

Vastaanottaja
Newsec Oy

Asiakirjatyyppi
Tärinä- ja runkomeluserveys

Päivämäärä
12.10.2022

TIETÄJÄNTIE 14, ESPOO

TÄRINÄ- JA RUNKOMELUSERVEYS

TIETÄJÄNTIE 14, ESPOO

TÄRINÄ- JA RUNKOMELUSELVITYS

Laatija **Joni Kemppainen**
Tarkastaja **Joose Takala**

Kuvaus **Tärinä- ja runkomeluserivitys**

Viite 1510064163-001

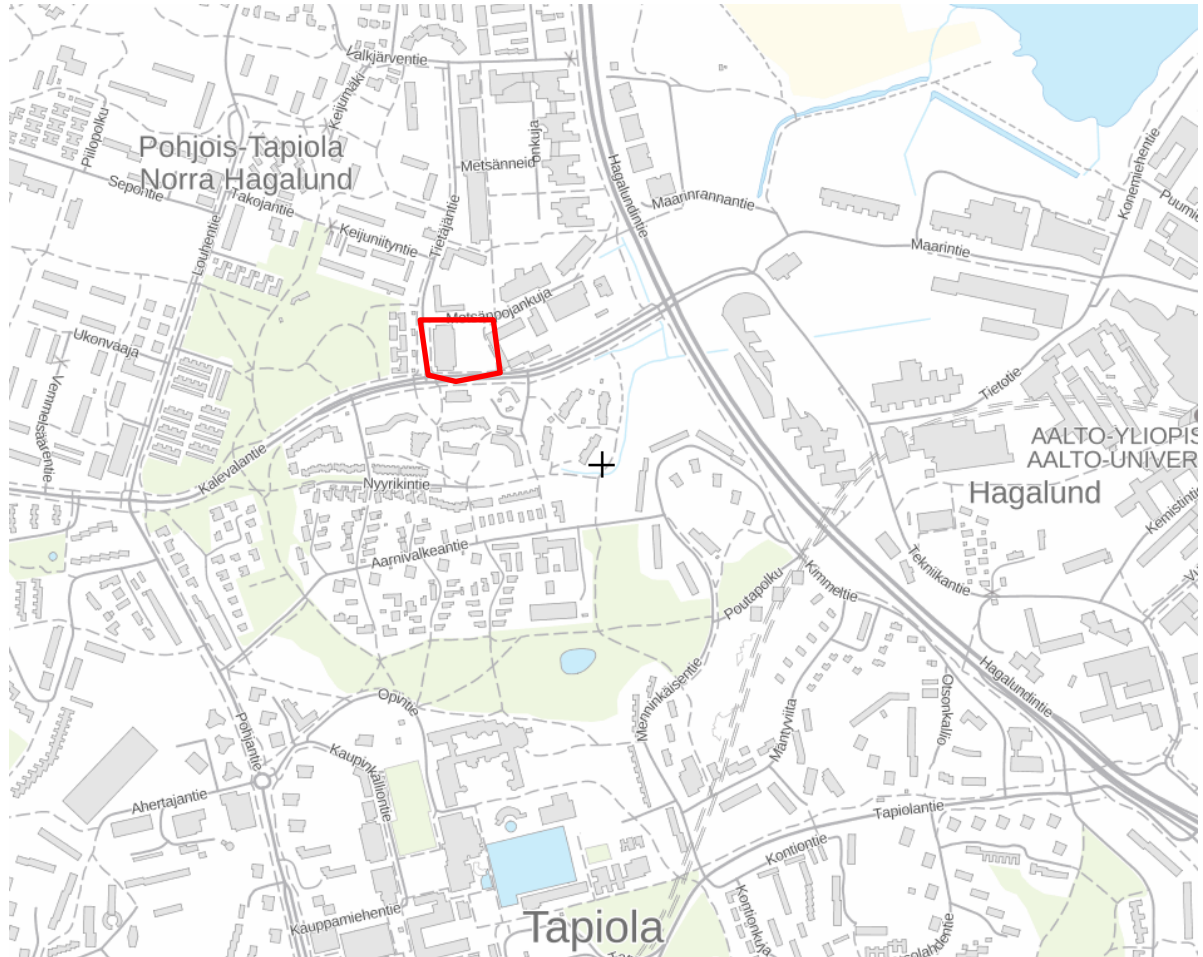
Versio 2.9.2022 Alustava luonnos
12.10.2022 Lisätty kohtaan 3.2 maininta liiketiloille mahdollisesti so-
vellettavasta tärinän raja-arvosta sekä täydennetty kuva
4.1 rakennuksille sovellettavan tärinän raja-arvon osalta

SISÄLTÖ

1.	Yleistä	1
2.	Lähtökohdat	1
2.1	Maaperä	1
2.2	Maankäytön suunnittelu	2
2.3	Raideliikenne	3
3.	Tärinän arviointiin liittyvä ohjeistus ja menettelytavat	3
3.1	Yleistä	3
3.2	Tärinähaitan asuinmukavuuden ohjearvot	3
3.3	Tärinän aiheuttama rakenteiden vaurio	4
4.	Tärinätarkastelut	5
4.1	Arviointitaso 1	5
4.2	Arviointitaso 2	5
5.	Runkomelutarkastelut	7
5.1	Ohjearvot ja arviointiperusteet	7
5.2	Runkomelutarkastelut, arviointitaso 1	8
5.3	Runkomelutarkastelut, arviointitaso 2	9
6.	Tulosten ariointi ja johtopäätökset	12

1. YLEISTÄ

Tämä selvitys liittyy uudisasuinrakennuskohteen asemakaavamuutokseen. Asemakaavan muutoksen tavoitteena on rakentaa asuinrakennuksia nykyiselle "Siton talon" tontille Kalevalantien varrella. Tässä työssä on selvitetty laskennallisen tarkastelun perusteella raideliikenteestä aiheutuvan tärinän ja runkomelun voimakkuus alueella. Kuvassa 1.1 on esitetty suunnittelualueen raja.



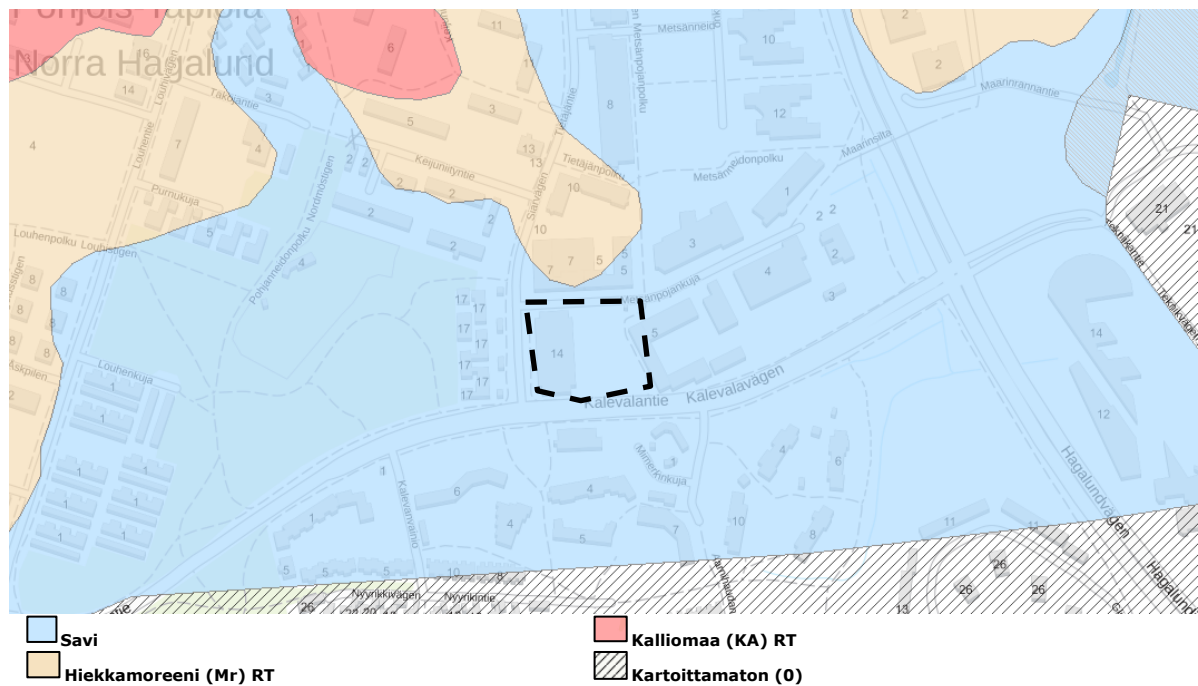
Kuva 1.1. Kohteen sijainti kartalla punaisella rajattuna.

Selvitys on tehty Newsec Oy:n toimeksiannosta, yhteyshenkilönä on ollut Karoliina Salonen. Ramboll Finland Oy:ssä selvityksestä on vastannut DI Joni Kemppainen.

2. LÄHTÖKOHDAT

2.1 Maaperä

Kuvassa 2.1 on esitetty GTK:n maaperäkarta suunnittelualueelta.

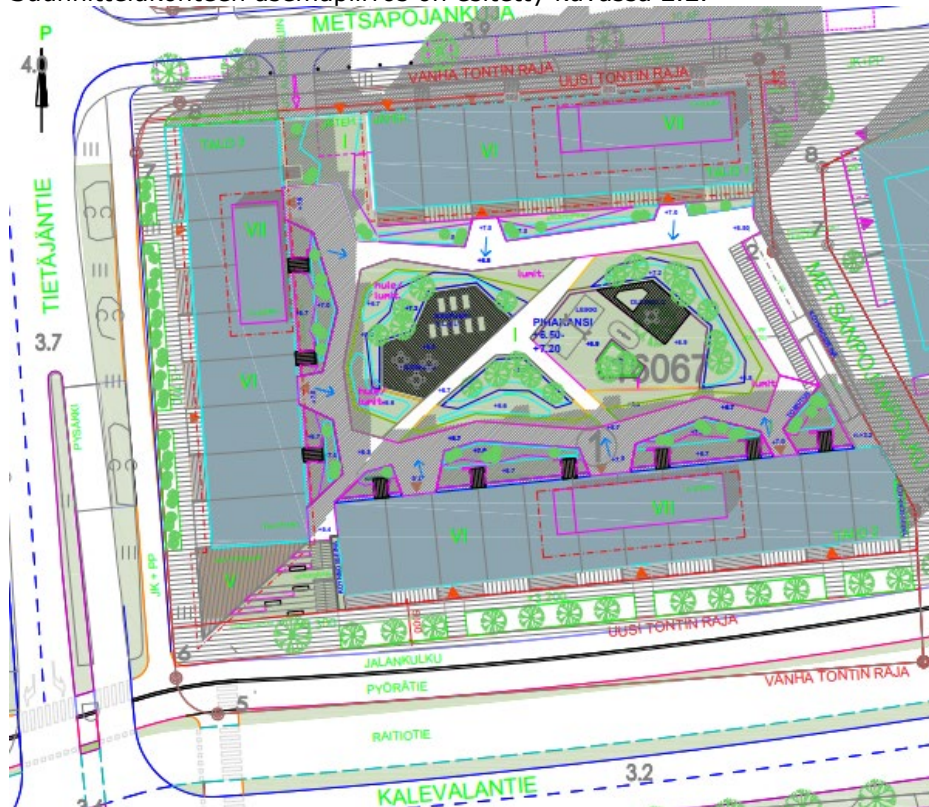


Kuva 2.1. Suunnittelualan maaperäkartta (GTK maaperäkartta).

Kuvan 2.1 maaperäkartan perusteella maaperä suunnittelualueella on savea ja sen pohjoispuolella hiekkamoreenia ja kalliota. Monissa paikoin suunnittelualueen läheisellä alueella tehtytkäiraukset (GTK pohjatutkimukset) ovat päättyneet kiveen, lohkareeseen tai kallioon alle 5 metrin syvyydessä.

2.2 Maankäytön suunnittelu

Suunnittelukohteen asemapiirros on esitetty kuvassa 2.2.



Kuva 2.2. Suunnittelukohteen asemapiirros (Arkkitehtiryhmä A6 25.3.2022)

2.3 Raideliikenne

Pikaraitiolinja Raide-Jokeri rakentuu Helsingin Itäkeskuksesta Espoon Keilaniemeen. Lähimmät Raide-Jokerin pysäkit ovat suunnitelman mukaan tulossa alle kilometrin etäisyydelle kaava-alueesta. Lisäksi suunniteltu uusi raitioyhteys, jonka toteutuksesta ei ole päätöstä eikä aikataulua, kulkee kaava-alueen eteläreunassa. Selvityksen laskennallisessa tarkastelussa on huomioitu suunnittelualueen eteläpuolelle suunniteltu mahdollinen pikaraitiotie. Taulukossa 2.1 on esitetty pikaraitiotien liikennetiedot.

Taulukko 2.1. Pikaraitiotien liikennetiedot, ennuste 2040

Tyyppi	Päivä (kpl)	Yö (kpl)	Pituus (m)	Nopeus (km/h)
Artic-pikaraitiovaunu	264 (132 suuntaansa)	48 (24 suuntaansa)	34	40

Raidejokerin hankesuunnitelmassa on ilmoitettu 32,6 metriä pitkän Artic pikaraitiovaunun massaksi matkustajineen 66 tonnia. Raide-Jokerin suunnittelussa on varauduttu ensisijaisesti 45 metriä pitkiin vaunuihin, mutta tarvittaessa jopa 50 metrin vaunujen käyttäminen on mahdollista kohtuullisilla muutostöillä. Tässä selvityksessä raitiovaunun massaksi on arvioitu 102 tonnia, joka edustaa teoreettista suurinta raitiovaunun massaa.

3. TÄRINÄN ARVIOINTIIN LIITTYVÄ OHJEISTUS JA MENNETELYTAVAT

3.1 Yleistä

VTT:n julkaisua "Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa" (VTT Working Papers 50, Espoo 2006) käytetään Suomessa yleisesti liikennetärinän arvioinnissa. Julkaisussa esitetään tärinän arviointimenettely kolmella eri tarkkuustasolla. Liikennetärinän siirtymistä rakennuksiin voidaan arvioida VTT:n julkaisuilla "Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi" (VTT Tiedotteita 2425, Espoo 2008) ja "Ohjeita liikennetärinän arviointiin" (VTT Tiedotteita 2569, Espoo 2011).

Arviointitasolla 1 tarkastelu perustuu kokemusperäisiin turvaetäisyyksiin, jossa huomioidaan maaperän ominaisuudet ja liikenteen tyyppi. Tarkastelulla selvitetään, onko varsinainen värähtelytarkastelu lainkaan tarpeen.

Arviointitaso 2 perustuu laskennallisiin arvoihin tai tarkistusluonteisiin tärinämittauksiin, jolloin liikenteen ja maaperän ominaisuudet voidaan ottaa tarkemmin huomioon. Arviointitasoa 2 suositellaan käytettäväksi, kun yleiskaavassa tai asemakaavassa rakentamista ohjataan yksityiskohtaisesti määrättyllä alueella ja arviointitason 1 perusteella alue on riskialuetta.

Arviointitason 3 tarkastelu perustuu aina riittävän pitkäaikaisiin tärinämittauksiin. Tason 3 käyttöä tarvitaan, mikäli arviointitason 2 laskennallisella tarkastelulla ei saada riittävän luotettavaa kuvaa maaperän pystyvärähtelyn suuruudesta, tai halutaan rakentaa alueelle, jolla arviointitason 2 mukaan tärinä voi ylittää suositusarvon.

3.2 Tärinähaitan asuinmukavuuden ohjearvot

Tärinän aiheuttamaa mahdollista haittaa asuinmukavuudelle maankäytön suunnittelussa arvioidaan tunnusluvun $v_{w,95}$ perusteella. Tunnusluku perustuu yksittäisten liikennetapahtumien suurimpiin värähtelyn tehollisarvoihin ja niiden perusteella laskettuun keskiarvoon ja hajontaan seuraavasti:

Määritelmältään $v_{w,95} = (15 \text{ suurimman yksittäisen tapahtuman keskiarvo}) + (1,8 \times 15 \text{ suurimman yksittäisen tapahtuman hajonta})$. Tilastollisesta luonteestaan johtuen se voidaan tarkasti määrittää vain pitkäaikaisten mittausten avulla.

Tunnusluvun perusteella rakennuksille on annettu suositus rakennusten värähtelyluokituksesta, joka esitetään taulukossa 3.1.

Taulukko 3.1 Rakennusten värähtelyluokitus häiritsevyyden arvioinnissa

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)	$\leq 0,60$

Luokkaan C pyritään uusien asuinrakennusten suunnittelussa. Muussa käytössä (mm. liike- ja toimistorakennukset) olevilla rakennuksilla pyritään tyypillisesti luokkaan D.

Taulukon 3.1 värähtelyluokitus koskee normaaleja asuinrakennuksia. Mikäli rakennus on tarkoituksellisesti suunniteltu häiriöttömäksi (esim. korkeatasoiset asuinrakennukset, lepokodit, sairaalat), värähtelyluokan tulee olla yhtä luokkaa korkeampi. Taulukkoa 3.1 ei sovelleta rakennuksille, joissa ihmiset ovat pääasiassa liikkeessä tai muut kuin liikenteestä aiheutuvat häiriöt voivat olla merkittävämpiä. Tällaisia voivat olla esim. toimistot, kaupat, kahvilat, ostoskeskukset, tavaratalot, liikuntatilat.

3.3 Tärinän aiheuttama rakenteiden vaurio

Taulukon 3.1 luokittelu koskee asumismukavuutta. Tärinän aiheuttamaa rakenteiden vaurioitumisalttiutta luokitellaan julkaisun Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttiutta (VTT R 04703-14) mukaisesti:

- V Lähinnä rataa oleva alue, jossa maaperän tärinä on niin voimakasta, että se voi aiheuttaa vahinkoriskin rakennuksille tai rakenteille.
- H Hyväkuntoisiin ja tavanomaisiin rakennuksiin ei yleensä aiheudu niiden käyttökelpoisuutta haittaavia vaurioita, jos liikennetärinä on huomioitu resonanssille herkkien rakenteiden suunnittelussa. Tärinä on kuitenkin selvästi havaittavaa ja häiritsee usein asumismukavuutta. Vaurioriskin arvioinnissa tulee ottaa huomioon rakennuskanta ja käytetyt rakennusmateriaalit.
- E Tärinä ei aiheuta normaalikuntoisten rakenteiden vaurioitumista, muutta voi häiritä asumismukavuutta. Vaikutus asumismukavuuteen on tarkistettava erikseen VTT tiedotteen 2569 mukaan.

Taulukko 3.2. Rakenteiden vaurioitumisalttiutta kuvaava luokitus

Maalaji ja hal- litseva taajuus	Pehmeä savi <10 Hz	Sitkeä savi, siltti, löyhä hiekka 10-20 Hz	Tiiviit kitkamaat, rikko- nainen kallio 20-50 Hz	Kiinteä kal- lio >50 Hz
	$v_{\max}$ (mm/s)			
V-alue	3	4,2	6	7,2
H-alue	1-3	1,4-4,2	2-6	2,4 - 7,2
E-alue	< 1	< 1,4	< 2	< 2,4

Taulukon 3.2 luokitus perustuu värähtelyn huippuarvoon $v_{\max}$, eikä tehollisarvoon v_{RMS} kuten asu-
mismukavuuden yhteydessä. Tyypillisesti huippuarvo on noin kaksinkertainen 1s tehollisarvoon
verrattuna.

4. TÄRINÄTARKASTELUT

4.1 Arviointitaso 1

Arviointitason 1 mukaiset turvaetäisyydet esitetään taulukossa 4.1. Jos suunniteltu asutus sijoittuu
taulukon turvaetäisyyden ulkopuolelle, ei tarkempaa tärinäselvitystä tarvita.

Taulukko 4.1 VTT:n ohjeen W 50 mukaiset turvaetäisyydet

Suosittelava turvaetäisyys	Liikennetyyppi	Pehmein maalaji väylän alla
500 m	Tavarajunaliikenne (3500 tn, 90 km/h)	Pehmeä maa
200 m	Pikajunaliikenne (140 km/h)	Pehmeä maa
100 m	Tavara- ja pikajunat	Kova maa
100 m	Raskas maantieliikenne (100 km/h, sileä)	Pehmeä maa
100 m	Hidastetöyssyt, raskas liikenne (40 km/h)	Pehmeä maa
50 m	Raskas katuliikenne (40 km/h, sileä)	Pehmeä maa
15 m *	Raskas maantie- ja katuliikenne (myös töyssyt)	Kova maa
* Ei koske väyliä, joilla on vain tilapäisesti raskasta liikennettä		

Taulukon 4.1 turvaetäisyydet eivät sovellu suunnittelualueen tilanteen tarkasteluun (raitiotie).
Raskaasta tieliikenteestä ei oleteta aiheutuvan tärinähaittaa suunnittelualueella.

4.2 Arviointitaso 2

Arviointitason 2 mukainen laskennallinen tarkastelu tehtiin julkaisussa Törnqvist & Talja (2006),
"Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa" (VTT W50) esitetyn junalii-
kenteelle tarkoitetun laskentakaavan avulla. Lisäksi tärinän siirtymistä rakenteisiin tarkasteltiin
julkaisun Talja et al. (2008) "Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi" (VTT T2425).

On huomattava, että laskenta perustuu huomattavaan määrään yleistäisiä ja oletuksia, ja sen
tuloksia on pidettävä lähinnä suuntaa antavina.

Pystysuora heilahdusnopeuden maksimin odotusarvo lasketaan maanvaraisesti perustetulle ra-
dalle yhtälöllä:

$$v_{z,\max} = v_{z,15} \cdot k_D \cdot k_S \cdot k_G \cdot k_R$$

missä

$v_{z,\max}$	laskennallinen tärinän pystyheilahdusnopeus maan pinnalla tarkastelupisteessä
$v_{z,15}$	pystysuora vertailuheilahdusnopeus maassa D = 15 m etäisyydellä raiteen keskilin- jasta
k_D	etäisyyskerroin
k_S	junan nopeudesta riippuva kerroin
k_G	junan painosta riippuva kerroin
k_R	radan kunnosta riippuva kerroin

Valitut kertoimien arvot on esitetty taulukossa 4.2.

Taulukko 4.2. Laskennassa käytetyt kertoimet

Tapaus	$v_{z,15}$	B	k_S	k_G	k_R
yläraja	0,9	1,0	1,0	0,05	0,7
alaraja	0,5	0,5	1,0	0,05	0,7

Värähtely siirtyy suunnittelualueelle erityisesti pinnassa olevan savimaan kautta. Tällöin valitaan vertailuheilahdusnopeuden arvoksi $v_{z,15}=0,5\ldots0,9$ mm/s (henkilöjunille tarkoitetut vertailuheilahdusnopeuden arvot).

Etäisyysseksponentin B vaihteluväliksi valitaan B 0,5...1,0.

Junatietojen mukaan tavarajunien nopeus on tarkasteluvälillä korkeintaan 40 km/h. Nopeuskerrointa k_s ei käytetä nopeuksilla $S < 70$ km/h, joten k_s saa arvon 1.

Junan painokerroin k_G määritetään seuraavasti:

$$k_G = \frac{G}{G_0}$$

missä

G_0 vertailupaino 2000tn
 G juna kokonaispaino

Radan kunnon kertoimeksi k_R valitaan: uusi moniraiteinen rata, $k_R = 0,7$.

Näiden kertoimien lisäksi laskennalliseen heilahdusnopeuteen sovelletaan varmuuskerrointa $F = 2$, sillä laskelmia ei ole varmistettu mittauksin.

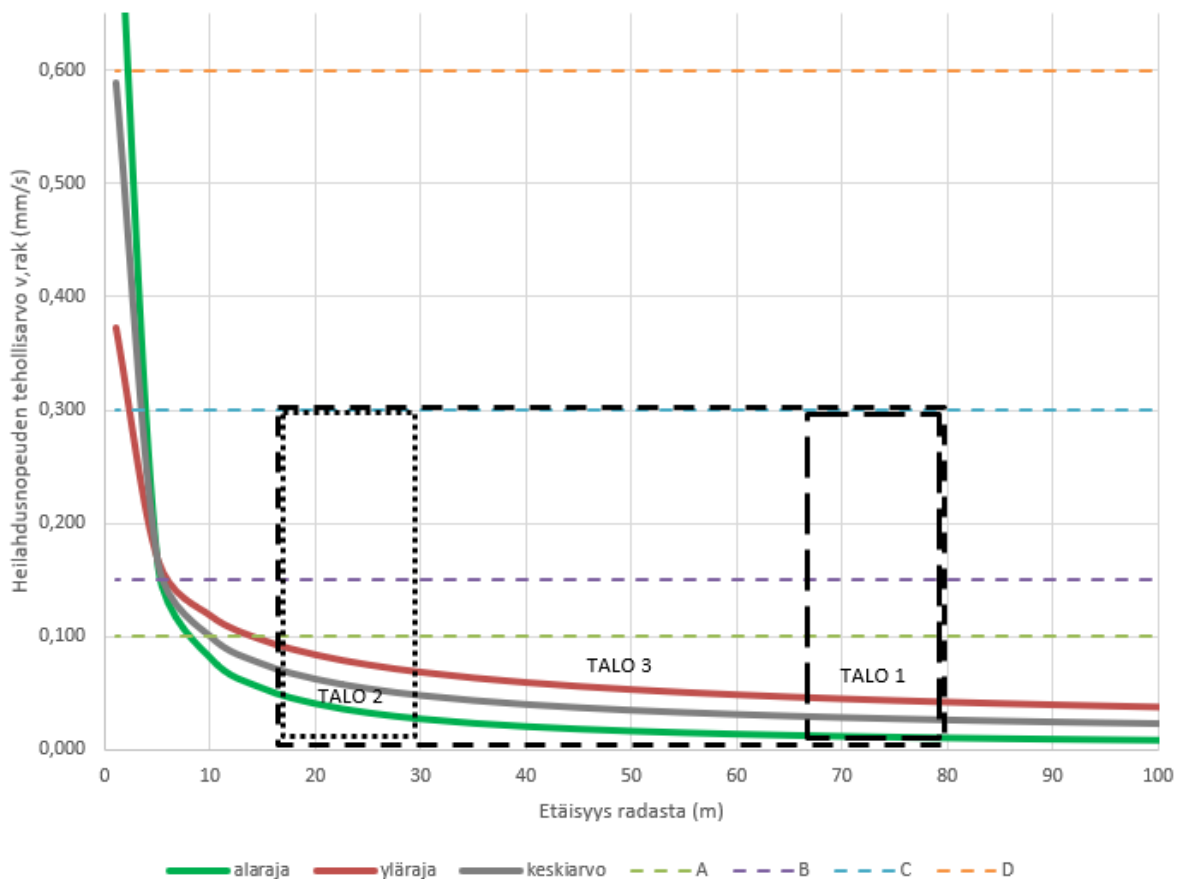
$$v_{z,max,mitoitus} = 2,0 \cdot v_{z,max}$$

Edellä esitetyllä kaavalla ja varmuuskertoimella saadaan laskettua maaperän värähtelyn mitoitushuippuarvo $v_{z,maxmit}$. Tämä arvo muutetaan vielä maaperän värähtelyn tehollisarvoksi $v_{w,maa}$ kertoimella 0,5:

$$v_{w,maa} = 0,5 v_{z,maxmit}$$

Jotta voidaan arvioida alueen kiinteistöissä esiintyvää tärinää, varmuuskertoimella kerrottu laskennallinen maaperän värähdysnopeus $v_{w,maa}$ kerrotaan kokemuseräisellä suurennussuhteella, joka kuvaa värähtelyn siirtymistä rakenteisiin. Julkaisun "Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi" mukaan tämä kerroin on 1,5, paitsi yksikerroksisille maanvaraisille rakennuksille (tällöin kerroin on 1). Tässä selvityksessä vahvistuskertoimen käytetään arvoa 1,5.

Kuvassa 4.1 on esitetty rakenteissa esiintyvä laskennallinen heilahdusnopeus v_{RMS} etäisyyden funktiona. Tarkasteltavat tapaukset ovat värähtelyn laskennalliset ylä- ja alarajat sekä näiden välinen keskiarvo. Kuvissa on esitetty mustilla laatikoilla rataa lähimmäksi suunnitellut asuinrakennukset (vaaka-askelilla etäisyys radasta [m] ja pystyakselilla sovellettava ohjearvo [dB]).



Kuva 4.1. Rakennusten laskennallinen heilahdusnopeus ja tärinän asumismukavuutta kuvaavien värähtelyluokkien (A-D) raja-arvot.

Kohteen asemapiirroksen (25.3.2022) mukaisten talojen julkisivujen etäisyys raitiotien lähemmän raiteen keskilinjasta on talojen 2 ja 3 kohdalla n. 17 metriä ja talon 3 kohdalla n. 67 metriä

Laskennallinen rakennuksissa esiintyvä liikennetärinä asettuu kaikkien asuinrakennusten kohdalla luokkaan A, "Hyvät asuinolosuhteet". Täten junaliikenteen aiheuttama liikennetärinä on laskennallisesti vähäistä eikä aiheuta jatkotoimenpiteitä. Tärinä ei aiheuta myöskään riskiä rakenteiden vaurioitumisen suhteen suunniteltujen asuinrakennusten osalta.

5. RUNKOMELUTARKASTELUT

5.1 Ohjearvot ja arviointiperusteet

VTT:n julkaisua "Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi, VTT Tiedotteita 2468, Espoo, 2009" käytetään Suomessa yleisesti liikenteestä aiheutuvan runkomelun arvioinnissa. Julkaisussa esitetään runkomelun kolmetasoinen arviointimenettely, joista tarkin taso perustuu tunnusluukuun, joka määritetään mittaustulosten perusteella.

Taulukossa 5.1 on esitetty suositus Suomessa käytettävistä runkomelutasojen ohjearvoista. Suosituksen ohjearvoja asetettaessa tavoitteena on ollut häiriövaikutuksen rajoittaminen minimiin. Koska häiriövaikutuksen on havaittu syntyvän, kun $L_{pASmax} \geq 35$ dB, ohjearvot ovat asunnoissa tätä pienemmät.

Ympäristöministeriön ääniympäristöohjeessa (2018) annetaan maaperäiselle runkomelutasolle L_{prm} ohjearvo 30 dB ja avoradoilla 35 dB.

Taulukko 5.1: VTT:n suosittelemat runkomelun ohjearvot.

Rakennustyyppi	Runkomelutaso L_{pm} [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 kaavamääräyksellä on annettu ohje julkisivun ilmäääneneristävyydestä, on suositeltavaa käyttää runkomelutason tiukempaa ohjearvoa.

Kohteen asemakaavaa varten laaditussa meluselvityksessä on esitetty suositus julkisivun ääneristävyyden vaatimuksen asettamisesta. Lisäksi kohde sijaitsee liikennemelualueella. Rakennuslupamenettelyssä noudatetaan asetusta rakennusten ääniympäristöstä, joka edellyttää, että melualueella sijaitsevassa asuinrakennuksessa ulkovaipan äänitasoero tulee olla vähintään 30 dB. Täten selvityksessä on käytetty tavoitearvoina runkomelutason tiukempia ohjearvoja.

5.2 Runkomelutarkastelut, arviointitaso 1

Kuten liikennetärinälle, myös runkomelulle on esitetty kolme eri arviointitasoa. Arviointitaso 1 perustuu turvaetäisyyden käyttöön. Kokemusperäisesti on voitu määrittää etäisyys, jota kauempana tarkempi runkomelutarkastelu ei enää ole tarpeen. Arviointitasossa 2 tehdään värähtelyn siirtotiehen perustuva laskennallinen arviointi. Laskelma on hyvin empiirinen ja perustuu kokemuksiin tyypillisistä mittaustuloksista. Arviointitasossa 3 runkomelu todennetaan mittaamalla

Julkaisussa Talja & Saarinen (2009): "Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi" (VTT T2468) on esitetty arviointitason 1 etäisyydet (taulukko 5.2). Taulukon avulla voidaan määrittää etäisyys väylästä, jota kauempana runkomelutason voidaan katsoa olevan alle 35 dB (pintaväylä) tai alle 30 dB (kalliotunneli)

Taulukko 5.2. Runkomelun turvaetäisyydet (Talja & Saarinen 2009, VTT T2468)

	Maapohja, väylän sijainti ja runkomelutason raja			
Liikennetyyppi	pehmeä maa, pintaväylä, 35 dB	kova maa, pintaväylä, 35 dB	kallio, tunneli, 30 dB	kallio, pintaväylä, 35 dB
Tieliikenne, 50 km/h	< 5 m	< 5 m	< 5 m	< 5 m
Tieliikenne, 100 km/h	< 5 m	< 5 m	< 5 m	5 m
Raitiovaunu, 40 km/h	< 5 m	15 m	50 m	120 m
Metro tai lähijuna, 80 km/h	< 5 m	30 m	90 m	160 m
Lähijuna, 160 km/h	10 m	60 m	130 m	200 m
Sähkömoottorijuna, 220 km/h	15 m	70 m	150 m	>200 m
IC-juna, 160 km/h	40 m	130 m	200 m	>200 m
Tavarajuna, 100 km/h	60 m	160 m	>200 m	>200 m

Taulukossa 5.2 maapohja on oletettu samaksi väylän ja rakennuksen alla ja sen paksuuden on oltava vähintään 3 m. Taulukosta 5.2 parhaiten tulee kyseeseen raitiovaunu 40 km/h. Tarkempi laskennallinen tarkastelu on kuitenkin tarpeen.

5.3 Runkomelutarkastelut, arviointitaso 2

Laskennallisen arviointitason perustana on ns. äänitason peruskäyrä L_v , jonka arvoa korjataan värähtelyn aiheuttajasta, siirtotiestä ja rakennuksesta riippuvilla nopeustason korjaustekijöillä. Peruskäyrä voidaan esittää lausekkeella:

$$L_v = 103 \text{ dB} - 14 \text{ dB} \cdot \log_{10} \left(\frac{d}{10 \text{ m}} \right) - 0,8 \text{ dB} \cdot \left(\frac{d}{10 \text{ m}} \right)$$

missä

d etäisyys väylän reunasta.

Laskennallinen sisätilojen runkomelutaso L_{pA} saadaan peruskäyrän ja yhteenlaskettujen korjaustekijöiden avulla:

$$L_{pA} [\text{dB}] = L_v + \sum \Delta L_{v,i}$$

Taulukkoon 5.3 on kerätty suunnittelukohteessa valitut äänenpainetaso korjaustekijät.

Taulukko 5.3. Laskennassa käytetyt korjaustekijät.

Korjaustekijät		Korjauksen vaikutus [dB]
Liikennetyyppi: raitiovaunu		0
Ajonopeus: 40 km/h		-8
Jousitus	normaali jousitus	0
Hyväkuntoinen rata		0
Ei jyrkkiä kaarteita tai epäjatkuvuuskohtia (vaihteet)		0
Radan eristämistapa: ei eristystä		0
Väylän sijainti: avorata		0
Tarkasteltava kerros	1.krs (alin kerros)	0
	2.krs	-2
Rakennusosien resonanssin vaikutus		+6
Muunnos äänenpainetasoksi		-28
Muunnos A-painotetuksi äänenpainetasoksi	Alaraja: hallitseva taajuusalue 30-60 Hz	-35
	Yläaraja: hallitseva taajuusalue yli 60 Hz	-20
Varmuusmarginaali		+6

Laskennan maalajien oletukset

Savi

- kerrostalo, perustuksen ja kallion välissä maa-ainesta $\geq 3 \text{ m}$ (-10 dB)
- kerrostalo, perustuksen ja kallion välissä maa-ainesta $< 3 \text{ m}$ (0 dB)

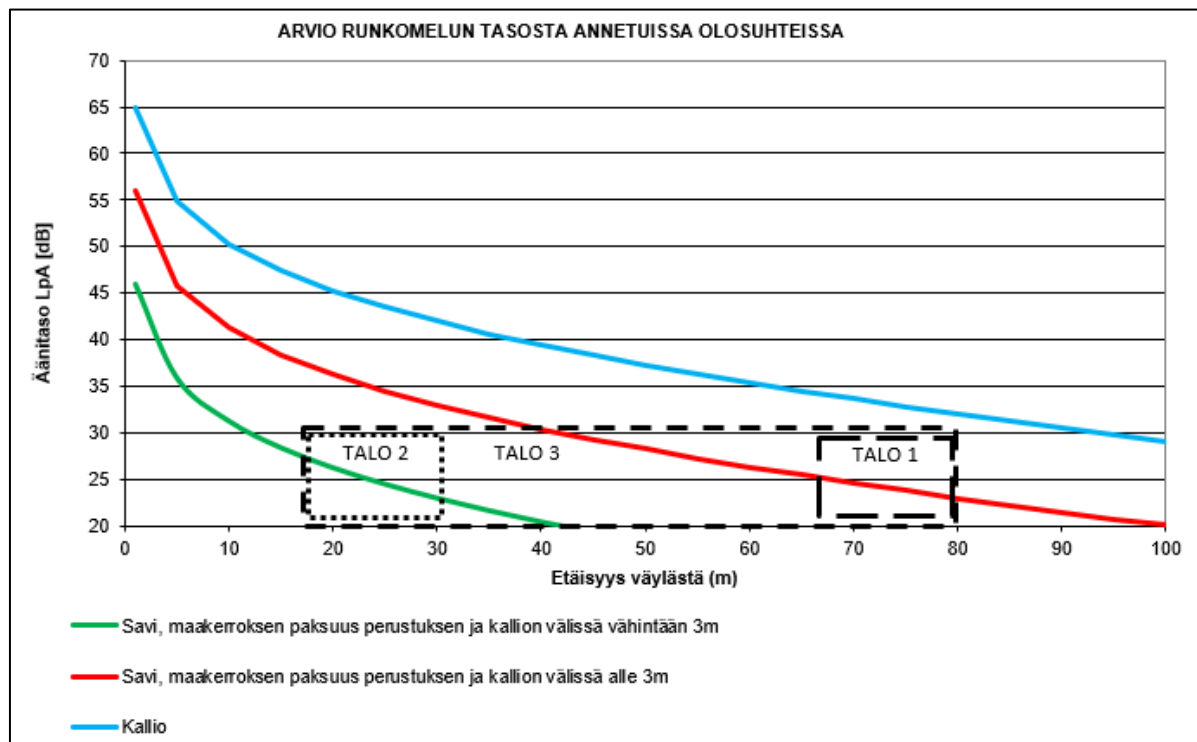
Kallio

- kalliolle perustettu rakennus / paaluperustus tai perustuksen ja kallion välissä maa-ainesta $< 3 \text{ m}$ (0 dB)
- ei resonanssia (0dB)

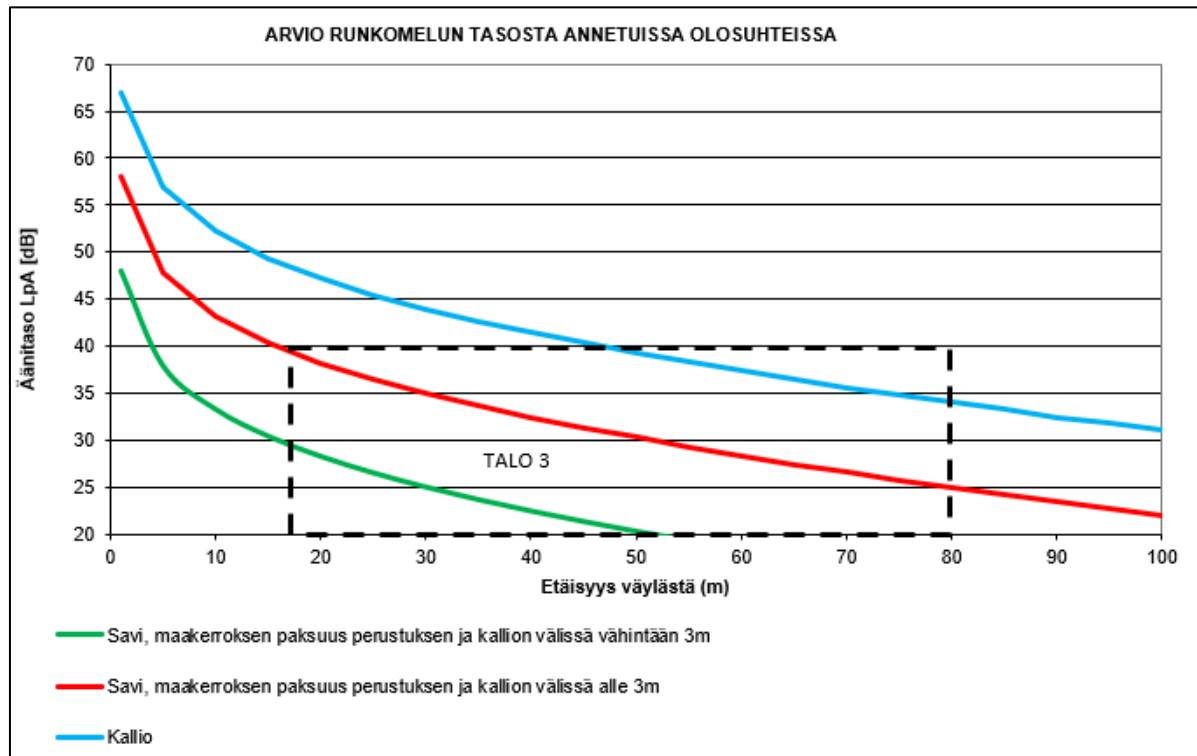
Mikäli perustuksen ja kallion välinen maa-aines kerros on ohut (alle 3 m), runkomelutaso voi kasvaa laskentamenetelmän perusteella 10 dB verran. Toisaalta kallion kautta siirtyvän värähtelyn tapauksessa rakennuksille ei oleteta resonanssia (+6 dB), sillä tyypillisesti kallion kautta välittyvät värähtelytaajuudet ovat huomattavasti korkeampia kuin rakennusten rungon ominaistajuu-

Laskennallinen tarkastelu vastaa tilannetta, jossa raitiotiehen ei ole toteutettu runkomelueristystä. Laskennassa huomioitiin asuntojen osalta runkomelun vaimeneminen ylempiin kerroksiin siirryttäessä. Selvityksessä tarkasteltiin savimaaperän kautta siirtyvän runkomelun lisäksi mahdollinen kallioreitti.

Kuvissa 5.1 ja 5.2 on esitetty raitiovaunuista aiheutuva laskennallinen sisätilojen runkomelutaso tehdyillä oletuksilla etäisyyden funktiona. Kuvissa on esitetty mustilla laatikoilla rataa lähimmäksi suunnitellut asuinrakennukset (vaaka-askelilla etäisyys radasta [m] ja pystyakselilla sovellettava ohjearvo [dB]).



Kuva 5.1. Laskennallinen raitiovaunuista aiheutuva kohteen asuntojen (2.krs) runkomelutaso maareittiä (savi) sekä mahdollista kallioreittiä pitkin.



Kuva 5.2. Laskennallinen raitiovaunuista aiheutuva kohteen liiketilan (1.krs) runkomelutaso maareittiä (savi) sekä mahdollista kallioreittiä pitkin.

Kohteen asemapiirroksen (25.3.2022) mukaisten talojen julkisivujen etäisyys raitiotien lähemmän raiteen keskilinjasta on talojen 2 ja 3 kohdalla n. 17 metriä ja talon 3 kohdalla n. 67 metriä.

Tilatyypeille suositellaan sovellettavan joko normaalia tai 5 dB verran tiukempaa runkomelutason ohjearvoa, sen perusteella onko kyseessä avorata tai koskeeko rakennusta asemakaavamääräys julkisivun ilmaääneneristävydestä. Asuinrakennuksille sovellettavat ohjearvot ovat 30/35 dB. Liiketilalle sovellettavat ohjearvot ovat 40/45 dB.

Maaperäolosuhteet sekä perustamistapa vaikuttavat merkittävästi rakennukseen siirtyvään runkomelutasoon. Alueen maaperäkartan (kuva 2.1) perusteella maaperä radan läheisyydessä on enimmäkseen savea. Monissa paikoin suunnittelualueen läheisellä alueella tehty kairaukset ovat päättyneet kiveen, lohkareseen tai kallioon alle 5 metrin syvyydessä.

Laskennallisten tarkastelun perusteella runkomelun kannalta merkitsevin tilanne on värähtelyn siirtyminen rakennukseen mahdollisen kallioreitin välityksellä kallion varaisen perustuksen tai paaluperustuksen tapauksessa. Savimaaperäreitien tapauksessa rakennukseen siirtyvän runkomelun voimakkuuteen vaikuttaa maakerroksen paksuus perustuksen ja kallion välissä.

Kallioreitin tapauksessa runkomelutaso ylittää tiukemman runkomelutason tiukemman ohjearvon 30 dB kohteen talon 2 kaikkien kerrosten asuntojen sekä liiketilan osalta. Talossa 1 sekä osittain talossa 3 ohjearvo ei ylitä ylempien kerrosten osalta.

Savimaaperän tapauksessa runkomelutaso voi ylittää runkomelutason tiukemman ohjearvon 30 dB kohteen talossa 2 kaikkien kerrosten asuntojen osalta. Talossa 3 ohjearvo voi ylittyä osassa asuntoja ja talossa 1 ohjearvo ei ylitä.

Laskennallisen tarkastelun kallioreitin oletus todennäköisesti yliarvioi aiheutuvaa runkomelutasoa kohteen tapauksessa, koska laskennan oletuksen mukaista jäykkää kytkentää raitiotien ja rakennusten välillä tuskin tulee tapahtumaan. Siitä huolimatta runkomelutasot voivat ylittää sovellettavat ohjearvot ainakin osassa kohteen rakennuksia.

6. TULOSTEN ARIOINTI JA JOHTOPÄÄTÖKSET

6.1 Liikennetärinä

Raitiotieliikenteen aiheuttama liikennetärinä on laskennallisesti vähäistä ja kohteen kaikissa rakennuksissa saavutetaan tärinän ohjearvot. Rakennuksissa esiintyvä liikennetärinä asettuu kaikkien asuinrakennusten kohdalla luokkaan A, *"Hyvät asuinolosuhteet"*.

6.2 Runkomelu

Suuntaa antavan laskennallisen runkomelutarkastelun perusteella runkomelun suositeltu tiu-
kempi ohjearvo 30 dB saattaa ylittyä kohteen rakennusten osalta kokonaan tai osittain. Lasken-
tatulos on kuitenkin melko epävarma, sillä se perustuu hyvin vahvoin kokemuseräisiin oletuk-
siin värähtelyn etenemisestä maa- ja kallioperässä. Raitiotieliikenteen mahdollinen runkomelu-
haitta tulee huomioida jatkosuunnittelussa. Suositeltavin vaimennusratkaisu on toteuttaa runko-
melueristys raitiotien toteutuksessa ratarakenteeseen, jolloin ei todennäköisesti tarvita lisäksi
runkomelueristystä rakennusten perustuksiin. Raitioiteitä lähimpien rakennusten julkisivujen koh-
dalla tulee joka tapauksessa varautua siihen, että anturoita ja maanpaineeseiniä vasten asenne-
taan ns. sekundaarieristys EPS-levyllä. Sekundaarieristyksen tarkoitus on osaltaan katkaista vä-
rähähtelyn siirtotie pintamaasta perustuksiin.

Suositellaan, että asemakaavaan sisällytetään maininta rautatieliikenteestä aiheutuvan runkome-
lutason ohjearvosuosituksista asuin- sekä liiketiloille. Suositeltavinta on, että pääasiallinen run-
komeluntorjunta toteutetaan pikaraitiotien ratarakenteessa.

LÄHTEET

Talja, A. 2011: Ohjeita liikennetärinän arviointiin, VTT T2569

Talja, A. & Saarinen, A. 2009: Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi, VTT T2468

Talja, A. & Törnqvist, J. 2014: Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius. VTT R-04703-14

Talja, A, Vepsä, A, Kurkela, J & Halonen, M. 2008: Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi, VTT T2425

Törnqvist, J & Talja, A. 2006: Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa

Ympäristöministeriö, 2017: Ympäristöministeriön asetus 796/2017 rakennuksen ääniympäristöstä

Ympäristöministeriö, 2018: Ympäristöministeriön ääniympäristöohje

Espoon ja Helsingin kaupungit, 2015: Raide-Jokeri Hankesuunnitelma