

Vastaanottaja
Rauman kaupunki

Päivämäärä
30.12.2022

ANDERSSONIINTIE, RAUMA SELVITYS LIIKENTEEN AIHEUTTAMISTA TÄRINÄ- JA RUNKOMELUVAIKUTUKSISTA

ANDERSSONINTIE, RAUMA

SELVITYS LIIKENTEEN AIHEUTTAMI STA TÄRINÄ- JA
RUNKOMELUVAIKUTUKSISTA

Päivämäärä 30/12/2022
Laatija Kirsi Koivisto
Kuvaus Tärinä- ja runkomeluserivitus

SISÄLTÖ

1. TEHTÄVÄ	1
2. TUTKIMUSKOHDE	1
2.1 TUTKIMUSKOHTEEN SIJAINTI	1
2.2 POHJASUHTEET	2
2.3 LIIKENNE TARKASTELUKOHDALLA	2
3. TÄRINÄN JA RUNKOMELUN SUOSITUSARVOT	3
3.1 TÄRINÄN JA RUNKOMELUN SYNTYMINEN	3
3.2 TÄRINÄN SUOSITUSARVOT	3
3.2.1 Ihmistä häiritsevä ääni	3
3.2.2 Äänen kartoitus rakennusten vaurioriskin kannalta	4
3.2.3 Rakennuksen herkkyys äänelle	5
3.3 RUNKOMELUN ARVIOINTIIN LIITTYVÄ OHJEISTUS JA MENETTELYTAVAT	5
4. VÄRÄHTELYMITTAUKSET	6
5. TÄRINÄN ARVIOINTI	7
5.1 TÄRINÄN LEVIÄMINEN JA OHJEARVOALUEET	7
6. RUNKOMELUN ARVIOINTI	8
6.1 RUNKOMELUN TARKASTELU VÄRÄHTELYMITTAUSTEN PERUSTEELLA	8
7. JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET JATKOTOIMENPITEIKSI	9
LÄHDEVIITTEET	10

LIITTEET

LIITE 1 Värähtelymittausten 15 merkittävintä havaintoa tarkastelluissa mittauspisteissä

1. TEHTÄVÄ

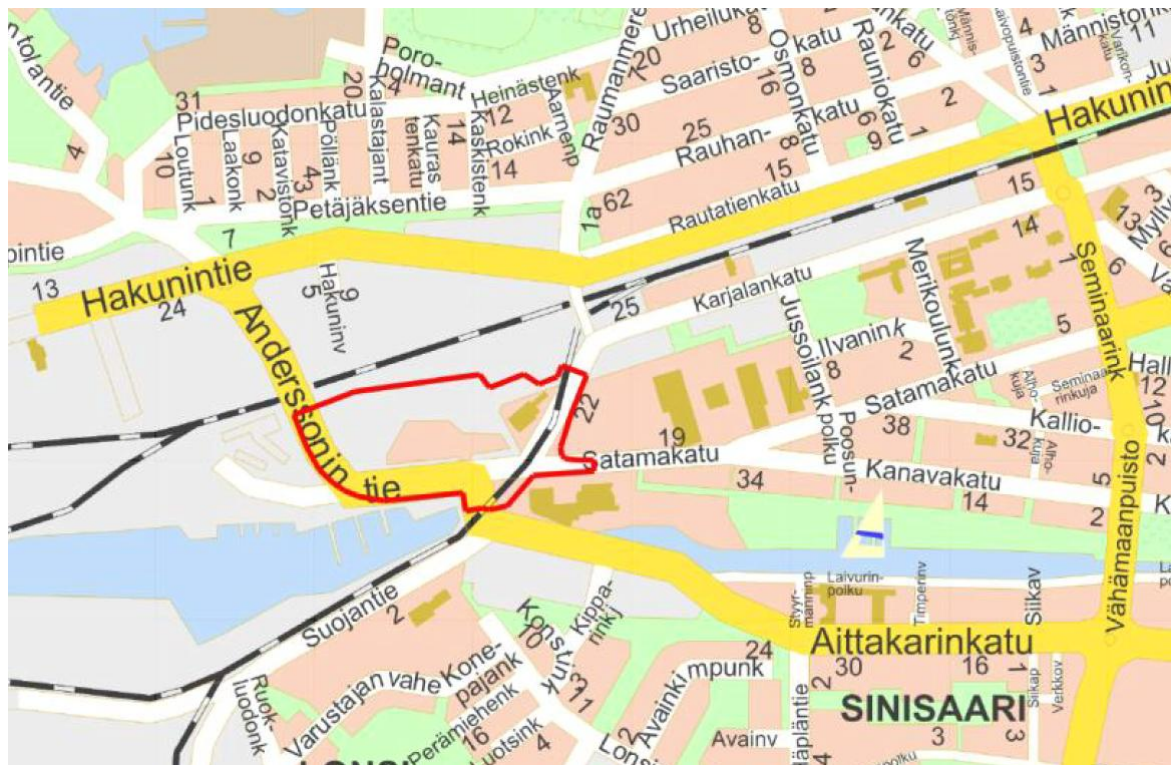
Ramboll Finland Oy on tehnyt selvityksen rautatieliikenteen aiheuttamista tärinä- ja runkomeluhaitoista Rauman Anderssonintien kaava-alueella.

Selvitys on toteutettu noudattaen VTT:n julkaisuja *"Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa"*, *"Ohjeita liikennetärinän arviointiin"*, *"Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius"* ja *"Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi"*.

2. TUTKIMUSKOHDE

2.1 Tutkimuskohteen sijainti

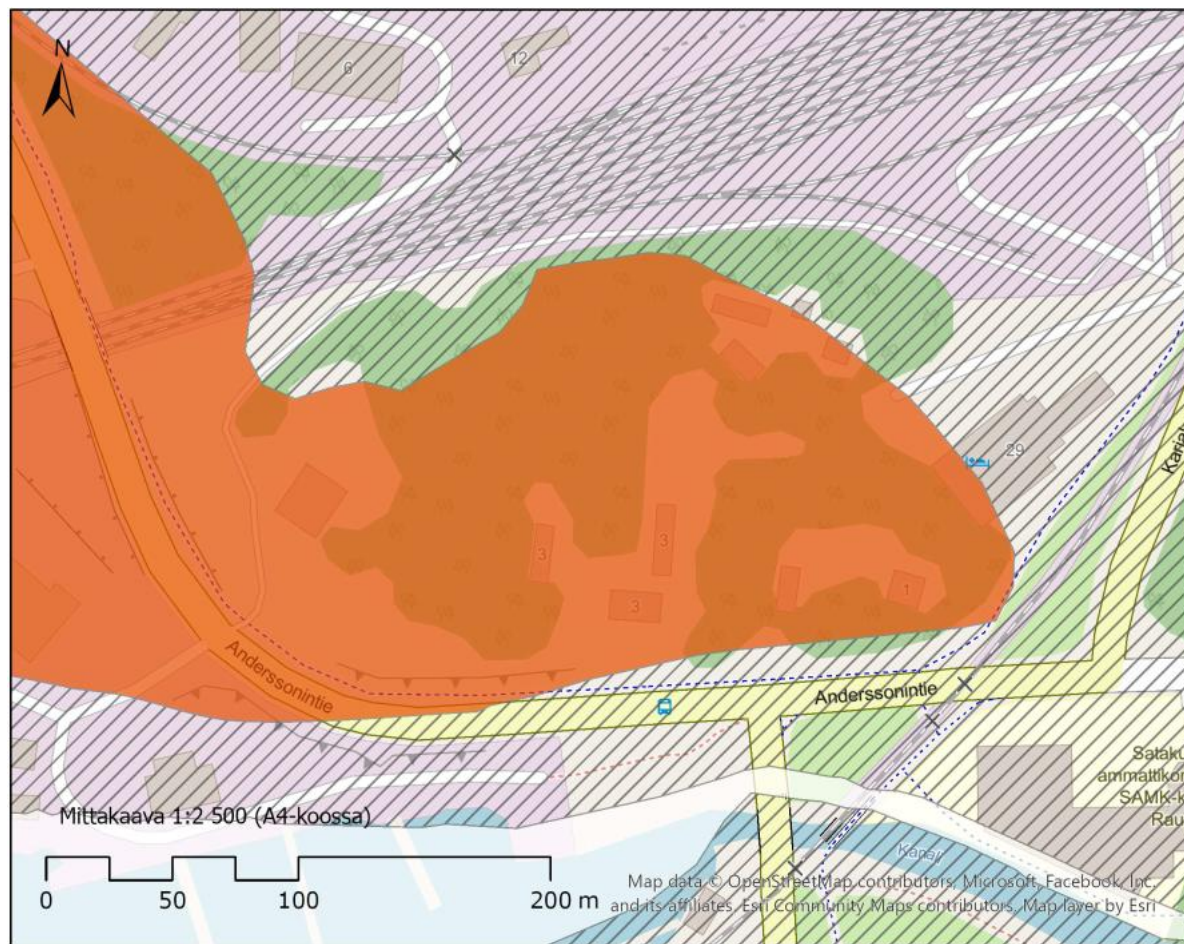
Tarkasteltava alue sijaitsee Rauman keskustan tuntumassa Rauman ratapihan eteläpuolella. Tutkimusalueella on nykyisellään muutama pientalo, joiden lisäksi alueen itäosassa sijaitsee yksi isompi rakennus sisältäen hotellin ja kuntokeskuksen. Tutkimuskohteen sijainti on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Anderssonintie, Rauma. Tärinäselvityksen tarkastelualue. Kuva: Rauman kaupungin karttapalvelu.

2.2 Pohjasuhteet

Alueen maaperä koostuu osin täyttömaista ja pääosin kalliosta. Alueen maaperäkartta on esitetty kuvassa 2.



POHJAMAALAJI	Kartoittamaton (0)
Kalliomaa (Ka) RT	Vesi (Ve)

Kuva 2. Anderssonintie, Rauma. Maaperäkartta tarkastelukohteesta. Lähde: GTK.

2.3 Liikenne tarkastelukohtalla

Tarkastelukohta sijaitsee Rauman ratapihan vieressä. Varsinaisella rataosuudella liikkuu ainoastaan tavaraliikennettä muutaman junan verran päivässä (taulukko 1). Ratapihalla tapahtuva liikenne koostuu pääosin vaunujen siirtelystä ja yhdistämisestä, mitkä tapahtuvat alhaisilla < 30 km/h nopeuksilla.

Taulukko 1. Anderssonintie, Rauma. Rauman asemalle päivittäin liikennöidyt junat 12/2022.

	Suunnitellut [kpl]	Toteutuneet [kpl]
Veturien siirrot	3	1
Tavaraliikenne	5	4
Yhteensä	8	5

3. TÄRINÄN JA RUNKOMELUN SUOSITUSARVOT

3.1 Tärinän ja runkomelun syntyminen

Liikenne tuottaa ympäristöönsä värähtelyä, joka aiheutuu pyörien ja päällysrakenteen/kiskojen epätasaisuuksista. Värähtely etenee väylän rakennekerrosten kautta maaja kallioperään, josta se johtuu edelleen maaperän ja perustusten kautta rakennuksiin ja rakenteisiin. Värähtelyjen eteneminen ja johtuminen riippuu monesta osatekijästä ja on paikkariippuvaista. Eri osatekijät vaikuttavat sekä värähtelyn suuruuteen että taajuussältöön. Värähtely voidaan havaita rakennuksissa runkomeluna tai tärinä.

Runkomelu on kuuloaistilla havaittavaa pientaajuista melua, joka syntyy rakennusrunkoon johtuneesta korkeataajuisesta värähtelystä. Huonetilojen rajapinnoissa esiintyvä värähtely on niin pientä, ettei sitä aistita tuntoaistin välityksellä tärinä. Värähtelevät pintarakenteet säteilevät kuitenkin ääntä suurten kaiutinkalvojen tavoin, ja aiheuttavat tilaan korvin kuultavaa melua. Runkomelu etenee tehokkaasti kallioperässä ja vaimenee pehmeissä maakerroksissa.

Tärinä on tuntoaistilla havaittavaa matalataajuista värähtelyä. Tärinähaittoja esiintyy tyypillisesti pehmeikköalueilla liikenneväylien ympäristössä. Kallio- ja moreeni- ja maassa tärinä vaimenee nopeasti eikä yleensä aiheuta haittoja.

3.2 Tärinän suositusarvot

3.2.1 Ihmistä häiritsevä tärinä

Tärinän arvioinnissa on käytetty VTT:n (Talja 2005) tärinäsuositusta. Suositusarvo esitetään värähtelyn tunnuslukuna, joka perustuu 95 % tilastollisella todennäköisyydellä toteutuvaan, ihmisen kokemuksen mukaan taajuuspainotettuun tehollisarvoon (taulukko 2).

Taulukon 2 luokitus perustuu ihmisen kokeman tärinän häiritsevyyteen. Luokitusta ei sovelleta rakennuksille, joissa ihmiset ovat pääasiassa liikkeessä tai muut kuin liikenteestä aiheutuvat häiriöt voivat olla merkittävämpiä (esim. toimistot, kaupat, kahvilat, ostoskeskukset, tavaratalot, liikuntatilat).

Tehollisarvo, jossa yksittäiset huippuarvot tasoittuvat, kuvaa paremmin tärinän aiheuttamaa haittaa ihmisen häiriintymiselle kuin huippuarvo, joka soveltuu paremmin rakenteiden vaurioitumistarkasteluihin. Yleensä liikennetärinän taajuuspainotettu heilahdusnopeuden tehollisarvo on noin 50 % tärinän huippuarvosta.

Taulukko 2. Suositus rakennusten värähtelyluokituksesta (Talja 2005).

Värähtelyluokka	Kuvaus värähtelyolosuhteista	Värähtelyn tunnusluku $V_{w,95}$ (mm/s)
A	Hyvät asuinolosuhteet	$\leq 0,10$
B	Suhteellisen hyvät olosuhteet	$\leq 0,15$
C	Suositus uusien rakennusten ja väylien suunnittelussa	$\leq 0,30$
D	Olosuhteet, joihin pyritään vanhoilla asuinalueilla	$\leq 0,60$

Suosittelava tavoiteraja värähtelyn enimmäisarvolle rakennuksen sisätiloissa on uusilla asuinalueilla 0,3 mm/s ja vanhoilla asuinalueilla 0,6 mm/s. Tämä VTT:n esittämä suositus enimmäisarvoksi (Törnqvist & Talja 2006) on otettu käyttöön myös Liikenneviraston ohjeistuksessa (Liikennevirasto 2016). Tavoitteen tulee toteutua pystyvärähtelyn osalta rakennuksen kaikissa lattioissa ja vaakavärähtelyn osalta rakennuksen jokaisessa kerroksessa. Mikäli kyse ei ole asuinrakennuksesta ja tilojen käyttötarkoitus on sellainen, että liikenteen ei katsota aiheuttavan lepoa, tavoiteraja voi olla kaksinkertainen esitettyihin arvoihin nähden.

3.2.2 Tärinän kartoitus rakennusten vaurioriskin kannalta

Suomessa rakennusten rakenteiden vaurioriskille ei ole toistaiseksi annettu virallisia raja-arvoja. Ihmisten häiriintymiskynnys kuitenkin yleensä ylittyy merkittävästi pienemmillä värähtelyn arvoilla kuin ne joilla rakenteiden vaurioriski alkaa kasvamaan. Näin ollen pysyttäessä asuinviihtyvyyden kannalta sallituissa värähtelyrajoissa, ei rakennusten vaurioitumisriski ole yleensä merkitsevänä tekijänä tarkasteluissa.

Tarkastelussa oleva alue voidaan rajata ja luokitella normaalikuntoisten rakennusten tärinänsiedon perusteella kolmeen vyöhykkeeseen (Talja & Törnqvist 2014):

- V-alue: Lähinnä rataa oleva alue, jolla maaperän tärinä on niin voimakasta, että se voi aiheuttaa vahinkoriskin rakennuksille tai rakenteille.
- H-alue: 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 asumismukavuutta.
- E-alue: Tärinä ei aiheuta normaalikuntoisten rakenteiden vaurioitumista, mutta voi häiritä asumismukavuutta.

Eri alueiden rajaus tärinävyöhykkeisiin perustuu maaperän värähtelyn huippuarvoon V_{max} . Eri alueiden värähtelyrajat on esitetty taulukossa 3. Maanpinnan värähtely ei saa pystysuunnassa eikä kummassakaan vaakasuunnassa ylittää taulukossa esitettyjä arvoja.

Taulukko 3. Tärinäalueiden (V, H ja E) rajauksessa käytettävät maaperän värähtelyrajat värähtelyn huippuarvoina (v_{max} , mm/s) (Talja & Törnqvist 2014).

Maalaji	Maalajin värähtelyn hallitseva taajuus	Tärinäalueiden värähtelyrajat v_{max} (mm/s)		
		V-alue	H-alue	E-alue
Pehmeä savi, $s_u < 25 \text{ kN/m}^2$	alle 10 Hz	> 3	1...3	< 1
Sitkeä savi, siltti, löyhä hiekka	10...20 Hz	> 4,2	1,4...4,2	< 1,4
Tiivis hiekka, sora, moreeni, rikkonainen tai löyhä kallio	20...50 Hz	> 6	2...6	< 2
Kiinteä kallio	yli 50 Hz	> 7,2	2,4...7,2	< 2,4

3.2.3 Rakennuksen herkkyys tärinälle

Rakennuksen tärinäherkkyys riippuu merkittävästi sen rakenteista ja mittasuhteista. Tavallisesti mitä jäykempi rakenne, sitä vähemmän rakennus reagoi tärinään. Yksikerroksisessa rakennuksessa resonanssi aiheuttaa ongelmia harvemmin kuin monikerroksisissa. Erityisen herkkiä resonanssille ovat 1,5- ja 2-kerroksiset rakennukset.

Rakennuksen perustaminen paaluille tavallisesti lisää rakenteen jäykkyyttä ja vähentää tärinäherkkyttä. On kuitenkin huomattavaa, että tilanteissa joissa maaperän vaakasuuntainen tärinä on merkittävää, saattaa paalutus lisätä tärinää paalujen ottaessa vaakätärinän vastaan maaperässä ja siirtäessä sitä rakennuksen runkoon.

Puurakenteinen 1,5- tai 2-kerroksinen pientalo on tyypillisesti erittäin tärinäherkkä. Betonirakenteista yli 2-kerroksista kerrostaloa voidaan taas pitää ei-tärinäherkkänä, kunhan vältetään rungon ja lattian resonanssitaajuuksia, eikä rakennuksen ominaistajuus osu maaperän kanssa samalle ominaistajuudelle.

3.3 Runkomelun arviointiin liittyvä ohjeistus ja menettelytavat

Suomessa ei toistaiseksi ole olemassa virallisia raja- tai ohjearvoja liikenteen aiheuttamalle runkomelulle. VTT:n julkaisua "*Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi, VTT Tiedotteita 2468, Espoo 2009*" käytetään Suomessa yleisesti liikenteestä aiheutuvan runkomelun arvioinnissa. Julkaisussa esitetään runkomelun 3-tasoinen arviointimenetely, joista tarkin taso perustuu tunnuslukuun, joka määräytyy mittaustuloksen perusteella.

Yleisimmin runkomelua esiintyy taajuusalueella 16...250 Hz. Runkomelu on laskennallisesti ja mittausteknisesti erittäin haastava arvioitava. Kaikkien melun syntymiseen vaikuttavien tekijöiden, syntymekanismista siirtotien kautta melua säteileviin rakenteisiin, on erittäin työlästä arvioida tarkoin laskelmin. Mittaamalla äänitasoja ei mitattavasta tasosta pystytä erottamaan selkeästi runkomelusta aiheutuvaa osuutta, vaan mitattu äänitaso koostuu sekä ilmaäänestä että runkoäänestä.

Kalliovarainen tai ohuen murskekerroksen varaan tehty perustus johtaa runkomelua hyvin. Kallion ja perustuksen välinen paksumpi maakerros vaimentaa tehokkaasti runkomelua, joskin perustuksista kallioon asti ulottuvat paalut voivat jälleen edistää runkomelun johtumista.

Taulukossa 4 on esitetty suositus Suomessa käytettävistä runkomelutasojen raja-arvoista. Suosituksen raja-arvoja asetettaessa tavoitteena on ollut häiriövaikutuksen rajoittaminen minimiin. Koska häiriövaikutusten on havaittu syntyvän, kun $L_{pASmax} \geq 35$ dB, raja-arvot ovat asunnoissa tätä tasoa pienemmät. Raja-arvot täyttävät valtioneuvoston, sosiaali- ja terveysministeriön ja Suomen rakennusmääräyskokoelmassa annetut suurimmat sallitut äänitasot asunnossa.

Taulukko 4. VTT:n suosittelemat runkomelun ohjearvot

Rakennustyyppi	Runkomelutaso L_{prm} [dB]
Radio-, tv- ja äänitysstudiot, konserttitalit	25-30
Asuinhuoneistot	30/35*
Hoito- ja sosiaalihuollon laitokset, majoitustilat <ul style="list-style-type: none"> potilashuoneet, majoitustilat päiväkodit, lasten ja henkilökunnan oleskeluun tarkoitetut huoneet 	30/35*
Kokoontumis- ja opetustilat <ul style="list-style-type: none"> 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*

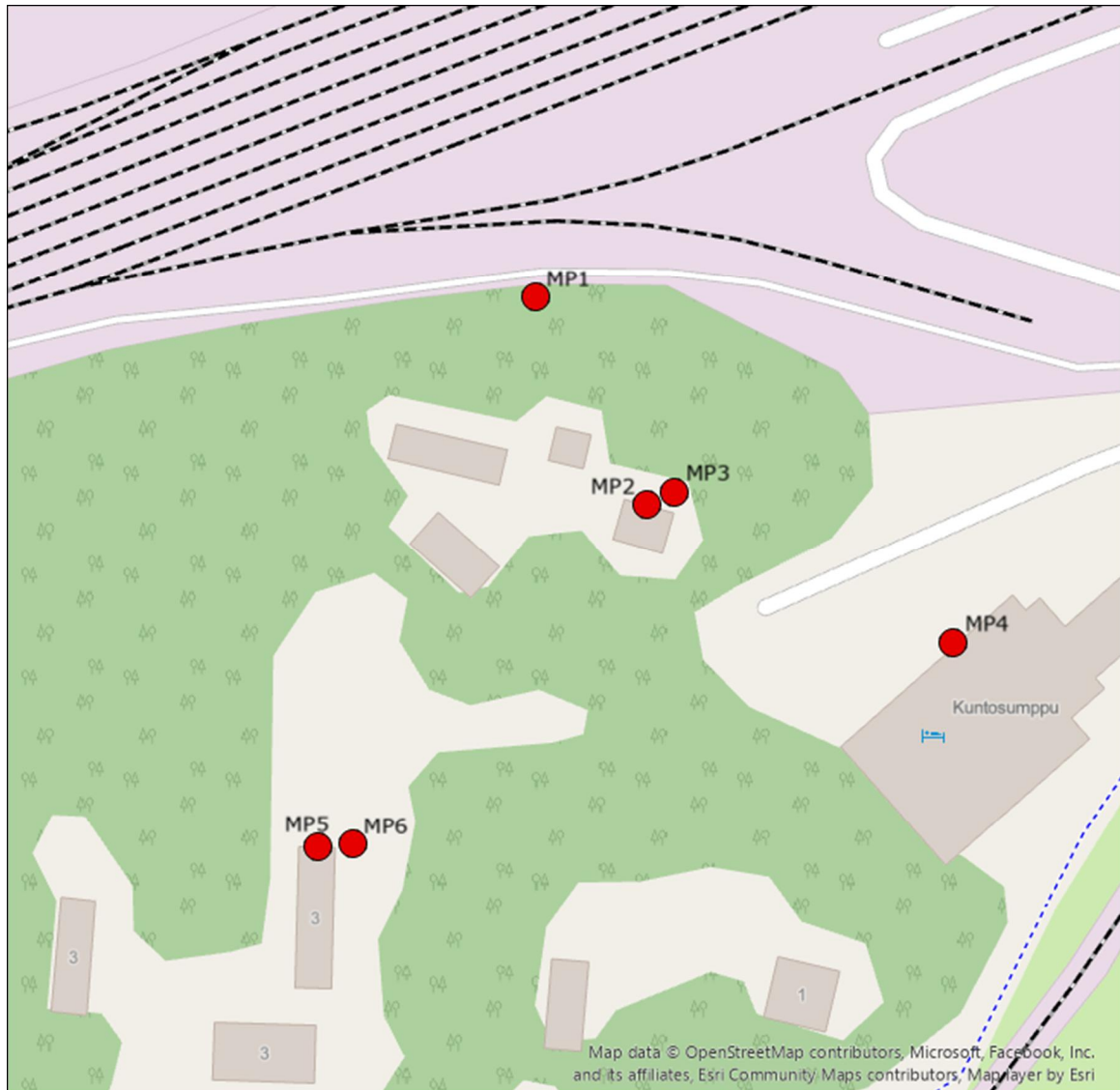
*) Avoradat. Mikäli kaavamääräyksellä on annettu ohje julkisivun ilmasteneristävyydestä, on suositeltavaa käyttää runkomelutason tiukempaa raja-arvoa.

4. VÄRÄHTELYMITTAUKSET

Mittaukset suoritettiin valvomattomina kahdessa pisteessä 14.-22.12.2022. Mittauspisteet 2 ja 5 oli sijoitettu olemassa olevien rakennusten sokkeliin, ja mittauspisteet 1, 3, 4 ja 6 maaperään. Mittauspisteiden sijainnit on esitetty kuvassa 3. Mittaukset teki Forcit Consulting Oy.

Mittaukset on esitetty taajuuspainotettuina tehollisarvoina (v_w) tehtynä luonnontilaisen maan pintakerroksesta kolmessa suunnassa: V - pystysuuntainen heilahdusnopeus, L - radan suuntainen heilahdusnopeus ja T - rataa vastaan kohtisuora heilahdusnopeus. Suurimmat mittausrekisteröinnit mittauspisteistä on esitetty liitteessä 1.

Mittaukset ja niiden analysointi on tehty VTT:n ohjeen "Suositus liikennetärinän mittauksesta ja luokituksesta" mukaisesti. Ohje perustuu standardeihin NS 8176 ja ISO 2631-2.



Kuva 3. Anderssonintie, Rauma. Tärinämittauspisteiden sijainnit.

5. TÄRINÄN ARVIOINTI

5.1 Tärinän leviäminen ja ohjearvoalueet

Tärinän leviämistä ympäristöön pystytään arvioimaan värähtelyn pystysuuntaisen komponentin avulla, johon myös tärinäluokkien ohjearvoalueiden määrittely perustuu. Radalta nykytilanteessa arvioitu tärinän leviäminen sekä maasta mitatut heilahdusnopeuden arvot esitetään värähtelyn tunnuslukuna $v_{w,95}$.

Tärinän leviämisen arviointi nykytilanteessa on tehty perustuen 14.-22.12.2022 tehtyihin mittauksiin. Mittauspisteissä mitatut värähtelyn tunnusluvut on esitetty taulukossa 5. Rakennuksiin sijoitetuissa mittauspisteissä antureille asetettu värähtelyn kynnyssarvo ei ylittynyt kertaakaan mittausten aikana, eikä niistä siten ole esittä erillisiä tuloksia.

Taulukko 5. Anderssonintie, Rauma. Värähtelyn tunnusluvut 12/2022.

Mittauspiste	Pienin etäisyys radasta (m)	Mitattu tunnusluku $v_{w,95}$ (mm/s)		
		L	T	V
MP 1	35	0,18	0,14	0,12
MP 2	80	< 0,015	< 0,015	< 0,015
MP 3	80	0,12	0,06	0,07
MP 4	120	0,06	0,08	0,21
MP 5	120	< 0,015	< 0,015	< 0,015
MP 6	125	0,09	0,05	0,03

Värähtely alittaa kaikissa mittauspisteissä selvästi tärinälle esitetyt suositusarvot – olemassa olevilla asuinrakennuksilla tärinän tunnusluvun $v_{w,95}$ on oltava < 0,6 mm/s ja mahdollisilla uusilla asuinrakennuksilla < 0,3 mm/s.

6. RUNKOMELUN ARVIOINTI

6.1 Runkomelun tarkastelu värähtelymittausten perusteella

Värähtelyn korkeammista taajuuksista voi rakennuksen tiloihin välittyä runkomelua, jota yleisimmin esiintyy taajuusalueella 16...250 Hz. Asuinhuoneistojen runkomelutason raja-arvoksi on esitetty $L_{prm} = 35$ dB (taulukko 4).

Anderssonintien kaava-alueen runkomelua on tässä selvityksessä arvioitu arviointitasolla 3. Lähtötietoina on käytetty kohteessa tehtyjä värähtelymittauksia.

Runkomelun arviointi on tehty perustuen 14.-22.12.2022 tehtyihin mittauksiin. Mittaustulosten pohjalta etäisyyden suhteen lasketut rakennuksen 1. kerroksen runkomelutasot on esitetty taulukossa 6. Melutason voidaan olettaa putoavan noin 2 dB per kerros rakennuksessa ylöspäin mentäessä.

Värähtelymittausten perusteella arvioituna rataliikenteen aiheuttama runkomelutaso Anderssonintien kaava-alueen pohjoisosassa on enimmillään 33 dB ja eteläosassa < 25 dB.

Taulukko 6. Anderssonintie, Rauma. Runkomelun tasot etäisyyksinä radasta.

Alue	Etäisyys radasta (m)
25 dB	77
30 dB	49
35 dB	29
40 dB	15
45 dB	8

7. JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET JATKOTOIMENPITEIKSI

Raportissa tehdyt arviot perustuvat vuonna 2022 tehtyihin värähtelymittauksiin (mitauspisteiden sijainti on esitetty kuvassa 3).

Tärinä

Tutkimusten perusteella junaliikenteen aiheuttamat tärinät alittavat suositusarvot ihmisen häiriöksi kokemalle tärinälle koko Anderssonintien kaava-alueella, eikä kohteessa siten ole tarvetta tärinähaittojen erilliselle huomioinnille.

Runkomelu

Värähtelymittauksiin perustuvan tarkastelun perusteella runkomeluarvot alittavat asuinrakennuksille asetetun runkomelun suositusarvon 35 dB koko tarkastelualueella, eikä kohteessa siten ole tarvetta runkomeluhaittojen erilliselle huomioinnille.

LÄHDEVIITTEET

Liikennevirasto 2016. Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 3 Radan rakenne. Liikenneviraston ohjeita 6/2016.

http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2016-06_rato3_web.pdf

Talja, A. 2011. Ohjeita liikennetärinän arviointiin. VTT Tiedotteita 2569. Espoo. 35 s. + liitteet 9 s.

<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2011/T2569.pdf>

Talja, A. 2005. Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokitukselta. VTT Tiedotteita 2278. Espoo. 50 s. + liitteet 15 s.

<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2004/T2278.pdf>

Talja, A. & Saarinen, A. 2009. Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi. Esiselvitys. VTT Tiedotteita 2468. Espoo. 56 s. + liitteet 11 s.

<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2009/T2468.pdf>

Talja, A. & Törnqvist, J. 2014. Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius. Tutkimusraportti VTT-R-04703-14. 33 s. + liitt. 25 s.

<http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2014/VTT-R-04703-14.pdf>

Törnqvist, J. & Talja, A. 2006. Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa. VTT Working Papers 50. Espoo. 46 s. + liitteet 33 s.

<http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2006/W50.pdf>

LIITTEET

- LIITE 1 Värähtelymittausten 15 merkittävintä havaintoa tarkastelluissa mittauspisteissä

Värähtelymittaukset, merkitsevimmät havainnot - Mittauspiste 1

Pvm	Aika	Heilahdusnopeus, v_w (mm/s)		
		Pituussuuntainen vaakasuunta (L)	Kohtisuora vaakasuunta (T)	Pystysuunta (V)
21.12.2022	16:47	0,085	0,090	0,045
21.12.2022	16:42	0,155	0,140	0,115
21.12.2022	13:16	0,125	0,120	0,055
21.12.2022	13:03	0,115	0,095	0,060
21.12.2022	9:19	0,090	0,085	0,075
21.12.2022	9:13	0,125	0,100	0,075
21.12.2022	9:07	0,125	0,110	0,095
20.12.2022	23:23	0,090	0,080	0,045
20.12.2022	23:08	0,155	0,075	0,065
20.12.2022	22:58	0,145	0,090	0,070
20.12.2022	10:10	0,090	0,085	0,085
20.12.2022	10:03	0,110	0,095	0,105
15.12.2022	19:19	0,035	0,035	0,095
15.12.2022	11:43	0,025	0,040	0,100
15.12.2022	11:35	0,025	0,030	0,090
	keskiarvo	0,100	0,085	0,078
	keskihajonta	0,042	0,029	0,021
	$v_{w,95}$ (mm/s)	0,175	0,138	0,116

Värähtelymittaukset, merkitsevimmät havainnot - Mittauspiste 3

Pvm	Aika	Heilahdusnopeus, v_w (mm/s)		
		Pituussuuntainen vaakasuunta (L)	Kohtisuora vaakasuunta (T)	Pystysuunta (V)
22.12.2022	12:57	0,120	0,050	0,065
20.12.2022	8:49	0,050	0,050	0,025
17.12.2022	6:04	0,060	0,040	0,030
17.12.2022	6:00	0,045	0,035	0,030
	keskiarvo	0,069	0,044	0,038
	keskihajonta	0,030	0,006	0,016
	$v_{w,95}$ (mm/s)	0,123	0,055	0,066

Värähtelymittaukset, merkitsevimmät havainnot - Mittauspiste 4

Pvm	Aika	Heilahdusnopeus, v_w (mm/s)		
		Pituussuuntainen vaakasuunta (L)	Kohtisuora vaakasuunta (T)	Pystysuunta (V)
20.12.2022	8:51	0,035	0,045	0,080
20.12.2022	8:46	0,035	0,055	0,080
20.12.2022	8:40	0,030	0,045	0,095
20.12.2022	8:34	0,065	0,085	0,225
20.12.2022	8:29	0,045	0,040	0,080
20.12.2022	8:23	0,030	0,040	0,080
20.12.2022	8:17	0,065	0,070	0,190
20.12.2022	5:47	0,035	0,045	0,055
17.12.2022	6:03	0,030	0,040	0,110
17.12.2022	5:58	0,045	0,045	0,155
17.12.2022	5:53	0,045	0,035	0,100
17.12.2022	5:48	0,040	0,055	0,220
17.12.2022	1:19	0,010	0,015	0,055
16.12.2022	7:18	0,010	0,015	0,060
15.12.2022	16:01	0,020	0,020	0,065
	keskiarvo	0,036	0,043	0,110
	keskihajonta	0,016	0,018	0,057
	$v_{w,95}$ (mm/s)	0,064	0,076	0,212

Värähtelymittaukset, merkitsevimmät havainnot - Mittauspiste 6

Pvm	Aika	Heilahdusnopeus, v_w (mm/s)		
		Pituussuuntainen vaakasuunta (L)	Kohtisuora vaakasuunta (T)	Pystysuunta (V)
22.12.2022	13:00	0,060	0,025	0,015
22.12.2022	12:44	0,050	0,035	0,015
22.12.2022	8:14	0,085	0,040	0,025
	keskiarvo	0,065	0,033	0,018
	keskihajonta	0,015	0,006	0,005
	$v_{w,95}$ (mm/s)	0,091	0,045	0,027