

Vastaanottaja
Kemin kaupunki

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
6.3.2018

PAJARINRANTA - PEURASAAREN RANTA

TÄRINÄ- JA RUNKOMELUSELVITYS

Korvaa 4.1.2018 päivätyn version raportista (taulukko 2.1 päivitetty)

PAJARINRANTA - PEURASAAREN RANTA TÄRINÄ- JA RUNKOMELUSELVITYS

Päivämäärä **6.3.2018**
Laatija **Ville Lehtonen**
Kuvaus **Tärinä- ja runkomeluseelvitys**

Viite 1510037505

SISÄLTÖ

1.	Yleistä	1
2.	Lähtökohdat	2
2.1	Yleistä kohteesta	2
2.2	Maaperäolosuhteet	3
2.3	Raideliikenne	4
2.4	Katuliikenne	4
3.	Tärinän arviointiin liittyvä ohjeistus ja menettelytavat	5
3.1	Yleistä	5
3.2	Tärinähaitan arviointiperusteet	5
4.	Tärinätarkastelut	6
4.1	Mittaukset	6
4.2	Mitattu maaperän värähtely ja sen arvioitu siirtyminen rakenteisiin	7
5.	Runkomelutarkastelut	12
5.1	Ohjearvot ja arviointiperusteet	12
5.2	Mittaukset ja tunnusluvut	13
6.	Tulosten arviointi ja johtopäätökset	14
6.1	Yleistä	14
6.2	Tärinä	14
6.3	Runkomelu	14
6.4	Yhteenveto	14
7.	Tärinän ja runkomelun arvioinnissa käytetty ohjeistus	15

LIITTEET

Liite 1

Tärinämittaukset

1. YLEISTÄ

Kemin kaupungissa on käynnissä asemakaavan muutoshankkeet Pajarinrannan ja Peurasaarenrannan alueilla. Tässä työssä on selvitetty mittausten perusteella raide- ja katuliikenteestä aiheutuvan tärinän ja runkomelun voimakkuus suunnittelualueella.

Työn on tilannut Kemin kaupunki (tilaajan yhteyshenkilö kaavoitusarkkitehti Saija Alakare). Ramboll Finland Oy:ssä työn on suorittanut TkT Ville Lehtonen. Mittaukset suoritti alikonsultti Finnrock Oy.

2.2 Maaperäolosuhteet



Maaperä suunnittelualueella on GTK:n maaperäkartan perusteella hiekkamoreenia tai määrittelemätöntä täyttömaata. Epäselvien ja heterogeenisten maaperäolosuhteiden takia tärinän leviämistä on melko vaikea arvioida laskennallisesti. Voidaan kuitenkin arvioida yleisellä tasolla, että liikennetärinä vaimenee melko lyhyellä matkalla tiiviillä kitkamaa-alueilla, mutta maaperän korkeahkon ominaistajuuden takia runkomelu saattaa muodostua ongelmaksi.

2.3 Raideliikenne

Suunnittelualueella sijaitsee Kemin satamaan ja Stora Enson Veitsiluodon tehtaalle kulkeva pistoraide, jolla kulkevat tavarajunat ovat merkittävin liikennetärinän lähde alueella. Raideliikennemäärät nykytilanteessa ja ennuste vuodelle 2035 on esitetty taulukossa 2.1.

Taulukko 2.1. Junaliikenteen nykytila ja ennuste vuodelle 2035. (Alkuperäinen data VR Track Oy 2017. Hannukaisen kaivoshankkeen junatiedon lisännyt Ramboll Finland Oy, lähde Kemin Satama/H.Tikkala)

NYKYTILANNE, Ajos

Tyyppi	Selitys	Päivä klo. 7-22 [kpl]	Yö klo. 22-7 [kpl]	Pituus [m]	Suosittelunopeus/ nopeusrajoitus [km/h]	Todellinen nopeus [km/h]
Sr	Sr1- tai Sr2-veturin vetämät henkilöliikenteen junat (punaiset, siniset tai yksikerroksiset IC-vaunut)					
IC2	Sr2-veturin vetämät kaksikerroksisista IC-vaunuista koostuvat junat					
F-TaJu	Suomalaisista tavaravaunuista koostuvat tavarajunat	9	3	500	35	35

ENNUSTETILANNE, 2035

Tyyppi	Selitys	Päivä klo. 7-22 [kpl]	Yö klo. 22-7 [kpl]	Pituus [m]	Suosittelunopeus/ nopeusrajoitus [km/h]	Todellinen nopeus [km/h]
Sr	Sr1- tai Sr2-veturin vetämät henkilöliikenteen junat (punaiset, siniset tai yksikerroksiset IC-vaunut)					
IC2	Sr2-veturin vetämät kaksikerroksisista IC-vaunuista koostuvat junat					
F-TaJu	Suomalaisista tavaravaunuista koostuvat tavarajunat	13	5	500	35	35
F-TaJu	Hannukaisen kaivoshankkeen junat (ilmoittanut Kemin Satama / H.Tikkala)	2	2	600	35	35

2.4 Katuliikenne

Suunnittelualueen pohjoisosassa raskas katuliikenne Valtakadulla saattaa aiheuttaa paikallista liikennetärinää.

3. TÄRINÄN ARVIOINTIIN LIITTYVÄ OHJEISTUS JA MENETELYTAVAT

3.1 Yleistä

VTT:n julkaisua "Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa" (VTT Working Papers 50, Espoo 2006) käytetään Suomessa yleisesti liikennetärinän arvioinnissa. Julkaisussa esitetään tärinän arviointimenettely kolmella eri tarkkuustasolla. Liikennetärinän siirtymistä rakennuksiin voidaan arvioida VTT:n julkaisuilla "Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi" (VTT Tiedotteita 2425, Espoo 2008) ja "Ohjeita liikennetärinän arviointiin" (VTT Tiedotteita 2569, Espoo 2011).

Arviointitasolla 1 tarkastelu perustuu kokemusperäisiin turvaetäisyyksiin, jossa huomioidaan maaperän ominaisuudet ja liikenteen tyyppi. Tarkastelulla selvitetään, onko varsinainen värähtelytarkastelu lainkaan tarpeen. Arviointitaso 2 perustuu laskennallisiin arvoihin tai tarkistusluonteisiin tärinämittauksiin, jolloin liikenteen ja maaperän ominaisuudet voidaan ottaa tarkemmin huomioon. Arviointitasoa 2 suositellaan käytettäväksi, kun yleiskaavassa tai asemakaavassa rakentamista ohjataan yksityiskohtaisesti määrättyllä alueella ja arviointitason 1 perusteella alue on riskialuetta. Arviointitason 3 tarkastelu perustuu aina riittävän pitkäaikaisiin tärinämittauksiin. Tason 3 käyttöä tarvitaan, mikäli arviointitason 2 laskennallisella tarkastelulla ei saada riittävän luotettavaa kuvaa maaperän pystyvärtelyyn suuruudesta, tai halutaan rakentaa alueelle, jolla arviointitason 2 mukaan tärinä voi ylittää suositusarvon.

3.2 Tärinähaitan arviointiperusteet

Tärinän aiheuttamaa mahdollista haittaa asuinmukavuudelle maankäytön suunnittelussa arvioidaan tunnusluvun $v_{w,95}$ perusteella. Tunnusluku perustuu yksittäisten liikennetapahtumien suurimpiin värähtelyn tehollisarvoihin ja niiden perusteella laskettuun keskiarvoon ja hajontaan seuraavasti:

Määritelmältään $v_{w,95} = (15 \text{ suurimman yksittäisen tapahtuman keskiarvo}) + (1,8 \times 15 \text{ suurimman yksittäisen tapahtuman hajonta})$. Tilastollisesta luonteestaan johtuen se voidaan tarkasti määrittää vain pitkäaikaisten mittausten avulla.

Tunnusluvun perusteella rakennuksille on annettu suositus rakennusten värähtelyluokitukselta, joka esitetään taulukossa 3.1.

Taulukko 3.1 Rakennusten värähtelyluokitus häiritsevyyden arvioinnissa

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 värähtelyä, 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)	$\leq 0,60$

Luokkaan C pyritään uusien asuinrakennusten suunnittelussa. Muussa käytössä (mm. liike- ja toimistorakennukset) olevilla rakennuksilla pyritään tyyppillisesti luokkaan D.

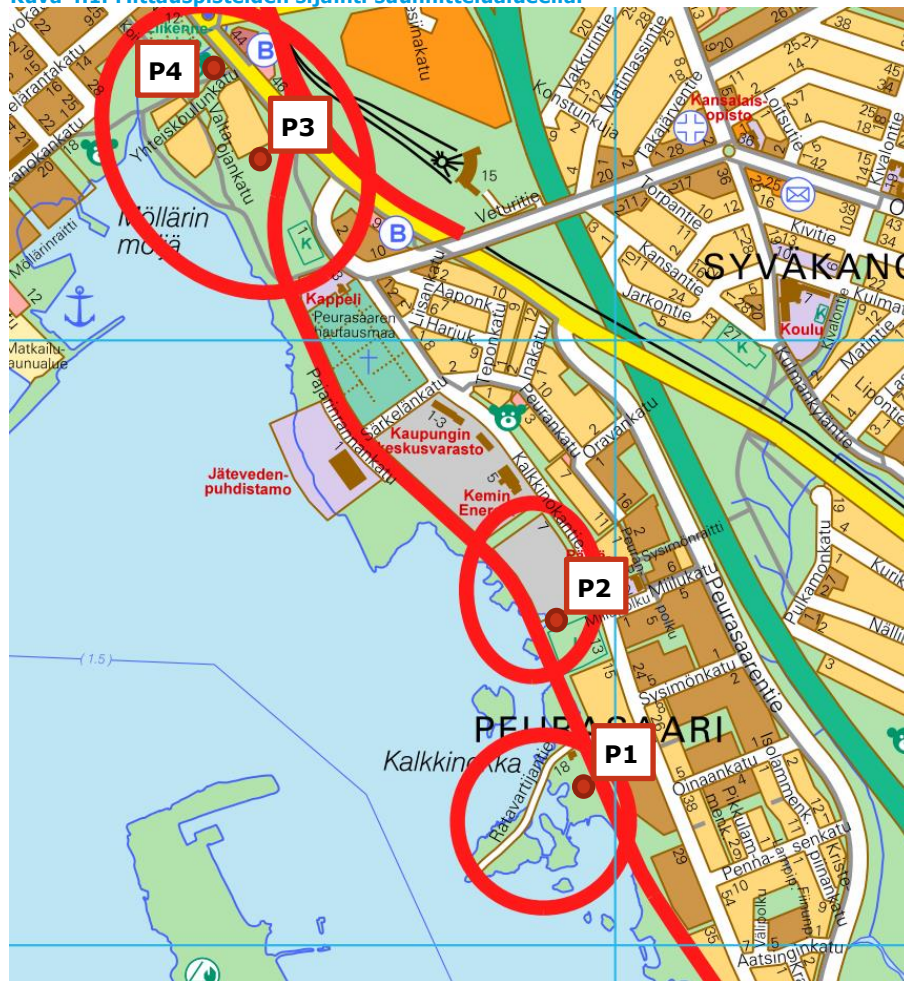
4. TÄRINÄTARKASTELUT

4.1 Mittaukset

Suunnittelualueella tehtiin tärinämittaukset aikavälillä 2.11.2017 - 9.11.2017. Mittarit olivat kolmiaksaalisia, automaattisesti tallentavia, etäluettavia tärinäinstrumentteja. Mittareiden perusasetus oli asumismukavuutta kuvaava 1 s tehollisarvo, yksittäisen mittauksen pituus 40 s. Mittarit asennettiin maapiikeillä pintamaahan.

Mittareita asennettiin 4 kpl kuvan 4.1 mukaisiin sijainteihin. P1 ja P2 sijaitsivat 30 m päässä radasta. P3 sijaitsi 40 m päässä radasta. P4 sijaitsi 15 m päässä Valtakadun ajoradan reunasta, ja noin 100 m päässä radasta. Pääasiallinen liikennetärinä aiheuttaja pisteillä P1...P3 on raideliikenne ja pisteellä P4 katuliikenne.

Kuva 4.1. Mittauspisteiden sijainti suunnittelualueella.



Mittauspisteiden koordinaatit (ETRS-TM35FIN):

P1: N=7290626, E=389606

P2: N=7290882, E=389577

P3: N=7291911, E=388997

P4: N=7292101, E=388929

4.2 Mitattu maaperän värähtely ja sen arvioitu siirtyminen rakenteisiin

Mittaukset onnistuivat hyvin, ja käsiteltyä dataa voidaan pitää luotettavana. Datasta poistettiin manuaalisesti iskumaiset ja muut tyypillisestä liikennetärinästä poikkeavat tapahtumat.

Pisteistä P1 ja P2 saatiin mittausjakson ajalta määritettyä vain 14 ja 5 liikennetärinä tapahtumaa. Näiden pisteiden osalta tunnusluvun laskentaan on käytetty kaikkia mitattuja liikennetärinä tapahtumia. Pisteistä P3 ja P4 tapahtumia mitattiin enemmän, ja tunnusluvut määritettiin 15 suurimmasta liikennetärinä tapahtumasta.

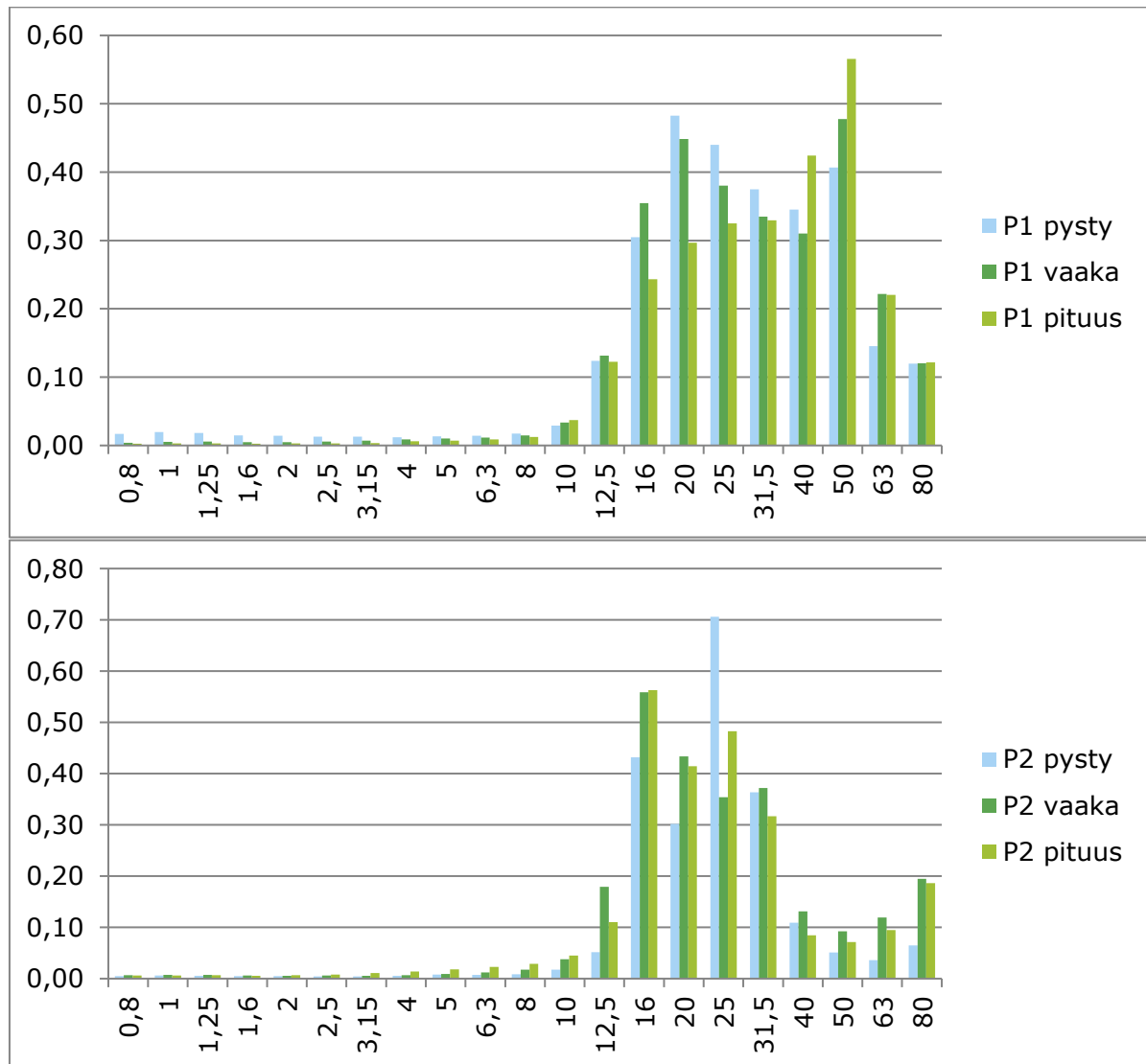
Pisteistä P1, P2 ja P3 mitatut liikennetärinä tapahtumat ovat junaliikenteen aiheuttamia. Pisteessä P4 tärinän aiheuttaja on ohittavalla kadulla kulkeva raskas kumipyöräliikenne, sekä mahdollisesti kevyen liikenteen väylällä tapahtuva huoltoajo.

Taulukossa 4.1 on esitetty kunkin mittarin viikon ajalta, 15 suurimmasta tärinä tapahtumasta lasketut maaperän värähtelyn taajuuspainotetut tehollisarvot (paitsi kun muuten ilmoitettu). Eritelty tärinä tapahtumat on listattu liitteessä 1.

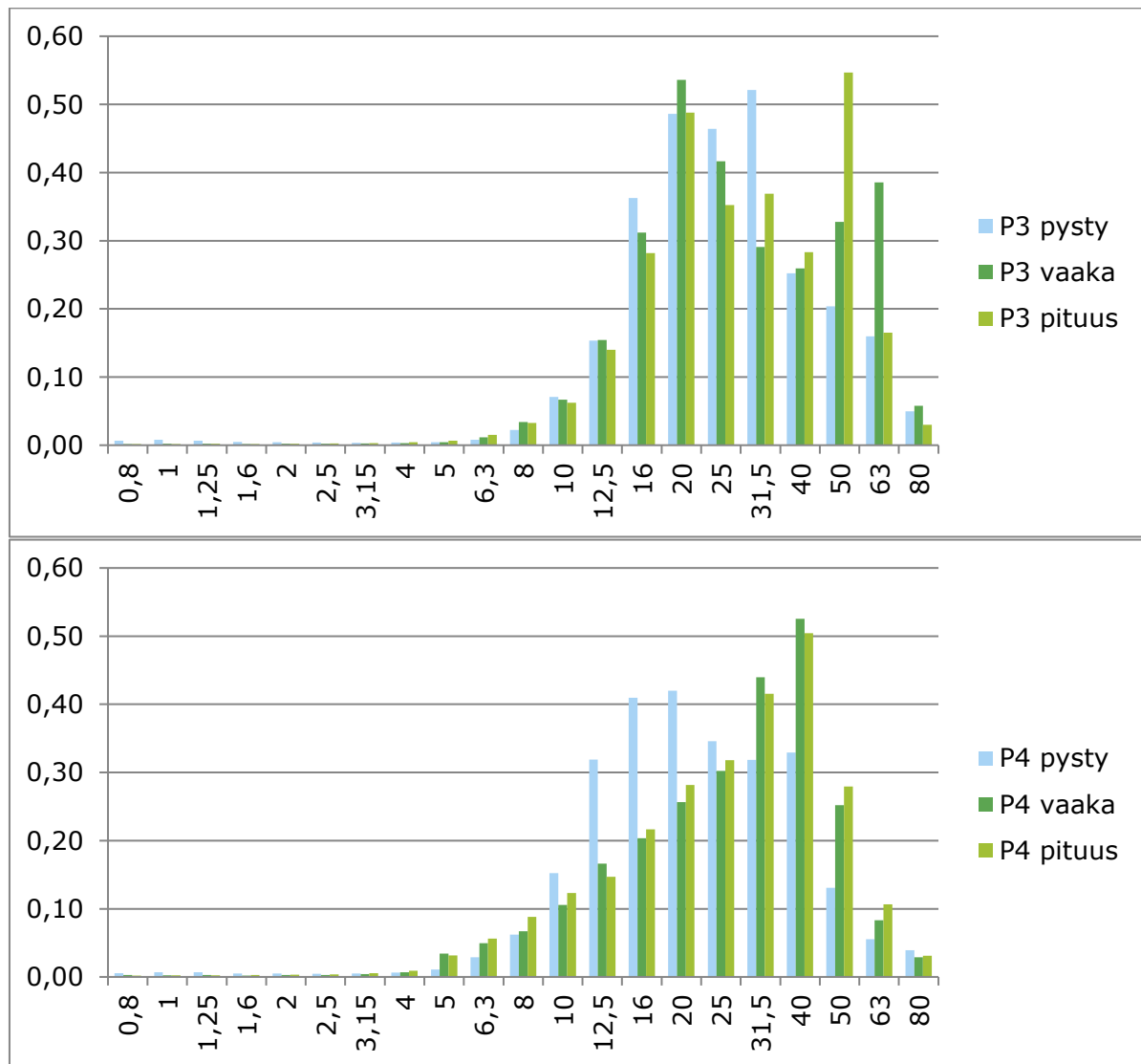
Taulukko 4.1 Mittaustulokset ja maaperän värähtelyn tunnusluvut 15 suurimmasta tärinä tapahtumasta

Mittari	keskiarvo $v_{w,avg}^{maa}$ (mm/s)	keskihajonta σ (mm/s)	maaperän värähtelyn tunnusluku $v_{w,95}^{maa}$ (mm/s)
P1* - pysty	0,013	0,002	0,017 (luokka A)
P1* - vaaka	0,045	0,009	0,061 (luokka A)
P1* - pituus	0,058	0,011	0,079 (luokka A)
P2** - pysty	0,023	0,008	0,038 (luokka A)
P2** - vaaka	0,033	0,009	0,049 (luokka A)
P2** - pituus	0,045	0,007	0,057 (luokka A)
P3 - pysty	0,024	0,004	0,032 (luokka A)
P3 - vaaka	0,095	0,012	0,117 (luokka B)
P3 - pituus	0,100	0,015	0,127 (luokka B)
P4 - pysty	0,033	0,022	0,072 (luokka A)
P4 - vaaka	0,090	0,028	0,141 (luokka B)
P4 - pituus	0,081	0,031	0,137 (luokka B)
* Datassa vain 14 mitattua liikennetärinä tapahtumaa			
** Datassa vain 5 mitattua liikennetärinä tapahtumaa			

Kuvissa 4.2 ja 4.3 on esitetty maaperän värähtelyn suhteelliset värähtelyspekitrit.



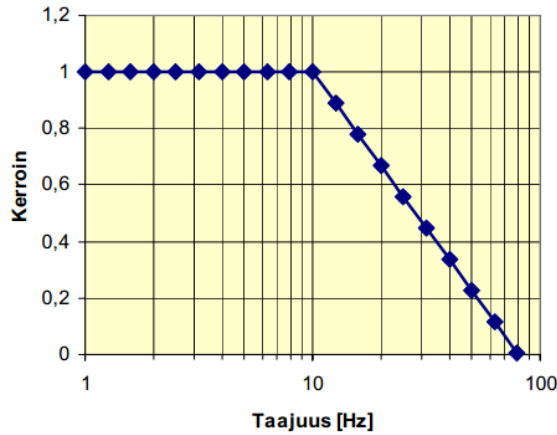
Kuva 4.2. Suhteelliset maaperän värähtelyn taajuusspektrit 0,8-80 Hz, pisteet P1 ja P2.



Kuva 4.3. Suhteelliset maaperän värähtelyn taajuusspektrit 0,8-80 Hz, pisteet P3 ja P4.

Värähtelyn siirtymistä rakennukseen on arvioitu julkaisussa "Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi" (VTT Tiedotteita 2425, Espoo 2008) esitetyn menettelytavan mukaan.

Terssikaistoihin jaettua maaperän värähtelyspektriä painotetaan taajuuskaistoittain (1-80 Hz) kertoimella, joka kuvaa värähtelyn siirtymistä perustuksiin. Tämä tulos kuvaa perustuksen värähtelyn tunnuslukua $v_{w,95}^{per}$ (kuva 4.4).



Kuva 4.4 Perustuksen värähtelyn arvioimisessa käytetty maaperän värähtelyn pienennyskerroin ("Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi", VTT Tiedotteita 2425, Espoo 2008)

Perustuksen värähtelyn siirtymistä rakennuksen runkoon kuvataan joko tasaisen voimistumisen periaatteella (tunnusluku v_{w1}^{runko}), tai rungon ominaistajuuudella tapahtuvan resonanssin avulla (tunnusluku v_{w2}^{runko}). Tässä tapauksessa rakennus oletetaan 1,5-2-kerroksiseksi liikerakennukseksi, jonka rungon ominaistajuus voi tyypillisesti vaihdella noin 5-10 Hz taajuusalueella.

Tasaisen vahvistumisen periaatteella laskettu rungon värähtely saadaan seuraavasti:

$$v_{w1}^{runko} = k_1^{runko} \cdot \max(v_{w,95}^{per,x}, v_{w,95}^{per,y}, v_{w,95}^{per,z})$$

missä $k_1^{runko} = 1,5$ kaikille kaksi- tai useampikerroksisille rakennuksille ja yksikerroksisille paaluille perustetuille rakennuksille.

Lattian värähtelyä arvioidaan samoin joko tasaisen voimistumisen periaatteella (tunnusluku v_{w1}^{lattia}), tai lattian ominaistajuuudella tapahtuvan resonanssin avulla (tunnusluku v_{w2}^{lattia}).

$$v_{w1}^{lattia} = k_1^{lattia} \cdot v_{w,95}^{per,z}$$

missä $k_1^{lattia} = 1,5$.

$$v_{w2}^{lattia} = k_2^{lattia} \cdot v_{w,j}^{per,z}$$

missä $k_2^{lattia} = 6,0$. Värähtely $v_{w,j}^{per,z}$ on perustuksen pystyvärähtely sillä taajuuskaistalla, jolle lattian ominaistajuuden ajatellaan sattuvan. Tässä tapauksessa ei lattian ominaistajuutta tiedetä varmaksi, sillä se riippuu mm. lattian jänneväleistä ja rakenneratkaisuista. Arvio lattian värähtelystä tehdään tässä värähtelyltään suurimman yksittäisen taajuuskaistan mukaisesti, jolloin saadaan pahin mahdollinen tilanne.

Taulukossa 4.4 on esitetty rakennuksen rungon ja lattian arvioidut värähtelyn tunnusluvut.

Taulukko 4.4. Mittausten perusteella määritetyt rakennuksen värähtelyn tunnusluvut.

Mittari	maaperän värähtelyn tunnusluku $v_{w,95}^{\text{maa}}$ (mm/s)	perustuksen värähtelyn tunnusluku $v_{w,95}^{\text{per}}$ (mm/s)	rungon värähtelyn tunnusluku $v_{w,1}^{\text{runko}}$ (mm/s)	rungon värähtelyn tunnusluku $v_{w,2}^{\text{runko}}$ (mm/s)	lattian värähtelyn tunnusluku $v_{w,1}^{\text{lattia}}$ (mm/s)	lattian värähtelyn tunnusluku $v_{w,2}^{\text{lattia}}$ (mm/s)*
P1 pysty	0,017	0,009			0,014	0,034 (@20 Hz)
P1 vaaka	0,061	0,032				
P1 pitiuus	0,079	0,034	0,050	0,012 (@10 Hz)		
P2 pysty	0,038	0,022			0,033	0,089 (@25 Hz)
P2 vaaka	0,049	0,030				
P2 pitiuus	0,057	0,035	0,052	0,010 (@10 Hz)		
P3 pysty	0,032	0,019			0,028	0,062 (@20 Hz)
P3 vaaka	0,117	0,064				
P3 pitiuus	0,127	0,066	0,098	0,032 (@10 Hz)		
P4 pysty	0,072	0,043			0,065	0,138 (@16 Hz)
P4 vaaka	0,141	0,062	0,094			
P4 pitiuus	0,137	0,062		0,062 (@10 Hz)		

Pisteissä P1 ja P2 sekä maaperän että rakenteiden värähtely jää luokkaan A.

Pisteessä P3 maaperän värähtely jää luokkaan B, rakenteiden arvioitu värähtely luokkaan A.

Pisteessä P4 maaperän ja rakenteiden värähtely jää luokkaan B.

5. RUNKOMELUTARKASTELUT

5.1 Ohjearvot ja arviointiperusteet

Runkomelun esiintymistä rakenteissa voidaan arvioida julkaisun Talja & Saarinen (2009): "Maa- liikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi" (VTT T2468).

Runkomelu on ulkoisen värinäherätteen aiheuttamaa rakennuksen rungon värähtelyä, joka on kuultavissa äänenä. Runkomelun aiheuttava värähtely siirtyy rakenteisiin maaperän kautta, erityisesti kallion ja kovien maakerrosten välityksellä. Liikennetärinään verrattuna runkomelun värähtely on selvästi korkeampitaajuuksista. Merkittävin runkomelun aiheuttaja on raideliikenne.

Suomessa ei ole annettu varsinaisia ohjearvoja rakennusten runkomelulle. VTT:n julkaisussa on kuitenkin esitetty suositukset runkomelun ohjearvoista, jotka mukailevat yleisiä melutasosta annettuja ohjearvoja. Suositukset runkomelun ohjearvoista on annettu taulukossa 5.1.

Taulukko 5.1. Suositukset runkomelun raja-arvoista. (Talja & Saarinen 2009, VTT T2468)

Rakennustyyppi	Runkomelutaso 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 tarkoitettut 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 ilmaääneneristävyydestä, on suositeltavaa käyttää runkomelutason tiukempaa raja-arvoa.

Tässä oletetaan, että suunnittelualueella sovelletaan 35 dBA ohjearvosuositusta.

Kuten liikennetärinälle, myös runkomelulle on esitetty kolme eri arviointitasoa. Arviointitaso 1 perustuu turvaetäisyyden käyttöön. Kokemuseräisesti on voitu määrittää etäisyys, jota kauempana tarkempi runkomelutarkastelu ei enää ole tarpeen.

Arviointitasossa 2 tehdään värähtelyn siirtotiehen perustuva laskennallinen arviointi. Laskelma on hyvin empiirinen ja perustuu kokemuksiin tyyppillisistä mittaustuloksista.

Arviointitasossa 3 runkomelu todennetaan mittaamalla.

Pisteessä P4 tärinää aiheuttaa käytännössä vain katuliikenne, jolloin Arviointitason 1 mukainen turvaetäisyys on 5 m (VTT T2468). Turvaetäisyys ylittyy, joten tarkempaa runkomelutarkastelua ei pisteelle P4 tarvita. Muiden pisteiden osalta runkomelun suuruus todettiin arviointitason 3 mukaan, perustuen mitattuun maaperän värähtelyn nopeuteen ja taajuuksisäilykseen.

5.2 Mittaukset ja tunnusluvut

Runkomelun tunnusluku L_{prm} kuvaa mitattujen junan ohitusten aiheuttaman runkomelun keskiarvoa (A-painotettu arvo slow-aikapainotuksella), johon on lisätty 1,65-kertainen standardihajonta:

$$L_{prm} = L_{pASmax,mean} + 1,65 \cdot s$$

Tämä tunnusluku kuvaa runkomelun voimakkuutta, jonka alle jää 95% liikenteen aiheuttamista tärinätapauksista.

Tässä tapauksessa runkomelun tunnusluvut laskettiin samoista tärinätapauksista kuin mitä värähtelyn tunnuslukujen laskentaan käytettiin.

Mitattu maaperän värähtelytaso ($v_{ref} = 10^{-9}$ m/s) muutettiin runkomelutasoksi seuraavilla VTT T2468 mukaisilla korjaustekijöillä:

- A-painotus taajuuskaistoittain (≥ 16 Hz)
- Muunnos värähtelytasosta äänenpainetasoksi -28,1 dB
- Rakennustyyppi betonitalo 1-2 krs, -7 dB
- Rakennneosien resonanssin mahdollisuus +6 dB (ei sovelleta tässä vaakavärähtelyihin, sillä rakennuksen rungon ominaistaajuus jää luultavimmin alle 10 Hz tasolle)
- Varmuusmarginaali +6 dB

Taulukko 5.2. Maaperän tärinän perusteella määritetyt runkomelun tunnusluvut

Mittari	keskimääräinen runkomelutaso $L_{pASmax,mean}$ (dBA)	standardihajonta s (dBA)	runkomelun tunnusluku L_{prm} (dBA)
P1 - pysty	27,0	3,05	32,1
P1 - vaaka	32,8	3,10	37,9
P1 - pituus	35,7	3,17	40,9
P2 - pysty	24,5	1,43	26,8
P2 - vaaka	27,0	4,02	33,6
P2 - pituus	31,6	4,81	39,5
P3 - pysty	29,1	1,56	31,6
P3 - vaaka	37,9	1,88	41,0
P3 - pituus	37,3	1,60	39,9

Laskennallinen runkomelu ylittää osin suosituksen ohjearvosta 35dBA. Mitattu maaperän värähtely painottuu taajuussisällöltään ihmisen kuulokynnyksen yläpuolelle, jolloin melko pienellä maaperän värähtelyllä (katso kohta 4.2) voidaan silti päätyä ohjearvon ylittävään runkomelutasoon. Todellinen runkomelutaso on kuitenkin riippuvainen kohdekohtaisista perustus- ja rakenneratkaisuista (värähtelyn välittyminen ja vaimeneminen, rakenteiden ominaistaajuudet). Sopivilla varotoimilla voidaan välttää runkomelun esiintymistä rakenteissa. Tällaisia ovat perustusten eristäminen maaperästä ominaistaajuudeltaan alhaisella materiaalilla (esimerkiksi EPS-eriste) ja lattioiden suunnittelu siten, että niiden alhaisin ominaistaajuus on riittävän alhainen.

Runkomelun vaimenemista etäisyyden kasvaessa voidaan arvioida sovittamalla lähteessä VTT T2468 esitetty ns. runkomelun peruskäyrä mittausten perusteella arvioituihin tunnuslukuihin. Tällä perusteella voidaan arvioida, että runkomelun tunnusluku alittaa 35 dBA ohjearvosuosituksen noin 60 m etäisyydellä radasta ja sitä kauempana.

6. TULOSTEN ARVIOINTI JA JOHTOPÄÄTÖKSET

6.1 Yleistä

Ramboll Finland Oy on Kemins kaupungin toimeksiannosta tehnyt liikennetärinä- ja runkomeluseelvityksen Pajarinrannan ja Peurasaaren asemakaavamuutoksiin liittyen. Selvitys perustuu mitattuun maaperän tärinään suunnittelualueella. Liikennetärinää ja runkomelua arvioitiin yleisesti käytössä olevien VTT:n julkaisujen mukaisesti.

Mittaukset suoritettiin 2.11.2017 - 9.11.2017. Mittaukset onnistuivat hyvin ja käsitelty data on luotettavaa.

6.2 Tärinä

Uudisrakentamiselle sovellettavat raja-arvot ovat asuinrakennuksille luokan C ($< 0,3$ mm/s) ja liike- ym. rakennuksille luokan D ($< 0,6$ mm/s) mukaiset. Mitattu liikennetärinä koko suunnittelualueella jää joko luokkaan A tai B. Liikennetärinän osalta vaaditut raja-arvot alittuvat eikä erityisiä varotoimenpiteitä tarvita. Poikkeuksena saattaa olla hyvin lähellä (< 15 m) rataa tapahtuva rakentaminen, jolloin tärinän suuruutta tulee tarkastella tapauskohtaisesti.

6.3 Runkomelu

Maaperän tärinämittausten perusteella arvioitu runkomelu rakennuksissa saattaa ylittää ohje-arvosuosituksen 35 dBA (asuinrakennukset ja muut meluherkät toiminnot). Pisteissä P1, P2 ja P3 erisuuntaisen vaakavärähtelyn aiheuttamaksi runkomelutasoksi arvioidaan 39,5-41 dBA. Todellinen runkomelutaso voidaan kuitenkin todentaa vain valmiista rakenteista mittaamalla. On myös huomattava, että lasketut tunnusluvut sisältävät varmuustekijän +6 dBA, jota ilman 35 dBA ohje-arvosuositus alitettaisiin.

Koska Suomessa ei runkomelulle ole annettu varsinaisia raja-arvoja, vaan kyseessä on *suositus ohjearvoksi*, voidaan sen ylityksestä mahdollisesti aiheutuvaa haittaa arvioida tapauskohtaisesti. Olevien rakennusten osalta lievä laskennallinen ohje-arvosuosituksen ylitys ei tyypillisesti johda toimenpiteisiin.

Mahdollisten uusien rakennusten osalta runkomelua on suositeltavaa ehkäistä esimerkiksi asentamalla rakennuksen perustusten alle ja ympärille vähintään 100 mm EPS-eristettä silloinkin, kun se ei ole routamitoituksen suhteen tarpeellista. Suhteellisen pehmeä ja ominaistaajuudeltaan alhainen eriste vähentää runkomelua aiheuttavien taajuuksien välittymistä rakennuksen perustuksiin. Rakennusten värähtelysuunnittelu on aina tapauskohtaista.

6.4 Yhteenveto

Selvityksen perusteella liikennetärinän suuruus alueella jää raja-arvojen alle eikä aiheuta erityisiä toimenpiteitä. Runkomelun ohje-arvosuositukset ylittyvät lievästi, mikä ei kuitenkaan aiheuta toimenpidetarpeita olevien rakennusten suhteen eikä aseta erityisiä rajoitteita maankäytölle. Uusien rakennusten osalta on suotavaa edellyttää runkomelun huomiointia rakennussuunnittelussa 60 m lähempänä rataa.

7. TÄRINÄN JA RUNKOMELUN ARVIOINNISSA KÄYTETTY OHJEISTUS

Talja, A. 2011: Ohjeita liikennetärinän arviointiin, VTT T2569, Espoo.

Talja, A. & Saarinen, A. 2009: Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi, VTT T2468, Espoo

Talja, A, Vepsä, A, Kurkela, J & Halonen, M. 2008: Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi, VTT T2425

Törnqvist, J & Talja, A. 2006: Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa, VTT W50, Espoo

LIITE 1 TÄRINÄMITTAUKSET

Alla on esitetty 15 suurinta värinätahtumaa kustakin mittauspisteestä.

Aika	P1 pysty v _w (mm/s)	Aika	P1 vaakaa v _w (mm/s)	Aika	P1 pituus v _w (mm/s)
8.11.2017 7:40	0,018	8.11.2017 7:40	0,067	8.11.2017 7:40	0,09
8.11.2017 14:57	0,014	8.11.2017 14:57	0,053	8.11.2017 14:57	0,07
4.11.2017 14:22	0,016	4.11.2017 14:22	0,051	4.11.2017 14:22	0,067
8.11.2017 14:18	0,01	8.11.2017 14:18	0,038	8.11.2017 14:18	0,061
6.11.2017 10:44	0,014	6.11.2017 10:44	0,052	6.11.2017 10:44	0,057
8.11.2017 13:28	0,012	8.11.2017 13:28	0,044	8.11.2017 13:28	0,06
3.11.2017 21:55	0,015	3.11.2017 21:55	0,046	3.11.2017 21:55	0,058
8.11.2017 22:14	0,012	8.11.2017 22:14	0,04	8.11.2017 22:14	0,055
9.11.2017 12:06	0,011	9.11.2017 12:06	0,038	9.11.2017 12:06	0,049
6.11.2017 15:08	0,009	6.11.2017 15:08	0,032	6.11.2017 15:08	0,048
8.11.2017 5:39	0,011	8.11.2017 5:39	0,04	8.11.2017 5:39	0,047
8.11.2017 6:23	0,012	8.11.2017 6:23	0,046	8.11.2017 6:23	0,051
4.11.2017 7:39	0,014	4.11.2017 7:39	0,043	4.11.2017 7:39	0,054
2.11.2017 13:42	0,014	2.11.2017 13:42	0,034	2.11.2017 13:42	0,05

Aika	P2 pysty v _w (mm/s)	Aika	P2 vaakaa v _w (mm/s)	Aika	P2 pituus v _w (mm/s)
3.11.2017 7:16	0,036	3.11.2017 7:16	0,036	3.11.2017 7:16	0,049
8.11.2017 8:36	0,019	8.11.2017 8:36	0,024	8.11.2017 8:36	0,046
9.11.2017 8:41	0,018	9.11.2017 8:41	0,027	9.11.2017 8:41	0,048
9.11.2017 12:06	0,026	9.11.2017 12:06	0,03	9.11.2017 12:06	0,048
3.11.2017 6:01	0,017	3.11.2017 6:01	0,047	3.11.2017 6:01	0,033

Aika	P3 pysty v _w (mm/s)	Aika	P3 vaaka v _w (mm/s)	Aika	P3 pituus v _w (mm/s)
8.11.2017 14:54	0,037	8.11.2017 14:54	0,124	8.11.2017 14:54	0,15
8.11.2017 14:22	0,022	8.11.2017 14:22	0,084	8.11.2017 14:22	0,104
9.11.2017 6:37	0,025	9.11.2017 6:37	0,095	9.11.2017 6:37	0,106
8.11.2017 22:16	0,023	8.11.2017 22:16	0,09	8.11.2017 22:16	0,104
6.11.2017 15:05	0,022	6.11.2017 15:05	0,101	6.11.2017 15:05	0,103
9.11.2017 12:08	0,027	9.11.2017 12:08	0,109	9.11.2017 12:08	0,097
9.11.2017 7:44	0,024	9.11.2017 7:44	0,096	9.11.2017 7:44	0,099
9.11.2017 11:18	0,024	9.11.2017 11:18	0,106	9.11.2017 11:18	0,096
8.11.2017 16:07	0,021	8.11.2017 16:07	0,088	8.11.2017 16:07	0,095
6.11.2017 15:54	0,02	6.11.2017 15:54	0,077	6.11.2017 15:54	0,096
8.11.2017 13:25	0,028	8.11.2017 13:25	0,083	8.11.2017 13:25	0,086
6.11.2017 9:47	0,022	6.11.2017 9:47	0,1	6.11.2017 9:47	0,096
6.11.2017 10:47	0,023	6.11.2017 10:47	0,09	6.11.2017 10:47	0,092
8.11.2017 21:14	0,019	8.11.2017 21:14	0,08	8.11.2017 21:14	0,087
9.11.2017 5:30	0,023	9.11.2017 5:30	0,097	9.11.2017 5:30	0,087

Aika	P4 pysty v _w (mm/s)	Aika	P4 vaaka v _w (mm/s)	Aika	P4 pituus v _w (mm/s)
9.11.2017 13:59	0,056	9.11.2017 13:59	0,148	9.11.2017 13:59	0,124
9.11.2017 14:03	0,025	9.11.2017 14:03	0,138	9.11.2017 14:03	0,12
9.11.2017 7:43	0,028	9.11.2017 7:43	0,133	9.11.2017 7:43	0,124
9.11.2017 15:20	0,102	9.11.2017 15:20	0,1	9.11.2017 15:20	0,064
9.11.2017 14:17	0,029	9.11.2017 14:17	0,099	9.11.2017 14:17	0,085
8.11.2017 7:36	0,03	8.11.2017 7:36	0,09	8.11.2017 7:36	0,136
9.11.2017 11:04	0,016	9.11.2017 11:04	0,08	9.11.2017 11:04	0,055
8.11.2017 14:24	0,018	8.11.2017 14:24	0,079	8.11.2017 14:24	0,044
6.11.2017 12:41	0,017	6.11.2017 12:41	0,075	6.11.2017 12:41	0,084
7.11.2017 10:15	0,038	7.11.2017 10:15	0,076	7.11.2017 10:15	0,041
9.11.2017 14:22	0,023	9.11.2017 14:22	0,067	9.11.2017 14:22	0,067
9.11.2017 14:26	0,035	9.11.2017 14:26	0,07	9.11.2017 14:26	0,066
9.11.2017 6:38	0,039	9.11.2017 6:38	0,067	9.11.2017 6:38	0,066
8.11.2017 11:24	0,021	8.11.2017 11:24	0,067	8.11.2017 11:24	0,083
8.11.2017 12:00	0,017	8.11.2017 12:00	0,066	8.11.2017 12:00	0,063