

Jukka Pätynen, Janne Saarelainen, Mats Heikkinen

14.8.2025

Fesconin alueen asemakaavamuutos

Asiakas: Raahen kaupunki / Kaavoitus

Yhteyshenkilö: Anu Syrjäpalo

RUNKOMELU- JA TÄRINÄSELVITYS**1 TAUSTA**

Raahessa Fesconin alueelle on vireillä asemakaavamuutos. Kohde sijaitsee Rautaruukintien, Satamajärventien ja Lapaluodontien välisellä alueella, joka rajautuu itäpuolella kulkevaan satama- ja teollisuus- aluetta palvelevaa rautatiehen. Rataosuudella kulkeva liikenne koostuu tavarajunista, joiden värinävaikutukset kohdistuvat kaavamuutosalueelle. Aluetta suunnitellaan käytettäväksi uusille teollisuus- ja toimistorakennuksille.

Tässä raportissa on arvioitu raideliikenteen runkomelu- ja värinävaikutuksia kaava-alueen toimintojen sijoittelun ja niiden edellyttämien ehtojen sekä kaavamääräysten näkökulmasta. Raportissa esitetyt tulokset pohjautuvat värähtelyn laskennalliseen mallinnukseen sekä vastaavissa kohteissa aiemmin tehtyjen raideliikenteen värinämittausten aineistoihin.

2 LIIKENTEEN AIHEUTTAMA TÄRINÄ JA RUNKOMELU

Liikenteen aiheuttama värähtelyheräte kytkeytyy maaperän ja katualueiden kovien pintarakenteiden välityksellä rakennuksiin. Kun värähtely siirtyy rakennusrunkoa pitkin sisätiloihin, se voi aiheuttaa kuultavissa olevaa runkomelua tai havaittavaa värinää. Värinä on tunto- tai tasapainoaistilla havaittavaa pienitaajuisia värähtelyä (taajuusalue 1...80 Hz), ja runkomelu on värähtelyn aiheuttamaa korvin kuultavaa ilmaääntä (taajuusalue 16...500 Hz).

Pienitaajuinen värinä etenee pehmeässä maaperässä tehokkaasti ympäristöön, mutta vaimenee pitkamailla melko nopeasti. Toisin kuin värinä, runkomelu etenee kalliolla ja myös pitkamaalajeissa tehokkaasti. Kytkeytyminen rakennusrunkoon tapahtuu tyypillisesti rakennuksen perustusten kautta. Raideliikenteen varsilla runkomeluheräte voi lähietäisyyksillä kytkeytyä rakennukseen myös sivusuunnassa raidealueen ja rakennuksen väliin jäävän jäykän pintamaakerroksen ja kadun pintarakenteiden välityksellä.

3 OHJEARVOT

Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun ja värinän ohjearvot on esitetty *taulukossa 1*. Standardin SFS 5907:2022 luokka A2 vastaa laadultaan tavanomaista tasoa [1]. Runkomelun tavoitetasona uusille **toimisto- ja neuvottelutiloille** on $L_{pm} \leq 40$ dB. Luokan A2 mukainen värinän tavoitetaso on $v_{w,95} \leq 0,60$ mm/s. **Teollisuustiloille** ei ole voimassa runkomelun ja värinän ohjearvoja, sillä toiminnan itsensä aiheuttama melu ja värinä usein ylittävät liikenteestä aiheutuvat häiriöt. Värinäherkkien toimintojen tai laitteiden tapauksessa tulee soveltaa toiminto- tai laitekohtaisia olosuhdevaatimuksia.

Maaperäisen värinän aiheuttaman rakennusten vaurioitumisriskin ohjearvona voidaan soveltaa VTT:n tutkimusraportin VTT-R-04703-14 mukaista värinäalueiden luokittelua [2]:

- V-alue: Lähinnä rataa oleva alue, jolla maaperän värinä on niin voimakasta, että se voi aiheuttaa vahinkoriskin rakennuksille tai rakenteille.
- H-alue: Hyväkuntoisiin ja tavanomaisiin rakennuksiin ei yleensä aiheudu niiden käyttökelpoisuutta häiritseviä vaurioita, jos liikennetärinä on huomiotu resonanssille herkkien rakenteiden suunnittelussa. Tärinä on kuitenkin yleensä selvästi havaittavissa ja häiritsee usein asumismukavuutta. Vaurioitumisriskin arvioinnissa tulee ottaa huomioon rakennuskanta ja käytetyt rakennusmateriaalit.
- E-alue: Tärinä ei aiheuta normaalikuntoisten rakenteiden vaurioitumista, mutta voi häiritä asumismukavuutta. Vaikutus asumismukavuuteen on tarkistettava erikseen VTT Tiedotteen 2569 mukaan.

Luokittelun värinäarvot riippuvat maaperän ominaisuuksista. *Taulukossa 2* on esitetty tarkasteltavalle kohteelle sovellettavat arvot, missä normaalikuntoisten rakennusten vaurioitumisriskin E-alueen värinävyöhykkeillä värähtelyrajaksi on esitetty $v_{\max} < 1,4$ mm/s.

Taulukko 1: Avoradan liikenteen runkomelun ja värinän ohjearvot toimistotiloissa [1]. Laatualueen A2 ohjearvot on korostettu.

	runkomelu L_{prm}	tärinä v_{w95}
Tilatyypit	A1 / A2 / A3	A1 / A2 / A3
Toimistot ja neuvottelutilat	35 / 40 / 45 dB	0,30 / 0,60 / 0,90 mm/s

Taulukko 2: VTT:n värinäalueiden rajauksessa käytetyt värähtelyrajat kohdealueelle sovellettavissa maaperäolosuhteissa. E-alueen värähtelyraja on korostettu.

Maalaji	Sitkeä savi, siltti, löyhä hiekka	Tiivis hiekka, sora, moreeni, rikkonainen tai löyhä kallio
Värähtelyssä hallitseva taajuus	10...20 Hz	20...50 Hz
V-alue	4,2 mm/s	6 mm/s
H-alue	1,4...4,2 mm/s	2...6 mm/s
E-alue	alle 1,4 mm/s	alle 2 mm/s

4 LÄHTÖTIEDOT

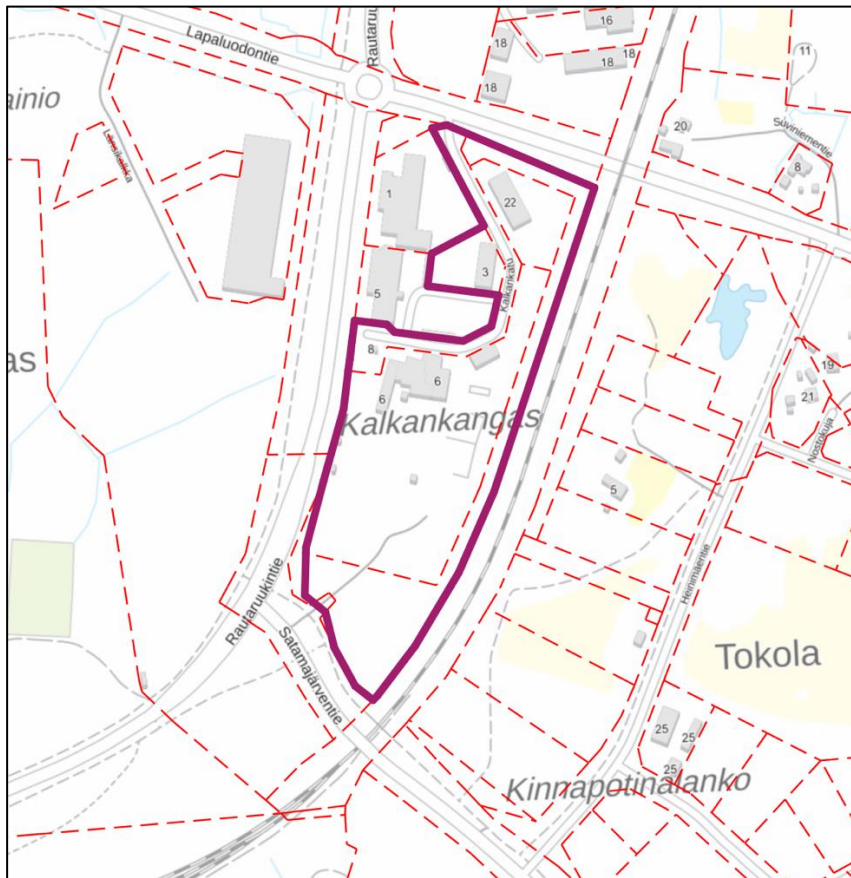
4.1 Kaavamuutosalue

Suunnittelualueelle ei ole lähtötiedoissa esitetty massoitteita. Kohteessa sijaitsee nykyisin joitakin teollisuusrakennuksia. Alueen sijainti junarataan nähden on esitetty *kuvassa 1*.

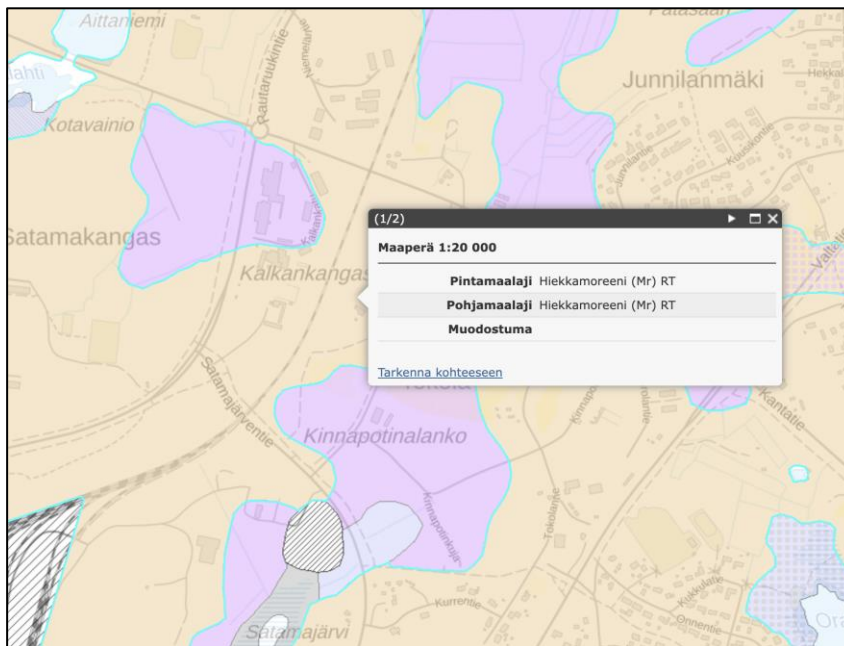
Kaava-alueen etäisyys junaradasta on lähimmillään noin 17 metriä ja enimmillään noin 182 metriä.

4.2 Maaperäolosuhteet

Alueen maaperäolosuhteet ovat Maanmittauslaitoksen kartta-aineiston [4] perusteella pääasiallisesti hiekkamoreenia. Kohteen läheltä saatujen pohjatutkimustietojen [5] perusteella humus-/turvekerroksen alla alueella on 2,5...9 m paksuinen karkean koheesiomaan kerrostuma. Painokairaukset ovat päättyneet tiiviiseen maakerrokseen, kiviin, lohcareisiin tai kallioon noin 7...15,5 m syvyydessä. Tarkempien lähtötietojen puuttuessa laskennassa on oletettu, että junarata on perustettu maanvaraisesti.



Kuva 1: Ote taustakartasta, jossa kaavamuutosalue on korostettu [3].



Kuva 2. Maaperäolosuhteet kaava-alueella. [4]

4.3 Raideliikenne

Rataosuudella kulkevien tavarajunien bruttopainot ovat enimmillään 5200 tn, ja junien enimmäispituus on noin 750 m [6]. Rataosuuden nopeusrajoitus on 35 km/h. Suunnitellun alueen eteläpuolella Satamajärventien sillan läheisyydessä rata haarautuu usealle tehdasalueen raiteelle vaihteiden kautta. Lähimmän vaihteen etäisyys on noin 65 metriä kaava-alueesta. Vaihteen kohdalla kiskojen pintaan oletetut epäjatkuvuuskohdat on huomioitu mallinnuksessa värähtelyä vahvistavana pistelähteenä.

5 RUNKOMELUN JA TÄRINÄN MALLINNUS

Raideliikenteen aiheuttamaa runkomelua ja värinää mallinnettiin VTT:n suositusten [7, 8] mukaisilla laskentamenetelmillä ympäristöä sekä junaliikennettä koskeviin lähtötietoihin perustuen. Runkomelun leviämislaskennassa hyödynnettiin lisäksi tausta-aineistona aiemmin muista kohteista kerättyjä tavarajunaliikenteen värähtelyn mittaustuloksia VTT:n laskentamallien kalibrointia varten.

6 MALLINNUSTULOKSET

6.1 Runkomelu

Kaava-alueen rataa lähimmällä vyöhykkeellä runkomelutasojen laskennalliset tulokset alimmissa kerroksissa ylittävät $L_{prm} \geq 45$ dB, kun etäisyys radasta on alle 37 metriä. Toimistotiloille suositeltu luokan A2 mukainen runkomelutaso $L_{prm} \leq 40$ dB täyttyy laskennallisen arvion perusteella noin 70 metrin etäisyydellä yksiraiteisesta rataosuudesta. Alueen eteläkärjestä laskettuna vastaava etäisyys ulottuu vaihteen vahvistavan vaikutuksen myötä noin 86 metrin säteelle.

Mallinnustulokset kartalla on esitetty *kuvassa 2*.

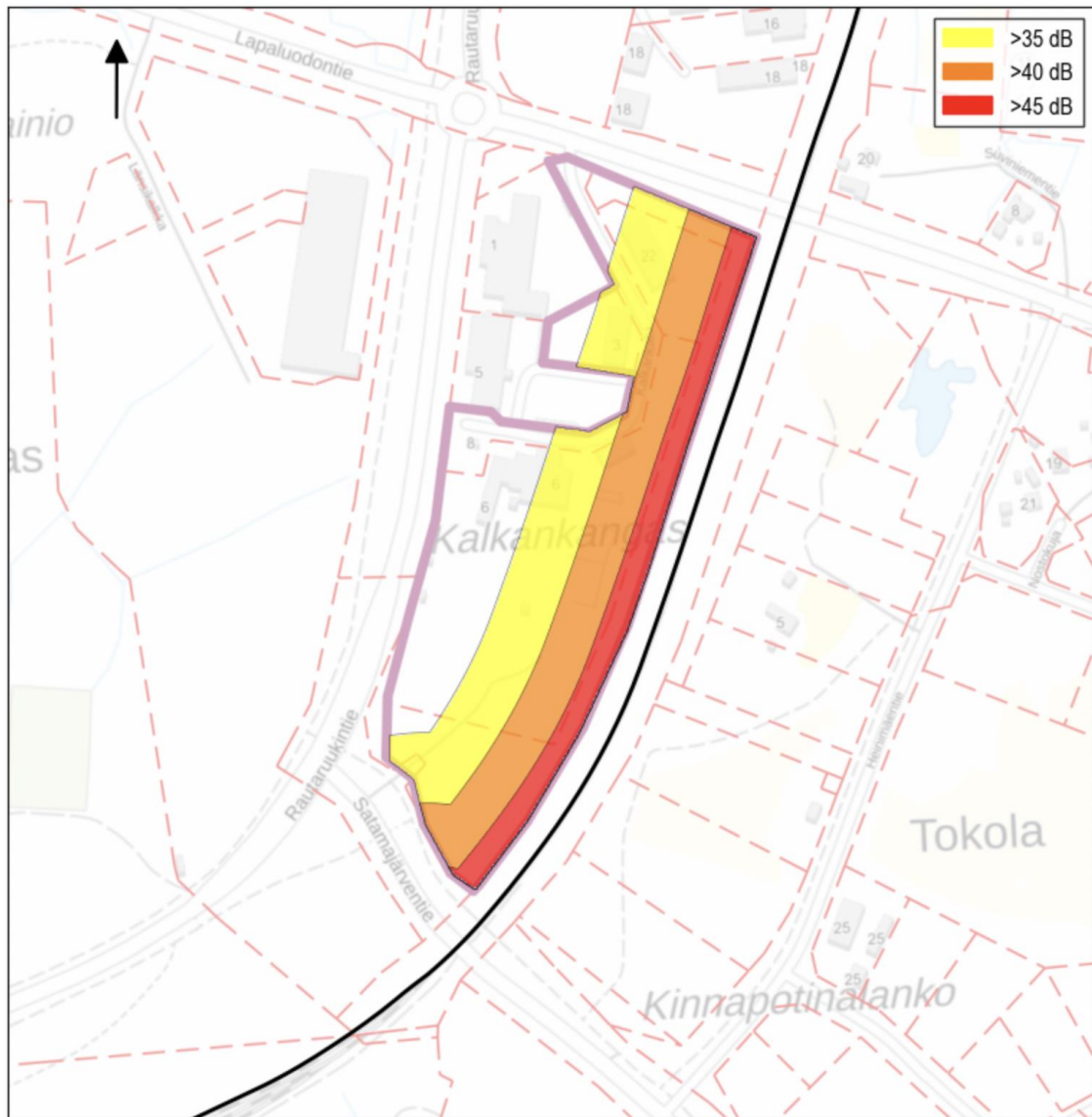
6.2 Tärinä

Tärinää mallinnettiin sekä ihmisten kokeman häiriön kannalta W_M -taajuuspainotetulla värähtelynopeuden arviointisuureella $v_{w,95}$ että rakennusten vaurioitumisalttiuden (v_{max}) tarkastelua varten.

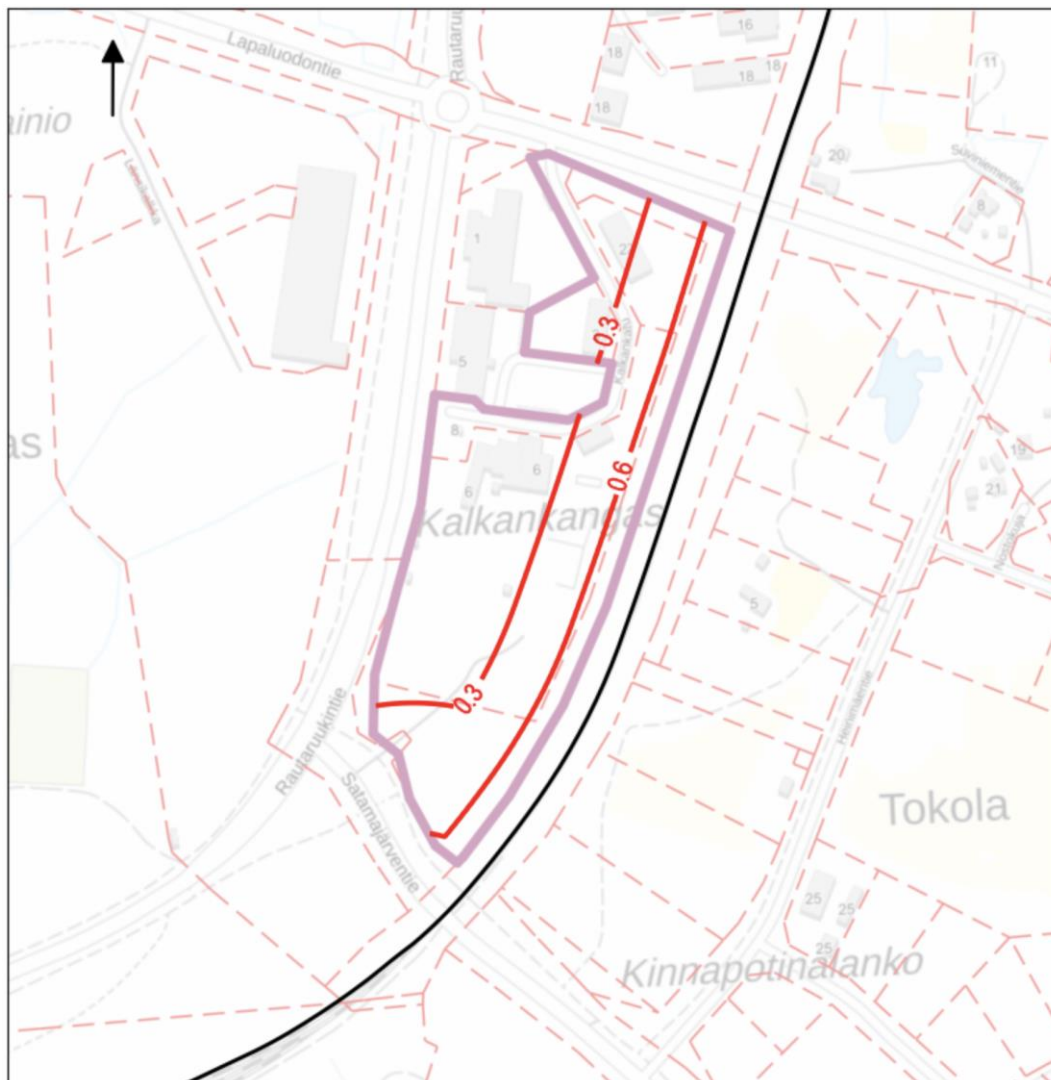
Mallinnustulosten perusteella liikennetärinän toimistotiloille sovellettava tavoitetaso $v_{w,95} \leq 0,6$ mm/s täyttyy, kun etäisyys radasta on yli 38 metriä. A1-luokan tärinäolosuhteet ($v_{w,95} \leq 0,3$ mm/s) täyttyvät yli 82 metrin etäisyydellä radasta. W_M -painotetun tärinän mallinnustulokset kartalla on esitetty *kuvassa 3*.

Normaalikuntoisten rakennusten vaurioitumisriskin E-alueen värähtelynopeuden raja-arvo $v_{max} < 1,4$ mm/s [2] täyttyy, kun etäisyys radasta on yli 27 metriä.

Tärinän laskennassa on huomioitu VTT:n mukainen ilman kohdekohtaisia mittauksia sovellettava varmuuskerroin [8].



Kuva 2. Arvio tavarajunaliikenteen aiheuttamista runkomelutasoista (L_{pm}) tarkastelualueella.



Kuva 3. Arvio tavarajunaliikenteen aiheuttamista tärinäarvoista ($v_{w,95}$) tarkastelualueella. Suoran rata-osuuden kohdalla arvo $v_{w,95} \leq 0,6$ mm/s täyttyy 37 m etäisyydestä alkaen. 0,3 mm/s alittuu noin 82 metriä suuremmilla etäisyyksillä radasta. Tulokset sisältävät VTT:n mukaisen ilman kohdekohtaisia määrittämiä sovellettavan varmuuskertoimen [8].

7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEEENVETO

Laskennallisen mallinnuksen perusteella kaavamuutosalueella tavarajunaliikenteen aiheuttamat runkomelutasot ylittävät rataa lähinnä olevilla alueilla $L_{prm} > 40$ dB. Mikäli kohteeseen suunnitellaan toimistotiloja, niiden sijoittelulle suositellaan ensisijaisesti Rautaruukintietä lähinnä olevaa vyöhykettä, jolloin rakennusten perustuksiin ei tarvitse toteuttaa rakenteellista runkomelueristystä. Teolliselle toiminnalle ei arvioida olevan runkomelusta aiheutuvia rajoituksia.

Raideliikenteestä aiheutuvat tärinäarvojen arvioidaan ylittävän toimistotiloille sovellettavat tyypilliset tavoitetasot, mikäli etäisyys rataan on alle 37 metriä. Rakennusten vaurioitumisriskin osalta E-tärinäalueen värähtelyraja $v_{max} < 1,4$ mm/s täyttyy yli 27 metrin etäisyyksillä radasta.

Kaavoituksessa suositellaan huomioitavaksi seuraavat lähtökohdat:

Raideliikenteen aiheuttama runkomelu ja tärinä tulee huomioida toimistotilojen suunnittelussa ja rakentamisessa, mikäli rakennukset sijoittuvat alle 70 metrin etäisyydelle raiteesta. Tätä lyhyemmällä etäisyyksillä suositellaan vaikutusten arviointia varten tarkentavia värähtelymittauksia. Alle 27 metrin etäisyyksillä radasta rakennusten E-tärinäalueen värähtelyraja voi ylittyä. Runkomelusta ja tärinästä aiheutuvien häiriöiden välttämiseksi toimistotilat suositellaan sijoitettavaksi Rautaruukintietä lähinnä olevalle vyöhykkeelle.



Jukka Pätynen
Akustikko, TkT



Timo Peltonen
DI, FISE PV (akustiikka)

VIITTEET

1. Suomen Standardisoimisliitto. SFS 5907:2022. Rakennusten akustinen suunnittelu ja laatuluokitus. 2022.
2. Talja A., Törnqvist J. Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius. VTT Tutkimusraportti VTT-R-04703-14. Espoo 2014.
3. Kaavamuutoksen lähtötietoaineisto, Raahen kaupunki. 20.5.2025.
4. Maanmittauslaitoksen karttapalvelu. <https://gtkdata.gtk.fi/maankamara/>
5. Geopalvelu Oy. Raahen maakaapelireitti ja Kummatin sähköasema, Perustamistapalausunto, työnro 220181. 27.10.2020.
6. Tiedot melu- ja tärinälaskentaa varten, SSAB, Raahen kaupunki, Kaavoitus. Sähköposti 24.4.2025.
7. Talja A., Saarinen A. Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi. Esiselvitys. VTT Tiedotteita 2468. Espoo, 2009.
8. Törnqvist, J. ja Talja, A., ym. Suositus liikennetärinän arvoimiseksi maankäytön suunnittelussa. VTT Working papers 50. Espoo 2006.