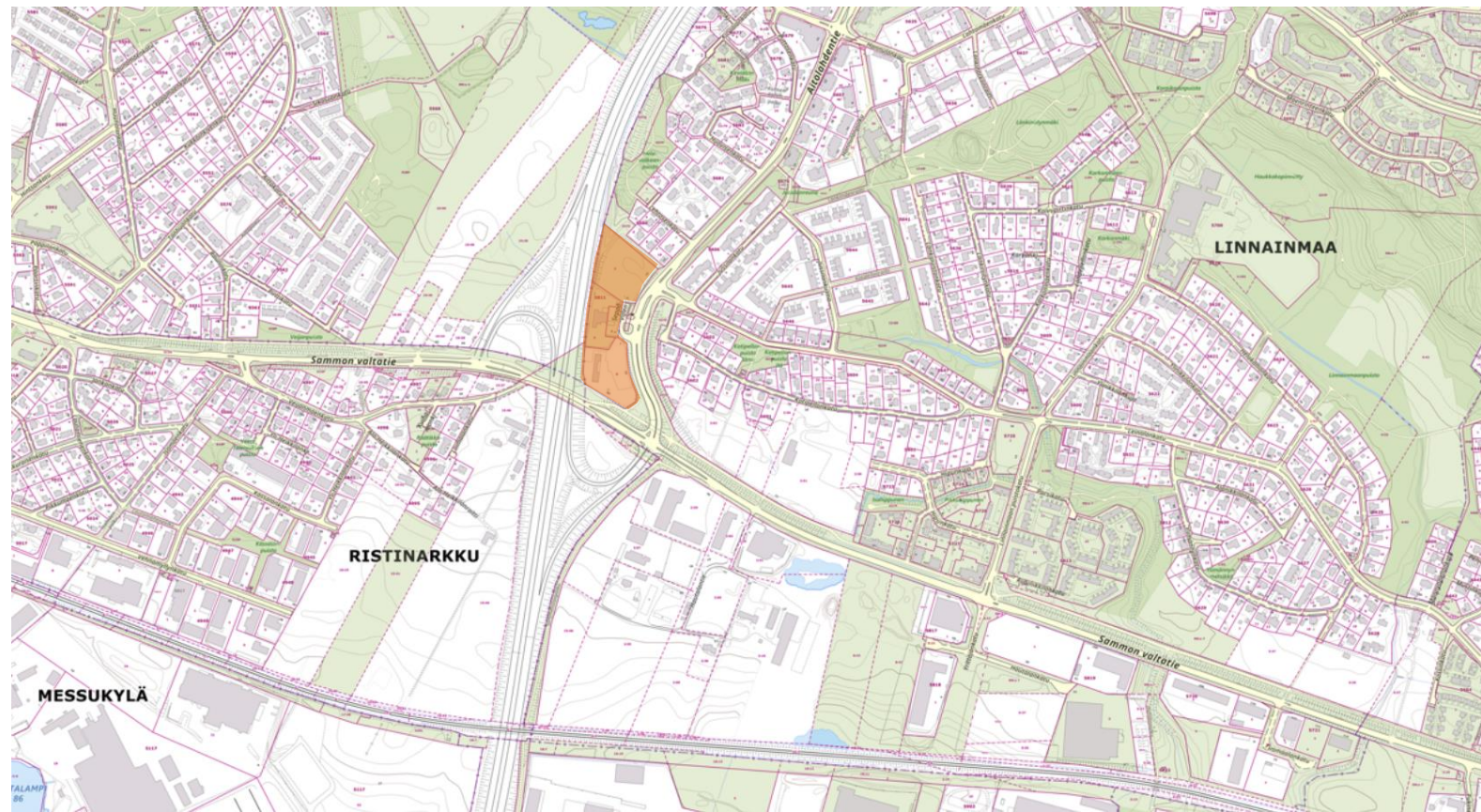


Työ: 20367
27.9.2023

LIIKENNETÄRINÄSELVITYS

Seppä-Villenkatu 1- 9, TAMPERE



TARATEST OY
Turkkirata 9 A
33960 Pirkkala
p. 03-368 3322
www.taratest.fi

1	Johdanto	3
2	Kohdetiedot	3
3	Noudatettavat ohjeet ja liikennetärinän suositusarvoja	4
	3.1 Noudatettavat ohjeet	4
	3.2 Liikennetärinän suositusarvoja	4
4	Maasto- ja liikenneolosuhteet	5
	4.1 Maasto-olosuhteet	5
	4.2 Liikenneolosuhteet	5
5	Arviointitasot 1 ja 2 ja maantien tärinä	6
	5.1 Arviointitaso 1 (turvaetäisyydet arviointi)	6
	5.2 Arviointitaso 2 (laskentakaavoihin perustuva arviointi)	6
	5.3 Maantien tärinä	8
6	Yhteenveto ja johtopäätökset	9
7	Lähteet ja viitteet	9

1 Johdanto

Taratest Oy on laatinut Broman Yhtiöt Oy:n toimeksiannosta liikennetärinäselvityksen Tampereen kaupungissa sijaitsevalle kiinteistölle, osoitteeseen Seppä-Villenkatu 1-9, Tampere. Maaperän laadun määrittämisessä on käytetty apuna geologian tutkimuslaitoksen avointa aineistoa alueen oletetusta maaperästä sekä kohteen maaperätutkimusta. Aineiston perusteella tarkasteltavan kohteen maaperä on suurelta osin savea (Sa) ja silttiä.

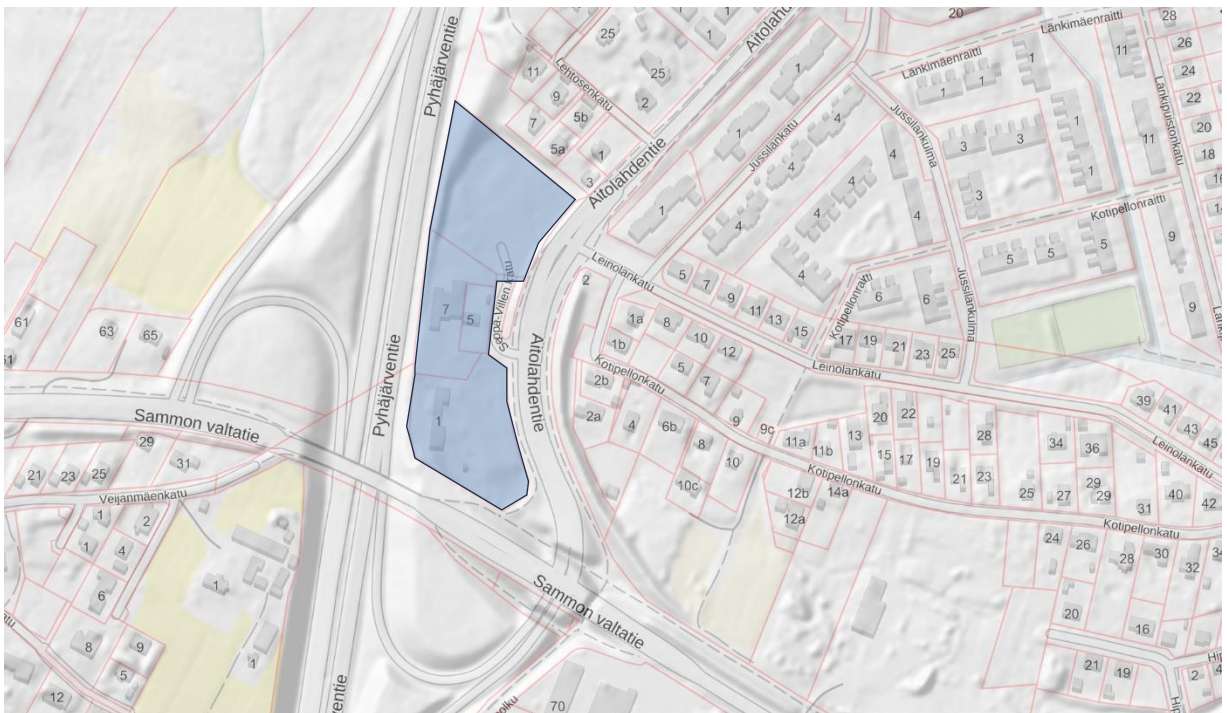
Selvitykseen kuului juna- ja raitiotieliikenteen aiheuttaman tärinän laskennallinen tarkastelu maaperätietoja hyväksi käyttäen ja arvioida tärinän voimakkuus alueelle rakennusten vaurioitumisriskin sekä viihtyvyyden kannalta.

Selvityksessä käytettiin hyväksi myös tontilla 837-37-5811-9 aiemmin suoritettua tärinämittausta, joka suoritettiin vuonna 2021 kiinteistöllä sijaitsevassa hallirakennuksessa tiivistystyölle. Mittausta suoritettiin 21.6.–3.8.2021 välisenä aikana ja tähän tarkasteluun on rajattu tärinät vain viikonlopuista (5 kpl), jolloin tontilla suoritettut työmatatärinät eivät vaikuttaneet mittaukseen.

Lisäksi laskentamallin arvioinnissa käytettiin hyväksi ”samalla savi- ja silttialueella” ja junaradan lähellä suoritettuja maan tärinämittauksilla vuonna 2022 Etu-Hankkiossa.

2 Kohdetiedot

Tarkastelun kohteena olevalle kiinteistölle (837-37-5811-3, 837-37-5811-6, 837-37-5811-8, 837-37-5811-9) on suunnitteilla liikerakennus ja autokorjaamorakennus. Eteläisellä tontilla nro 1 sijaitsee autojen pesuhalli ja keskimmaisella tontilla nro 7 katsastusasema, jossa tärinämittaus v. 2021 tehtiin.



Kuva 1. Selvityskohteen sijainti esitettyä kartalla. © MML 09/2023.

3 Noudatettavat ohjeet ja liikennetärinän suositusarvoja

3.1 Noudatettavat ohjeet

Arviointi ja tärinämallinnus suoritettiin VTT:n tiedotteen, Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius [3] mukaisesti. Lisäksi arvioitiin kohdetta VTT:n ohjeiden Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta [1] sekä Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa [2] mukaisesti arviointitasolla 2.

3.2 Liikennetärinän suositusarvoja

Arvioitaessa liikennetärinästä aiheutuvaa haittaa asuinmukavuudelle kriteerinä käytetään värähtelyn tunnuslukua $V_{w,95}$ (mm/s). VTT on antanut suosituksen [1] normaalien asuinrakennusten värähtelyluokituksesta, joka perustuu tunnuslukuun $V_{w,95}$. Tämä ohjeellinen värähtelyluokitus on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko).

Taulukko 1. Suositukset normaalien asuinrakennusten värähtelyluokituksesta (VTT 2278)

Värähtelyluokka	Olosuhteet	Värähtelyn tunnusluku $V_{w,95}$ [mm/s]
A	Hyvät asuinolosuhteet. <i>Ihmiset eivät yleensä havaitse tärinää.</i>	$\leq 0,10$
B	Suhteellisen hyvät olosuhteet. <i>Ihmiset voivat havaita tärinän, mutta se ei ole häiritsevää.</i>	$\leq 0,15$
C	Suositus uusien rakennusten ja väylien suunnittelussa. <i>Keskimäärin 15 % asukkaista pitää tärinää häiritsevänä ja voi valittaa häiriöstä.</i>	$\leq 0,30$
D	Olosuhteet, joihin pyritään vanhoilla asuinalueilla. <i>Keskimäärin 25 % asukkaista pitää tärinää häiritsevänä ja voi valittaa häiriöstä.</i>	$\leq 0,60$

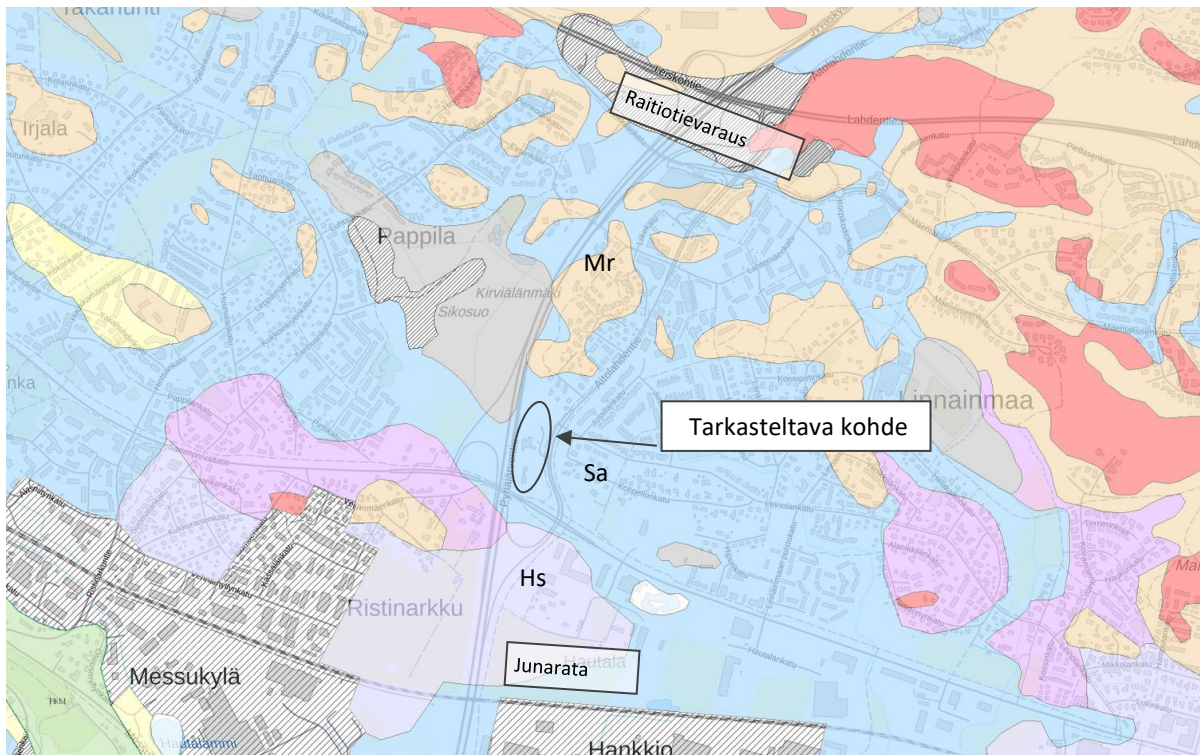
Tarkastellussa kohteessa ei sovelleta taulukon 1 tunnusluvun ohjearvoja, mikäli kohteeseen rakennetaan tiloja, joissa ihmiset ovat pääasiassa liikkeessä tai muut kuin liikenteestä aiheutuvat häiriöt voivat olla merkittävämpiä (esim. toimistot, kaupat, kahvilat, ostoskeskukset, tavaratalot, liikuntatilat).

Heilahdusnopeuden raja-arvona rakenteille käytetään VTT:n ohjeen [3] mukaisesti savialueilla yleisesti käytettävää heilahdusnopeuden raja-arvoa, joka on tässä tapauksessa 7,0 mm/s.

4 Maasto- ja liikenneolosuhteet

4.1 Maasto-olosuhteet

Geologian tutkimuskeskuksen avoimen lähdeaineiston [4] perusteella tarkasteltava kiinteistö sijaitsee savimaalla (Sa). Lähistöllä kulkeva junarata etäisyydellä 600 – 840 m sijaitsee myös savimaalla, mutta välissä on noin 450 metrin matkalla hiesumaata (Hs). Pohjoisen – koillisen suunnalla, johon raitiotie on suunniteltu etäisyydelle 750-970 m, on välissä hiekkamoreenialue (Mr) noin 450 metrin matkalla. Alueen maaperäolosuhteet esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 2). Pohjatutkimuksen mukaan maaperä on savea ja laihaa savea. Rakennukset suositellaan perustettavaksi paaluille.



Kuva 2. Alueen maaperäolosuhteet, Sa=Savi, Hs=hiesu, Mr=hiekkamoreeni, © GTK 09/2023.

4.2 Liikenneolosuhteet

Tampere – Orivesi rataosuus on 41 km pitkä, kaksiraiteinen ja sähköistetty Tampereelta Orivedelle. VR liikennöi radalla InterCity- ja Pendolino-junia. Rataosuudella on myös melko vilkas tavaraliikenne.

Rataosuuden nopeusrajoitus henkilöliikenteelle on 140 km/h ja tavaraliikenteelle 80-120 km/h riippuen akselipainosta.

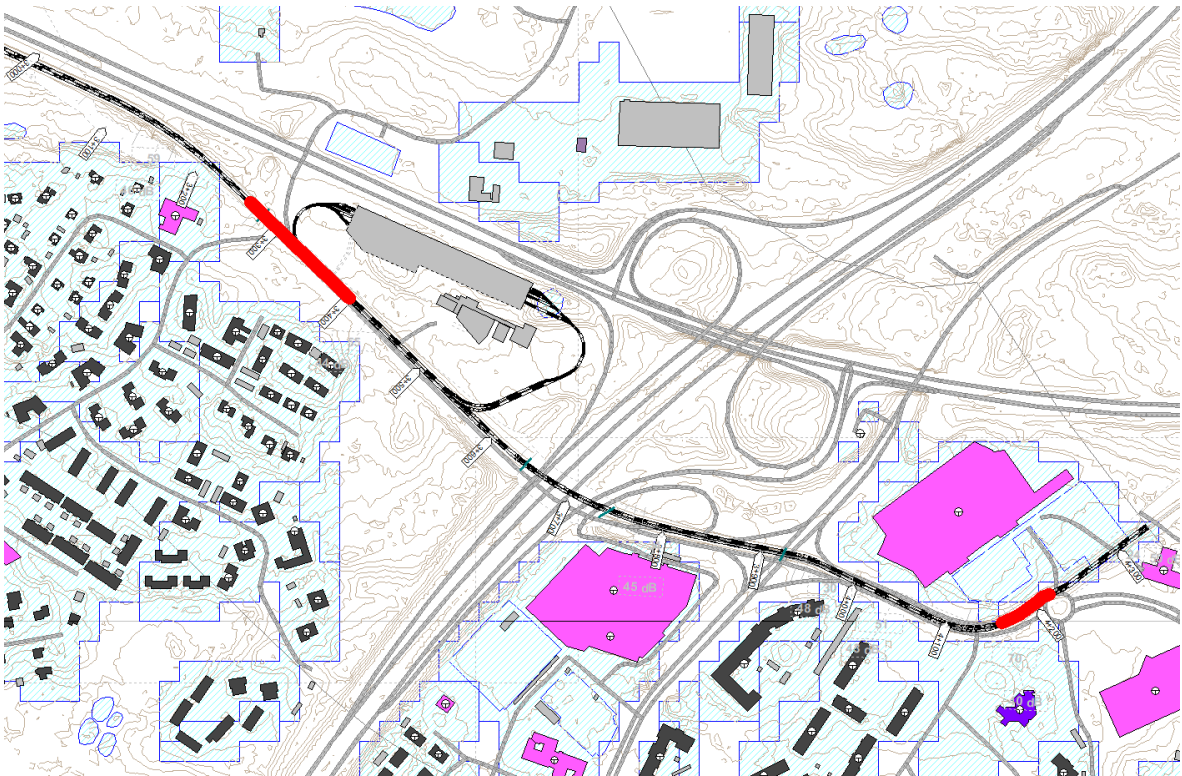
Raitiotien toteutussuunnitteluun ryhtymisestä päätettiin valtuustoissa huhtikuussa 2023 ja rakentaminen olisi mahdollista vuosina 2025–2028.

5 Arviointitasot 1 ja 2 ja maantien tärinä

5.1 Arviointitaso 1 (turvaetäisyydet arviointi)

Arviointitaso 1 tarkoittaa turvaetäisyyksien käyttöä ja siinä tarkastellaan, onko tarkempi värähtelytarkastelu lainkaan tarpeen. VTT:n ohjeiden [2] ja [3] mukaan tavarajunaliikenteen (3500 tn, 90 km/h) ja pehmeällä maalla suositeltava turvaetäisyys on 500 m. Kuitenkin, mikäli rakennus on yksikerroksinen ja perustus on rakennettu paaluille, turvaetäisyys voidaan puolittaa, jolloin turvaetäisyys olisi siis 250 m. Pikajunaliikenteelle turvaetäisyys on 200 m. Raitioliikenne on tätä kevyempää. Raskaan maantieliikenteen turvaetäisyys pehmeällä maalla on 100 m ja puolitettuna 50 m. Arviointitason 1 turvaetäisyyksien perusteella tarkempi värähtelytarkastelu olisi tarpeen vain maantien takia asuinrakennuksille.

Pirkkala-Linnainmaa raitiotien hankesuunnitelmassa on esitetty tärinälaskenta Linnainmaan ratahaaralle. Tärinäkartat eivät ulotu tämän selvityksen alueelle, joten tärinäriskiä ei ole (Kuva 3).



Kuva 3. Raitiotien hankesuunnitelman kuva Linnainmaanhaarasta, © Tampereen Ratikka 9/2023.

5.2 Arviointitaso 2 (laskentakaavoihin perustuva arviointi)

Arviointitaso 2 suoritetaan toimeksiannon mukaisesti, vaikka tason 1 tarkastelun perusteella se ei olisi tarpeen. Arviointitasolla 2 voidaan ”arviointia tarkentaa laskentakaavoihin perustuvalla asiantuntija-arvioinnilla tai tarvittaessa tarkistusluonteisten tärinämittausten perusteella.” Tässä voidaan aikaisemmin suoritettuja tärinämittauksia käyttää hyödyksi arvioinnissa.

Maaperän värähtelyä voidaan karkeasti arvioida VTT:n julkaisun VTT-R-04703–14 [3] likimääräisellä las-

kentamenetelmällä (s10 -11). Laskentakaava tarkentuu huomattavasti, kun siihen sijoitetaan mittaus-tuloksia. Tärkeimmät laskentaparametrit on esitetty taulukossa 2.

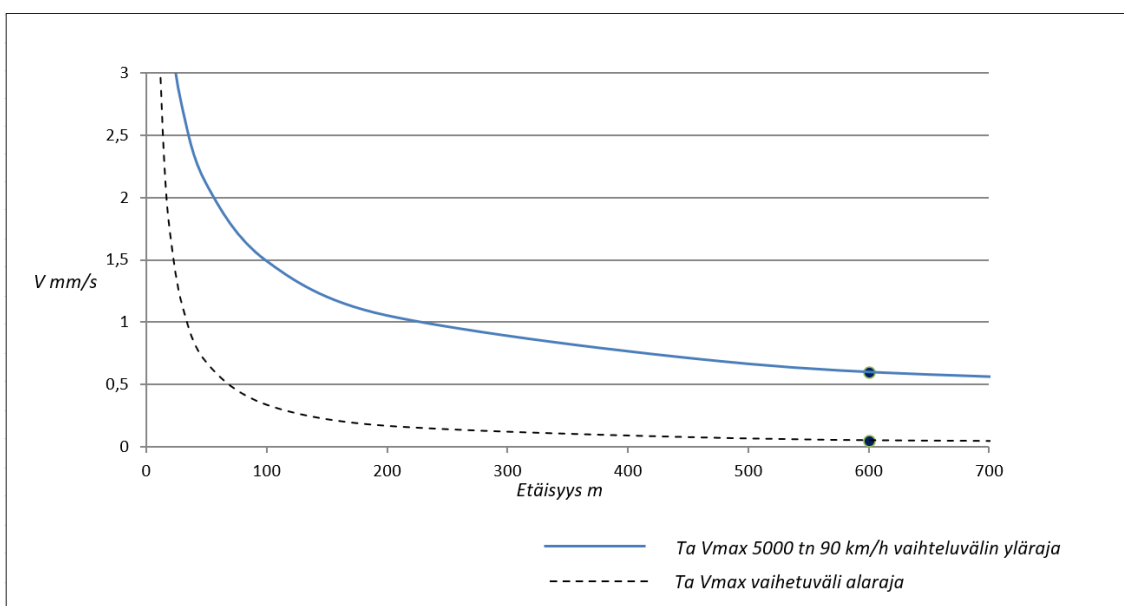
Taulukko 2. Värähtelyn perusarvo laskentamallissa etäisyydellä $D0 = 15$ m sekä etäisyysponentti B eri maalajeille ja tyypeille.

Määrävä värähtelyä johtava maalaji	Exponentti B	Värähtelyn perusarvo V_0 (mm/s) ja vaihteluväli	
		Tavarajuna	Henkilöjuna
Tärinäherkkä koheesiomaa (ljSa, ljSi, Lj)	0,3 - 0,6	1,1 - 1,7	0,7 - 1,2
Normaali koheesiomaa (Sa, saSi, Si)	0,5-1,0	0,7 - 1,2	0,5 - 0,9
Välimalajit (karkea Si, hkSi, siHk, hienoHk)	0,9-1,5	0,4 - 0,98	0,3 -0,6
Karkearakeinen (Hk, Sr, HkMr, SrMr)	1,4-2,0	0,3 - 0,6	0,2 - 0,4

Maalajiselitykset:

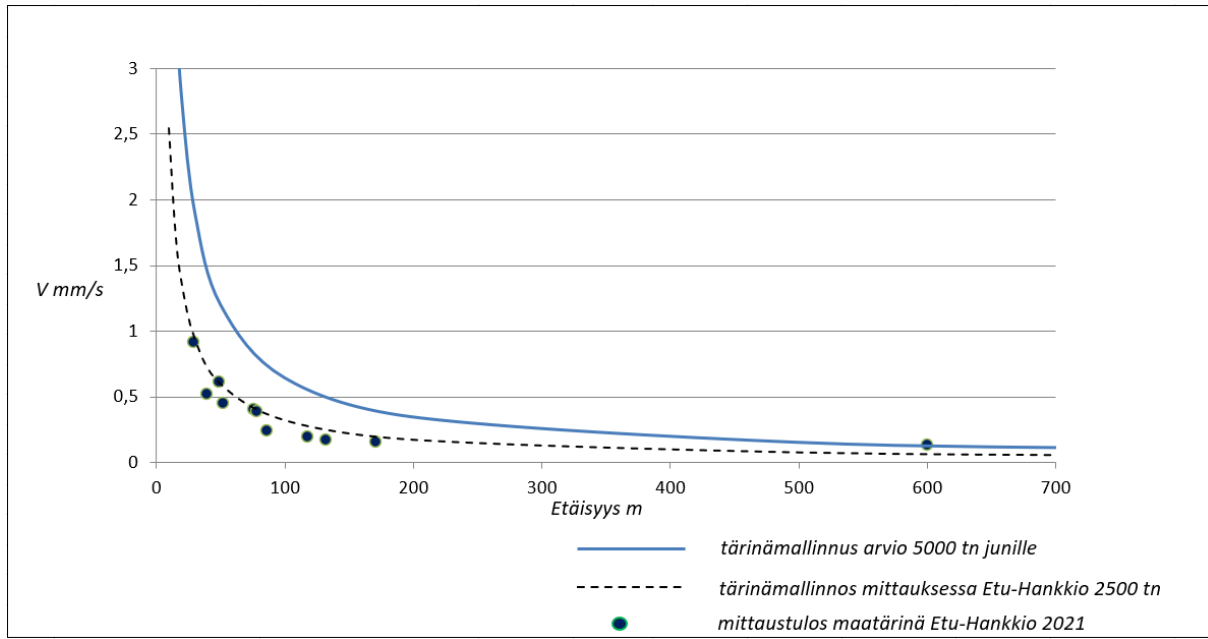
ljSa - liejuinen savi, liSi - liejuinen siltti, Lj - Lieju, Sa - savi, saSi - savinen siltti, Si - siltti (vastaava geologinen nimike hiesu), hkSi - hiekkainen siltti, siHk - silttinen hiekka, hienoHk - hieno hiekka, Hk - hiekka, Sr - sora, HkMr hiekkainen moreeni, SrMr - sorainen moreeni

Maaperätutkimuksessa ei todettu liejuisia maalajeja, joten kohteen maaperä on "normaalia koheesiomaata". Kun sen perusarvojen vaihteluväli sijoitetaan laskentamalliin, saadaan 5000 tn tavarajunan aiheuttaman maaperän värähtelyn vaihteluväliksi $v = 0,05-0,6$ mm/s etäisyydellä 600 m (kuva 4). Vuonna 2021 suoritetussa värähtelymittauksessa viikonloppujen heilahdusnopeuden arvot rakennuksessa jäivät alle 0,43 mm/s. Värähtelyhuippujen aikana ei ollut junaliikennettä, eikä tavarajunien aikana värähtely erottunut taustatärinästä, joten mittauksen perusteella ollaan lähellä vaihteluvälin alarajaa raidetärinän osalta.



Kuva 4. Laskentamallin vaihteluväli maan värähtelylle koheesiomaalle, etäisyydellä 600 m merkit

Kuvassa 5 on esitetty tarkennettu laskentamalli Etu-Hankkion tärinämittausten perusteella, mittaukset etäisyydellä 29 – 170 m. Mittauksissa on arvioitu junien painoksi 2500 tn ja laskentamalliin 5000 tn. Mittaustulosten perusteella värähtelyn perusarvo on 1,1 ja eksponentti 0,9. Laskentamallin perusteella junien aiheuttama maätärinä jää alle 0,13 mm/s. Tärinän arvioitu tehollisarvo rakennuksissa on silloin noin $V_{rms} < 0,04$ mm/s (värähtelyn tunnusluvut lasketaan tärinän tehollisarvojen V_{rms} 1s perusteella). Tämä tarkoittaa, että arvioitu junavärähtely tonteilla on luokassa A, hyvät asuinolosuhteet.



Kuva 5, mittausten perusteella tarkennettu laskentamalli koheesiomaan junatärinän värähtelylle

5.3 Maantien tärinä

Tärinämittauksessa olevan rakennuksen värähtelyn yksittäinen huippuintervalliarvo oli $v = 0,43$ mm/s, jonka aiheuttajaa ei pystytä selvittämään. Muutoin tärinä jäi pääsääntöisesti alle 0,25 mm/s, joten tämä on maantien mahdollisesti aiheuttama suurin tärinä. Arvioidut tehollisarvot jäivät alle 0,1 mm/s, joten tontin arvioitu värähtely on pääosin luokassa A, korkeintaan osittain luokassa B tontin länsipuolella, ja siten täyttävät ohjearvot myös asuinrakennuksille.

6 Yhteenveto ja johtopäätökset

Taratest Oy on laatinut Broman Yhtiöt Oy:n toimeksiannosta liikennetärinäselvityksen Tampereen kaupungissa sijaitsevalle kiinteistöille, osoitteeseen Seppä-Villenkatu 1-9, Tampere.

Selvitykseen kuului juna- ja raitiotieliikenteen etäisyydellä 600 – 840 m aiheuttaman tärinän laskennallinen tarkastelu maaperätietoja hyväksi käyttäen ja arvioida tärinän voimakkuus alueelle rakennusten vaurioitumisriskin sekä viihtyvyyden kannalta.

Tarkastellussa kohteessa ei sovelleta värähtelyluokituksen tunnusluvun ohjearvoja, mikäli kohteeseen rakennetaan tiloja, joissa ihmiset ovat pääasiassa liikkeessä tai muut kuin liikenteestä aiheutuvat häiriöt voivat olla merkittävämpiä (esim. toimistot, kaupat, kahvilat, ostoskeskukset, tavaratalot, liikuntatilat).

Tampereen Raitiotien tärinäselvityksen perusteella tontit eivät tule olemaan tulevan raitiotien tärinäriskialueella. Raitiotien etäisyys > 800 metriä.

Selvityksen perusteella maaperä tontilla ja radan välissä on normaalia koheesiomaata, ja maan värähtelyn heilahdusnopeus jää alle 0,14 mm/s. Arvioidut tehollisarvot jäävät alle $V_{rms} < 0,04$ mm/s, jolloin rataliikenne ei aiheuttaisi tonteille havaittavaa tai häiritsevää tärinää.

Maantieliikenteen aiheuttama värähtely jää selvityksen perusteella alle 0,25 mm/s, ja arvioidut tehollisarvot jäävät alle 0,1 mm/s. Tonttien arvioitu värähtely on pääosin luokassa A, osittain mahdollisesti luokassa B tontin länsipuoliskolla. Värähtelyolosuhteet täyttävät ohjearvot myös asuinrakennuksille.

Vaurioriskin kannalta heilahdusnopeuden alustava ohjearvo on 7 mm/s. Mikäli mitattu heilahdusnopeuden arvo on ≥ 7 mm/s, rakenteiden vaurioitumisriski kasvaa. Kohteessa aiemmin suoritettuna tärinämittauksen perusteella suurin mitattu heilahdusnopeuden arvo oli olevan rakennuksen sokkelista mitattuna 0,43 mm/s. Selvityksen perusteella junaliikenne- tai maantieliikennetärinä ei aiheuta rakenteiden vaurioitumisriskiä.

Pirkkalassa 27.9.2023

TARATEST OY



*Erkki Huotari, osastopäällikkö
aa-luokan tärinäasiantuntija (fise)*



*Kari-Matti Ilkka, projekti-insinööri
aa-luokan tärinäasiantuntija (fise)*

7 Lähteet ja viitteet

- [1] Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta, VTT Tiedotteita – 2278, Espoo, 2004
- [2] Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa, VTT Work 50, Espoo 2006
- [3] Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius, tutkimusrap. VTT-R-04703–14
- [4] Maaperätiedot, Geologian tutkimuskeskus, <https://gtkdata.gtk.fi/Pohjatutkimukset/index.html>
- [5] Junaliikenteen havaintojärjestelmä, Traffic Management Finland, <https://juliadata.fi/>