



Uuden raitiotien aiheuttaman tärinän arviointi herkissä kohteissa

Pekka Taina

MELUNTORJUNTAPÄIVÄT 15-16.3.2021, JYVÄSKYLÄ



Sitowise raitiotiehankeissa



Raide-Jokeri allianssi:

Helsingin kaupunki, Espoon kaupunki, YIT Suomi Oy, NRC Group Finland Oy, **Sitowise Oy**, Ramboll Finland Oy ja Sweco



Kruunusillat allianssi:

Helsingin kaupunki, YIT Suomi Oy, NRC Group Finland Oy, **Sitowise Oy**, Ramboll Finland Oy ja Sweco

Lisäksi useita pienempiä täydennysrakentamisen hankkeita sekä useita talonrakennushankkeita ratojen varsilla.

Raitioliikenteen tärinä



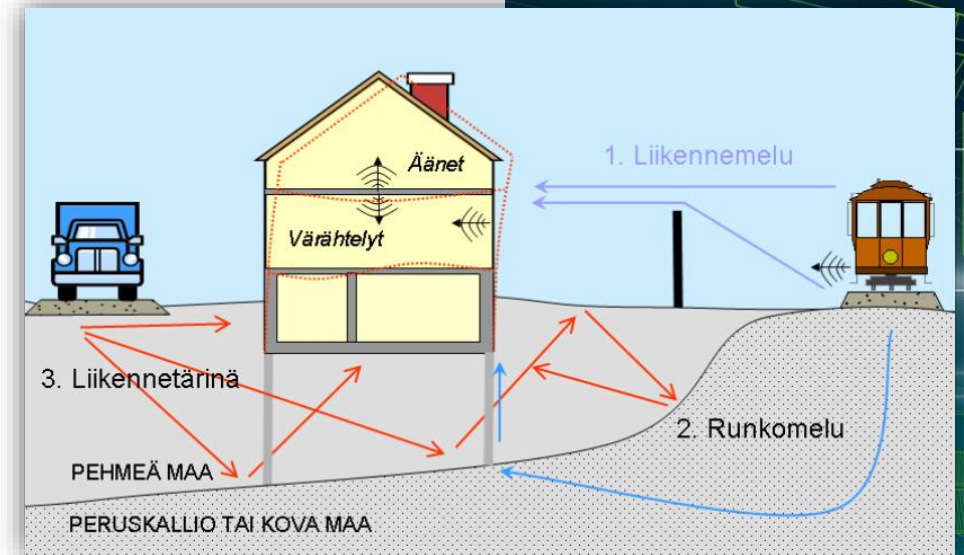
Liikennetärinä ja runkomelu

Liikennöinnistä (junat, raitiovaunut, kumipyöräliikenne) aiheutuva värähtely, joka siirtyy maaperästä rakennuksiin

- Aistitaan tärinä (liikennetärinä)
- Aistitaan kuuloaistilla (runkomelu)
- Voi tuottaa myös sekundääristä ääntä

Liikennetärinän haitat

- Haitta asumisviihtyvyydelle ja terveydelle
- Haitta (liike)toiminnalle
- Rakenteiden vaurioituminen



Kuva: VTT tiedotteita 2425 (2008)

Tärinätorjunnan suunnittelu

1. Häiriintyvien kohteiden kartoittaminen
2. Tärinän ja runkomelun vaatimustasojen määrittely
3. Torjuntatarpeiden määrittely
4. Torjunnan suunnittelu

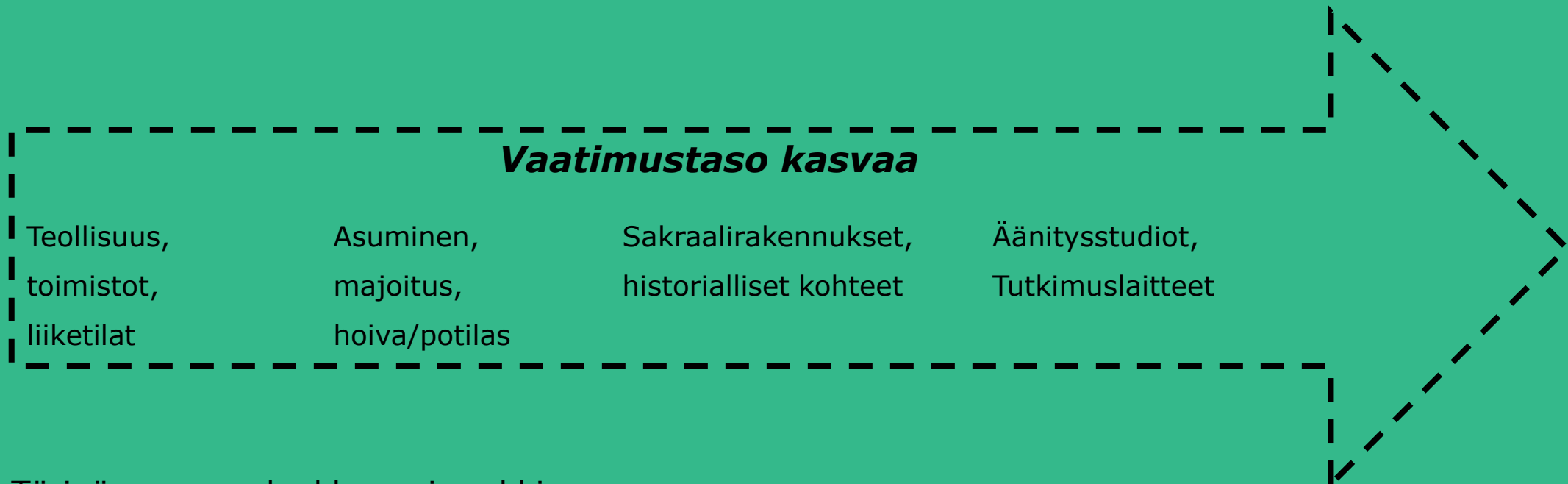
Haasteita herkkien kohteiden osalta:

- Tutkimuslaitteiden olemassaolo- ja sijaintitieto ei aina julkista
- Vaatimukset huomattavasti muuta ympäristöä tiukempia

→ *Huomioiminen hyvissä ajoin tärkeää!*



Eri tavalla tärinäherkät kohteet



Tärinän suuruusluokka, esimerkki:

- Ihmisen havaintokynnys noin 0,1 mm/s.
- Perusvaatimus asuinrakentamisessa on 0,3 mm/s.
- Herkkien laitteiden vaatimukset voivat olla jopa luokkaa 0,0001 mm/s

Laitevaatimuksien moninaisuus

Vaatimustasojen arvioinnissa huomioitavia asioita

- Mittayksikkö: kiihtyvyys, nopeus, siirtymä
- Herkkyyden vaihtelu eri taajuuksilla
- Suuntainformaatio: pystysuunta, vaakasuunnat
- Suuruus: tehollisarvo (RMS), peak-to-peak
- Tärinäaltistumisen kesto ja toistuvuus
- Laitteen toiminta-aikataulu & sekvenssin pituus
- Vaatimuksen merkitys: laitteiden häiriintyminen vs. laitteiden hajoaminen

Asumisviihtyvyyden osalta perustuvat ISO 2631-2 mukaiseen suodattukseen ja määritellään yksilukuarvona (jokaiseen kolmeen suuntaan)



Uuden raitiotien tärinän arviointi herkissä kohteissa

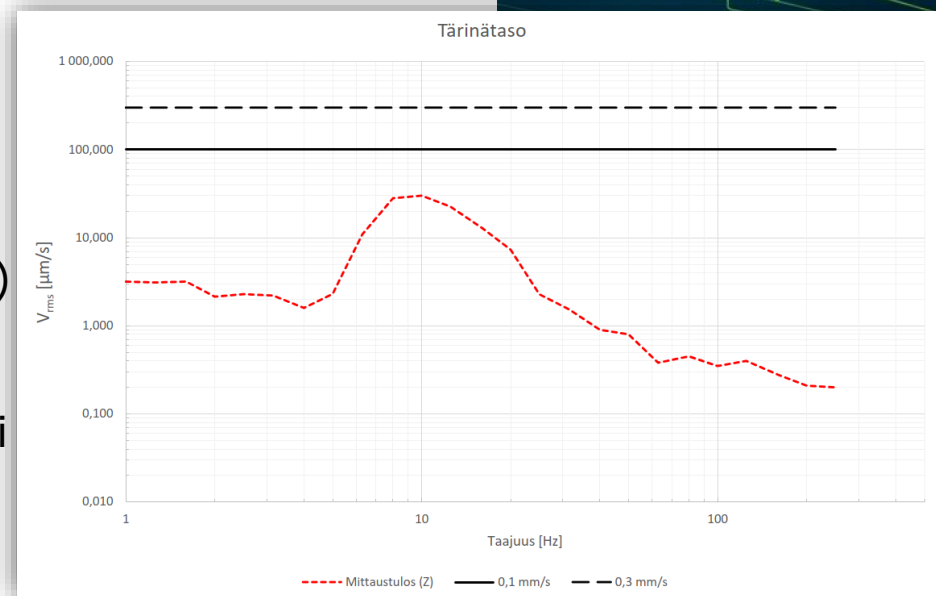
- Tarkin arviointitapa on mittaaminen (olemassa olevat liikenneväylät)
- Laskennallinen arviointi
 - Liikennöivän kaluston ominaisuudet
 - Ratarakenteet, alusrakenne, radan perustamistapa
 - Maapohja radan alla ja välittömässä läheisyydessä
 - Rakennusten ominaisuudet
 - Laitteiden etäisyydet radasta
 - Varmuusmarginaali
- Laskennan tarkentaminen referenssimittauksilla



Kuva: Referenssimittaus rakennuksen perustuksista

Tärinän hallinta ja vaimentaminen

- Liikennöivän kaluston ominaisuudet ja liikennöinti nopeus
- Väylän ja kohteiden väliset etäisyydet
- Radan perustamistavat ja rakenteet
- Maanalainen rakenne radan ja kohteen välissä (tärinäeste)
- Ratkaisut rakennuksessa
 - Laitteiden sijainti rakennuksessa (etäisyys radasta, eri kerrokset)
 - Alapohja/välipohjarakenteet, laiteperustukset



Kuva: Referenssimittauksen tulos suhteessa tasoihin 0,1 mm/s ja 0,3 mm/s

Epävarmuudet

- Laskennan tarkkuus
 - Lähtötietojen tarkkuus
 - Laskentamenetelmien tarkkuus
- Satunnaisuus
 - Matkustajamäärät, kohtaavat raitiovaunut
 - Nopeudet, kiihdytys, jarrutus
 - Resonanssien herääminen (maaperä, rakenteet)
 - Tehollisarvojen ja maksimiarvojen välinen suhde (crest factor)
- Kaluston, maaperän ja rakenteiden ominaisuuksien muuttuminen
 - Vuodenaikojen mukaan (lämpötilat, kosteus)
 - Pitkällä aikavälillä (kuluminen)



Epävarmuuksien hallinta

- Raja-arvot tiukkoja ja etäisyydet pieniä
 - Laskennan marginaalit pieniä ja epävarmuudet suuria
 - Toimenpiteiden kustannusvaikutus suuri
- Referenssimittaukset
- Verhokäyrät, varmuuskertoimet
- Oletettu toimivuus vs. "worst case"
- Varautuminen muutokseen jälkikäteen
- Yhteistyö eri osapuolien välillä (hanke, herkäät kohteet)



Yhteenveto

Tärinätorjunnan suunnittelu raitiotiehankeissa

- Häiriintyvien kohteiden kartoittaminen
- Tärinän ja runkomelun vaatimustasojen määrittely
- Torjuntatarpeiden määrittely
- Torjunnan suunnittelu

- Erityiskohteiden tunnistaminen on tärkeää
- Herkkien kohteiden tärinäarviot on tehtävä tapauskohtaisesti ja tarkasti
- Tärkeää on epävarmuuksien hallinta ja yhteistyö eri osapuolien välillä



Kiitos mielenkiinnosta!

Pekka Taina

DI, FISE PV, FISE AA

Akustiikan palvelualuejohtaja

020 7118 691

pekka.taina@sitowise.com

HELIMÄKI
EH AKUSTIKOT

SITOWISE.COM – THE SMART CITY COMPANY

SITOWISE