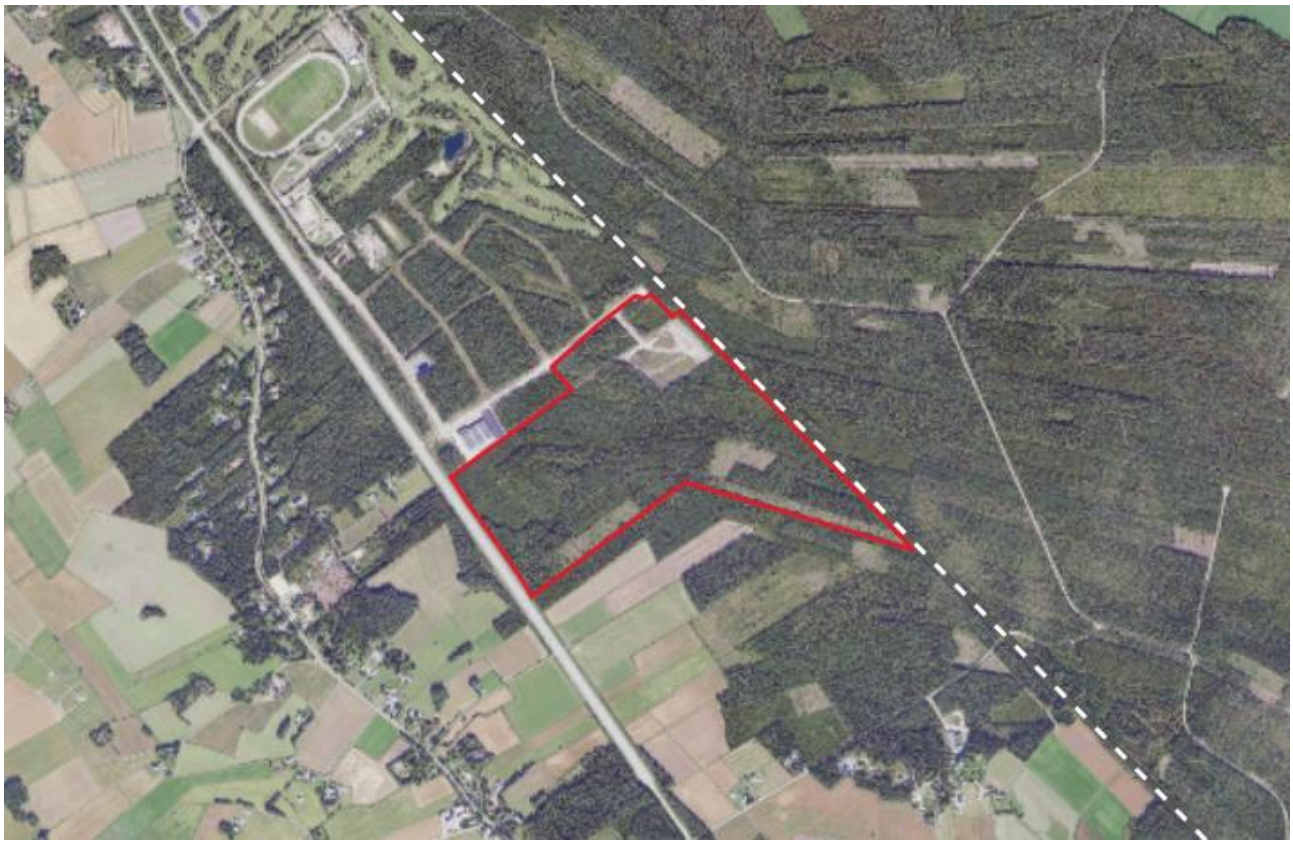
Tärinä- ja runkomeluselvitys

Nivalan Teollisuuskylän bio- ja kiertotalousalueen asemakaava ja selvitykset

Nivalan bio- ja kierotalousalueen kaavan tärinä- ja runkomeluselvitys on saanut ympäristöministeriön avustusta ’Avustukset vihreän siirtymän investointihankkeiden edistämiseksi’ -ohjelmasta.



SWECO

Muutosluettelo

Versio	Päiväys	Muutoksen kuvaus	Tarkastettu
Luonnos	30.5.2024		Alina Reiman
Valmis	12.3.2025	Tavarajunan massa päivitetty	Alina Reiman

Sisältö

1. Hankkeen kuvaus 4
   1.1 Yleistä 4
   1.2 Lähtötiedot 4
      1.2.1 Liikennetiedot 4
      1.2.2 Maaperä 5

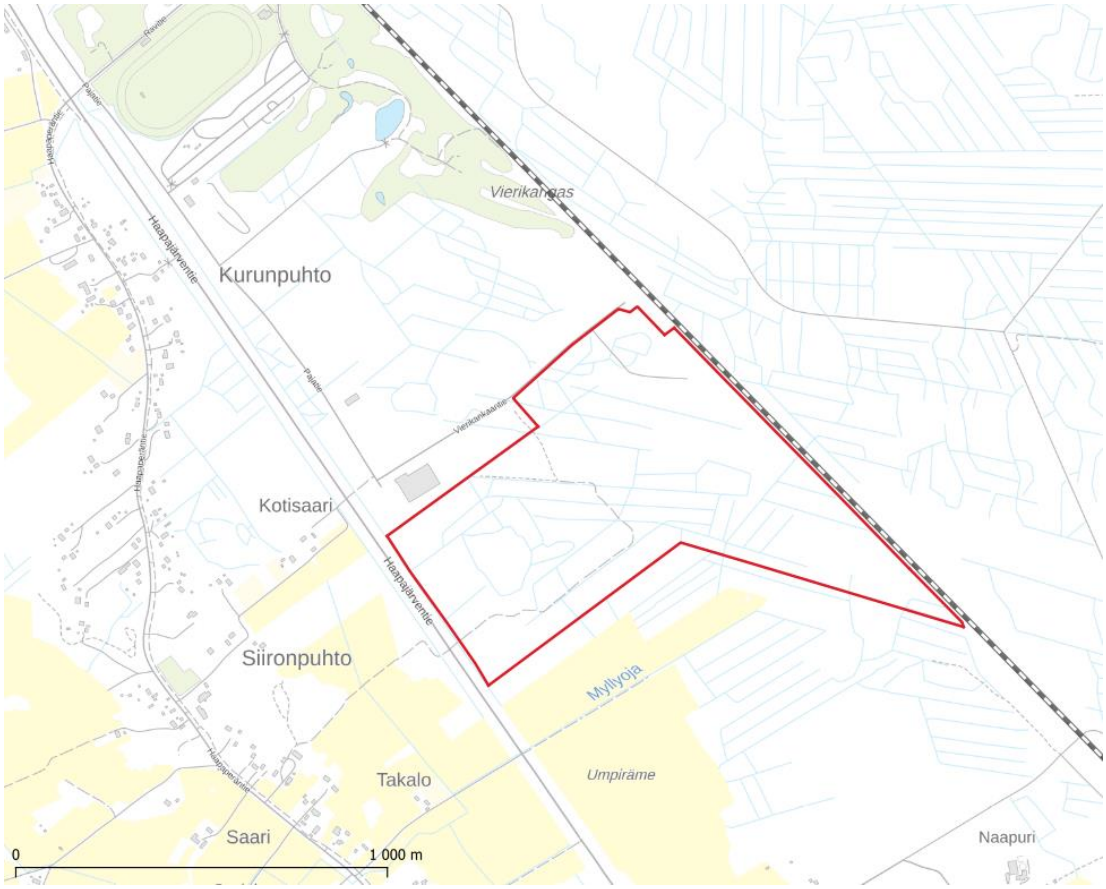
2. Tärinä- ja runkomeluselvitys 6
   2.1 Tärinä 7
   2.2 Tärinän aiheuttama runkomelu 8
   2.3 Tulokset 10
      2.3.1 Tärinä 10
      2.3.2 Runkomelu 10
   2.4 Yhteenveto ja suositellut jatkotoimenpiteet 11

Lähteet 12
Liitteet 12

1. Hankkeen kuvaus

1.1 Yleistä

Tämä tärinä- ja runkomeluselvitys on tehty Nivalan teollisuusylän bio- ja kiertotalousalueen asemakaavan laatimisen yhteydessä. Suunnittelukohteen pinta-ala on noin 60 ha (ks. Kuva 1). Alue rajoittuu lännessä asemakaava-alueeseen, pohjoisessa rautatiehen ja etelässä vt27 (varalaskupaikka). Idässä alue rajoittuu metsäalueeseen. Selvitysalueen maat omistaa Nivalan kaupunki. Alueen pohjoiskulmassa on noin 4 ha:n kaupungin maakaatopaikka ja sen eteläpuolella Skarta Oy:n noin 7 hehtaarin aurinkovoimapuisto. Kaavoitettava alue on metsämaata. Suunnittelun tavoitteena on laatia asemakaava, jolla luodaan yleiskaavaan pohjautuen alueella tontteja, jotka mahdollistavat teollisen mittaluokan biokaasutuotantolaitoksen, vetytalouden sekä muiden bio- ja kiertotalouslaitosten rakentamisen.



Kuva 1 Selvitysalueen suuntaa antava rajaus punaisella merkittynä (Taustakartta MML 2024).

1.2 Lähtötiedot

1.2.1 Liikennetiedot

Selvityksessä on huomioitu Iisalmi–Ylivieska-rataosan raideliikenne nyky- ja ennustetilanteessa sekä Haapajärventien kumipyöräliikenne. Selvitysaluetta rajaavalla radalla on sekä henkilö- ja tavaraliikennettä. Tärinä- ja runkomelulaskennoissa käytetyt raideliikennetiedot perustuvat nykytilanteen liikennemäärätietoihin sekä laadittuihin liikenne-ennusteisiin (Traficom, 2022 ja 2024). Nyky- ja ennustetilanteen raideliikennemäärät

on esitetty alla (Taulukko 1 ja Taulukko 2).

Taulukko 1 Nykytilan liikennetiedot.

Tyyppi	Selitys	Päivä klo 7-22 [kpl]	Yö klo 22-7 [kpl]	Suositeltu nopeus/ nopeusrajoitus [km/h]	Todellinen nopeus [km/h]
HDM	Dm12-kiskobussi	4	0	120	100
T	Suomalaisista vaunuista koostuvat tavarajunat	8	10	100	70

Tulevaisuudessa selvitysalueelle ei ole tulossa nykytilasta poikkeavaa kalustoa, mutta tavarajunien määrän on arvioitu hieman kasvavan (vrt. Taulukko 1 ja Taulukko 2). Liikennöintinopeudet pysyvät ennallaan.

Taulukko 2 Ennustetilanteen liikennetiedot.

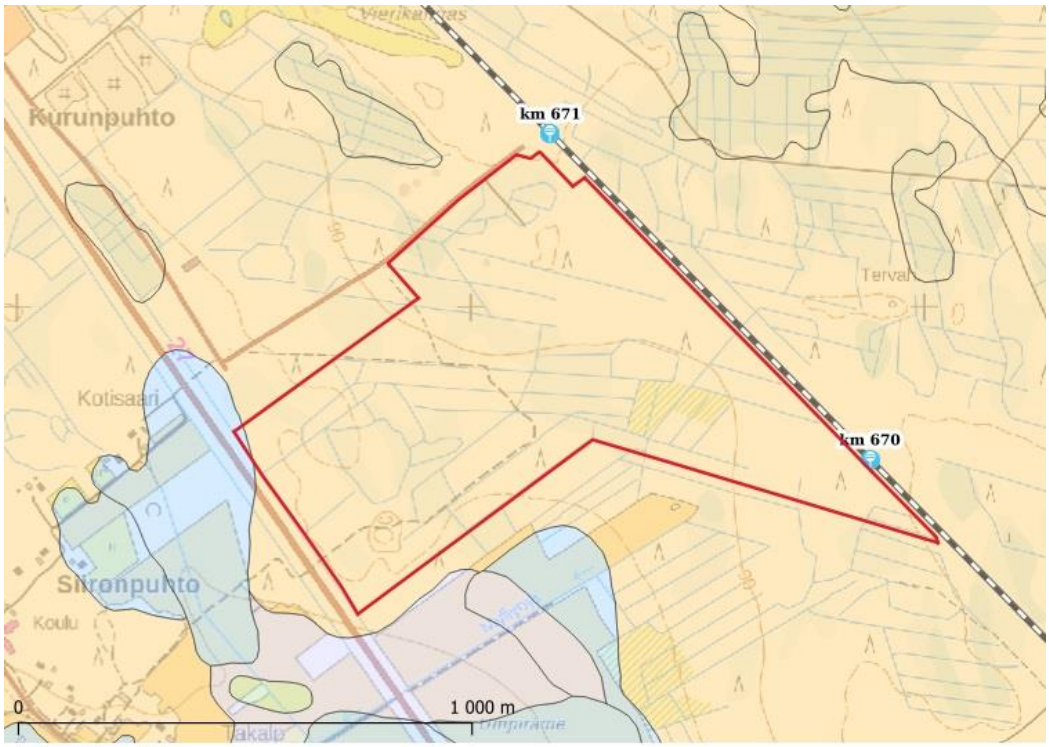
Tyyppi	Selitys	Päivä klo 7-22 [kpl]	Yö klo 22-7 [kpl]	Suositeltu nopeus/ nopeusrajoitus [km/h]	Todellinen nopeus [km/h]
HDM	Dm12-kiskobussi	4	0	120	100
T	Suomalaisista vaunuista koostuvat tavarajunat	10	10	100	70

Väylävirastolta saatujen tietojen perusteella tavarajunien keskimääräinen kokonaispaino on 1500–2000 tonnia ja maksimipaino 2500 tonnia. Kiskobussien painoksi nykytilassa on arvioitu noin 55 tonnia ja ennustetilanteessa noin 120 tonnia. Tärinä- ja runkomelulaskenta suoritettiin tärinän ja runkomelun kannalta haitallisimmalle kalustolle eli tässä tapauksessa tavaraliikenteelle. Raideliikenteen ajonopeutena selvityksessä on käytetty todellinen nopeus -sarakkeessa esitettyä suurinta arvoa.

Kumipyöräliikenteen osalta ajonopeutena on käytetty Haapajärventien nopeusrajoitusta 100 km/h.

1.2.2 Maaperä

Tärinä- ja runkomeluselvityksessä hyödynnettiin GTK:n Maankamara-karttapalvelusta saatavissa olevaa maaperäkarttaa (1:20 000) ja selvitysalueella vuonna 2023 tehtyjä painokairauksia (yht. 9 kpl). Maaperäkartan ja pohjatutkimuksien perusteella selvitysalueen maaperä koostuu moreenista. Kairauksien perusteella moreenin päällä on noin 0,3 m paksuinen humuskerros, jonka alla on tiivis siltti/soramoreeni. Kairaukset päättyivät 1,2–4,2 metriin maanpinnasta kiviin, lohkareisiin tai kallioon (kalliovarmennusta ei suoritettu). (Salmela 2023) GTK:n pohjatutkimusrekisterin perusteella radan kohdalla on hiekkaa/moreenia. GTK:n maaperäkartan perusteella yhdessä nurkassa saattaa olla hieman savisempaa pintamaata.



Kuva 2 Maaperäkartta selvitysalueelta (muokattu kohteesta GTK 2024). Selvitysalue on rajattu punaisella. Radalla on esitetty ratakilometrit.

Maaperätutkimusraportin perusteella alueen rakennusten perustaminen voidaan suorittaa maanvaraisesti, tiiviiseen moreenikerroksen ulotetun kantavan murskekerroksen varaan, kunhan rakennusten kodalta ensin poistetaan kaikki löyhät ja ohuet hienorakeiset sekä eloperäiset maakerrokset. (Salmela 2023) Tämän perusteella laskennat voidaan suorittaa pelkälle moreenimaaperälle mahdollisten savikerroksien poistamisen takia.

2. Tärinä- ja runkomeluselvitys

Tässä selvityksessä on tutkittu juna- ja tieliikenteen aiheuttaman tärinän vaikutusta rakenteisiin ja runkomelun häiritsevyyttä suunnitelluille toiminnoille. Tärinän ja runkomelun arviointiin on käytetty seuraavia VTT:n

julkaisuja: *Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi* (2008), *Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi* (2009) ja *Liikennetärinä – Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius* (2014).

2.1 Tärinä

Rakenteiden vaurioitumisalttius arvioidaan maaperän värähtelyn huippuarvoon v_{max} (mm/s) perusteella. Tässä raportissa vaurioitumisalttiuteen vaikuttavaa tärinää arvioidaan laskennallisen arvion perusteella VTT Tutkimusraportin VTT-R-04703-14 (2014) mukaisesti.

Laskentakaava on tehty junaliikenteelle (tavara- ja henkilöjuna). Maanpinnan värähtelyn huippuarvo tietyllä etäisyydellä radasta saadaan määritettyä käyttäen seuraavaa kaavaa

$$v_G = v_0 \cdot \left(\frac{D_0}{D}\right)^B \cdot \left(\frac{S}{S_0}\right)^A \cdot \frac{G}{G_0} \cdot k_R \cdot F ,$$

jossa

v_0 on värähtelyn perusarvo maassa etäisyydellä D_0 on 15 m raiteen keskilinjasta ja jonka arvo saadaan tutkimusraportin VTT-R-04703-14 taulukosta 2
D on tarkasteluetäisyys
B on etäisyyseksponentti, jonka arvo saadaan tutkimusraportin VTT-R-04703-14 taulukosta 2. Etäisyyseksponentti kuvaa sitä, kuinka nopeasti tärinä vaimenee etäisyyden suhteen. Mitä suurempi on eksponentti, sitä nopeammin tärinä vaimenee
S on tarkasteltava nopeus, jonka perusarvo S_0 on 70 km/h
A on nopeuseksponentti, jonka arvo on 0,9–1,1 (keskimäärin 1,0). VTT:n Working Paper 50 liitteen C mukaan matalilla nopeuksilla heilahdusnopeuden on havaittu olevan useimmiten nopeudesta riippumaton. Nopeuskerrointa käytetään vain nopeuksilla $S \geq 70$ km/h. Alemmilla nopeuksilla ei nopeuskerrointa suositella käytettäväksi, jolloin asetetaan $(S/S_0)^A=1$
G on tarkasteltavan junan kokonaispaino, jonka perusarvo G_0 on kaavassa 2000 tonnia
k_R on radan kunnosta riippuva kerroin, joka on vanhalle yksiraiteiselle radalle 1,3.
F on varmuuskerroin, jonka arvo on 2, koska selvitysalueelta ei ole tärinämittauksia. (Talja & Törnqvist 2014).

Teoriassa tärinän laskennallinen ero on erittäin suuri riippuen, valitaanko värähtelyn perusarvon v_0 parametrit ja etäisyyseksponentin B arvot taulukon ylä- vai alarajoilta. Laskennallisessa arvioinnissa tulee huomata, että värähtelytason arviointi perustuu homogeeniseen pohjamaahan eli tärinän alkulähteellä pohjamaa oletetaan samaksi kuin tarkasteltavilla etäisyyksillä. Laskennassa ei pystytä huomioimaan pohjamaan muutoksia tarkastelualueella. Tämä laskennan puute on suoraan johdannainen siihen, että tärinän määritys on yksilöllistä jokaisessa rakennuksessa ja laskennallinen arviointi sisältää epävarmuuksia.

Laskennallisesti määritettyjä maanpinnan värähtelyn huippuarvoja verrataan seuraavan taulukon (Taulukko 3) mukaisiin värähtelyrajoihin. Rajaus perustuu maalajiin ja maaperän värähtelyn huippuarvoon v_{max} (mm/s).

Taulukko 3 Tärinäalueiden rajauksessa käytettävät värähtelyrajat (v_{max} mm/s) maaperän värähtelylle (Talja & Törnqvist 2014).

Maalaji	Pehmeä savi leikkaus-lujuus < 25 kN/m²	Sitkeä savi, siltti, löyhä hiekka	Tiivis hiekka, sora, moreeni, rikkonainen tai löyhä kallio	Kiinteä kallio
Värähtelyssä hallitseva taajuus	< 10 Hz	10-20 Hz	20-50 Hz	> 50 Hz
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

Kartoitettava alue jaetaan normaalikuntoisten rakennusten tärinänsiedon perusteella seuraaviin alueisiin:

V-alue: Rataa lähimpänä oleva alue, jossa maaperän tärinä on niin voimakasta, että se voi aiheuttaa rakennuksille ja rakenteille vahinkoriskin.

H-alue: Tavanomaisiin ja hyväkuntoisiin rakennuksiin ei yleensä aiheudu käyttökelpoisuutta haittaavia vaurioita, jos resonanssille herkkien rakenteiden suunnittelussa on otettu huomioon liikennetärinä. Alueella tärinä on kuitenkin usein selvästi havaittavaa ja häiritsee yleensä asumismukavuutta. Rakennuskanta ja käytetyt rakennusmateriaalit tulee ottaa huomioon vaurioitumisriskin arvioinnissa.

E-alue: Normaalikuntoisille rakenteille ei aiheudu tärinästä rakenteiden vaurioitumista, mutta tärinä voi häiritä asumismukavuutta. Tärinän vaikutus asumismukavuuteen on tarkistettava erikseen VTT Tiedotteen 2569 mukaan. (Talja & Törnqvist 2014)

Yleensä asumismukavuuden haitta-alue on huomattavasti laajempi kuin mahdollisia vaurioita aiheuttavan tärinän alue, koska asumismukavuudelle asetetut tärinän ohjearvot ovat merkittävästi pienemmät kuin rakenteiden vaurioitumiselle asetetut ohjearvot. Kovaksi luokitetulla maaperällä vaurioita aiheuttavan värähtelyn todennäköisyys on pieni muilla alueilla kuin aivan lähteen välittömässä läheisyydessä. (Talja & Törnqvist 2014)

VTT:n asumismukavuuden värähtelyluokkia ei sovelleta rakennuksille, joissa ihmiset ovat pääasiassa liikkeessä tai muut kuin liikenteestä aiheutuvat häiriöt voivat olla merkittävämpiä (toimistot, kauppa- ja liiketilat, teollisuusrakennukset). Suositellut raja-arvot eivät ota kantaa tärinähäiriön toistuvuuteen tai häiriön kellonaikaan. (Talja et al. 2008) Selvitysalueelle ei ole suunnitteilla toimintoja, joille voitaisiin soveltaa asumismukavuuden raja-arvoja, minkä takia asumismukavuutta ei ole tarkasteltu erikseen.

2.2 Tärinän aiheuttama runkomelu

Termillä runkomelu tarkoitetaan VTT Tiedotteen 2468 *Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi* (Talja & Saarinen 2009) mukaan maaperän kautta rakennukseen siirtyvää värähtelyä, joka muuttuu ääneksi. Runkomelu syntyy kiskon ja junan pyörien kosketuksen aiheuttamasta värähtelystä, joka välittyy radan alusrakenteiden ja maaperän kautta läheisten rakennusten perustuksiin. Ääni etenee perustuksista rakennuksen runkorakenteita pitkin huonetilojen seinä-, välipohja- ja yläpohjarakenteisiin. Rakennusosien värähtely aiheuttaa huonetilojen pinnoissa äänen säteilyä, joka etenee ilmassa paineaaltoina, jotka ovat aistittavissa äänenä.

Runkomeluun liittyvä värähtely on voimakkuudeltaan niin vähäistä, ettei sitä voida havaita rakennuksen tärinänä, joten se ei aiheuta minkäänlaista vaaraa rakenteille. Runkomeluhaitta on yleensä suurin, kun sekä

rakennuksen ja väylän perustukset ulottuvat suoraan peruskallioon tai kovaan kitkamaahan. (Talja & Saarinen 2009)

Suomessa ei runkomelulle ole annettu ohje- tai raja-arvoja, mutta VTT on esittänyt runkomelutasoille suosituksia, jotka on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 4). Taulukon raja-arvot täyttävät valtioneuvoston, sosiaali- ja terveysministeriön ja Suomen rakennusmääräyskokoelmassa annetut suurimmat sallitut äänitasot asunnossa. Tämä täyttää myös RATO 20 mukaisen esityksen. VTT:n tiedote ei ota kantaa runkomelun raja-arvojen kohdalla häiriön toistuvuudesta tai kellonajasta. (Talja & Saarinen 2009) VTT:n ohjeistuksessa ei ole annettu suoraan suositusta raja-arvosta suunnitteilla oleville toiminnoille. Koska teollisuusalueella voi olla toimistotiloja määritettiin raja-arvon 45 dB etäisyys radasta ja tiestä.

Taulukko 4 Suositus runkomelutason raja-arvoista Suomessa (Talja & Saarinen 2009).

Rakennustyyppi	**Runkomelutaso L_{prm} (dB)**
Radio-, tv- ja äänitysstudiot, konserttisalit	25–30
Asuinhuoneistot	30/35*
Hoito- ja sosiaalihuollon laitokset, majoitustilat	30/35*
Kokoontumis- ja opetustilat	35
Toimistot, kaupat, näyttelytilat, museot	40/45*

* Avoradat. Mikäli kaavamääräyksessä on annettu ohje julkisivun ilmaääneneristävyydestä, on suositeltavaa käyttää runkomelutason tiukempaa raja-arvoa

Selvityksen arvio runkomelutasosta perustuu värähtelyn siirtotiehen perustuvaan arvioon. Menetelmä perustuu arvioituun värähtelyn nopeustasoon. VTT Tiedotteen 2468 mukaan runkomelun arvioinnin lähtökohtana on peruskäyrältä saatu maaperän värähtelyn nopeustaso $L_{v.}$ Maaperän värähtelyn nopeustasoa korjataan värähtelyn aiheuttajasta, siirtotiestä ja rakennuksesta riippuvilla nopeustason korjaustekijöillä $\Delta L_{v.}$ Lopputulos on runkomelua kuvaava sisätilan äänitaso $L_{pA.}$ Peruskäyrä saadaan seuraavalla kaavalla

$$L_v[dB] = A - B \cdot \log_{10}(d/d_0) - C \cdot (d/d_0),$$

jossa

A on vakio, jonka arvo on 103 dB
B on vakio, jonka arvo on 14 dB
C on vakio, jonka arvo on 0,8 dB
d_0 on vakio, jonka arvo on 10 m
ja d on tarkasteltavan kohteen etäisyys väylän reunasta.
Runkomelua kuvaava sisätilan äänitaso L_{pA} saadaan seuraavalla kaavalla

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

jossa

L_v on peruskäyrä, johon lisätään korjaustekijöiden summa. (Talja & Saarinen 2009)

Laskelmissa huomioitiin seuraavat korjaustekijät:

- Liikennetyyppi
  - veturivetoinen juna, +11 dB
  - kumipyöräliikenne, -6 dB
- Ajonopeus

    - nopeusrajoituksien mukaisesti korjaus tehtiin kaavalla $\Delta L = 20 \cdot \log (v_s/v_{s,0})$, jossa $v_{s,0}$ = 100 km/h
- Ajoneuvon ominaisuuksista riippuvat tekijät
    - normaali jousitus, 0 dB
- Väylän kunto
    - hyväkuntoinen rata/tie, 0 dB
    - radan epäjatkuvuuskohta (ratarumpu), +10 dB
- Radan eristämistapa
    - ei eristystä, 0 dB
- Väylän sijainti
    - avorata, 0 dB
- Rakennuksen tyyppi ja tarkasteltava asuinkerros
    - ei perustettu kalliolle, jolloin vähintään -5 dB
- Rakenneosion resonanssi, + 6 dB
- Muunto äänenpainetasoksi, - 28 dB
- Muunto A-painotetuksi äänenpainetasoksi
    - keskitaajuusalue, kovat, savi-, siltti- ja moreenialueet, - 35 dB
- Varmuusmarginaali, +6 dB.

2.3 Tulokset

2.3.1 Tärinä

Vaurioitumisalttiuden laskentaan tarvittavat parametrit valittiin VTT Tutkimusraportin VTT-R-04703-14 taulukosta 2 lähtötietojen perusteella. Laskennallinen arvio suoritettiin lähtöjen perusteella karkearakeiselle maaperälle (moreeni). Tavarajunan maksimipainolla 2500 t laskettu heilahdusnopeuden maksimiarvo v_{max} alitti E-alueen raja-arvon laskennan pienimmällä mahdollisella tarkasteluetäisyydellä, joka on 15 metrin etäisyydellä radasta. Kumipyöräliikenteen vaikutus on tätäkin alhaisempi. Vaurioitumisalueita ei esitetty kartalla, koska ne sijaitsevat niin lähellä selvitysalueen rajaa tai sen ulkopuolella. Raja-arvo ei ylity, vaikka junien maksimipainot hieman nousisivat. Vasta junan painon ollessa 4000 tonnia tai enemmän, resonanssi voi aiheuttaa ongelmia rakennuksille yli 15 metrin etäisyyksillä radasta.

Tärinän vaikutusta asumismukavuuteen ei tutkittu, koska alueelle ei ole suunnitteilla asuinrakentamista tai sen kaltaista toimintaa.

2.3.2 Runkomelu

Runkomelun määrää selvitysalueella arvioitiin VTT:n värähtelyn siirtotiehen perustuvan arvioinnin perusteella. Laskennallisen arvion perusteella 45 dB raja-arvo saavutetaan 30–80 metrin päässä radasta, riippuen radalla olevasta epäjatkuvuuskohdasta. Kumipyöräliikenteen aiheuttama runkomelutaso saavuttaa 45 dB raja-arvon 5 metrin etäisyydellä Haapajärventiestä, jolloin se ei ulotu selvitysalueelle.

Runkomelun riskialue (raja-arvon 45 dB etäisyys radasta) on esitetty selvityksen liitteessä 1. Esitetyt runkomelun riskialueiden sijainnit ovat osittain suuntaa antavia, koska laskennallisesti ei voida määrittää, miten tärinä siirtyy maalajista toiseen ja miten tärinän heijastuminen vaikuttaa runkomelun leviämiseen maaperässä. Runkomelun riskialueelle voidaan sijoittaa toimintoja, jotka eivät häiriinny melusta.

2.4 Yhteenveto ja suositellut jatkotoimenpiteet

Tässä selvityksessä on esitetty Iisalmi-Ylivieska radan junaliikenteestä ja Haapajärventien tieliikenteestä aiheutuvan liikennetärinän ja runkomelun arviointiperusteet, arviointimenetelmät sekä tulokset selvitysalueella. Tuloksena saadut etäisyydet radasta on esitetty selvityksen liitteessä 1.

Suomessa tärinän ja runkomelun suuruutta on yleisesti arvioitu VTT:n tuottamien tutkimusten ja selvitysten mukaisesti, joihin liittyy tiettyjä epävarmuuksia, joita on huomioitu esimerkiksi laskentakaavojen varmuuskertoimissa. Maaperäominaisuuksia on tutkittu selvitysalueella, mutta maaperä voi muuttua äkillisesti sivusuunnassa poispäin radasta ja tiestä mentäessä. Lisäksi epävarmuutta aiheuttavat rakennuksien erilaiset ominaisuudet ja perustamistavat. Myös kaluston ja radan ja teiden kuluminen ajan mittaan vaikuttavat tärinä- ja runkomeluherätteeseen.

Laskennallinen arvio pitää paikkansa vain oletetun kaltaiselle kalustolle ja tutkituille liikennöintinopeuksille. Tässä selvityksessä on arvioitu juna- ja kumipyöräliikenteen aiheuttaman tärinän ja runkomelun vaikutusta rakennusten vaurioitumisalttiuteen ja mahdollisten toimistorakennusten/-tilojen runkomelutasoihin.

Junaliikenteen aiheuttama tärinä ei tutkitulla selvitysalueella ole suoritetun laskennallisen arvioinnin perusteella riski asemakaavan rakennuksille nykytilassa. Vasta junan painon ollessa 4000 tonnia tai enemmän, resonanssi voi aiheuttaa ongelmia rakennuksille yli 15 metrin etäisyyksillä radasta. Laskennan perusteella nykyisellä junakalustolla koko asemakaavan alue on tärinän E-alueella, jolla normaalikuntoisille rakennuksille ei aiheudu rakenteiden vaurioitumista tärinästä. Kumipyöräliikenteen aiheuttama tärinäheräte on junaliikennettä alhaisempi eikä siitä aiheudu haittaa.

Asemakaavan alueelle ei ole suunnitteilla asuinrakentamista. Teollisuusalueella voi kuitenkin sijaita toimistorakennuksia, joille sovelletaan runkomelutason ohjearvoa 45 dB. Laskennallisen runkomeluarvion tulokset on koottu alle (Taulukko 5).

Esitetyt runkomelun riskialueiden sijainnit ovat osittain suuntaa antavia, koska laskennallisesti ei voida määrittää, miten tärinä siirtyy maalajista toiseen ja miten tärinän heijastuminen vaikuttaa runkomelun leviämiseen maaperässä. Runkomelun arviointi rakennuksessa on aina yksilöllistä ja tarkka arviointi vaatii mittauksia.

Taulukko 5 Laskennalliset arviot juna- ja tieliikenteen aiheuttaman runkomelutason 45 dB etäisyydestä radasta ja tiestä.

Maalaji	**Runkomelutason etäisyys (m)**	
	Haapajärventie	Iisalmi-Ylivieska -rata
	45 dB	**45 dB**
Moreeni	5	30–80

Tulosten perusteella suositellaan mahdollisten toimistorakennusten/-tilojen sijoittamista vähintään 30–80 metrin etäisyydelle liitteen 1 mukaisesti junaradan liikenteestä aiheutuvan runkomelun riskialueen vuoksi.

Lähteet

Geologian tutkimuskeskus (2024). Maankamara-karttapalvelu. Saatavissa: https://gtkdata.gtk.fi/maankamara/

Liikennevirasto (2018). Liikenneviraston ohjeita 13/2018 – Ratatekniset ohjeet (RATO 3) osa 3 – radan rakenne

Salmela, M. (2023). Maaperätutkimus Nivalan Teollisuuskylän laajennuksessa Kurunpuhdossa

Talja, A. & Saarinen, A. (2009). Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi, esiselvitys, VTT Tiedotteita 2468, 56 s.

Talja, A. Vepsä, A., Kurkela, J. & Halonen, M. (2008). Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi, VTT Tiedotteita 2425, 95 s.

Talja, A. & Törnqvist, J. (2014). Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius, VTT Tutkimusraportti VTT-R-04703-14, 58 s.

Väylävirasto (2021). Väyläviraston ohjeita 27/2021, Ratatekniset ohjeet (RATO) Osa 20: Ympäristö ja rautatiealueet

Helsinki ja Tampere, 12. maaliskuuta 2025

Sweco Finland Oy

Aleksi Myöhänen	Alina Reiman
Ympäristöasiantuntija, akustiikka	Suunnittelija, geotekniikka
DI	DI

Liitteet

Liite 1 Runkomelukartta