

Lentävänniemi 8556, Jatke

Tärinä- ja runkomeluseelvitys

1622446.3A

23.10.2023

23.10.2023, Rev. A: Päivitetty viimeisimmän tontin käyttösuunnitelman mukaan
30.8.2023, Alkuperäinen raportti

Lentävänniemi 8556, Jatke

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	3
1.1	Tilaaja	3
1.2	Tekijä	3
1.3	Kohde ja selvityksen tarkoitus.....	3
2	TÄRINÄN JA RUNKOMELUN LEVIÄMINEN MAA- JA KALLIOPERÄSSÄ	4
3	TÄRINÄÄ JA RUNKOMELUA KOSKEVAT OHJEARVOT	5
3.1	Kohteessa sovellettavat vaatimukset.....	5
4	LÄHTÖTIEDOT	5
4.1	Maaperä ja rakennusten perustamistapa.....	5
4.2	Rata ja liikennöinti.....	6
5	LASKENTAMENNELMÄT	7
5.1	Tärinä.....	7
5.2	Runkomelu	8
6	TULOKSET JA PÄÄTELMÄT.....	8
6.1	Arvioidut tärinätasot.....	8
6.2	Arvioidut runkomelutasot.....	8
	LÄHTEET.....	9

1 JOHDANTO

1.1 Tilaaja

Jatke Oy
Åkerlundinkatu 11 A
33100 Tampere

Anssi Kankaanpää
anssi.kankaanpaa@jatke.fi

p. 050 577 1530

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

1.3 Kohde ja selvityksen tarkoitus

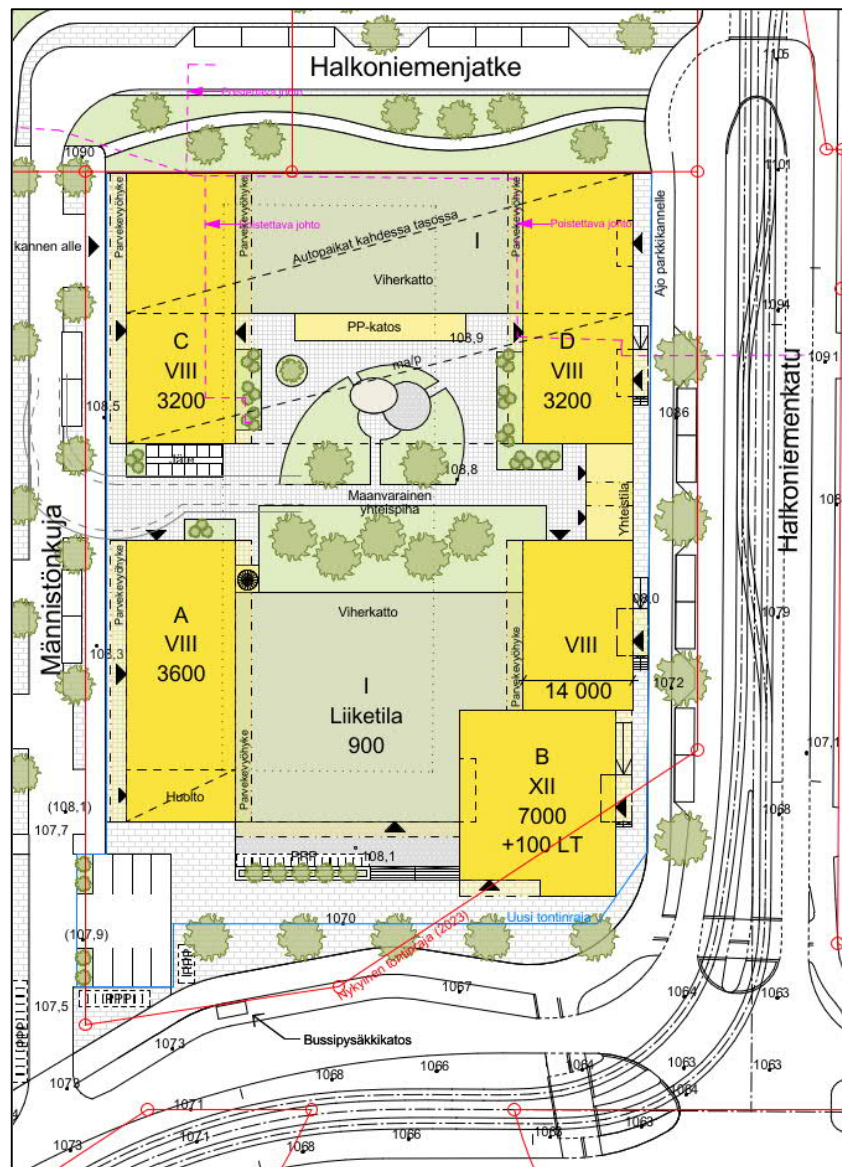
Kohde: Lentävänniemen kaava 8556
Osoite: Männistönkuja / Lielahdenkatu / Halkoniemenkatu
33410 Tampere

Tehtävä: Laskennallinen tärinä- ja runkomeluserelvitys

Tässä selvityksessä tutkitaan raitiovaunuliikenteen tuottamia tärinä- ja runkomelutasoja kohteen Kiinteistö Oy Lentävä rakennuksille (asemakaava-alue 8556).

Kohteeseen on suunnitteilla neljä 8–12 kerroksista asuinkerrostaloa sekä liiketila kuvan 1.1 tontinkäyttöluonnoksen mukaisesti. Tarkasteltujen rakennusten etäisyydet ovat lähimmillään Lielahdenkatua ja Halkoniemenkatua pitkin suunnitellusta raitiotiestä:

- A-talo: noin 37 metriä
- B-talo: noin 13 metriä
- C-talo: noin 65 metriä
- D-talo: noin 14 metriä



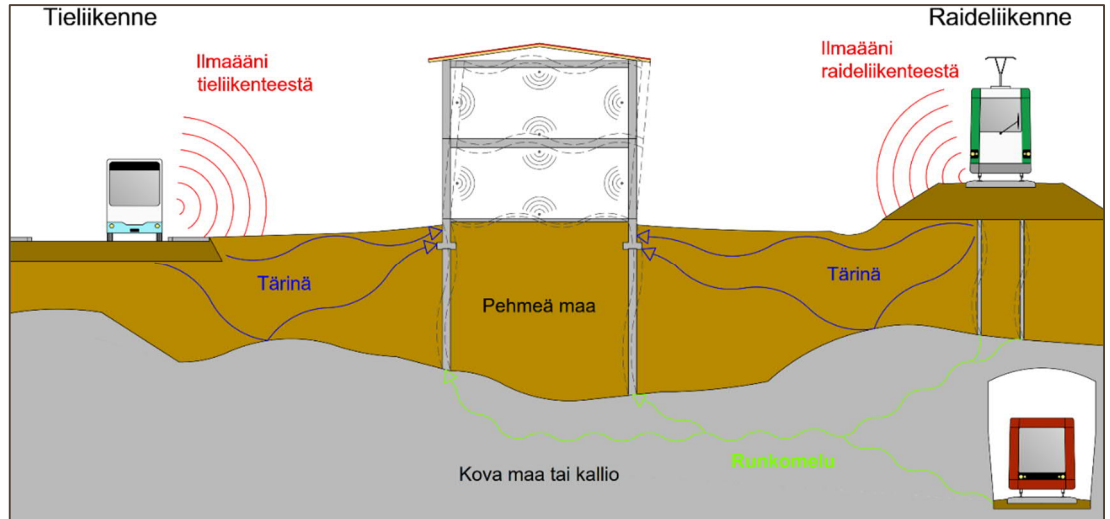
Kuva 1.1. Ote kohteen tontinkäyttösuunnitelmasta (Tontinkäyttöluonnos, Neva Arkkitehdit, 28.9.2023).

2 TÄRINÄN JA RUNKOMELUN LEVIÄMINEN MAA- JA KALLIOPERÄSSÄ

Raideliikenteen maaperään aiheuttama värähtely ilmenee pehmeiden maalajien alueilla rakenteiden liikkeenä, jonka ihminen aistii tuntoaistinsa välityksellä värähtelyä (kuva 2.1). Värähtelyn kannalta ongelmallisimpia ovat yleensä raskaimmat tavarajunat. Kovilla maalajeilla maaperän värähtelysisältö on suurempitaajuisista ja amplitudiltaan pienempää, jolloin värähtelyä ei yleensä ylitä ihmisen havaintokynnystä.

Rakenteiden värähtely saattaa ilmetä rakennuksissa runkoääninä silloin, kun maalaus on kova. Runkoäänen 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 tärinä- ja runkomelutasoihin voivat paikallisesti vaikuttaa huomattavasti rata- rakenteen mahdolliset kaarteet, kallistukset sekä epäjatkuvuuskohdat kuten esimerkiksi vaihteet tai tukirakenteen muutokset siltojen ja alikäytävien yhteydessä.



Kuva 2.1. Periaatekuva raideliikenteen aiheuttaman tärinän ja runkomelun etenemisestä eri maalajeissa.

3 TÄRINÄÄ JA RUNKOMELUA KOSKEVAT OHJEARVOT

Ääniympäristöasetuksessa [1] ja sen sovellusohjeessa [2] on esitetty vaatimukset tärinän ja runkomelun osalta. Näitä on täydennetty SFS standardissa 5907 [3] ja ne edustavat käyttötarkoitusta huomioon ottaen riittävän hyvää ääniympäristöä.

3.1 Kohteessa sovellettavat vaatimukset

Tässä luvussa esitetyt tärinän ja runkomelun tavoitearvot perustuvat standardin SFS 5907 mukaiseen akustiseen luokkaan A2, joka vastaa ääniympäristöasetuksen ja ääniympäristöohjeen vähimmäistasoa. Tärinän tunnusluku $v_{w,95}$ saa olla enintään

- 0,30 mm/s asuintiloissa
- 0,60 mm/s liike- ja toimistotiloissa

Avoradan osalta runkomelun tunnusluku L_{prm} saa olla enintään

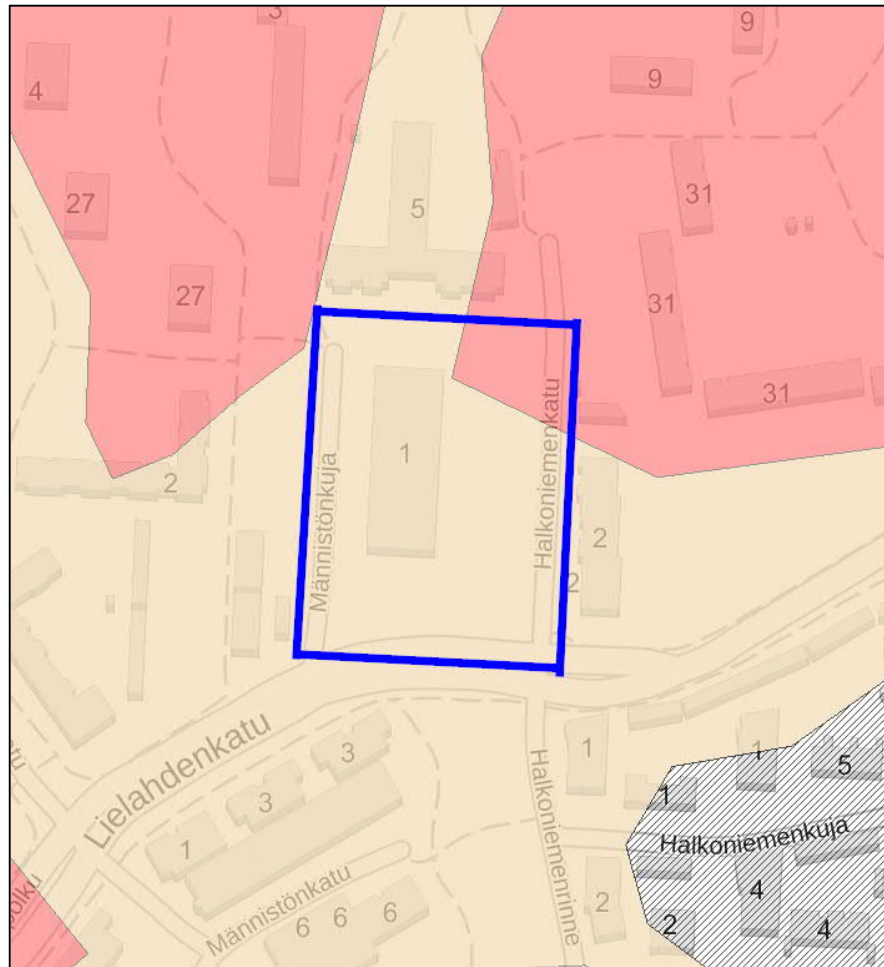
- 35 dB asuintiloissa yleensä
- 40 dB liike- ja toimistotiloissa

4 LÄHTÖTIEDOT

4.1 Maaperä ja rakennusten perustamistapa

GTK:n maankamara karttapalvelun mukaan tarkasteltavan alueen maaperä on pääosin hiekkamoreenia ja koillisnurkaltaan kalliomaata kuvassa 4.1 esitetyksi. Tätä selvitystä laadittaessa

ei ollut käytettävissä kohdealueen tarkempia pohjatutkimuksia tai suunniteltujen rakennusten perustamistapalausuntoa.



Kuva 4.1. Ote kohteen maaperäkartasta (<https://gtkdata.gtk.fi/maankamara/>). Tarkasteltava alue rajattu kuvaan sinisellä. Punainen alue kuvaa kalliomaata ja ruskea alue hiekkamoreenia.

4.2 Rata ja liikennöinti

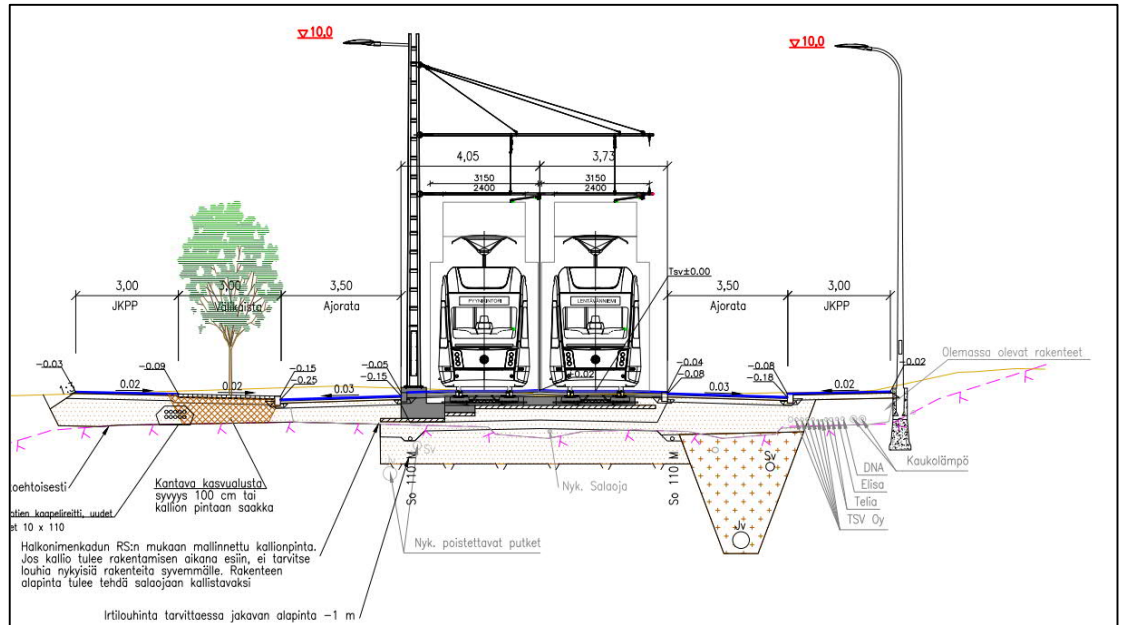
Kohdealueen etelä- ja itäpuolelle on suunniteltu raitiovaunureitti Tampere keskusta – Lentävänniemi. Raitiovaunujen ennustetut liikennetiedot on saatu Tampereen kaupungilta. Junien tyypit, lukumäärät, pituudet ja arvioidut nopeudet kohteen kohdalla, on esitetty erikseen yö- ja päiväajalle taulukossa 2.

Taulukko 1. Laskennassa käytetyt raitioliikennetiedot

Junatyyppi	Junan pituus [m]	Junan nopeus [km/h]	Junien lukumäärä ennustetilanteessa	
			Päiväaikaan (klo 7-22)	Yöaikaan (klo 22-7)
Raitiovaunu				
ForCity Smart Artic Tampere X34	37	30...40	176	68

8-akselisen raitiovaunun painona käytetään värinätarkastelussa suurimman sallitun akselipainon (10 t) mukaisesti kokonaispainoa 80 t. Raitiovaunun taarapaino on 56,8 t (<https://www.tampereenratikka.fi/vaunujen-tekniset-tiedot/>).

Raitiotiellä on vaihteita suunnittelualueen itäpuolella. Raitiotien ratarakenteen suunnitelmien perusteella rata kulkee lähellä kalliota erityisesti Halkoniemen kadulla. Ratarakenteen alla on käytetty routalevyeristelevykerroksia. Ratarakenteessa ei ole käytetty suunnitelmien perusteella runkomeluneristystä. (ratarakenteiden tiedot saatu ÅFRY:lta 29.8.2023)



Kuva 4.2. Raitiotien tyyppiopikkileikkaus, Halkoniemenkatu PLV 100-137, Ratapaalu 6606-6643 (saatu ÅFRY:lta 29.8.2023).

5 LASKENTAMENTELMÄT

5.1 Tärinä

Tärinätasoja rakennuksissa on arvioitu julkaisussa *Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa* esitetyn laskentamallin [4] 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 [5] 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 JA PÄÄTELMÄT

6.1 Arvioidut tärinätasot

VTT:n raideliikenteen tärinän laskentamallin mukaan arvioituna 80 t painoinen 40 km/h nopeudella ajava raitiovaunu aiheuttaa maaperään n. $v_w = 0,02$ mm/s tärinätason 13 metrin etäisyydellä radasta. Ottaen huomioon tärinän vaimenemisen rakennuksen perustukseen siirryttäessä sekä voimistumisen rakennuksen rungon resonanssin seurauksena, on pahimmassa tilanteessa arvioitu tärinätaso rakennuksessa n. $v_w = 0,05$ mm/s, joka alittaa selvästi tärinän asuintilojen vaatimustarvon ($v_{w,95} = 0,30$ mm/s). Näin ollen kohteen jatkosuunnittelussa ei ole tarpeen ottaa huomioon tärinän torjuntaa. VTT:n raideliikenteen tärinän laskentamallia ei ole määritelty alle 15 m etäisyyksillä, joten tätä lyhemmillä etäisyyksillä tärinätason arviointiin liittyy epävarmuutta. Kuitenkin pohjaolosuhteiden ollessa gtk:n aineiston perusteella karkearakenteiset ja liikennöivän kaluston paino sekä ajonopeus verrattain alhainen, voidaan raitiotien tärinäriski arvioida suunnittelualueella vähäiseksi. Joka tapauksessa lisävarmuutta tärinätason arvioimiseen on mahdollista saada suunnittelualueella tehtävillä raideliikenteen tärinämittauksilla.

6.2 Arvioidut runkomelutasot

VTT:n raideliikenteen runkomelun laskentamallin perusteella 40 km/h nopeudella liikennöivän raitiovaunun aiheuttama runkomelutaso pahimmassa tapauksessa, kun raitiotie sekä rakennus kytkeytyvät kovaan maapohjaan 1. kerroksessa arvioituna, ja kun runkomelulta eristämättömän radan vaihteen runkomelua voimistava vaikutus (+10 dB) otetaan huomioon:

- B-talo: $L_{prm} = n. 66$ dB (etäisyys radasta n. 13 metriä)
- D-talo: $L_{prm} = n. 66$ dB (etäisyys radasta n. 14 metriä)
- A-talo: $L_{prm} = n. 58$ dB (etäisyys radasta n. 37 metriä)
- C-talo: $L_{prm} = n. 52$ dB (etäisyys radasta n. 65 metriä)

Pahimmassa tilanteessa arvioituna asuintilojen runkomelun tavoitetaso ($L_{prm} = 35$ dB) saavutetaan n. 195 metrin etäisyydellä radasta. Näin ollen kaikkien tarkastelualueelle sijoittuvien rakennusten alueella ylittyy laskennallisen arvion perusteella asuintilojen runkomelun tavoitetaso. Runkomelun laskennallinen tarkastelu on tehty siten, että ratarakenne oletetaan runkomelun suhteen eristämättömäksi. Ratarakenteessa on suunnitelmien perusteella käytetty eristeenä routalevykerroksia. Routasuojuslevyjen on joissain tapauksissa havaittu vahvistavan raideliikenteen runkomelua.

Kovan maapohjan kautta etenevän värähtelyn arviointimallin tiedetään kokemukseräisesti antavan konservatiivisia arvioita rakennuksessa saavutettavasta runkomelutasosta. Kuitenkin ottaen huomioon kohdealueen karkearakenteisen maapohjan (tai jopa kalliopohjaisen) sekä runkomelulta eristämättömän raitiotierakenteen, voidaan kohdealueen rakennusten todeta sijoituvan raitiotien runkomelun riskialueelle. Näin ollen kohteen jatkosuunnittelussa tulee ottaa huomioon runkomeluntorjunta. Runkomelun hallitsevan taajuussisällön sekä vaimennustarpeen määrittämiseksi on kohdealueella suositeltavaa toteuttaa raideliikenteen värähtelymittaukset. Mittaukset on suositeltavaa toteuttaa raideliikenteen alettua, mutta vaihtoehtoisesti mittaukset voidaan toteuttaa myös keinoherätteellä ennen varsinaisen liikennöinnin alkamista.

Kaavassa tulee esittää, että raideliikenteen aiheuttama värähtely ja runkomelu tulee ottaa huomioon kohteen rakennuslupavaiheen suunnittelussa siten, että ääniympäristöasetuksen 796/2017 sekä soveltamisohjeen mukaiset vaatimustasot värähtelyn ja runkomelun osalta täyttyvät.



Arttu Yli-Pietilä
projekti-insinööri



Tuukka Lyly
projektipäällikkö

LÄHTEET

1. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä, nro 796/2017.
2. Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. 2018. Helsinki, ympäristöministeriö.
3. SFS 5907: 2022. Rakennusten akustinen suunnittelu ja luokitus. 2022. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
4. Törnqvist, J. ja Talja, A. 2006. Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa. Espoo, VTT Working papers 50.
5. Talja, A. ja Saarinen, A. 2009. Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi. Esiselvitys. Espoo, VTT Tiedotteita 2468.