

Siuronkaaren tärinäselvityksen laajennus Knuutilan alueelle



Päiväys 14.12.2021
Tekijä Vesa Vähäkuopus
Projektinumero YKK66742

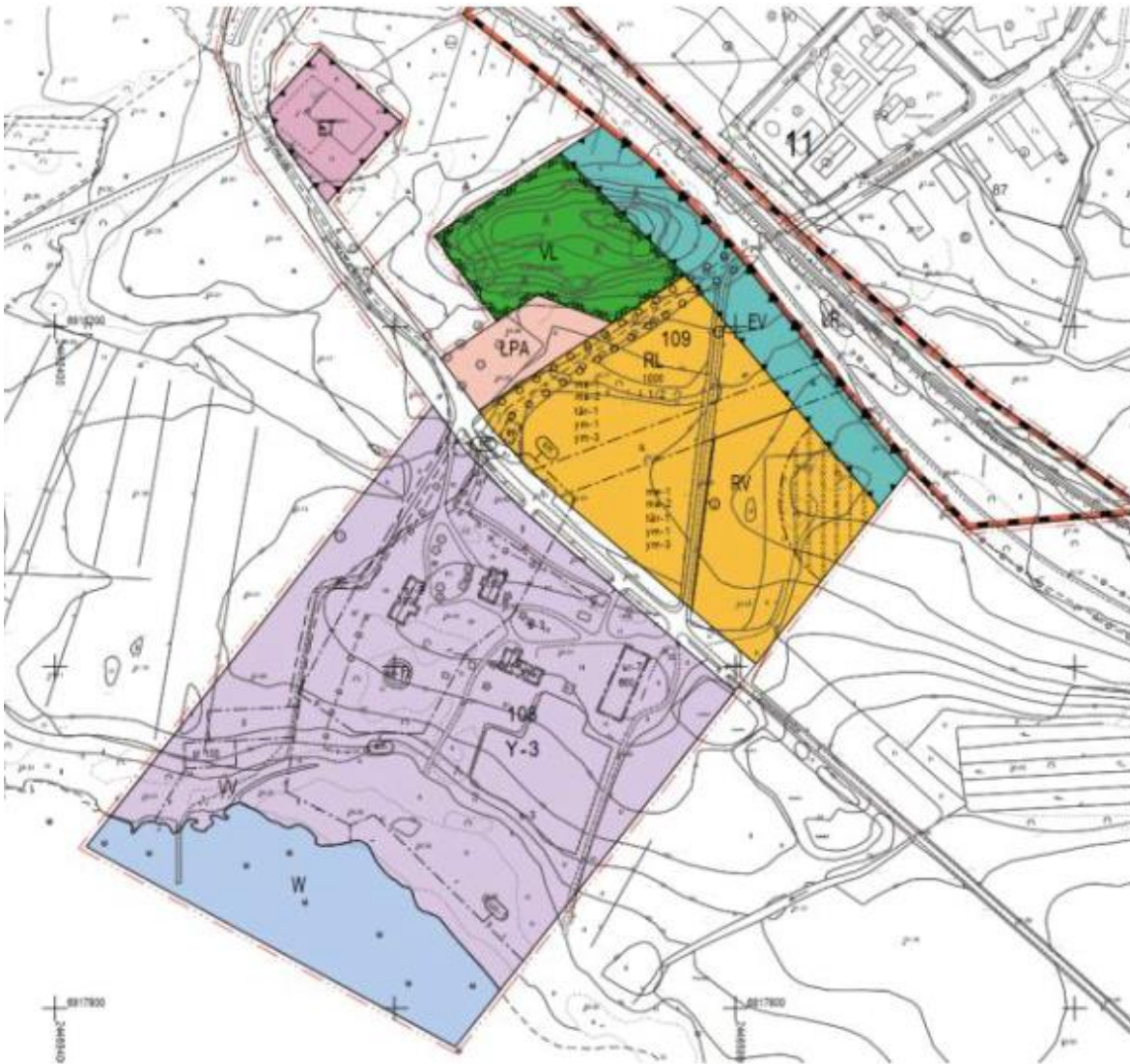
Sisällys

1	Taustatiedot	3
2	Lähtötiedot	4
	2.1 Pohjasuhteet	4
	2.2 Liikennetiedot.....	5
3	Menetelmät ja laskentaperusteet	5
	3.1 Tärinän synty	5
	3.2 Tärinän arviointi asumismukavuuden kannalta	5
	3.3 Tärinän arviointi rakenteiden vaurioitumisalttiuden kannalta	6
4	Tärinämittaukset ja tulokset	7
	4.1 Maaperän tärinämittaukset	7
	4.2 Asumismukavuus	8
	4.3 Rakenteiden vaurioitumisen arviointi	9
	4.4 Runkomelun laskennallinen arviointi	10
5	Tulosten arviointi ja johtopäätökset	12
6	Yhteenveto	12
7	Kirjallisuus.....	13

1 Taustatiedot

Siuron taajamassa Nokian kaupungissa on käynnissä asemakaavatyö. Kaavoitustyötä ja tätä selvitystä koskeva alue sijaitsee Knuutilan kartanon kohdalla Lukksimentien pohjois- ja eteläpuolella. Alue rajoittuu pohjoisessa Tampere-Mäntyluoto, Kokemäki-Rauma rautatiehen. Nykyisellään alue on pääasiassa rakentamaton peltomaata.

Selvitysalueelle on suunnitteilla leirintäalue (RL ja RV alueet) ja siihen liittyviä majoitusrakennuksia. Lisäksi kaavan suunnittelualueeseen kuuluu yhdyskuntateknistä huoltoa palvelevaa aluetta (ET) ja autopaikoitusta (LP) joiden osalta rautatien aiheuttamia värähtelyjä ei ole tarpeen huomioida. Lukksimentien eteläpuolella oleva Knuutilan kartano (Y-3 alue) kuuluu selvitysalueeseen ja sen osalta liikennetärinän taso voidaan arvioida tämän selvityksen perusteella.



Kuva 1. Tärinäselvitystä koskeva asemaavan suunnittelualue.

Tämä tärinäselvitys on laadittu tukemaan alueen maankäytön suunnittelua tutkimalla ja kuvaamalla alueen tärinäolosuhteita perustuen tärinämittauksiin. Asemakaavaluonnoksessa kaava-alueelle osoitetaan uutena tärinäherkkänä leirintäalue sekä asuntovaunu-alue. Muilta osin kaava-alueen toiminta on joko nykyistä (Knuutilan kartanon alue) tai tärinän osalta ei herkkää.

Työn on tilannut Nokian kaupunki, jossa yhteyshenkilön on toiminut Johanna Fingerroos. Sitowise Oy:ssä tärinäasiantuntija on toiminut Ins. AMK Vesa Vähäkuopus ja laadunvarmistajana Ins. Amk Tiina Kumpula. Tärinämittaukset on suorittanut alikonsulttityönä Forcic Consulting Oy.

2 Lähtötiedot

2.1 Pohjasuhteet

Geologian tutkimuskeskuksen maaperäkarttojen mukaan suunnittelualueen maaperä on savea (Sa) ja Lukkisalmentien lounaispuolella hiekkamoreenia (Mr). Tulevan leirintäalueen osalta voidaan maaperätietojen perusteella arvioida olevan otollista tärinän leviämiseksi. Suunnittelualueen kohdalla rata kulkee pienehkön penkereen päällä. Kuvassa 2 on esitetty suunnittelualue leirintäalueen osalta (vihreällä) ja sen maaperäolosuhteet. Uusien rakennusten likimääräinen alue on esitetty (vihreällä) katkoviivoituksella.



Kuva 2. Tarkastelualueen maaperäolosuhteet (GTK).

2.2 Liikennetiedot

Tarkasteltava alue sijoittuu Tampere-Mäntyluoto, Kokemäki-Rauma rautatien läheisyyteen vajaa kilometri Siuron liikennöintipaikalta Tampereen suuntaan. Rautatieliikenne on suunnittelualueen ainoa tiedossa oleva tärinä lähde.

Suunnittelualueen kohdalla nopeusrajoitukset rautatieliikenteelle ovat 120 km/h henkilöliikenteen osalta ja tavarajunaliikenteen osalta nopeusrajoitus on rajoitettu tasolle 100 km/h yli 250 kN akselipainoilla.

Ratatie on suhteellisen vilkkaasti liikennöity. Mittausjakson aikana tarkastelualueen ohitti useita kymmeniä tavara- ja henkilöjunia.

3 Menetelmät ja laskentaperusteet

3.1 Tärinän synty

Tärinä koetun ilmiön aiheuttaa liikenneväylän epätasaisuus tai väylän pintaan kuluneuvosta aiheutuvat muodonmuutokset. Liikennöintivälineen, liikennöintiväylän ja liikennöintiväylän alla olevan maaperän vuorovaikutuksessa maaperä joutuu värähtelytilaan, jonka ilmenemisen ihminen havaitsee liikennetärinä. Rakennuksien kohdalla värähtely siirtyy rakennuksen perustusten kautta runkoon ja lattiaihin, joissa vaimenemista ja voimistumista voi tapahtua.

Tärinähaitat ovat tyypillisiä pehmeikköalueiden ongelmia ja niitä voidaan tarkastella joko asumismukavuuden tai rakenteiden kestävyyskannalta. Tyypillisesti liikennetärinän vaikutukset rajoittuvat asumismukavuuden heikentymiseen, joka muodostuu mittoittavaksi tekijäksi. Tarkasteltavana suurena toimii maan heilahdusnopeuden huippu- tai tehollisarvo. Värähtelyn tapahtuessa korkeammalla taajuustasolla kykenee ihminen aistimaan värähtelyn myös rakennuksen sisäpinnoista säteilevänä runkomeluna.

3.2 Tärinän arviointi asumismukavuuden kannalta

Tärinän häiritsevyyden arviointiin käytetään VTT:n julkaisussa ”Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa” (VTT, 2006) esitettyä rakennusten värähtelyluokitusta. Uusia rakennuksia ja väyliä suunniteltaessa suositeltavana tavoitetasona värähtelyn suhteen käytetään yleisesti luokkaa C asuinrakennuksille. Ei-asumiskäytössä olevissa tiloissa tai vanhoilla alueilla suositeltava luokka on D. Luokitus on esitetty alapuolella taulukossa 1.

Taulukko 1. Suositus rakennusten värähtelyluokituksista, VTT 2006.

Värähtelyluokka	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 värähtelyt, 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)	$\leq 0,60$

Rakennusten värähtelyluokituksessa rakennukset on jaettu luokkiin A-D tärinän tunnusluvun $v_{w,95}$ perusteella. Tunnusluku perustuu yksittäisten liikennetapahtumien suurimpiin värähtelyn taajuuspainotettuihin tehollisarvoihin ja niiden perusteella laskettuun keskiarvoon ja hajontaan seuraavasti:

$v_{w,95} = 15$ suurimman yksittäisen tapahtuman keskiarvo + $1,8 \times 15$ suurimman yksittäisen tapahtuman hajonta. Taulukoituja tunnuslukuja sovelletaan asuinrakennuksille. Tässä selvityksessä leirintäalueen rakennukset on tulkittu asuinrakennuksiksi rinnastettaviksi tiloiksi.

Määrittelytavan mukaan tunnusluku on tilastollinen arvo, jonka alla 95 % tärinätapah- tumista tapahtuu. Tästä johtuen tärinä voi olla havaittavaa ja jopa häiritsevää, vaikka tärinän voimakkuus olisi uusien rakennusten osalta sovellettavan C-luokan rajan ta- salla.

Julkaisussa ”Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttiut- tisuus” (VTT, 2014) esitetään kolme eri tarkastelutasoa käytettäväksi eri olosuhteissa:

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

Tämä selvitys on laadittu 2. tarkastelutason mukaisesti ja lisäksi on arvioitu rakennuk- sissa esiintyvä värähtely perustuen VTT:n suurennuskerroinmenetelmään.

3.3 Tärinän arviointi rakenteiden vaurioitumisalttiuden kannalta

VTT:n tutkimusraportissa (VTT, 2014) esitetään taulukossa 2 esitetyt värähtelyrajat maaperälle. Alueiden luokitusta voidaan hyödyntää arvioitaessa rakennusten vaurioitu- misalttiutta. Tyypillisesti asumismukavuus häiriintyy huomattavasti ennen kuin raken- teiden kestävyys vaarantuu.

Taulukko 2. Rakenteiden vaurioitumisalttiut, VTT 2014.

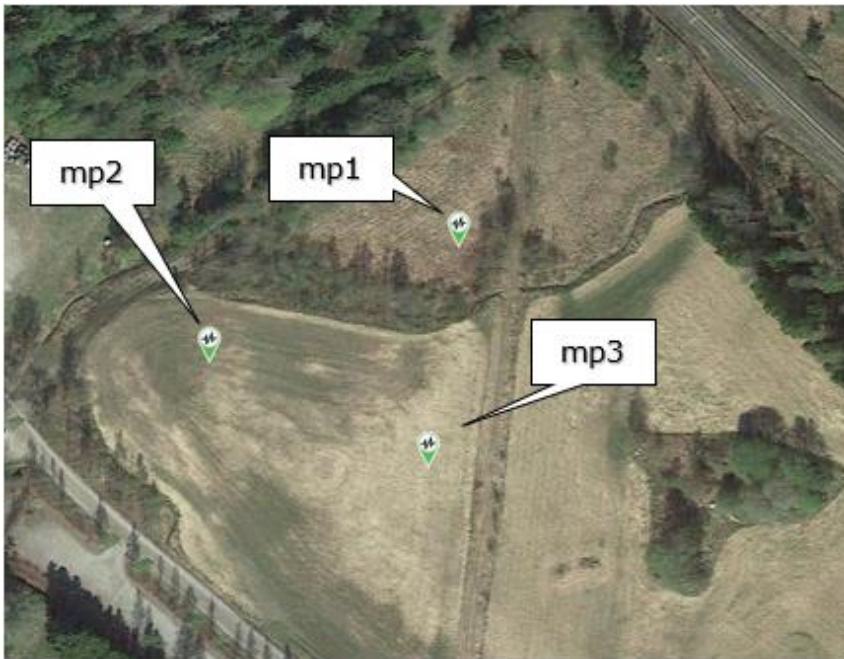
Tärinä- alueet	Kuvaus	Hallitseva taajuus, Hz	Värähtely v_{max} mm/s
V	Lähinnä rataa oleva alue, jolla maaperän tärinä on niin voimakasta, että se voi aiheuttaa vahinkoriskin rakennuksille tai rakenteille	alle 10 10...20 20...50 yli 50	3 4,2 6 7,2

H	Hyväkuntoisiin ja tavanomaisiin rakennuksiin ei yleensä aiheudu niiden käyttökelpoisuutta haittaavia vaurioita, jos liikennetärinä on huomioitu resonanssille herkkien rakenteiden suunnittelussa. Tärinä on kuitenkin yleensä selvästi havaittavaa ja häiritsee usein asuinmukavuutta. Vaurioitumisriskin arvioinnissa tulee ottaa huomioon rakennuskanta ja käytetyt rakennusmateriaalit	alle 10 10...20 20...50 yli 50	1-3 1,4-4,2 2-6 2,4-7,2
E	Tärinä ei aiheuta normaalikuntoisten rakenteiden vaurioitumista, mutta voi häiritä asumismukavuutta.	alle 10 10...20 20...50 yli 50	alle 1 alle 1,4 alle 2 alle 2,4

4 Tärinämittaukset ja tulokset

4.1 Maaperän tärinämittaukset

Alueella toteutettiin tärinämittaukset aikavälillä 02.12.-10.12.2021. Mittausjärjestelyistä vastasi Sitowise Oy:n alikonsulttina Forciti Consulting Oy. Mittauspisteiden toteutunut sijainti on esitetty kuvassa 2. Värähtelyanturit olivat kiinnitettynä maapiikeillä maaperään ja niiden sijoittelu vastasi likimäärin tulevien rakennusten sijoittelua alueelle.



Kuva 3. Toteutuneet mittauspisteet Siurossa.

Raideliikennetapahtuman tunnistaminen alueen muista tärinää sisältävistä tapahtumista tehdään tärinän voimakkuuden, keston, taajuussisällön, muiden mittauspisteiden samanaikaisten tulosten sekä raideliikennetietojen perusteella.

4.2 Asumismukavuus

Taulukossa 3 on esitetty tärinämittauksiin perustuvat alueen tunnusluvut suunta-akseleittain, värähtelyn hallitseva taajuus sekä tunnuslukuun perustuva asumismukavuusluokitus. Maaperästä mitatun värähtelyn perusteella alue on alueen pohjoispäässä luokkaan C kuuluvaa ja luokitus paranee radasta kauemmassa siirryttäessä. Mittauspisteissä 2 ja 3 värähtely oli pientä ja luokitus paras mahdollinen A.

Taulukko 3. Mittaustulosten yhteenveto

Mittauspiste	Etäisyys rataan m	Pystysuunta (vertikaali) $v_{w, 95}$ (mm/s)	Horisontaalinen (kohtisuoraan) $v_{w, 95}$ (mm/s)	Horisontaalinen (radan suuntaan) $v_{w, 95}$ (mm/s)	Hallitseva taajuus v/k/r (Hz)	Luokitus, asumismukavuus
mp1	85	0,03	0,18	0,11	9,5/8,6/9,5	C
mp2	150	0,01	0,03	0,03	11/8,6/9,0	A
mp3	140	0,01	0,01	0,01	10,6/8,8/12,8	A

Huomattavin alueen värähtelyrasitus aiheutui Tampere-Pori/Rauma välin tavarajunien liikenteestä. Suurimmat yksittäiset mittaustulokset tallennettiin tavarajunien T2054 (9.12.2021 ja 8.12.2021), T3811 (6.12.2021), T3430 (6.12.2021) ja T3729 (3.12.2021) liikenteestä. Värähtelyvasteet olivat selvästi havaittavissa mittauspisteessä 1, ja heikommien pisteissä 2 ja 3 niiden pienen värähtelytason takia.

Maaperästä mitattua tunnuslukua ei voida yksistään hyödyntää alueen maankäyttöä suunniteltaessa, sillä se ei ota huomioon värähtelyn mahdollista voimistumista rakennuksessa. Voimistumista voidaan arvioida kertomalla todennettu värähtelytaso suurenuskertoimella k_B , taulukko 4 (VTT, 2014) mukaisesti.

Alhaisilla taajuustasoilla voidaan olettaa värähtelyn siirtyvän uuden rakennuksen perustukseen täysimääräisesti, jonka jälkeen vahvistuminen tapahtuu em. kertoimen mukaisesti. VTT:n mukaan vain harvoin värähtely voi voimistua tätä suuremmaksi.

Taulukko 4. Värähtelyn vahvistumiskertoimet.

Rakennusosa	Värähtelyn suunta	Suurenuskerroin k_B
Perustus	Kaikki suunnat	1,0
Maanvarainen lattia,	Kaikki suunnat	1,0
Alapohja, paaluperustus	Vaakasuunta	1,5
Ala- ja välipohjat	Pystysuunta	3,0
Kattotaso, enintään 2 kerrosta	Vaakasuunta	3,0
Kattotaso, 3–4 kerrosta	Vaakasuunta	2,0
Kattotaso, yli 4 kerrosta	Vaakasuunta	1,0

Värähtelyn vahvistumiskertoimet huomioiden alueen värähtelyluokitus heikkenee pisteessä mp1 ja muuttuu luokkaan D. Muissa pisteissä mahdollisella voimistumisella ei ole vaikutusta luokitukseen.

Alapuolella olevissa taulukoissa 5 ja 6 on esitetty pystysuunnan ja horisontaalisten värähtelyjen voimistumisen jälkeen arvioitu asumisluokitus.

Pystysuuntaisten värähtelyjen huomattavaa voimistumista voi tapahtua, kun rakennusten ala- tai välipohjien ominaistajuudet sijoittuvat samalle taajuustasolle kuin rakennukseen maaperästä siirtyvä pystysuuntainen värähtely. Ilmiö aistitaan lattian voimistuneena tärinänä. Alueella pystysuuntainen värähtely on pientä, joten voimistuessaan-kin pysytään luokituksessa A.

Taulukko 5. Pystysuuntaisen värähtelyn voimistuminen ja vaikutus luokitukseen.

Mittauspiste	Pystysuunta (vertikaali) $v_{w, 95}$ (mm/s)	Luokitus ilman voimistumista	$v_{w, 95}$ (mm/s), voimistuminen 3x, pystysuunta (vertikaali)	Luokitus voimistumisen jälkeen
mp1	0,03	A	0,09	A
mp2	0,01	A	0,03	A
mp3	0,01	A	0,03	A

Vaakasuuntaisten värähtelyjen huomattavaa voimistumista voi tapahtua, kun rakennuksen rungon ominaistajuus sijoittuu samalle taajuustasolle kuin maaperästä siihen siirtyvä värähtely. Ilmiö aistitaan seinien, kaappien jne. voimistuneena tärinänä. Alueella vaakasuuntainen värähtely hallitsee, joten voimistuessaan rataa lähinnä olevan mittauspisteen luokitus voi värähtelyn mahdollisessa voimistumisessa heikentyä luokkaan D.

Taulukko 6. Vaakasuuntaisen värähtelyn voimistuminen ja vaikutus luokitukseen. Suurempi suuntakomponentti huomioidu.

Mittauspiste	Horisontaalinen (kohtisuoraan) $v_{w, 95}$ (mm/s)	$v_{w, 95}$ (mm/s) pystysuunta horisontaalinen (radan suuntaan)	Luokitus ilman voimistumista	$v_{w, 95}$ (mm/s), voimistuminen 3x, vaakasuunta	Luokitus voimistumisen jälkeen
mp1	0,18	0,11	C	0,54	D
mp2	0,03	0,03	A	0,09	A
mp3	0,01	0,01	A	0,03	A

4.3 Rakenteiden vaurioitumisen arviointi

Rakenteiden vaurioitumisen kannalta tilanne on suotuisa. Rautatieliikenne hyvin harvoin kykenee aiheuttamaan värähtelyä, joka kykenee rikkomaan rakenteita. Heilahdusnopeuden huippuarvojen perusteella tarkasteltava alue sijoittuu luokkaan E jolloin:

”Tärinä ei aiheuta normaalikuntoisten rakenteiden vaurioitumista, mutta voi häiritä asumismukavuutta.”

Taulukko 7. Luokitus vaurioitumisalttius huomioituna.

Mittauspiste	Heilahdusnopeuden huippuarvo (mm/s)	Hallitseva taajuus	Luokitus
mp1	< 1,0	9,5/8,6/9,5	E
mp2	<1,0	11/8,6/9,0	E
mp3	<1,0	10,6/8,8/12,8	E

4.4 Runkomelun laskennallinen arviointi

Selvitys on laadittu VTT:n julkaisussa "Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi" (VTT, 2009) 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,

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

jossa värähtelyn perustasoon lisätään liikenteestä riippuvat korjaustekijät koskien:

- Liikennettä (junatyyppi, nopeus, ajoneuvon ominaisuudet)
- Väylän kuntoa
- Radan eristämiskorjaukset
- Väylän sijaintia (avorata, tunneli, ilmarata)
- Kohderakennusta (tyyppi, perustus, resonanssi)
- Syntyvää äänenpainetta (muunto äänenpainetasoksi, maaperän vaikutus)

Saatuja tuloksia verrataan julkaisussa esitettyyn suositukseen runkomelutason ohjearvoista.

Taulukko 8. Suositus runkomelutasojen ohjearvoiksi

Rakennustyyppi	L_{prm} [dB]
Radio-, tv- ja äänitysstudiot, konserttitalit	25–30
Asuinhuoneistot	30/35 ²
Hoito- ja sosiaalihuollon laitokset, majoitustilat, potilashuoneet, majoitustilat päiväkodit, lasten ja henkilökunnan oleskeluun tarkoitettavat 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 ilmastoineristävyydestä, on suositeltavaa käyttää runkomelutason tiukempaa raja-arvoa.	

Tässä selvityksessä sovelletaan 35 dB runkomelun ohjearvoa majoitustiloille ja asuinhuoneistoille. 35 dB ohjearvo esitetään käytettäväksi myös Ympäristöministeriön ohjeessa rakennusten ääniympäristöstä.

Runkomelun arvioinnissa käytettiin seuraavia korjaustekijöitä ΔL_v :

Taulukko 9. Käytetyt korjaustekijät

Korjaustekijä	Määrittely	korjaustekijä, [dB]
Liikennetyyppi	Veturivetoiset junat	+11 dB
Ajonopeus	100 km/h	0 dB
Kaluston ominaisuudet	Normaali jousitus	+ 0 dB
Väylän kunto	Kuluneet tai aaltomaiset kiskot	+10 dB
Radan eristämistapa	Ei eristystä	+ 0 dB
Väylän sijainti	Avorata	+ 0 dB
Rakennuksen tyyppi	Puutalo 1–2 krs	-5 dB
Rakenneosien resonanssi	Vakiokorjaus	+ 6 dB
Muutos äänenpainetasoksi	Vakiokorjaus	-28 dB
Muutos A-painotetuksi äänenpainetasoksi	Värähtelyn hallitseva taajuus alle 30 Hz	-50 dB
Varmuusmarginaali	Ohjeen mukainen vakiokorjaus	+6 dB

Laskennallisen arvion perusteella runkomelutason 35 dB asumiskäytön ohjearvo alitetaan noin 75 m etäisyydellä radasta, jolloin uudet rakennukset sijoittuvat reilusti runkomelualan ulkopuolelle.

5 Tulosten arviointi ja johtopäätökset

Liikennetärinä

Mittaustulosten perusteella leirintäalueen maaperän värähtelyjohtavuus on otollinen liikennetärinän leviämislle, mutta koska suunnittelualueen etäisyys radasta on huomattava, ovat mitatut värähtelytasot maltillisia.

Maaperästä mitattujen tuloksien ja niistä määriteltyjen tunnuslukujen perusteella alue kuuluu mittauspisteessä 1 (lähinnä rataa) luokkaan C (suositus uusille alueille) ja mittauspisteissä 2 ja 3 luokkaan A. Kun mahdollinen resonanssivoimistuminen huomioidaan, voi alueen värähtelyluokitus heikentyä mittauspisteen 1 kohdalla luokkaan D (suositus vanhoille alueille). Mittauspisteissä 2 ja 3 mahdollisella voimistumisella ei ole vaikutusta luokitukseen ja se on voimistumisenkin jälkeen luokassa A.

Rakenteiden kestävyys ei vaaranna suunnittelualueella resonanssivoimistuminen huomioiden, ellei käytetä erityisen herkkiä ja tärinälle alttiita rakenteita.

Runkomelu

Laskennallisen arvion perusteella runkomelutason 35 dB asumiskäytön ohjearvo alitetaan 75 m etäisyydellä radasta. Arvio on laskennallinen ja jokseenkin karkea, mutta runkomelu ei ole tyypillisesti pienirakeisten ja pehmeiden maalajialueiden ongelma, eikä toimi tällä alueella mitoittavana tekijänä. Mittaustuloksissa värähtelyt todettiin huomattavan kapeakaistaiseksi ja painottuvaksi taajuusalueelle, jolla ihminen ei juurikaan kykene havaitsemaan ilmiänekseksi muuttunutta värähtelyä.

6 Yhteenveto

Nokian kaupungin tilauksesta arvioitiin Siuroon sijoittuvan asemakaava-alueen tärinäolosuhteita perustuen värähtelymittauksiin. Mittaukset onnistuivat hyvin ja niitä voidaan pitää luotettavina. Värähtelylähteet olivat tunnistettavissa rautatieliikenteeksi ja suurimmat herätteet todettiin aikataulutietojen perusteella Tampere-Pori/Rauma välin tavarajunaliikenteestä.

Suunnittelualueen läheisen rautatietieväylän vaikutuksesta syntyneet maaperästä mitatut värähtelytasot ja niistä johdetut tunnusluvut asettavat alueen asumismukavuuden osalta luokkiin A (mittauspisteet 2 ja 3) tai luokkaan C (mittauspiste 1). Kun mahdollinen värähtelyn voimistuminen huomioidaan, heikkenee lähinnä rataa olevan mittauspisteen 1 värähtelyluokitus luokkaan D.

Alueen runkomeluolosuhteet arvioitiin VTT:n laskennallisella menetelmällä. Arvion perusteella runkomelua ei tarvitse erikseen huomioida alueen maankäyttöä suunniteltaessa.

Koska alueelta mitattu värähtely on huomattavan kapeakaistaista taajuustasoilla, jotka mahdollisesti täsmäävät alueelle suunniteltavien rakennusten runkojen ominaistajuuksiin, voidaan värähtelyn voimistumista pitää tietyissä tilanteissa mahdollisena.

Mikäli tätä mahdollista voimistumista halutaan huomioida alueella, suositellaan lisäämään asuin- ja majoituskäyttöön osoitettavien rakennusten etäisyyttä rataa tasolle 100m. Ehdotus koskee vain rataa lähimpiä rakennuksia suunnittelualueen koillisosassa. Tilanne on esitetty liitteessä 1.

Tärinämittausten perusteella Knuutilan kartanon alueella rautatiestä aiheutuva värähtely on vaimentunut huomaamattomiin. Muilta osin kaava-alueelle ei olla osoittamassa sellaisia uusia toimintoja, jotka olisivat herkkiä tärinälle.

7 Kirjallisuus

VTT (2005). *Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta.*

VTT (2006). *Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa.*

VTT (2009). *Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi.*

VTT (2014). *Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius.*

Liite 1: Alueen mittauspisteet ja värähtelyluokitus

Liite 1: Alueen mittauspisteet ja värähtelyluokitus

