

Nummelan osayleiskaava

Asiakas: Vihdin kunta / Kaavoitus

Yhteyshenkilö: Teija Liuska-Eloranta

TÄRINÄSELVITYS**1 TAUSTA**

Vihdin Nummelassa Lankilan ja Enärannan väliselle alueelle on suunnitteilla osayleiskaavoitus. Kohde sijaitsee Valtateiden 2 ja 25 ja Enäjärven väliin jäävällä alueella, jonka läpi kulkee Hanko-Hyvinkään rata. Rataosuudella kulkeva liikenne koostuu tavarajunista, joiden värähtelyvaikutukset kohdistuvat osayleiskaavan alueelle. Selvityksen kohdealueelle on alustavasti suunniteltu asuinrakentamista sekä työpaikka-alueita.

Tässä raportissa on arvioitu raideliikenteen värähtelyvaikutuksia kaava-alueen toimintojen sijoittelun ja niiden edellyttämien ehtojen sekä kaavamääräysten näkökulmasta. Raportissa esitetyt tulokset pohjautuvat värähtelyn laskennalliseen mallinnukseen, kohteen koillispuolella Perhosniityssä vuonna 2010 tehtyihin värähtelymittauksiin sekä muualla vastaavissa kohteissa tehtyjen raideliikenteen värähtelymittausten aineistoihin.

2 LIIKENTEEN AIHEUTTAMA TÄRINÄ JA RUNKOMELU

Liikenteen aiheuttama värähtelyheräte kytkeytyy maaperän ja katualueiden kovien pintarakenteiden välityksellä rakennuksiin. Kun värähtely siirtyy rakennusrunkoa pitkin sisätiloihin, se voi aiheuttaa kuultavissa olevaa runkomelua tai havaittavaa värähtelyä. Värähtely on tunto- tai tasapainoaistilla havaittavaa pienitaajuisia värähtelyä (taajuusalue 1...80 Hz), ja runkomelu on värähtelyn aiheuttamaa korvin kuultavaa ilmastusta (taajuusalue 16...500 Hz).

Pienitaajuinen värähtely etenee pehmeässä maaperässä tehokkaasti ympäristöön, mutta vaimenee kitkamailla melko nopeasti. Toisin kuin värähtely, runkomelu etenee kalliolla ja myös kitkamailla tehokkaasti. Kytkeytyminen rakennusrunkoon tapahtuu tyypillisesti rakennuksen perustusten kautta. Raideliikenteen varsilla runkomeluheräte voi lähietäisyyksillä kytkeytyä rakennukseen myös sivusuunnassa raidealueen ja rakennuksen väliin jäävän jäykän pintamaakerroksen ja kadun pintarakenteiden välityksellä.

3 OHJEARVOT

Maaliikenteen aiheuttaman värähtelyn ohjearvot on esitetty taulukossa 1. Ympäristöministeriön ohjeen [1] mukainen värähtelyn ohjearvo uusille **asuinrakennuksille** on $v_{w,95} \leq 0,30$ mm/s.

Standardin SFS 5907:2022 [2] luokan A2 mukainen **toimistotilojen** värähtelyn tavoitetaso on $v_{w,95} \leq 0,60$ mm/s. Standardin luokka A2 vastaa laadultaan tavanomaista tasoa.

Teollisuustiloille ei ole voimassa värähtelyn ohjearvoja, sillä toiminnan itsensä aiheuttama melu ja värähtely usein ylittävät liikenteestä aiheutuvat häiriöt. Erityisten värähtelyherkkien tilojen tai toimintojen tapauksessa tulee soveltaa toiminto- tai laitekohtaisia olosuhdevaatimuksia.

Taulukko 1: Avoradan liikenteen tärinän ohjearvot asuinrakennuksissa ja toimistotiloissa [2].

Tilatyyppe	Tärinän ohjearvo $v_{w,95}$
Asuinrakennukset	$\leq 0,30$ mm/s
Toimistot ja neuvottelutilat	$\leq 0,60$ mm/s

Maaperäisen tärinän aiheuttaman **rakennusten vaurioitumisriskin** ohjearvona voidaan soveltaa VTT:n tutkimusraportin VTT-R-04703-14 mukaista tärinäalueiden luokittelua [3]:

- 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 havaittavissa ja häiritsee usein asumismukavuutta. Vaurioitumisriskin arvioinnissa tulee ottaa huomioon rakennuskanta ja käytetyt rakennusmateriaalit.
- E-alue: Tärinä ei aiheuta normaalikuntoisten rakenteiden vaurioitumista, mutta voi häiritä asumismukavuutta. Vaikutus asumismukavuuteen on tarkistettava erikseen VTT Tiedotteen 2569 mukaan.

Luokittelun tärinäarvot riippuvat maaperän ominaisuuksista. Taulukossa 2 on esitetty tarkasteltavalle kohteelle sovellettavat arvot, missä normaalikuntoisten rakennusten vaurioitumisriskin E-alueen tärinävyöhykkeillä värähtelyrajaksi on esitetty $v_{\max} < 1$ mm/s.

Taulukko 2: VTT:n tärinäalueiden rajauksessa käytetyt värähtelyrajat kohdealueelle sovellettavissa maaperäolosuhteissa [3]. E-alueen värähtelyraja on korostettu.

Maalaji	Pehmeä savi	Sitkeä savi, siltti, löyhä hiekka
Värähtelyssä hallitseva taajuus	< 10 Hz	10...20 Hz
V-alue	3 mm/s	4,2 mm/s
H-alue	1...3 mm/s	1,4...4,2 mm/s
E-alue	alle 1 mm/s	alle 1,4 mm/s

4 LÄHTÖTIEDOT

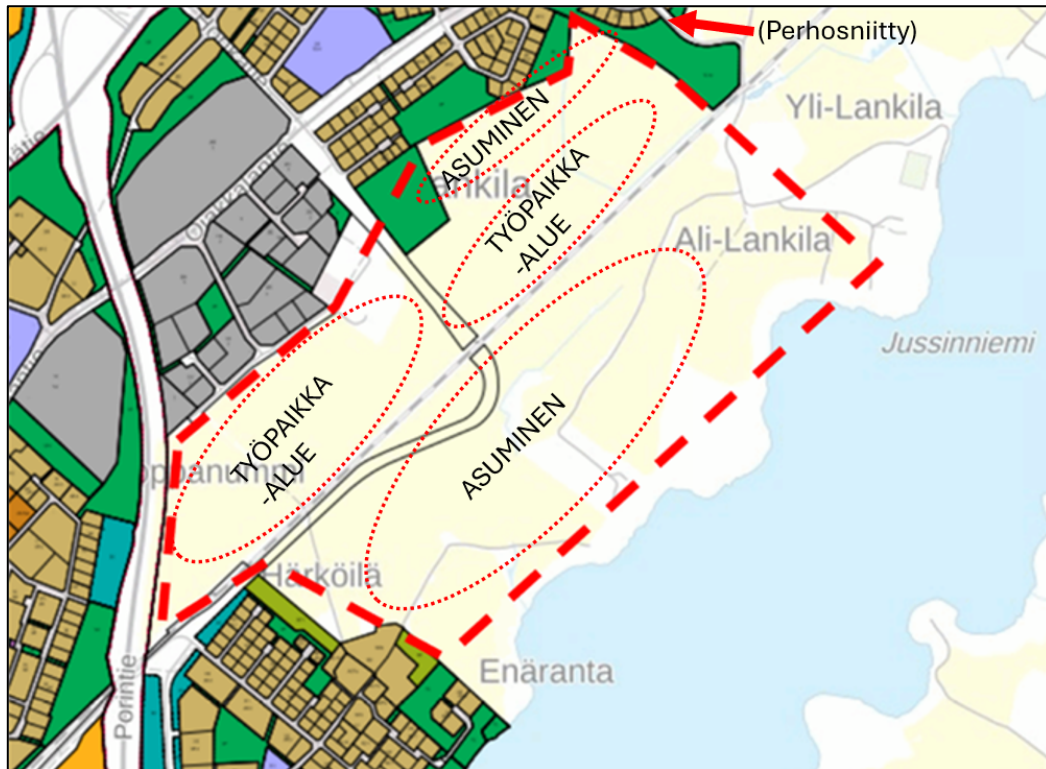
4.1 Osayleiskaavan alue

Suunnittelualueelle ei ole nykyisessä kaavasunnittelun vaiheessa esitetty yksityiskohtaista massoitte-lua. Alustavasti radan kaakkoispuolelle sekä alueen pohjoisosaan on suunniteltu asuinrakentamista (kuva 1). Radan luoteispuolelle on puolestaan suunniteltu kaupallista toimintaa. Kohde on nykyisellään rakentamatonta peltoaluetta. [4]

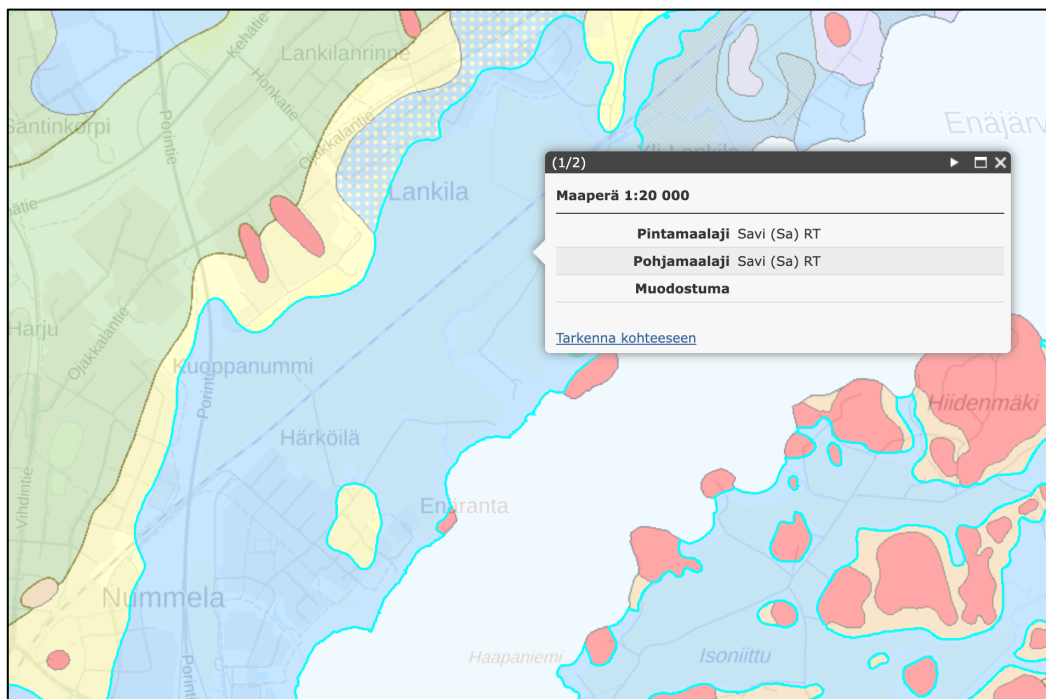
4.2 Maaperäolosuhteet

Alueen maaperäolosuhteet ovat Maanmittauslaitoksen kartta-aineiston [5] perusteella savea (kuva 2). Alueen pohjoispuolelta taustatiedoksi saadun Perhosniityn tärinäselvityksen [6] mittaustulokset sekä niissä hallitsevat värähtelytaajuudet ($f_0 \leq 8$ Hz) viittaavat myös savimaaperään.

Tarkempien lähtötietojen puuttuessa laskennassa on oletettu, että junarata on perustettu maanvarai-sesti. Myös Perhosniityn mittaustulosten [6] suuruusluokka viittaa maanvaraiseen rataan.



Kuva 1: Ote taustakartasta, jossa osayleiskaavan tarkastelualue on korostettu katkoviivalla [4].



Kuva 2. Maaperäolosuhteet kaava-alueella. [5]

4.3 Raideliikenne

Rataosuudella kulkevien tavarajunien tyypillisiksi enimmäisbruttopainoiksi on arvioitu 3000 tn [6]. Rataosuuden nopeusrajoitus on 80 km/h, ja toteutuneet tavarajunien nopeudet ovat tavallisesti samassa suuruusluokassa [7]. Tarkastelualueen vaikutuspiirissä ei sijaitse vaihteita tai muita tärinää merkittävästi vahvistavia kohtia. Väyläviraston selvityksen [8] perusteella rataosuudella tavarajunaliikenteen määrä kasvaa tulevaisuudessa maltillisesti. Junaliikenteen ja sen aiheuttamien tärinätapahtumien esiintymistiheys ei kuitenkaan vaikuta tärinän arviointisuureisiin.

5 TÄRINÄN MALLINNUS

Raideliikenteen aiheuttamaa tärinää mallinnettiin VTT:n suosituksen [9] mukaisilla laskentamenetelmillä ympäristön maaperää sekä junaliikennettä koskeviin lähtötietoihin perustuen. Tärinän leviämislaskennassa hyödynnettiin lisäksi tausta-aineistona vuoden 2010 Perhosniityn runkomelu- ja tärinäselvityksen mittaustuloksia [7] sekä muista kohteista kerättyjä tavarajunaliikenteen värähtelyn mittaustuloksia VTT:n laskentamallien kalibrointia varten.

Perhosniityn mittaustuloksista maaperäisen pystysuuntaisen värähtelyn merkitseväna taajuuskaistana oli tyypillisesti n. 8 Hz [7]. Tämän perusteella rakennusten vaurioitumisriskin arvioinnissa käytetään *taulukossa 2* koottuja V-, H- ja E-alueiden heilahdusnopeuden vertailuarvoja 1 mm/s ja 3 mm/s savi- maaperälle [3].

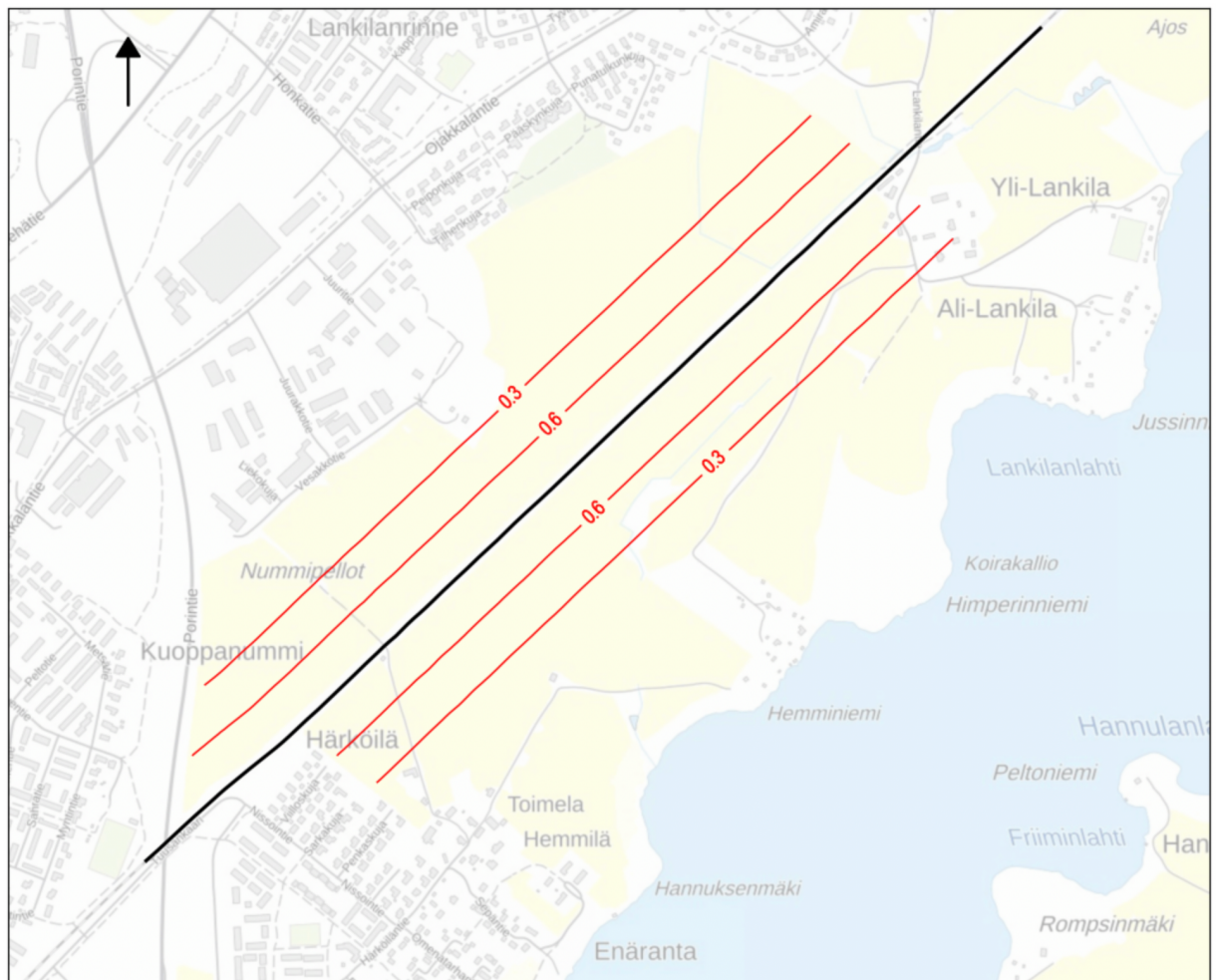
6 MALLINNUSTULOKSET

6.1 Tärinä

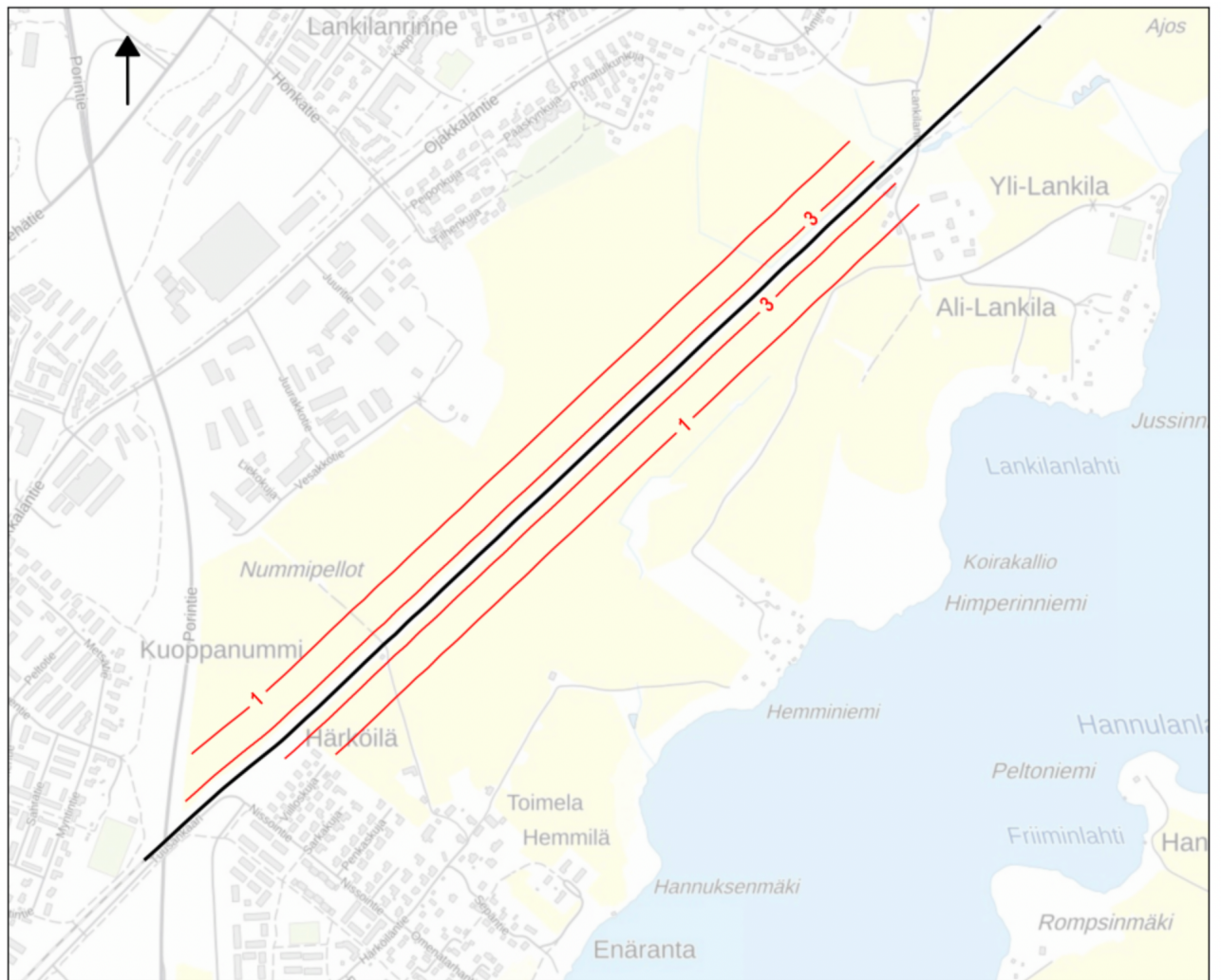
Tärinää mallinnettiin sekä ihmisten kokeman häiriön kannalta W_M -taajuuspainotetulla värähtelynnopeuden arviointisuureella $v_{w,95}$ että rakennusten vaurioitumisalttiuden ($v_{\max}$) tarkastelua varten. Esitetyt tärinäarvot perustuvat kohdealueen läheltä aiemmin kerättyihin tärinämittausten tuloksiin sekä niiden soveltamiseen VTT:n tärinän arviointiohjeen mukaiseen etäisyysvaimenemaan.

Mallinnustulosten perusteella liikennetärinän asuinviihtyvyyden ohjearvo $v_{w,95} \leq 0,3$ mm/s täyttyy, kun etäisyys radasta on yli 180 metriä. Toimistorakennuksille sovellettavat tärinäolosuhteet ($v_{w,95} \leq 0,6$ mm/s) täyttyvät yli 90 metrin etäisyydellä radasta. W_M -painotetun tärinän mallinnustulokset kartalla on esitetty *kuvassa 2*.

Normaalikuntoisten rakennusten vaurioitumisriskin E-alueen värähtelynnopeuden raja-arvo $v_{\max} < 1$ mm/s [3] täyttyy, kun etäisyys radasta on yli 90 metriä. H-alueen ylärajan arvo $v_{\max} = 3$ mm/s ylittyy alle 30 metrin etäisyyksillä. Taajuuspainottamattoman heilahdusnopeuden enimmäisarvojen $v_{\max}$ ulottumat on esitetty *kuvassa 3*.



Kuva 2. Arvio tavarajunaliikenteen aiheuttamista tärinäarvoista ($v_{w,95}$, mm/s) tarkastelualueella. Toimistojen ohjearvo $v_{w,95} \leq 0,6$ mm/s alittuu alkaen noin 90 m etäisyydeltä radasta. Asumisen ohjearvo $v_{w,95} \leq 0,3$ mm/s alittuu noin 180 metrin etäisyydellä radasta.



Kuva 3. Arvio tavarajunaliikenteen aiheuttamista rakenteiden vaurioitumisriskien vertailuarvoista ($v_{\max}$, mm/s) tarkastelualueella. Normaalikuntoisten rakennusten riskiraja (H-alue, alaraja 1 mm/s) alittuu noin 90 m etäisyydellä radasta. Vahinkoriskialue (V-alue, alaraja 3 mm/s) ulottuu noin 30 m etäisyydelle radasta.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO

Laskennallisen mallinnuksen perusteella tarkastellun osayleiskaava-alueen läpi kulkeva tavarajunaliikenne tulee huomioida suunnittelussa ja rakentamisessa sekä viihtyvyyden että vaurioriskien osalta. Uusille asuinrakennuksille sovellettava liikennetärinän ohjearvo $v_{w,95} \leq 0,3$ mm/s voi todennäköisesti ylittyä alueilla, joiden etäisyys radasta on alle 180 metriä. Raskaan raideliikenteen tärinävaikutukset ulottuvat verrattain kauas savimaaperästä johtuen. Aiemmat Perhosniityn mittaustulokset nykyistä tarkastelua suuremmilla etäisyyksillä noudattelevat tätä havaintoa.

Rakennusten vaurioitumisriskin osalta vahinkoriskiä kuvaava V-arvo muodostaa 30 metrin syvyisen vyöhykkeen radasta. H-alueen erillistä huomiointia edellyttävä vyöhyke ulottuu radasta 90 metrin etäisyydelle. Tätä suuremmilla etäisyyksillä radasta tärinäalue kuuluu E-alueeseen, missä tärinä ei aiheuta normaalikuntoisten rakenteiden vaurioitumista.

Kaavoituksessa suositellaan huomioitavaksi seuraavat lähtökohdat:

Raideliikenteen aiheuttama tärinä tulee huomioida asuinalueiden ja kaupallisten rakennusten sijoittelussa, suunnittelussa ja rakentamisessa. Asuinrakentamisen osalta korkein riski tärinän ohjearvon ylitymisestä on 180 metrin ja sitä lähemmäs rataa sijoittuvilla alueilla. Asuinalueiden sijoittelua rataa lähimmille vyöhykkeille suositellaan tästä syystä vältettäväksi. Kaupallisten tilojen sijoittelussa ja suunnittelussa tärinän ohjearvojen ylittyminen tulee huomioida sekä sisätilojen olosuhteiden että vaurioriskin osalta alle 90 metrin etäisyyksille radasta sijoittuvilla alueilla. Alle 30 metrin etäisyydelle radasta ei suositella rakentamista ilman erityisiä varotoimia.

Alueen rakennusten massoittelua ja suunnittelua varten suositellaan laskennallisen tärinäarvioinnin tarkentamista alueella tehtävin värähtelymittauksin. Tässä yhteydessä voidaan samalla määritellä myös raideliikenteen runkomelun vaikutusalueet.



Jukka Pätynen
Akustikko, TkT



Timo Peltonen
DI, FISE PV (akustiikka)

VIITTEET

1. Ympäristöministeriö. Ääniympäristö – Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. 2018.
2. Suomen Standardisoimisliitto. SFS 5907:2022. Rakennusten akustinen suunnittelu ja laatuluokitus. 2022.
3. Talja A., Törnqvist J. Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartointi ja rakenteiden vaurioitumisalttius. VTT Tutkimusraportti VTT-R-04703-14. Espoo 2014.
4. Kaavamuutoksen lähtötietoaineisto, Vihdin kunta. 20.11.2025.
5. Maanmittauslaitoksen karttapalvelu. <https://gtkdata.gtk.fi/maankamara/>
6. Promethor. Tärinä- ja runkomeluselvitys, Perhosniityn asemakaava (kaava n 145), Vihti, Nummela. 31.5.2010.
7. Digitraffic.fi, junaliikennetietojen rajapinta / Julidata.fi -käyttöliittymä. 1.12.2025.
8. Väylävirasto. Hyvinkää–Hanko -radan kapasiteetin parantaminen, Selvitys ja hankearviointi. 35/2022.
9. Törnqvist, J. ja Talja, A., ym. Suositus liikennetärinän arvoimiseksi maankäytön suunnittelussa. VTT Working papers 50. Espoo 2006.