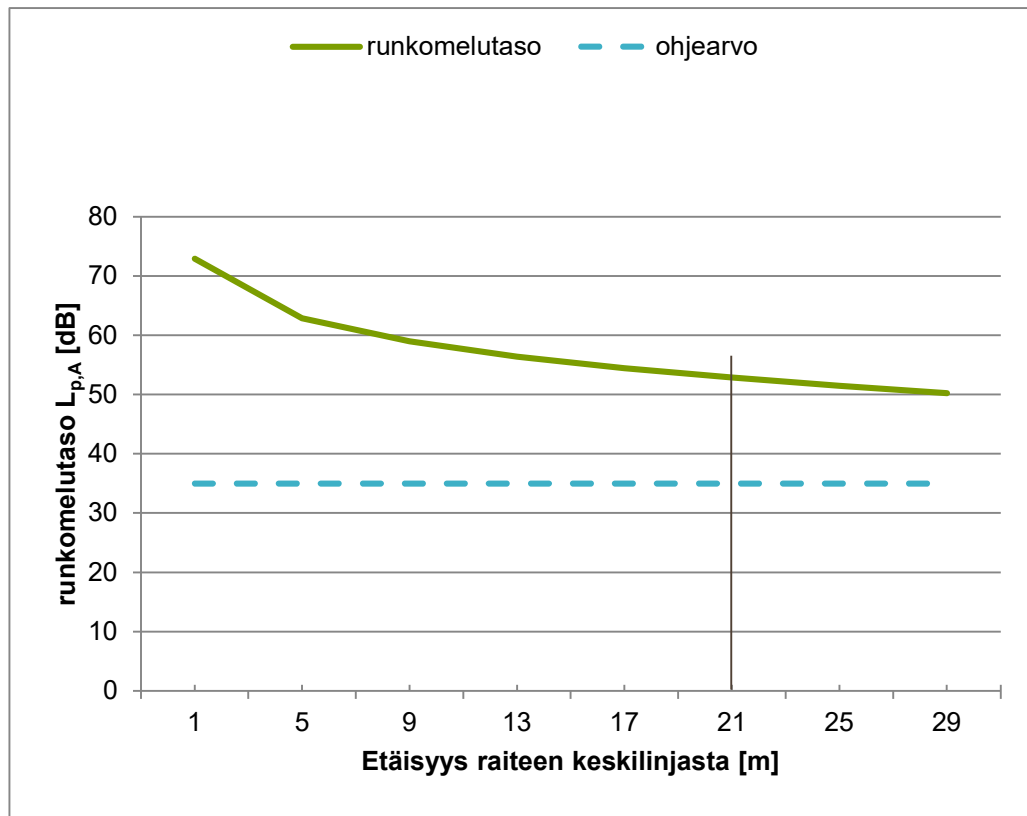
6.2 Arvioidut runkomelutasot

Laskennallisessa runkomelutasojen arvioinnissa raitiotien väylän kunto on oletettu hyväksi, eikä raitiotielle olla oletettu runkomelun eristystä.

Kuvassa 6.3 on esitetty arvioidut maareittiä siirtyvät ja kuvassa 6.4 kallioreittiä siirtyvät runkomelutasot eri etäisyyksillä raitiotiestä asuinrakennusten 1. kerroksen osalta. Kuvissa on myös pystyviivalla esitetty raitiotietä lähimmän rakennuksen lähimmän julkisivun sijoittuminen.



Kuva 6.3. Arvioidut runkomelutasot asuinrakennusten 1. kerroksessa maareittiä siirtyvän värähtelyn perusteella. Tarkastelussa raitiovaunun ajonopeus on 40 km/h ja maalajina karkearakenteinen maa (hiekkamoreeni).



Kuva 6.4. Arvioidut runkomelutasot asuinrakennusten 1. kerroksessa kallioreittiä siirtyvän värähtelyn perusteella. Tarkastelussa raitiovaunun ajonopeus on 40 km/h ja maalajina kallio.

Laskentamallilla maareittiä siirtyvän värähtelyn mukaan arvioituna rataa lähimmällä julkisivulla (etäisyys raiteesta n. 21 m) runkomelutaso on enimmillään n. 53 dB (maaperä kalliota) tai 38 dB (maaperä hiekkamoreenia) rakennuksen ensimmäisessä kerroksessa. Tulosten perusteella runkomelutaso ylittää asuintilojen ($L_{prm} = 35$ dB) ja alittaa liiketilojen ohjearvon ($L_{prm} = 45$ dB). Jos rataa tulee rakennuksen kohdalle epäjatkuvuuskohta esim. ratavaihte, runkomelutasot voivat arviolta nousta jopa 10 dB. Laskennallisen arvion perusteella runkomelutaso rakennuksessa on ohjearvon tasalla noin 29 metrin etäisyydellä radasta.

Koska uuden raitiotien varressa on jo olemassa olevia rakennuksia, on suositeltavaa, että runkomelun eristys toteutetaan osana uuden radan ratarakennetta. Kohteen jatkosuunnittelussa tulee varmistaa, onko raitiotien suunnittelussa varauduttu riittävään runkomelueristykseen. Jos raitiotien ratarakenteen osalta ei toteuteta runkomelun eristystä, tulee pohtia runkomelun eristuksen toteutusta osana rakennushanketta.

Mikäli runkomelueristystä ei toteuteta ratarakenteessa, suositellaan raitiotien viereisten rakennusten maanvastaisille seinä- sokkeli- ja anturarakenteille ja maan välille asennettavaksi runkomelun eristys, jotta maan pintarakenteiden kautta värähtely ei pääse kytkeytymään suoraan rakennuksen runkoon. Lisäksi runkomelueristys tulee toteuttaa vaakaeristyskseenä rakennusten anturoihin.

LÄHTEET

1. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä, nro 796/2017.
2. Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. 2018. Helsinki, ympäristöministeriö.
3. Törnqvist, J. ja Talja, A. 2006. Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa. 46 + 33 s.
4. Talja, A. ja Saarinen, A. 2009. Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi. Esiselvitys. VTT Tiedotteita 2468. Espoo: VTT. 56 + 11 s.
5. Pikaraitiotien suunnitteluopas, 2022. Raitioteiden suunnitteluohje – luonnos, Kalusto, <https://pikaraitiotie.fi/17-kalusto/>)