

Vastaanottaja  
YIT Rakennus Oy

Asiakirjatyyppi  
Raportti

Päivämäärä  
12.9.2013

# ABLOYN TONTIN TÄRINÄSELVITYS, TAMPERE

## ABLOYN TONTIN TÄRINÄSELVITYS, TAMPERE

Päivämäärä 12.9.2013  
Laatija Jussi Kurikka-Oja  
Tarkastaja Jouko Noukka  
Kuvaus Raportti

Viite 1510005542

## SISÄLTÖ

1.	Johdanto	1
2.	Lähtökohdat	1
2.1	Suunnittelukohde	1
2.2	Maaperä	1
2.3	Liikenne	1
3.	Tärinän arviointiin liittyvä ohjeistus ja menettelytavat	2
3.1	Yleistä	2
3.2	Arviointitason 1 mukainen arviointi	2
3.3	Tärinähaitan arviointiperusteet	2
4.	Tärinämittausten suorittaminen	3
5.	Mittaustulokset	4
5.1	Tärinän tunnusluvut	4
5.2	Runkomelu	5
6.	Tulosten arviointi ja johtopäätökset	5

## 1. JOHDANTO

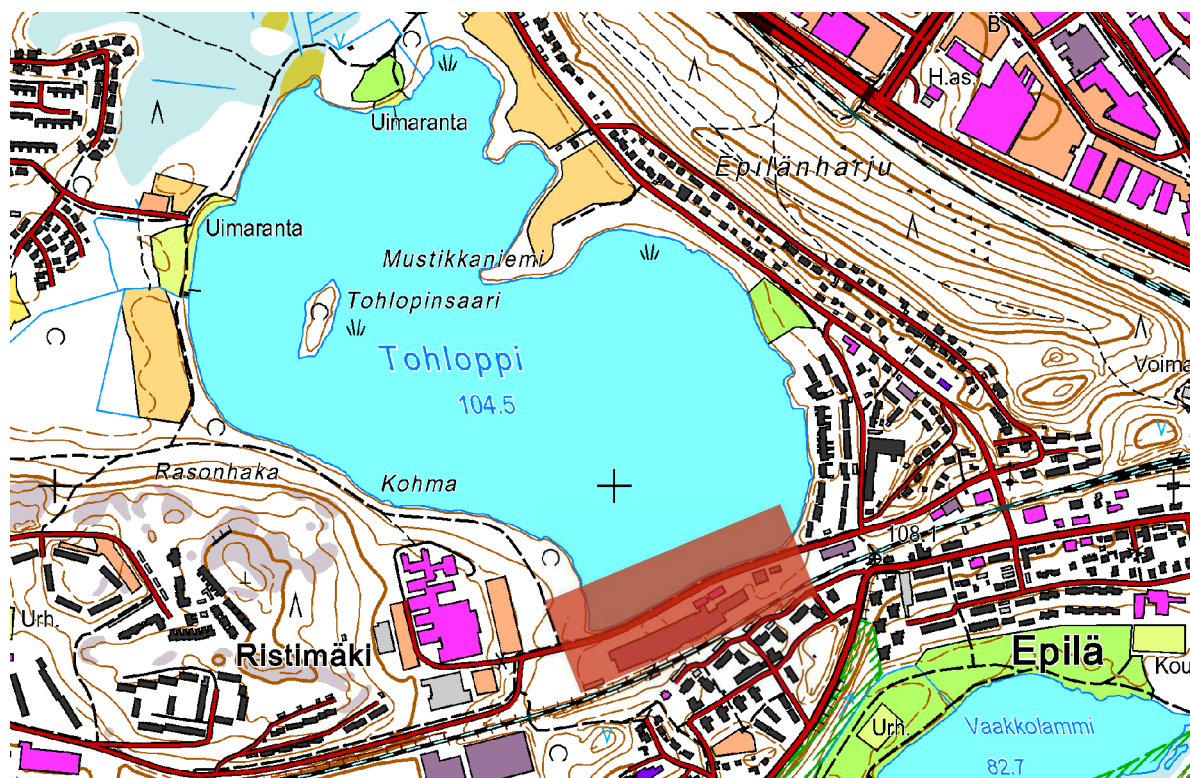
Työn tarkoituksena on selvittää raideliikenteestä aiheutuvan tärinän voimakkuus suunnittelukohteessa, Abloyn tontilla Tampereen Tohlopissa.

Työn on tilannut YIT Rakennus Oy, jossa yhteyshenkilönä on toiminut Panu Lampinen. Ramboll Finland Oy:ssä projektipäällikkönä on toiminut Jari Hosiokangas, työhön liittyvistä tärinämittauksista vastasi Hannu Harmoinen, suunnittelijana toimi Jussi Kurikka-Oja ja työn laadunvalvonnasta vastasi Jouko Noukka.

## 2. LÄHTÖKOHDAT

### 2.1 Suunnittelukohte

Suunnittelukohteen sijainti esitetään kuvassa 2.1.



Kuva 2.1 Suunnittelukohteen sijainti

### 2.2 Maaperä

Geologian tutkimuskeskuksen maaperäkartan mukaan alueen maaperä on suunnittelualueella ja radan alla karkea hieta (Ht).

### 2.3 Liikenne

Selvityskohde sijaitsee Tampereella Lielähti-Rauma radan läheisyydessä radan eteläpuolella.

Kohteeseen nähden kauimpana olevan raiteen (itäinen raide) maksiminopeus on nopeuskaavioiden mukaan 35 km/h, muilla raiteilla 100 km/h.

VR Track Oy:n toimittamien tietojen mukaan normaalin arkivuorokauden aikana kohteen ohittaa noin 35 junaa, joista noin 20 on tavarajunia. Käytettävät nopeudet ovat matkustajajunille 140 km/h ja tavarajunille 80 km/h. Raskaimpien junien massat ovat noin 2000t.

### 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.

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 yksityiskohdaisesti 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 pystyvärtelyn suuruudesta, tai halutaan rakentaa alueelle, jolla arviointitaso 2 mukaan tärinä voi ylittää suositusarvon.

#### 3.2 Arviointitaso 1 mukainen arviointi

Arviointitaso 1 mukaiset turvaetäisyydet esitetään taulukossa 3.1. Jos suunniteltu asutus sijoittuu taulukon turvaetäisyyden ulkopuolelle, ei tarkempaa tärinäselvitystä tarvita.

Taulukko 3.1 VTT:n ohjeen mukaiset turvaetäisyydet

Suosittelava turvaetäisyys	Liikennetyyppi	Pehmein maalaji väylän alla
500 m	Tavarajunaliikenne (3500 tn, 90 km/h)	Pehmeä maa
200 m	Pikajunaliikenne (140 km/h)	Pehmeä maa
100 m	Tavara- ja pikajunat	Kova maa
100 m	Raskas maantieliikenne (100 km/h, sileä)	Pehmeä maa
100 m	Hidastetöyssyt, raskas liikenne (40 km/h)	Pehmeä maa
50 m	Raskas katuliikenne (40 km/h, sileä)	Pehmeä maa
15 m *	Raskas maantie- ja katuliikenne (myös töyssyt)	Kova maa
* Ei koske väyliä, joilla on vain tilapäisesti raskasta liikennettä		

Suunnittelukohte on alle 100 m etäisyydellä radasta, joten arviointitasoa 1 tarkempi tarkastelu on tarpeen. Tarkastelu tehdään tärinämittausten avulla.

#### 3.3 Tärinähaitan arviointiperusteet

Tärinän aiheuttamaa mahdollista haittaa asuinmukavuudelle maankäytön suunnittelussa arvioidaan tunnusluvun  $v_{w,95}$  perusteella. Tunnusluku perustuu yksittäisten liikennetapahtumien suu-

rimpiin värähtelyn tehollisarvoihin ja niiden perusteella laskettuun keskiarvoon ja hajontaan seuraavasti:

$v_{w,95} = 15$  suurimman yksittäisen tapahtuman keskiarvo +  $1,8 \times 15$  suurimman yksittäisen tapahtuman hajonta.

Tilastollisesta luonteesta johtuen se voidaan tarkasti määrittää vain pitkäaikaisten mittausten avulla.

Tunnusluvun perusteella rakennuksille on annettu suositus rakennusten värähtelyluokituksista, joka esitetään taulukossa 3.2.

Taulukko 3.2 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 värähtelyitä, 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)	$\leq 0,60$

Rakennusten vaurioriskin arvioimiseen on olemassa VTT:n ohje "Rautatieliikenteen värähtelyn vaikutus rakenteisiin – vaurioalttiuden kartoittaminen ja mittaaminen". Ohjeen perusteella määritellään värähtelyn aiheuttaman heilahdusnopeuden resultantin huippuarvo, jonka perusteella tehdään alueen värähtelyluokitus. Värähtelyluokitus on esitetty taulukossa 3.3.

Taulukko 3.3. Rakennusten värähtelyluokitus vaurioriskin arvioinnissa

Värähtelyluokka	Kuvaus värähtelyolosuhteista	Heilahdusnopeuden resultantin huippuarvo $v_B$ (mm/s)
V	Kohonneen värähtelyalttiuden alue, vauriot mahdollisia.	$\geq 3$
H	Vähäisen värähtelyalttiuden alue, haitat mahdollisia.	1-3
E	Haitat epätodennäköisiä	$\leq 1$

## 4. TÄRINÄMITTAUSTEN SUORITTAMINEN

Mittaukset suoritettiin 23–30.5.2013 välisenä aikana. 23. ja 30.5 mitattiin valvotusti neljässä pisteessä, 23–30.5 mitattiin kahdessa pisteessä jatkuvasti.

Mittauksissa käytettiin seuraavaa laitteistoa:

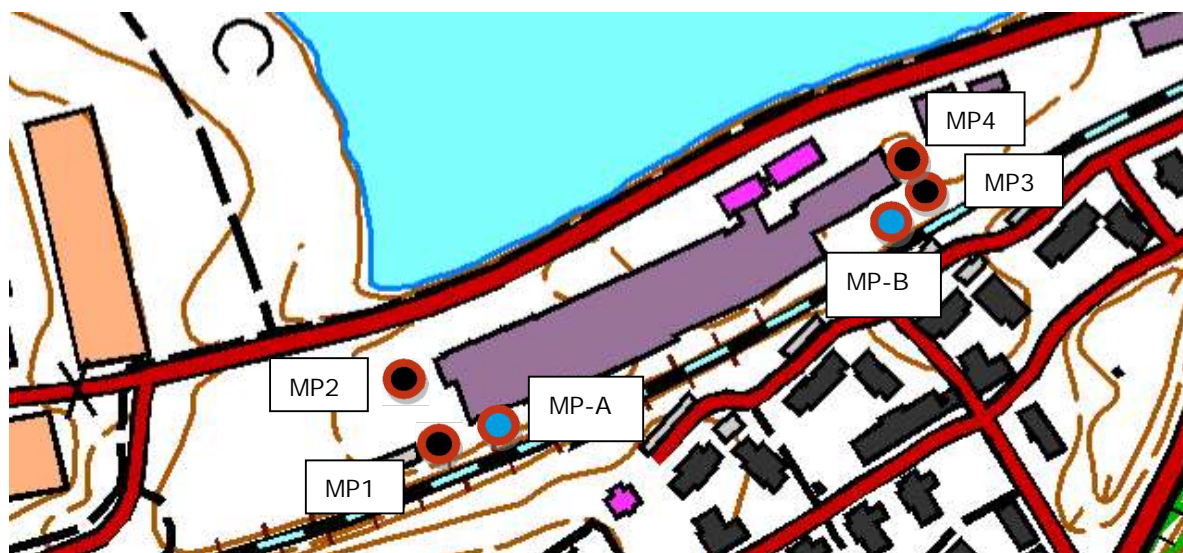
- Sinus SoundBook, 8-kanavainen ääni- ja värähtelyanalysointilaitteisto
  - o Sarjanumero 65536
- MMF:n valmistama kolmiakselinen värähtelyanturi, tyyppi KS813B
  - o Sarjanumero 06002
- MMF:n valmistama yksiakselinen värähtelyanturi, tyyppi KS48B
  - o Sarjanumero 5028, 5030
- 2 kpl Instantell Minimate – 3d värähtelymittareita

Mittauksissa käytetyt MMF:n valmistamat värinäanturit on kalibroitu PCB-394C06 vakiotärinälähteellä. Anturit kiinnitettiin mittauksen aikana 300/150 mm maapiikkeihin joko ruuvaamalla (yksiakseliset anturit) tai magneetilla (3d-anturi). Anturien päälle asetettiin hiekkasäkit. Minimite-mittarit kiinnitettiin maaperään 500mm maakierteeseen.

Valvotuissa mittauksissa käytetty mittalaite tallensi mittausdataa jatkuvasti, 1 s näytteenottovälillä. Mittaussignaalia ei tallennettu. Mittausdata käsiteltiin hyödyntäen Noise & Vibration Works – ohjelmistoa ja Microsoft Excelliä.

Valvomattomissa mittauksissa käytetty mittalaite rekisteröi tapahtumat, joiden voimakkuus ylitti 0,30 mm/s ( $V_{peak}$ ).

Kuvassa 4.1 esitetään valvottujen mittauspisteiden sijainti alueella. Neljä valvottua mittauspistettä (1-4) esitetään mustilla ympyröillä, viikon mittausjakson valvomattomina mitanneet mittarit (A ja B) sinisillä ympyröillä.



Kuva 4.1 Mittauspisteet

## 5. MITTAUSTULOKSET

VR Track Oy:n toimittamien junatietojen perusteella saadut mittaukset yhdistettiin mitattuihin värinätapauksiin värinän tunnusluvun laskentaa varten.

### 5.1 Tärinän tunnusluvut

Mittauspiste 1,  $V_{w95}$  vaakasuunnat 0,13 ja 0,33 mm/s, pystysuunta 0,34 mm/s

Mittauspiste 2,  $V_{w95}$  pystysuunta 0,27 mm/s

Mittauspiste A, viikon mittaus, tunnusluvut alle 0,30 mm/s (ei kynnysarvon ylittäviä tapahtumia)  
Hallitsevat taajuudet välillä 20-63 Hz.

Mittauspiste 3,  $V_{w95}$  vaakasuunnat 0,77 ja 0,65 mm/s, pystysuunta 0,61 mm/s

Mittauspiste 4,  $V_{w95}$  pystysuunta 0,24 mm/s

Mittauspiste B, viikon mittaus,  $V_{w95}$  vaakasuunnissa 0,40 mm/s, pystysuunnassa 0,32 mm/s.  
Hallitsevat taajuudet välillä 20-63 Hz.

## 5.2 Runkomelu

Runkomelun arviointi on tehty VTT:n ohjeen *Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi, VTT 2009* mukaisesti välillä 16–500 Hz. Maaperästä mitattujen värähtelyjen perusteella arvioituna runkomelutaso voi olla välillä 33–39 dB mittauspisteestä riippuen.

## 6. TULOSTEN ARVIOINTI JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Saadut mittaustulokset kuvaavat tärinää maaperässä. VTT:n julkaisussa "Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa, VTT Working Papers 50, Espoo 2006" rakennuksiin siirtyvän tärinän arvioinnista kerrotaan seuraavaa:

*Arvioinnin pääperiaatteena on, että laskentakaavoilla tai mittaamalla selvitetään maanpinnan pystyvärähtelyn tunnusluku  $w_v$ ,<sup>95</sup>. Asuintiloissa esiintyvä värähtely arvioidaan kertomalla maaperän pystyvärähtely rakennuksen tyypistä riippuvalla kertoimella. Kerroin on 2,0 lukuun ottamatta seuraavia tapauksia, joille kerroin on 1,0:*

- *Rakennuksen lattiat ovat maanvaraiset.*
- *Rakennus on yksikerroksinen ja perustettu paaluille.*
- *Rakennus on vähintään 5-kerroksinen.*

Koska suunnitellut rakennukset ovat yli 5 kerroksisia, voidaan rakennuksiin siirtyvää värähtelyä arvioida suoraan maaperästä mitattujen värähtelyjen avulla.

Alue tulkittaneen uudeksi asuinalueeksi, jolloin sovelletaan rakennusten värähtelyluokkaa C, raja-arvo 0,30 mm/s.

Tulosten perusteella voidaan arvioida, että alueen länsipuolella suunniteltujen rakennusten tasalla tärinä on luokan C ohjearvorajan 0,30 mm/s tasalla, runkomelutaso on alle 35 dB.

Alueen itäpuolella C-luokan raja-arvo ylittyy, runkomelutaso ylittää 35 dB.