

Vastaanottaja  
**Ylivieskan kaupunki**

Asiakirjatyyppi  
**Raportti**

Päivämäärä  
**7.12.2017**

# YLIVIESKAN ASEMANSEUTU **TÄRINÄ- JA RUNKOMELUSELVITYS**

# YLIVIESKAN ASEMANSEUTU TÄRINÄ- JA RUNKOMELUSELVITYS

Päivämäärä **7.12.2017**  
Laatija **Ville Lehtonen**  
Tarkastaja **Jouko Noukka**  
Kuvaus **Tärinä- ja runkomeluserelvitys**

Viite 1510037930

## SISÄLTÖ

<b>1.</b>	<b>Yleistä</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>Lähtökohdat</b>	<b>2</b>
2.1	Yleistä kohteesta	2
2.2	Maaperäolosuhteet	3
2.3	Raideliikenne	3
2.4	Katuliikenne	3
<b>3.</b>	<b>Tärinän arviointiin liittyvä ohjeistus ja menettelytavat</b>	<b>4</b>
3.1	Yleistä	4
3.2	Tärinähaitan arviointiperusteet	4
<b>4.</b>	<b>Tärinätarkastelut</b>	<b>5</b>
4.1	Mittaukset	5
4.2	Mitattu maaperän värähtely ja sen arvioitu siirtyminen rakenteisiin	6
<b>5.</b>	<b>Runkomelutarkastelut</b>	<b>11</b>
5.1	Ohjeavot ja arviointiperusteet	11
5.2	Mittaukset ja tunnusluvut	12
<b>6.</b>	<b>Tulosten arviointi ja johtopäätökset</b>	<b>13</b>
6.1	Yleistä	13
6.2	Tärinä	13
6.3	Runkomelu	14
6.4	Yhteenveto	14
<b>7.</b>	<b>Tärinän ja runkomelun arvioinnissa käytetty ohjeistus</b>	<b>15</b>

## LIITTEET

### Liite 1

Tärinämittaukset

## 1. YLEISTÄ

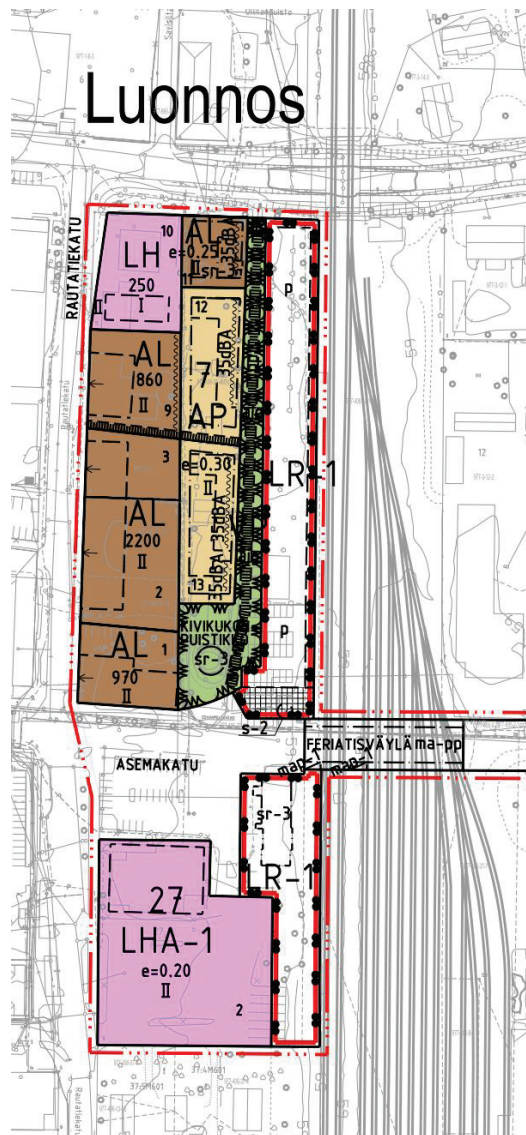
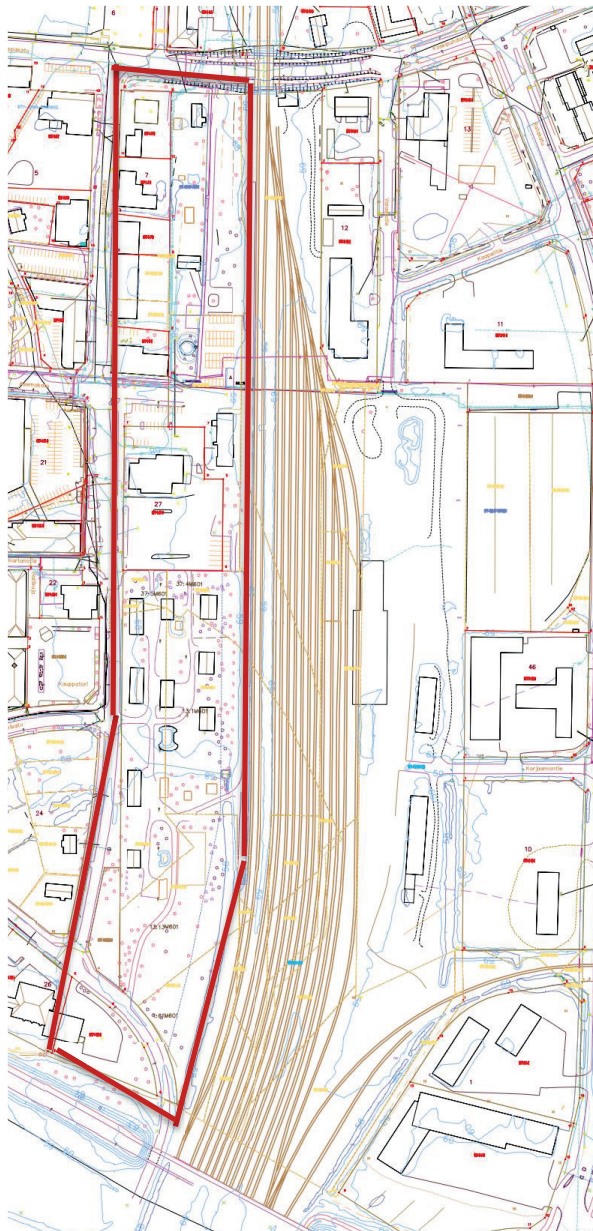
Ylivieskan kaupungissa on käynnissä asemakaavan muutoshanke rautatieaseman läheisyydessä. Samaan aikaan on käynnissä suunnittelutyö aseman raidejärjestelyihin liittyen, minkä seurauksena junien kulkunopeus ja akselipainot tuleva kasvamaan nykyisestä. Tässä työssä on selvitetty mitausten perusteella raideliikenteestä aiheutuvan värinän ja runkomelun voimakkuus suunnittelualueella.

Työn on tilannut Ylivieskan kaupunki (tilaajan yhteyshenkilö kaupunginarkkitehti Risto Suikkari). Ramboll Finland Oy:ssä työn on suorittanut TKT Ville Lehtonen. Mittaukset suoritti alikonsultti Finnrock Oy.

## 2. LÄHTÖKOHDAT

### 2.1 Yleistä kohteesta

Suunnittelualueen sijainti on esitetty karttaotteesta (kuva 2.1). Suunnittelualue kattaa radan länsipuolisen alueen radan ja Rautatiekadun välillä, rajoittuen pohjoisessa Koskipuhdontiehen ja etelässä Savontiehen (VT 27). Alueen pituus on noin 700 m ja leveys noin 100 m.



Kuva 2.1. Suunnittelualue (vas) ja asemakaavan muutosluonnos päivätty 13.9.2017 (oik), ei mittakaavassa

Selvitys liittyy Liikenneviraston alaisiin Ylivieskan asemajärjestelyihin (kirjoitushetkellä ratasuunnitelman laatimisvaiheessa). Samanaikaisesti Ylivieskan kaupungilla on käynnissä asemakaavan muutoshanke (kuva 2.1), joka koskee Ylivieskan keskustan kortteleita 7 ja 27 (radan länsipuolella, asemarakennuksen pohjois- ja eteläpuolilla). Asemakaavan muutosalueen lisäksi tärinä- ja runkomeluseelvitys kattaa koko radan länsipuolisen osan Rautatiekatuun asti, jolloin voidaan alustavasti arvioida aseman eteläpuolisen alueen kaavoitettavuutta tärinän ja runkomelun suhteen.

Asemakaavan muutosluonnoksessa esitetään radan ja nykyisten liikerakennusten väliin asuinpientalojen aluetta. Uusiorakentamisen tulee täyttää asuinrakennusten tärinän osalta luokan C ( $v_w,95 < 0,3$  mm/s) vaatimukset. Liike- ym. rakennuksilta vaaditaan tyypillisesti yhdellä luokalla korotettua raja-arvoa (luokka D,  $v_w,95 < 0,6$  mm/s).

## 2.2 Maaperäolosuhteet

Maaperäolosuhteet selvitettiin GTK:n palveluista löytyvän aineiston sekä asemajärjestelyjen rata-suunnitelman tausta-aineiston perusteella.

Maaperä suunnittelualueella vaihtelee pääosin savesta karkeaan silttiin. Pehmeiden kerrosten paksuus on noin 5-7 m, minkä alla on pääosin silttimoreenista koostuva tiivis tai keskitiivis kerros. Pintamaa koostuu erilaisista täyttökerroksista, riippuen vallitsevasta maankäytöstä (raken-netuilla alueilla pintamaa on karkearakeista, puisto- ja piha-alueilla taas eloperäisempää, hienorakeisempaa). Saatavilla olevien tietojen perusteella maaperäolosuhteet ovat riittävällä tarkkuudella homogeenisia koko suunnittelualueella. Tällöin yhdestä poikkileikkauksesta mitatut tärinäluokset yleistetään koskemaan koko suunnittelualueetta.

## 2.3 Raideliikenne

Aseman ohittaa tai sinne pysähtyy nykytilanteessa useita kymmeniä junia vuorokaudessa. Vuoden 2035 mennessä erityisesti matkustajaliikenteen ennustetaan kasvavan (taulukko 2.1).

**Taulukko 2.1. Junaliikenteen nykytila ja ennuste vuodelle 2035. (VR Track Oy 2016)**

NYKYTILANNE				
Tyyppi	Selitys	Päivä klo. 7-22 [kpl]	Yö klo. 22-7 [kpl]	Pituus [m]
Sr	Sr1- tai Sr2-veturin vetämät henkilöliikenteen junat (punaiset, siniset tai yksikerroksiset IC-vaunut)	1	4	205
Sm3	Pendolino	6	2	162
IC2	Sr2-veturin vetämät kaksikerroksisista IC-vauvuista koostuvat junat	6	4	250
F-TaJu	suomalaisista tavaravaunuista koostuvat tavarajunat	11	14	460
R-TaJu	venäläisistä tavaravaunuista koostuvat tavarajunat	1	2	600
ENNUSTETILANNE 2035				
Tyyppi	Selitys	Päivä klo. 7-22 [kpl]	Yö klo. 22-7 [kpl]	Pituus [m]
Sr	Sr1- tai Sr2-veturin vetämät henkilöliikenteen junat (punaiset, siniset tai yksikerroksiset IC-vaunut)	2	6	205
Sm3	Pendolino	10	3	162
IC2	Sr2-veturin vetämät kaksikerroksisista IC-vauvuista koostuvat junat	10	6	250
F-TaJu	suomalaisista tavaravaunuista koostuvat tavarajunat	9	12	460
R-TaJu	venäläisistä tavaravaunuista koostuvat tavarajunat	1	2	600

Tärinän osalta merkittävimmät liikennetapahtumat ovat raiteella 1 tapahtuvat aseman ohitukset. Nykytilanteessa raiteella 1 nopeusrajoitus on 70 km/h (suurin sallittu akselipaino 22,5 t), kun taas muilla raiteilla nopeusrajoitus on 35 km/h. Asemajärjestelyjen ratasuunnitelman suunnitelmaselostuksen mukaan tulevaisuudessa raiteilla 1 ja 2 nopeusrajoitus on 90 km/h (akselipaino 25 t), kallistuvakoraisella kalustolla 120 km/h. On siis odotettavissa, että yksittäiset tärinäherätteet kasvavat selvästi nykytilanteesta. Toisaalta radan rakennekerrosten ja muiden rakenneosien uusiminen saattaa parantaa radan tasaisuutta ja siten osaltaan pienentää ympäristöön leviävää tärinää. On kuitenkin todennäköistä, että muutosten nettovaikutus tulee tärinän osalta olemaan negatiivinen, eli tärinä lisääntyy nykytilanteesta.

## 2.4 Katuliikenne

Suunnittelualueella sijaitsevilla kaduilla kulkeva raskas liikenne saattaa aiheuttaa paikallisia tärinä- ja runkomeluhaittoja. Kokonaisuutena voidaan kuitenkin yleistää kumipyöräliikenteen aiheuttamat tärinä- ja runkomeluvaikutukset vähäisiksi junaliikenteen vaikutuksiin verrattuna.

## 3. TÄRINÄN ARVIOINTIIN LIITTYVÄ OHJEISTUS JA MENNETTELYTAVAT

### 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 arviointitaso 1 perusteella alue on riskialuetta. Arviointitaso 3 tarkastelu perustuu aina riittävän pitkäaikaisiin tärinämittauksiin. Tason 3 käyttöä tarvitaan, mikäli arviointitaso 2 laskennallisella tarkastelulla ei saada riittävän luotettavaa kuvaa maaperän pystyvärähtelyn suuruudesta, tai halutaan rakentaa alueelle, jolla arviointitaso 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 värähtelyt, 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 tyypillisesti luokkaan D.

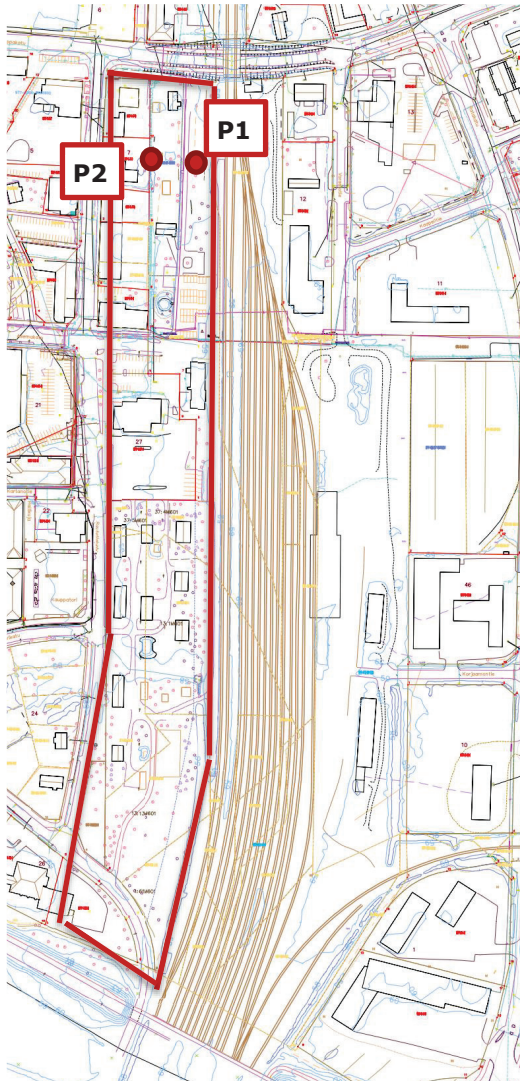
## 4. TÄRINÄTARKASTELOT

### 4.1 Mittaukset

Suunnittelualueella tehtiin tärinämittaukset aikavälillä 10.11.2017 - 17.11.2017. 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 2 kpl kuvan 4.1 mukaisiin sijainteihin. Piste P1 sijoitettiin 15 m päähän lähimmästä raiteesta (raide 1), ja P2 sijoitettiin 40 m päähän samasta raiteesta. Mittauspisteiden sijainti palvelee erityisesti asemakaavamuutoksen pientalokorttelia. Homogeenisista maaperä- ja liikenneolosuhteista johtuen mittaustulokset yleistetään koskemaan koko suunnittelualueutta. Mittaustuloksia käytettiin kalibroimaan laskentamalli, jolla arvioidaan tärinän leviämistä ja vaimenemista etäisyyden funktiona koko suunnittelualueella.

Kuva 4.1. Mittauspisteiden sijainti suunnittelualueella.





## 4.2 Mitattu maaperän värähtely ja sen arvioitu siirtyminen rakenteisiin

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

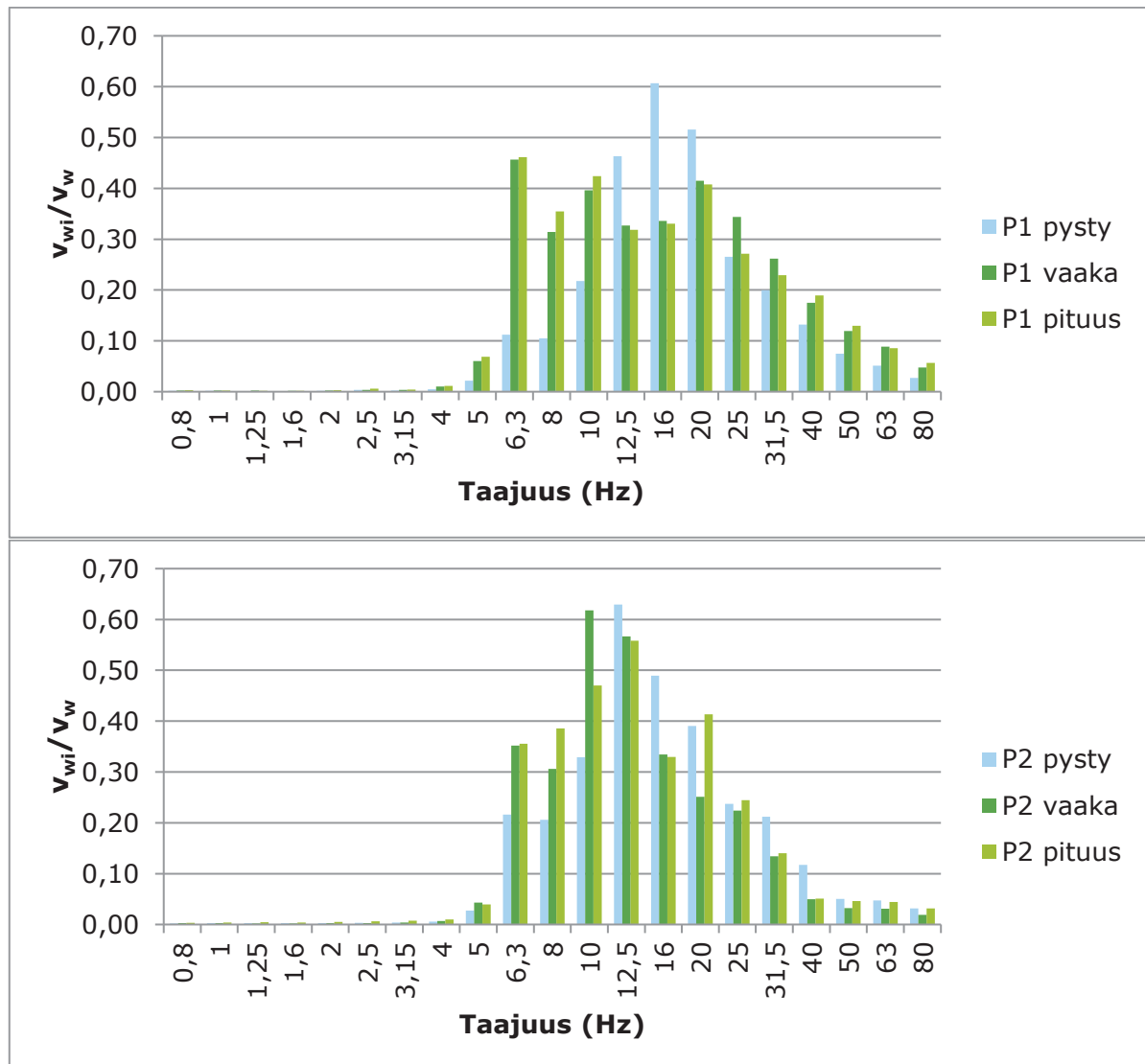
Pisteistä P1 ja P2 saatiin mittausjaksolla määritettyä noin 300 ja 350 yksittäistä tapahtumaa. Pisteiden P1 mittarissa oli toiminta- tai asetushäiriö noin aikavälillä 11.11 klo 18:30 – 13.11 klo 13, jolloin pisteestä ei rekisteröity lainkaan tapahtumia. Muina aikoina mitattiin kuitenkin niin suuri määrä tapahtumia, että keskeytys ei vaikuta merkittävästi mittauksien arviointiin. Pisteiden P2 mittari toimi keskeytyksittä koko mittausjakson ajan.

Taulukossa 4.1 on esitetty kunkin mittarin viikon ajalta, 15 suurimmasta liikennetärinä tapahtumasta lasketut maaperän värähtelyn taajuuspainotetut tehollisarvot. Eritellyt 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 $\sigma$ (mm/s)	maaperän värähtelyn tunnusluku $v_{w,95}^{maa}$ (mm/s)
P1 - pysty	0,309	0,025	<b>0,354 (luokka D)</b>
P1 - vaaka	0,339	0,046	<b>0,421 (luokka D)</b>
P1 - pituus	0,413	0,004	<b>0,485 (luokka D)</b>
P2 - pysty	0,087	0,014	<b>0,113 (luokka B)</b>
P2 - vaaka	0,321	0,028	<b>0,372 (luokka D)</b>
P2 - pituus	0,268	0,041	<b>0,341 (luokka D)</b>

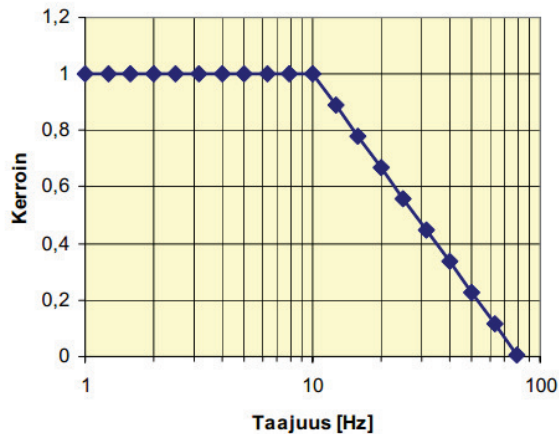
Kuvissa 4.2 ja 4.3 on esitetty maaperän värähtelyn suhteelliset värähtelyspektrit.



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

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 4.3).



Kuva 4.3 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 ominaistajuudella tapahtuvan resonanssin avulla (tunnusluku  $v_{w2}^{runko}$ ). Tässä tapauksessa rakennus oletetaan 1,5-2-kerroksiseksi betonielementtirakennukseksi, 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 maanvaraisesti perustetuille rakennuksille. Kaavaluonnoksessa pientalojen asuinkorttelin kerrosluvuksi on annettu II (2), joten kertoimelle käytetään arvoa 1,5.

Lattian värähtelyä arvioidaan samoin joko tasaisen voimistumisen periaatteella (tunnusluku  $v_{w1}^{lattia}$ ), tai lattian ominaistajuudella 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.

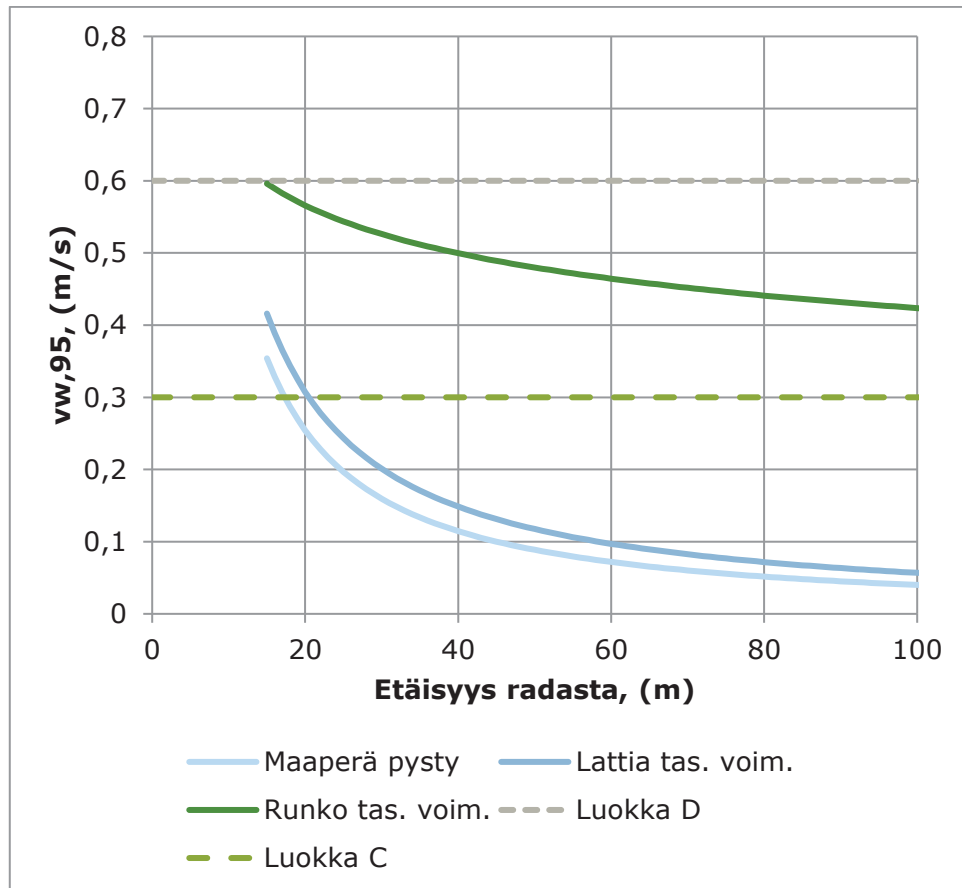
Taulukossa 4.4 on esitetty rakennuksen rungon ja lattian arvioidut värähtelyn tunnusluvut.

**Taulukko 4.4. Mittausten perusteella määritetyt rakennuksen värähtelyn tunnusluvut.**

Mittari	maaperän värähtelyn tunnusluku $v_{w,95}^{maa}$ (mm/s)	perustuksen värähtelyn tunnusluku $v_{w,95}^{per}$ (mm/s)	rungon värähtelyn tunnusluku $v_{w,1}^{runko}$ (mm/s)	rungon värähtelyn tunnusluku $v_{w,2}^{runko}$ (mm/s)	lattian värähtelyn tunnusluku $v_{w,1}^{lattia}$ (mm/s)	lattian värähtelyn tunnusluku $v_{w,2}^{lattia}$ (mm/s)*
P1 pysty	0,354	0,277			0,416	0,998
P1 vaaka	0,421	0,365	0,548	0,770		
P1 pituus	0,485	0,429	0,644	0,896		
P2 pysty	0,113	0,098			0,147	0,382
P2 vaaka	<b>0,372</b>	<b>0,366</b>	<b>0,550</b>	<b>0,523</b>		
P2 pituus	0,341	0,325	0,488	0,485		

Pisteen P2 tulokset kuvaavat värähtelyä asemakaavan muutosluonnoksessa asuinpienalojen alueeksi merkityn korttelin alueella. Tulosten perusteella voidaan sanoa, että sekä mitattu maaperän värähtely että arvioitu rakenteiden värähtely asettuu luokkaan D,  $v_{w,95} < 0,6$  mm/s. Luokkaa D voidaan pitää raja-arvona oleville rakenteille sekä pienimuotoiselle täydennysrakentamiselle. Uudisrakentamisessa vaaditaan kuitenkin yleisesti luokan C,  $v_{w,95} < 0,6$  mm/s, täyttyminen. Tulosten arvioinnissa tulee myöskin huomioida se, että radasta aiheutuva tärinäheräte tulee luultavasti kasvamaan asema-alueen muutosten myötä. Raiteiden 1 ja 2 nopeusrajoitus kasvaa raskailla tavarajunilla 70 km/h -> 90 km/h, ja suurin akselipaino nousee 22,5 t -> 25 t. Tällöin tärinän voi olettaa kasvavan samassa suhteessa.

Tärinän laskennallinen vaimeneminen etäisyyden funktiona raiteesta 1 on esitetty kuvassa 4.4. Laskelma on tehty lähteessä VTT W50 esitetyn periaatteen mukaisesti siten, että pisteen P1 tuloksia käytettiin mallin 15 m etäisyyttä vastaavan värähtelyn arvona. Mallissa käytettävä parametri, jolla säädetään tärinän vaimenemista etäisyyden funktiona, sovitettiin siten että pisteen 2 data vastaa mallin antamaa arvoa. Kuvassa on esitetty laskennalliset arvot maaperän pystyvärähtelylle sekä arvioiduille lattian ja rungon värähtelyille tasaisen voimistumisen periaatteen mukaisesti. Rungon värähtely on arvioitu vaaka- ja pituussuuntaisen värähtelyn keskiarvona.



Kuva 4.4. Laskennallinen värinän vaimeneminen suunnittelualueella.

Laskennallisesti lattian pystyvärähtely asettuu luokkaan C yli 20 m päässä radasta, mutta rungon vaakavärähtely pysyy luokassa D koko suunnittelualueella. Tässä tapauksessa rungon värähtely on mitoittava.

Todennäköisesti suuren vaakasuuntaisen värinän aiheuttaa pinta-aalloista johtuva värähtely, joka tyypillisesti vaimenee hitaammin kuin syvemmillä maassa kulkevat aallot. Pintamaan paikalliset ominaisuudet sekä pehmeän maakerroksen paksuuden vaihtelut saattavat aiheuttaa paikallista vaihtelua maan pinnalta mitatussa värähtelyssä. Lisäksi itse rakennuksen rungon ominaistaajuus ja vaimennusominaisuudet vaikuttavat suuresti valmiissa rakenteessa esiintyvään värinään. Tästä johtuen uudisrakentamisessa tulee värinän torjuntaratkaisut suunnitella tapauskohtaisesti.

## 5. RUNKOMELUTARKASTELUT

### 5.1 Ohjearvot ja arviointiperusteet

Runkomelun esiintymistä rakenteissa voidaan arvioida julkaisun Talja & Saarinen (2009): "Maaliikenteen 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 <sup>2</sup>
Hoito- ja sosiaalihuollon laitokset, majoitustilat <ul style="list-style-type: none"> <li>• potilashuoneet, majoitustilat</li> <li>• päiväkodit, lasten ja henkilökunnan oleskeluun tarkoitettut huoneet</li> </ul>	30/35 <sup>2</sup>
Kokoontumis- ja opetustilat <ul style="list-style-type: none"> <li>• luokahuoneet, luentosalit, kirkot ja muut huonetilat, joissa edellytetään yleisön saavan hyvin puheesta selvän ilman äänentoistolaitteiden käyttöä</li> <li>• muut kokoontumistilat kuten teatterit ja kirjastot</li> </ul>	35
Toimistot, kaupat, näyttelytilat, museot	40/45 <sup>2</sup>

<sup>2</sup> Avoradat. Mikäli kaavamääräyksessä on annettu ohje julkisivun ilmaääneneristävyydestä, on suositeltavaa käyttää runkomelutason tiukempaa raja-arvoa.

Tässä oletetaan, että suunnittelualueella sovelletaan 35 dBA ohjearvosuosituksista asuinhuoneistoille.

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 mittauksista.

Arviointitasossa 3 runkomelu todennetaan mittaamalla.

## 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 tärinätahtumista.

Tässä tapauksessa runkomelun tunnusluvut laskettiin samoista tärinätahtumista 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 ( $\geq 16$  Hz)
- Muunnos värähtelytasosta äänenpainetasoksi -28,1 dB
- Rakennustyyppi betonitalo 1-2 krs, -7 dB
- Rakenneseosien 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	37,5	1,53	40,0
P1 - vaaka	35,7	1,51	38,2
P1 - pituus	37,9	1,98	41,2
P2 - pysty	27,1	2,36	30,9
P2 - vaaka	29,1	3,73	35,5
P2 - pituus	32,8	5,27	41,5

Laskennallinen runkomelutaso ylittää suosituksen ohjearvosta 35 dBA. On kuitenkin huomattava, että pisteessä P2 kaikkien värähtelykomponenttien aiheuttama runkomelutason keskiarvo jää selvästi ohjearvosuosituksen alle. Suuri hajonta nostaa tunnusluvun ohjearvosuosituksen yli.

## 6. TULOSTEN ARVIOINTI JA JOHTOPÄÄTÖKSET

### 6.1 Yleistä

Ramboll Finland Oy on Ylivieskan kaupungin toimeksiannosta tehnyt liikennetärinä- ja runkomeluselvityksen Ylivieskan aseman ympäristössä radan länsipuolella. Selvitys perustuu mitattuun maaperän tärinään suunnittelualueella. Liikennetärinää ja runkomelua arvioitiin yleisesti käytössä olevien VTT:n julkaisujen mukaisesti.

Mittaukset suoritettiin 10.11.2017 - 17.11.2017. Mittaukset onnistuivat pääosin hyvin ja käsitelty data on luotettavaa.

### 6.2 Tärinä

Mitattu maaperän tärinä ja sen perusteella arvioitu rakennuksissa esiintyvä tärinä asettuu pääosin luokkaan D,  $v_{w,95} < 0,6$  mm/s. Erityisesti vaakavärähtely, joka rakenteessa esiintyy rakennusrungon tärinänä, on merkittävää. Tulos on riittävä nykyisten asuinkäytössä olevien rakennusten suhteen, mutta uudisrakentamisen yhteydessä tulisi ryhtyä toimiin tärinän vähentämiseksi. Tärinän vähentämiseksi tehtävät toimenpiteet tulee suunnitella *tapauskohtaisesti* rakennussuunnittelun yhteydessä.

Uusille ja oleville liike- tms. rakennuksille, joissa ei ole tärinäherkkiä toimintoja, luokan D täyttyminen on riittävää eikä niille välttämättä tarvita erityisiä tärinän vähentämistoimenpiteitä.

Oleville rakennuksille ei selvityksen perusteella vaadita erityisiä toimenpiteitä.

Samat johtopäätökset pätevät kauttaaltaan koko suunnittelualueelle. Vaikka tärinä vaimeneekin hieman etäisyyden kasvaessa, tämä ei muuta tärinän luokitusta. Voidaan kuitenkin sanoa, että rakentamista noin alle 25 m etäisyydelle radasta tulee mahdollisuuksien mukaan välttää.

Aseman raidejärjestelyjen uusimisen seurauksena tärinä saattaa suurentua nykytilanteesta junien nopeuksien ja akselipainojen noustessa. Kvantitatiivista vaikutusta on kuitenkin vaikea arvioida ilman toimenpiteiden jälkeen toistettavia mittauksia. Tässä kuitenkin oletetaan, että muutokset eivät vaikuta tärinän luokitukseen ja sitä kautta tehtäviin johtopäätöksiin.

Suunnittelualueen kaavoituksessa ja muussa maankäytössä tulee edellyttää asuinrakennuksille luokan C,  $v_{w,95} < 0,3$  mm/s täyttymistä, ja liike- ym. rakennuksille luokan D,  $v_{w,95} < 0,6$  mm/s täyttymistä.

Tärinää voidaan torjua sen lähteessä (ratarakenteessa), lähteen ja rakennusten välissä tai rakennuksissa. Eri toimenpiteiden suunnittelussa tulee huomioida maaperän värähtelyn suuruus ja taajuussisältö sekä rakenneosien ominaistajuuudet ja vaimennusominaisuudet.

Esimerkkejä mahdollisista toimenpiteistä tärinän vaimentamiseksi ovat:

- Radan vaimennus esimerkiksi tukikerroksen (tai vaihtoehtoisesti ratapölkkyjen tai kiskojen) alle asennettavilla vaimennusmatoilla. Teknisesti mahdollista aseman raidejärjestelyihin liittyvän rakennekerrosten uusimisen yhteydessä. Luultavimmin raiteiden 1 ja 2 eristäminen on riittävää, sillä niiden kohdalla junien kulkunopeus on suurin.
- Lamellisväystabilointi tai suihkuinjektointi radan tai rakennusten väliin
- Erityiset tärinävaimennuselementit maahan radan ja rakennusten väliin
- Ponttiseinän asentaminen maahan radan ja rakennusten väliin
- Pehmeän pintamaakerroksen vaihtaminen karkearakeisiin kerroksiin rakennusten ympärillä (saattaa torjua pinta-aaltoja)
- Tärinäeristeet, esim. jouset tai eristematot rakennusten perustuksissa
- Rakennuksen perustusten ja rungon värähtelysuunnittelu siten, että rakenneosien välillä on riittävä vaimennus ja niiden ominaistajuuudet poikkeavat maassa esiintyvän värähtelyn taajuuksista



### 6.3 Runkomelu

Selvityksen perusteella 35 dBA suositus runkomelun raja-arvosta voidaan ylittää suunnittelualueella. Runkomeluun pätevät samat johtopäätökset kuin tärinään. Oleville rakennuksille ei selvityksen perusteella vaadita erityisiä toimenpiteitä. Uusien rakennusten osalta tarvitaan hankekohdaisia toimenpiteitä runkomelun huomioimiseksi. Liikennetärinän torjumiseksi tehtävät toimenpiteet torjuvat myös runkomelua.

### 6.4 Yhteenveto

Olevien rakennusten osalta arvioitu liikennetärinä ja runkomelu eivät aiheuta erityisiä toimenpiteitä.

Suunnittelualueen kaavoituksessa ja muussa maankäytössä tulee edellyttää asuinrakennuksille luokan C,  $v_{w,95} < 0,3$  mm/s täyttymistä, ja liike- ym. rakennuksille luokan D,  $v_{w,95} < 0,6$  mm/s täyttymistä.

Kaavamääräyksiin on sisällytettävä vaatimus hanke/tonttikohtaisesta tärinäsuunnittelusta, jossa on määritelty tärinänvaimennustoimenpiteet niin, että rakennusten tärinä täyttää värähtelyluokan C vaatimukset raideliikenteen ennustetussa tilanteessa.

Vaikka mitattu tärinä ylittää nykytilanteessa uusilta asuinrakennuksilta vaadittavat raja-arvot, riittävillä toimenpiteillä voidaan vähentää tärinää ja runkomelua rakennuksissa riittävän alhaiselle tasolle. Tärinä ja runkomelu eivät siten aseta erityisiä rajoitteita maankäytölle suunnittelualueella, kunhan ne huomioidaan suunnittelussa riittävän hyvin. Rakentamista alle 25 m etäisyydelle radasta tulee kuitenkin mahdollisuuksien mukaan välttää.



Ramboll Finland Oy  
Ville Lehtonen  
TKT, projektipäällikkö

## 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 tärinätahtumaa kustakin mittauspisteestä.

Aika	P1 pysty v <sub>w</sub> (mm/s)	Aika	P1 vaaka v <sub>w</sub> (mm/s)	Aika	P1 pituus v <sub>w</sub> (mm/s)
11.11.2017 2:30	0,37	11.11.2017 2:30	0,35	11.11.2017 2:30	0,48
14.11.2017 2:24	0,34	14.11.2017 2:24	0,36	14.11.2017 2:24	0,47
15.11.2017 21:35	0,33	15.11.2017 21:35	0,42	15.11.2017 21:35	0,45
13.11.2017 21:53	0,33	13.11.2017 21:53	0,46	13.11.2017 21:53	0,45
15.11.2017 12:28	0,32	15.11.2017 12:28	0,31	15.11.2017 12:28	0,44
14.11.2017 6:14	0,31	14.11.2017 6:14	0,33	14.11.2017 6:14	0,42
11.11.2017 11:21	0,3	11.11.2017 11:21	0,29	11.11.2017 11:21	0,42
15.11.2017 2:34	0,3	15.11.2017 2:34	0,3	15.11.2017 2:34	0,41
10.11.2017 20:27	0,3	10.11.2017 20:27	0,33	10.11.2017 20:27	0,41
14.11.2017 12:27	0,3	14.11.2017 12:27	0,34	14.11.2017 12:27	0,4
13.11.2017 22:41	0,29	13.11.2017 22:41	0,3	13.11.2017 22:41	0,39
14.11.2017 9:56	0,28	14.11.2017 9:56	0,33	14.11.2017 9:56	0,37
14.11.2017 21:05	0,28	14.11.2017 21:05	0,33	14.11.2017 21:05	0,37
15.11.2017 15:14	0,28	15.11.2017 15:14	0,31	15.11.2017 15:14	0,37
17.11.2017 14:00	0,3	17.11.2017 14:00	0,32	17.11.2017 14:00	0,34

Aika	P2 pysty v <sub>w</sub> (mm/s)	Aika	P2 vaaka v <sub>w</sub> (mm/s)	Aika	P2 pituus v <sub>w</sub> (mm/s)
13.11.2017 21:53	0,08	13.11.2017 21:53	0,37	13.11.2017 21:53	0,25
13.11.2017 12:36	0,10	13.11.2017 12:36	0,36	13.11.2017 12:36	0,26
11.11.2017 2:30	0,10	11.11.2017 2:30	0,35	11.11.2017 2:30	0,36
12.11.2017 3:39	0,09	12.11.2017 3:39	0,35	12.11.2017 3:39	0,30
12.11.2017 14:22	0,10	12.11.2017 14:22	0,35	12.11.2017 14:22	0,30
10.11.2017 21:47	0,07	10.11.2017 21:47	0,35	10.11.2017 21:47	0,25
12.11.2017 12:11	0,11	12.11.2017 12:11	0,34	12.11.2017 12:11	0,31
13.11.2017 6:07	0,07	13.11.2017 6:07	0,32	13.11.2017 6:07	0,24
14.11.2017 2:24	0,08	14.11.2017 2:24	0,31	14.11.2017 2:24	0,25
12.11.2017 23:07	0,09	12.11.2017 23:07	0,31	12.11.2017 23:07	0,23
15.11.2017 21:35	0,08	15.11.2017 21:35	0,30	15.11.2017 21:35	0,24
14.11.2017 22:01	0,08	14.11.2017 22:01	0,30	14.11.2017 22:01	0,28
17.11.2017 21:56	0,07	17.11.2017 21:56	0,29	17.11.2017 21:56	0,20
15.11.2017 2:34	0,08	15.11.2017 2:34	0,29	15.11.2017 2:34	0,26
11.11.2017 11:21	0,11	11.11.2017 11:21	0,28	11.11.2017 11:21	0,27