

Asemakaava 8857

Lahdenperäntäti 7

Tärinä- ja runkomeluserveys

Päiväys	24.5.2024
Tekijä	Vesa Vähäkuopus
Tarkastaja	Tiina Kumpula
Projektinumero	12008630

Sisällysluettelo

1	Taustatiedot.....	3
1.1	Selvityksen kohde ja tarkoitus.....	3
2	Arviointimenetelmät ja lähtötiedot.....	4
2.1	Liikennetärinän ohjearvot.....	4
2.2	Runkomelun ohjearvot.....	5
2.2.1	Alueen pohjasuhteet	5
2.2.2	Liikennetiedot laskennoissa	6
3	Liikennetärinän laskenta.....	7
3.1	Laskentamenetelmä	7
3.2	Tulokset.....	7
4	Runkomelun laskenta.....	8
4.1	Laskentamenetelmä	8
4.2	Tulokset.....	8
5	Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset	9
5.1	Ohjeet jatkosuunnitteluun ja kaavamääräyksiin.....	9
6	Liitteet ja lähteet.....	10

1 Taustatiedot

1.1 Selvityksen kohde ja tarkoitus

Tehtävänä oli laatia tärinä- ja runkomeluselvelytys Tampereen Vihiojan kaupunginosaan noin 2,5 kilometriä kaupungin keskustasta etelään. Suunnittelualueen osoite on Lahdenperäncatu 7. Selvitys tehtiin asemakaavan 8857 laatimisen tueksi. Kaavan hakijan tavoitteena on tontin muodostaminen ja käyttötarkoituksen muuttaminen huoltoasemakäyttöön vastaamaan nykyistä käyttötarkoitusta.

Tärinän ja runkomelun tarkasteluissa arvioitiin vaurioitumisalttiutta, asumismukavuutta ja runkomelun tasoa.

Kohteen viitteellinen sijainti kartalla on merkitty sinisellä korostuksella alla olevaan kuvaan 1.



Kuva 1 Kaava-alueen viitteellinen sijainti sinisellä korostuksella (kartat.tampere.fi/oskari)

Tilaaja:

Tampereen kaupunki
Asemakaavoitus

Tärinäasiantuntijat:

Vesa Vähäkuopus, DI: projektipäällikkö, tärinä- ja runkomeluasiantuntija
vesa.vahakuopus@sitowise.com

Tiina Kumpula, Ins. Amk: laadunvarmistaja
tiina.kumpula@sitowise.com

2 Arviointimenetelmät ja lähtötiedot

2.1 Liikennetärinän ohjearvot

Liikennetärinän asumismukavuuden häiritsevyyden arviointiin käytetään VTT:n julkaisussa *"Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa"* [1] esitettyä rakennusten värähtelyluokitusta, mikä on esitetty taulukossa 1. Asumismukavuus ei varsinaisesti ole oleellinen huoltoasemakäyttöön tulevilla rakennuksissa, mutta tässä selvityksessä hyödynnettiin asumismukavuuden luokkaa D koskien rakennuksen toimisto- ja taukutiloja.

Taulukko 1. Suositus rakennusten värähtelyluokituksista.

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)	$\leq 0,60$

Tarkasteltavana suureena toimii asumismukavuuden osalta värähtelyn tehollisarvo ja sen tilastollinen esitys $v_{w,95}$. Tilastollinen esitys asettaa liikennetärinän arvon, jonka alapuolelle 95% ohitusten aiheuttamista tärinätapauksista sijoittuu.

2.2 Runkomelun ohjearvot

Runkomelun ohjearvoina hyödynnetään VTT:n esiselvityksen [2] mukaisia viitearvoja. Huoltoasemarakennus ja sen tilat käsitetään tässä yhteydessä liiket- tai toimistiloina, jolloin ohjearvona toimii L_{prn} 45 dB

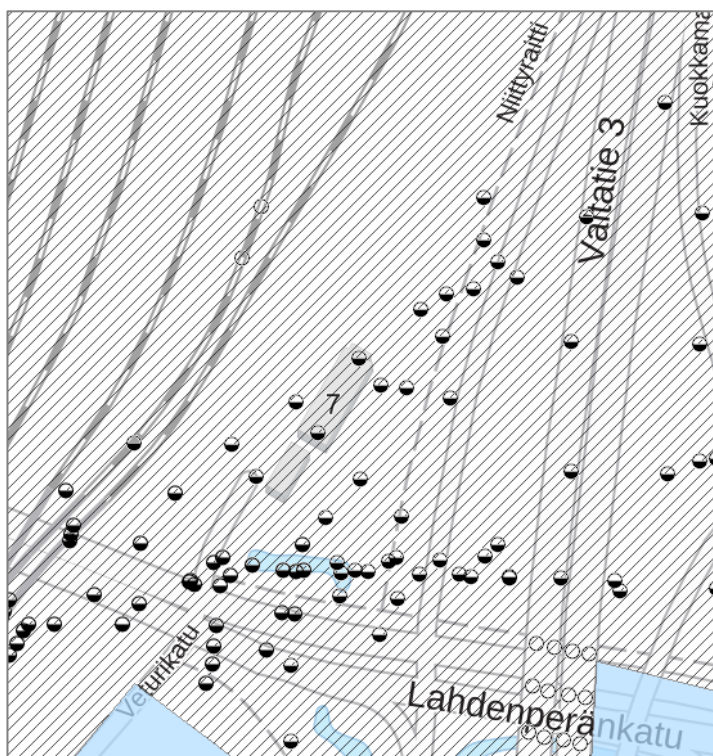
Taulukko 2-1 Suositus runkomelun ohjearvoiksi VTT 2468 mukaisesti.

Rakennustyyppi	Runkomelutaso L_{prn} [dB]
Radio-, tv- ja äänitysstudiot, konserttitalit	25–30
Asuinhuoneistot	30/35 ²
Hoito- ja sosiaalihuollon laitokset, majoitustilat • potilashuoneet, majoitustilat • päiväkodit, lasten ja henkilökunnan oleskeluun tarkoitetut huoneet	30/35 ²
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 ²

² Avoradat. Mikäli kaavamääräyksessä on annettu ohje julkisivun ilmaääneneristävyydestä, on suositeltavaa käyttää runkomelutason tiukempaa raja-arvoa.

2.2.1 Alueen pohjasuhteet

Liikennetärinää ja runkomelua tarkastellessa suunnittelualueen olennaisin tieto on hallitseva pohjamaalaji (2m syvyys). Kaavan suunnittelualueelta ei ole saatavilla julkisista lähteistä varsinaisia maaperäkartoja, mutta alueelle on suoritettu useita maaperätutkimuksia. Pohjatutkimusrekisterin (gtkdata.gtk.fi) mukaan alueen maaperä on jokseenkin hienorakeista. Alueen eteläosassa alue on savi- ja silttipitoista noin 5-10 metriin saakka. Tämän jälkeen esiintyy 1-2 metrin paksuinen sorakerros, jonka jälkeen kairaukset on päätetty. Alueen pohjoisosassa tilanne on jokseenkin sama. Kaavan suunnittelualueen itälaidalla on myös täyttömaakerroksia ennen pehmeitä maalajeja. Alue mahdollistaa tärinän leviämisen radalta jokseenkin tehokkaasti. Runkomelun osalta pehmeä maaperä ei ole otollinen runkomelun leviämislle.



Kuva 2. Alueella suoritettut pohjatutkimukset (<https://gtkdata.gtk.fi/maankamara/>)

2.2.2 Liikennetiedot laskennoissa

Kaavan suunnittelualueen länsipuolella sijaitsee Helsinki-Tampere rautatie lähimmillään noin 150 metrin etäisyydellä kaavan suunnittelualueesta. Vilkkaalla rautatiellä liikennöi päivittäin useita kymmeniä erityyppisiä junia, joista osa raskasta tavarajunakalustoa. Tämän lisäksi kaavan suunnittelualueen ja radan välillä sijaitsee Viinikan järjestelyratapiha, jolla liikutellaan hiljaisella nopeudella rautatiekalustoa. Hiljaisella nopeudella tapahtuvien junien tai yksittäisten vaunujen siirtojen ei arvioida aiheuttavan huomattavaa liikennetärinää.

Suurimman tärinärasituksen arvioidaan aiheutuvan tavarajunista, joiden nopeus alueella on matala noin 30-40 km/h (juliadata.fi). Alueen suurin sallittu nopeus on 160 km/h (juliadata.fi), mutta suurin osa henkilöjunista ohittaa kaavan suunnittelualueen noin 100-120 km/h nopeudella, sillä ne ovat hidastamassa tai kiihdyttämässä Tampereen aseman takia. Tavarajunien nopeutena laskennoissa käytettiin 40 km/h ja henkilöjunien 120 km/h.

Laskennoissa tyypillisen tavarajunan massaksi arvioitiin 3500 tonnia. IC-junien ja S-junien massa on tyypillisesti noin 600-700 tonnia.

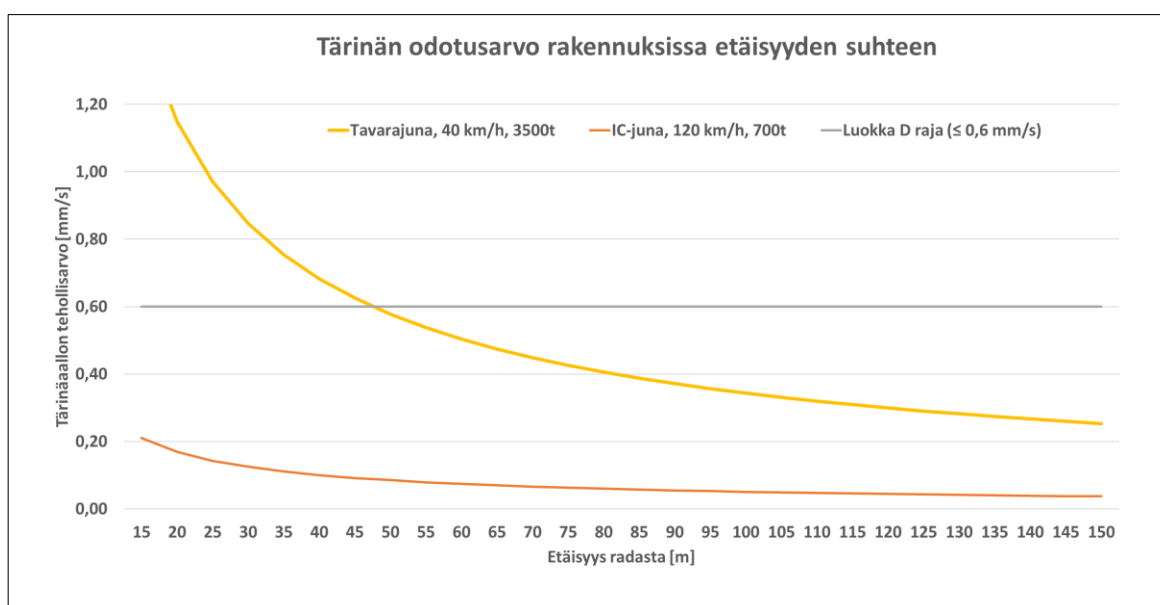
3 Liikennetärinän laskenta

3.1 Laskentamenetelmä

Selvitys on laadittu julkaisun *”Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius”* [3] 1. tarkastelutason mukaisesti. Laskentaparametrit on esitetty liitteessä 1.

3.2 Tulokset

Kaavan suunnittelualue sijoittuu lähimmillään noin 150 metrin etäisyydelle rautatiestä. Tällä etäisyydellä radasta laskennallisesti tarkasteltuna liikennetärinän arvioitu suuruus on vaimentunut huomattavan alhaiseksi, noin tasolle 0,25-0,30 mm/s. Tämä arvo toteuttaa vertailuarvoksi valitun luokan D vaatimuksen, missä liikennetärinän taso saa rakennuksessa olla korkeintaan 0,6 mm/s. Alapuolen kuvassa on esitetty tavarajunan ja IC-junan aiheuttaman tärinän vaimeneminen maaperässä etäisyyden rataa kasvaessa.



Kuva 3 Liikennetärinän vaimeneminen maaperässä etäisyyden suhteen.

Vaurioitumisalttiutta tarkastellessa tärinän taso kohteessa ei saa ylittää VTT:n julkaisun [3] V-alueelle (*”Lähinnä rataa oleva alue, jolla maaperän tärinä on niin voimakasta, että se voi aiheuttaa vahinkoriskin rakennuksille tai rakenteille”*) annettua raja-arvoa. Tässä tapauksessa maaperän värähtelyn ominaistajuuden tulkittiin olevan alle 10 Hz, eli raja-arvona on 3 mm/s heilahdusnopeus.

Taulukko 3-1 Vaurioitumisalttiuden tärinän raja-arvot VTT-R-04703-14 mukaisesti.

Maalaji	Pehmeä savi, leikkauslujuus < 25 kN/m ²	Sitkeä savi, siltti, löyhä hiekkä	Tiivis hiekka, sora, moreeni, rikkonainen tai löyhä kallio	Kiinteä kallio
Värähtelyssä hallitseva taajuus	alle 10 Hz	10–20 Hz	20–50 Hz	yli 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	alle 1	alle 1,4	alle 2	alle 2,4

Värähtelyn heilahdusnopeuden oletetaan olevan laskennallisissa tarkasteluissa kaksi kertaa suurempi kuin asumismukavuuden arvioinnissa käytettävät tehollisarvon värähtelyjen suuruudet. Tässä tapauksessa arvioitu heilahdusnopeus ($2 \times 0,25\text{--}0,30 \text{ mm/s rms} = 0,5\text{--}0,6 \text{ mm/s}$) on välillä $0,5\text{--}0,6 \text{ mm/s}$, mikä alittaa selvästi vaurioitumisen raja-arvon 3 mm/s . Toisin sanoen rakenteiden vaurioitumisriskiä ei käytännössä ole olemassa.

4 Runkomelun laskenta

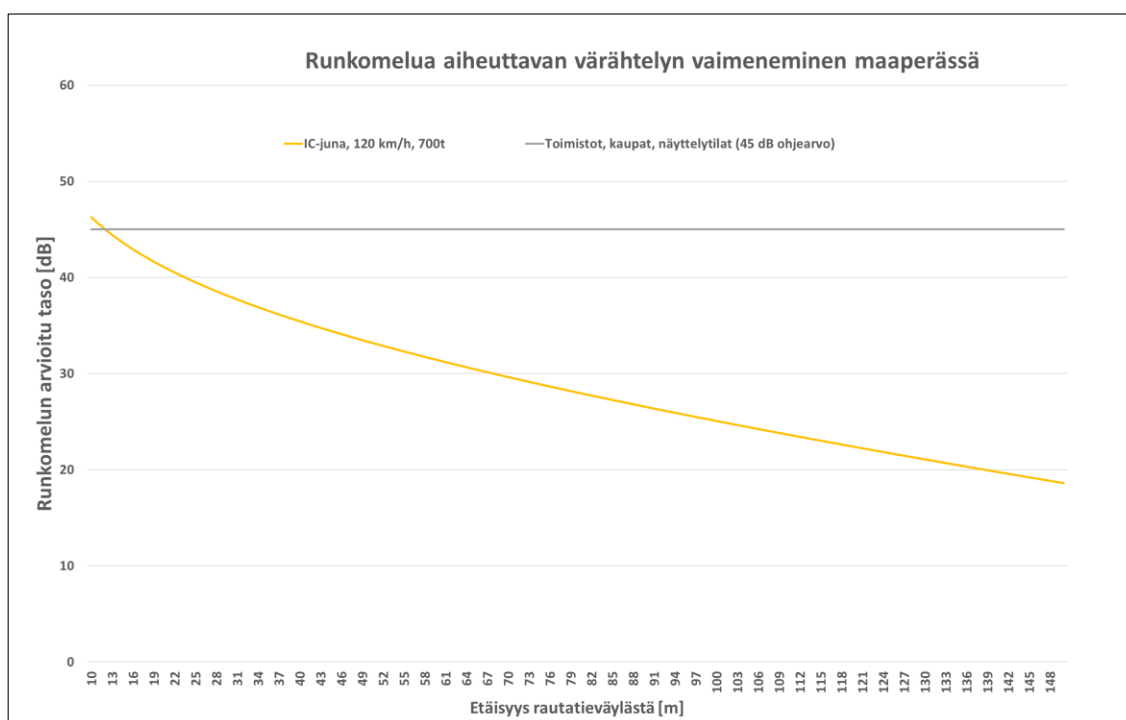
4.1 Laskentamenetelmä

Selvitys on laadittu VTT:N julkaisun ”Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi” [2] 2. arviointitason mukaisesti. Laskentaparametrit on esitetty liitteessä 2.

4.2 Tulokset

Kaavan suunnittelualue sijoittuu lähimmillään noin 150 metrin etäisyydelle rautatiestä. Tällä etäisyydellä radan liikenteestä aiheutuva laskennallisesti tarkasteltu runkomelun taso on vaimentunut tasolle $\sim 20\text{dB}$. Tämä arvo toteuttaa vertailuarvoksi valitun enimmäisarvon 45 dB vaatimuksen selvästi. Runkomelun laskennallisessa arvioinnissa kaluston massalla ei ole vaikutusta, mistä syystä hitaasti eteneviä tavarajunia ei ole tarkisteltu erikseen. Niiden vaikutus aiheutuvaan runkomelun tasoon on laskentojen mukaan IC-junia pienempi.

Alapuolen kuvassa on esitetty IC-junan aiheuttaman runkomelun vaimeneminen maaperässä etäisyyden rataa kasvaessa.



Kuva 4 Runkomelun vaimeneminen maaperässä etäisyyden suhteen.

5 Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Laskennallisesti tarkasteltu liikennetärinän taso on kaava-alueella korkeintaan 0,25-0,30 mm/s, kun herätelähteenä on käytetty suurimman tärinärasituksen tuottavia tavarajunia. Tämä alittaa vertailuarvoksi asetetun luokan D vaatimuksen, missä liikennetärinän taso saa olla korkeintaan 0,60 mm/s. Arvioinnin mukaan liikennetärinä ei aiheuta rakenteiden vaurioitumisriskiä kaavan suunnittelualueella.

Laskennallisesti tarkasteltu runkomelun taso on kaava-alueella korkeintaan 18-22 dB, kun herätelähteenä on käytetty suurimman runkomelurasituksen tuottavia IC-junia. Tämä alittaa selvästi vertailuarvoksi asetetun vaatimuksen, missä runkomelu ei saa ylittää liike- ja toimistotiloissa tasoa 45 dB.

5.1 Ohjeet jatkosuunnitteluun ja kaavamääräyksiin

Liikennetärinää ja runkomelua ei tarvitse huomioida jatkosuunnittelussa.

Tehtyjen laskentojen perusteella kohteessa ei ole tarvetta erillisille tärinään tai runkomelulle liittyville kaavamääräyksille.

6 Liitteet ja lähteet

Liite 1 Liikennetärinän laskentaparametrit

Liite 2 Runkomelun laskentaparametrit

Liite 3 Liikennetärinän ja runkomelun vaikutusalueet esitettynä kartalla

- [1] Törnqvist, Jouko & Talja, Asko. Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa. 2006. VTT.
- [2] Talja & Saarinen. Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi. 2009. VTT.
- [3] Talja, A & Törnqvist, J. 2014. Liikennetärinä: Alueiden tärinäkarttoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius. VTT.

16.5.2024

Julkaisussa *"Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius"* esitetään kolme eri tarkastelutasoa käytettäväksi eri olosuhteissa:

1. Alustava juna- ja maaperätietoihin perustuva rajausta perustuen puoliempiirisiin laskentakaavoihin.
2. Tarkennettu tärinämittauksiin perustuva rajausta, joka perustuu tunnetusta junaliikenteestä mitattuun maaperän värähtelyyn
3. Rakennuksessa esiintyvän värähtelyn arviointi, jolloin arvioidaan tarkat vaikutukset alueella olevaan tai suunniteltavaan rakennuskantaan.

Tämä selvitys on laadittu tarkastelutason 1. mukaisesti.

Laskentamalli on esitetty kaavassa 1: (laskennassa käytetyt parametrit)

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

missä

$v_{z,max}$ = laskennallinen tärinän pystyheilahdusnopeus maan pinnalla halutussa tarkastelupisteessä etäisyydellä D.

$v_{z,15}$ = pystysuora vertailuheilahdusnopeus maassa etäisyydellä $D_0=15$ metriä raiteen keskilinjasta (0,7...1,2 mm/s)

k_D = etäisyyskerroin ($(D_0/D)^B$, B = 0,5...1,0)

k_S = junan nopeuskerroin (40 km/h)

k_G = junan painokerroin (3500 t)

k_R = radan kuntokerroin (1, normaalikuntoinen raide)

F = varmuuskerroin (2, ei kalibrointia)

Tässä tarkastelussa värähtely oletetaan siirtyvän täydellä vaikutuksella rakennusten perustuksiin, jonka jälkeen se voimistuu 1,5 kertaiseksi ns. yleisen voimistumisen kautta.

16.5.2024

Runkomelun osalta selvitys on laadittu VTT:n julkaisussa "Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi" esitetyn arviointitason 2 perusteella. Menetelmä perustuu arvioituun värähtelyn nopeustasoon, mutta se ei kuitenkaan edellytä tarkkaa tietoa värähtelyn taajuusspektristä, eikä spektrin muuttumisesta värähtelyn siirtymisreitillä.

Julkaisun mukaan värähtelyn perustaso saadaan kaavasta 2,

$$L_v[dB] = 103 - 14 \cdot \log_{10} \left(\frac{d}{d_0} \right) - 0,8 \cdot \left(\frac{d}{d_0} \right) \quad (2)$$

etäisyydellä d tarkasteltavan raiteen reunasta, d_0 on vertailuetäisyys 10 m.

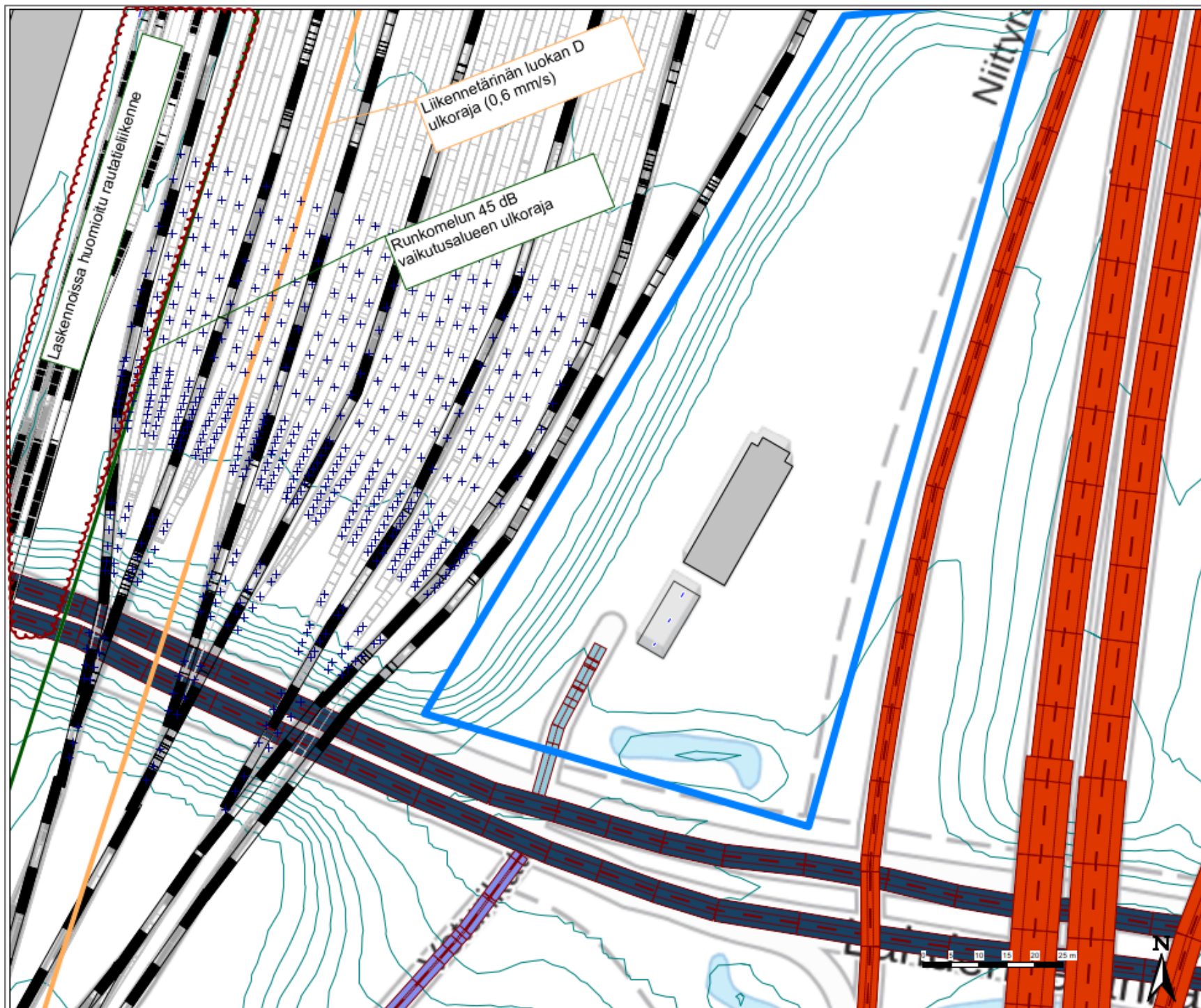
Arvio sisätilojen runkomelutasosta (L_{prm}) saadaan kaavasta 3,

$$L_{prm}[dB] = L_v[dB] + \Sigma \Delta L_{v,i}[dB] \quad (3)$$

missä värähtelyn perustasoon lisätään taulukossa käytetyt korjaustekijät.

Käytetyt runkomelun korjaustekijät

Korjaustekijä	Määrittely	Korjaustekijä
Liikennetyyppi	Veturivetoiset junat	11 dB
Ajonopeus	120 km/h	2 dB
Jousitus	Normaali jousitus	0 dB
Väylän kunto	Hyväkuntoiset kiskot	0 dB
Radan eristämistapa	Ei eristystä	0 dB
Väylän sijainti	Avorata	0 dB
Rakennuksen tyyppi	Puutalo, 1-2 krs.	-5 dB
Resonanssi	lattiat, seinät, katto	6 dB
Muunto äänenpainetasoksi	vakiokorjaus	- 28 dB
Muunto A-painotetuksi äänenpainetasoksi	alle 30 Hz (matala taajuusalue)	- 50 dB
Varmuusmarginaali	vakiokorjaus	6 dB
$\Sigma \Delta L_{v,i}$		-58 dB



Liite 3
Asemakaava 8857
Lahdenperäncatu 7

Liikennetärinän ja
runkomelun
vaikutusvyöhykkeet

Päivämäärä: 17.05.24
Nordic Prediction Method
Laatinut: Sitowise
Oy/VVah