

LIIKENNETÄRINÄMITTAUS

Rautatieliikenne

Nanso asemakaavamuutos, Nokia

14.6.2018

Helsinki

Mittaukset, raportointi:
Vesa Sinervo
Oy Finnrock Ab
Gsm: 010 832 1313
vesa.sinervo@finnrock.fi

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	3
1.1	KOHTEEN TIEDOT	3
1.2	TYÖN YLEISTIEDOT	3
2	MITTAUSKOHTEEN KUVAUS	3
3	MITTAUKSEN SUORITUS	4
4	MITTAUSTULOSTEN KÄSITTELY	4
4.1	TÄRINÄN VAIKUTUS ASUMISVIIHTYVYYTEEN	5
4.2	TÄRINÄN VAIKUTUS RAKENTEISIIN	6
5	MITTAUSTULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU	7
6	YHTEENVETO	8

1 JOHDANTO

Oy Finnrock Ab on suorittanut raideliikennetärinämittauksen kiinteistöllä 694-405-6-0, Riihimäellä. Kiinteistö on pelto / metsäkiinteistö, joka sijaitsee Riihimäen aseman pohjoispuolella, Lahteen kulkevan junaradan läheisyydessä. Mittausten tarkoituksena oli määrittää alueen värähtelyluokitus sekä raideliikenteestä aiheutuvan tärinän eteneminen maaperässä.

1.1 KOHTEEN TIEDOT

Kohde: Kiinteistötunnus 536-4-22-1, Nokia.

1.2 TYÖN YLEISTIEDOT

Työn tilaaja: Arkkitehtitoimisto J. Laiho ArkPlan Ky

Mittausajankohta: 5.6.–12.6.2018, 7 vuorokautta

Mittauksen suorittaja: Oy Finnrock Ab / Vesa Sinervo, vesa.sinervo@finnrock.fi

2 MITTAUSKOHTEEN KUVAUS

Mittauspisteet asennettiin maaperään käyttäen maapiikkejä (MP2–4) sekä teollisuushallin betonisoskeliin käyttäen ruuvi/ankkuri yhdistelmää. Alla olevassa kuvassa 1 on havainnollistettu mittauskohteen sekä mittauspisteiden sijainnit.

Kuva 1. Mittauskohteen ja mittauspisteiden sijainnit.



OSOITE

OY FINNROCK AB
Mikkolantie 1 B 4 krs
FI-00640 Helsinki

Y-TUNNUS

0108166-6

WWW-OSOITE

www.finnrock.fi

EMAIL

finnrock@finnrock.fi

PUH

010 832 1300

3 MITTAUKSEN SUORITUS

Mittauksessa käytettiin Sigicommin valmistamia kolmiaksaalisia INFRA V12 tärinäantureita. Anturit on kalibroitu viimeisen vuoden aikana laitevalmistajan toimesta.

Mittaustuloksien vastaava L-komponentti oli junaradan suuntainen, T-komponentti poikittain rataa nähden ja V-komponentti oli pystykomponenttina. Mittauspisteiden etäisyydet radasta olivat noin: MP1 50 metriä, MP2 100 metriä, MP3 165 metriä ja MP4 230 metriä.

Mittauksessa käytettiin SS4604861 mm/s RMS 1s standardia. Mitattavat suureet ovat kolmiaksaalisesti rekisteröidyn heilahdusnopeuden 1 minuutin huippuarvoja ja yksikkö on mm/s.

Mittauksessa otettiin myös näytekuvaajia, joista ilmenee 40 sekunnin jakson suurin heilahdusnopeus, kiihtyvyys, siirtymä ja taajuus aikatasossa. Näytekuvaajista voidaan tehdä tarkempi analyysi värähtelyn sisällöstä esim. energian jakautumisesta eri jaksolokujen kesken.

4 MITTAUSTULOSTEN KÄSITTELY

Suomessa ei ole virallisia standardeja tai normeja liikenteen aiheuttamalle tärinälle, minkä vuoksi liikennetärinämittauksissa sovelletaan pääasiassa VTT:n suosituksia ja tiedotteita. VTT:n suositukset ja tiedotteet voidaan jakaa kahteen kategoriaan, joista ensimmäinen ottaa kantaa asumisviihtyvyyteen ja toinen liikennetärinän vaikutukseen rakenteisiin. Näiden lisäksi joissakin yksittäisissä tapauksissa sovelletaan saksalaista standardia DIN 4150-3.

Seuraavissa kappaleissa on lyhyesti selostettu näiden suositusten ja standardien pääseikkoja. Tämä tarkoittaa, että kaikkiin esitettyihin suosituksiin ja standardeihin liittyy mittausjärjestelyjä, tulkintoja ym. asioita, jotka voivat poiketa alla esitetystä asioista.

4.1 TÄRINÄN VAIKUTUS ASUMISVIIHTYVYYTEEN

Asumisviihtyvyyteen ja sen mittaamiseen liittyvien tärinöiden analysoinnissa käytetään VTT:n ohjetta 2278 "Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksista". Mittaukset tehdään ohjeen mukaisesti kolmikomponenttisesti viikon mittaisella mittausjaksolla. Värähtelyn tunnusluvun määrittämiseen käytetään 15 merkittävintä pystysuuntaista tulosta. Merkittävillä tuloksilla tarkoitetaan tuloksia, jotka tiedetään tuloksen tarkemman analyysin tai jonkin muun seikan perusteella varmuudella johtuvan mitattavista kulkuneuvoista.

VTT tiedotteita 2278 "Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksista" julkaisussa esitetty rakennusten värähtelyluokittelu perustuu Norjalaiseen standardiin NS8176(1999), jossa määritellyn värähtelyn tunnusluvun tulee 95 % todennäköisyydellä edustaa kaikkia ko. kohteeseen värähtelyitä aiheuttavia liikennevälineitä. Käytännön värähtelyluokittelu perustuu seuraavaan mittaus- ja arviointikäytäntöön:

- mittausjakso on yleensä vähintään yksi viikko
- mittaus tehdään asuintiloista (voidaan tehdä myös julkisista tiloista suuntaa antavana)
- mittaus tehdään joko maaperästä, yläkerran lattiasta tai muusta edustavasta kohteesta sekä rakennuksen kantavasta rakenteesta kuten sokkelista
- mitattava suure on 3-akselisesti rekisteröidyn heilahdusnopeuden, ISO2631-2 mukaan taajuuspainotettu, tehollisarvo (rms, 1s)
- värähtelyn tunnusluku v_{w95} : lasketaan 15 suurinta rekisteröintiä aiheuttaneen liikennevälineen otoksesta lisäämällä näiden pystysuuntaisten rekisteröintiä aritmeettiseen keskiarvoon otoksen keskihajonta 1.8-kertaisena. Kaava 1.

Kaava 1. värähtelyjen tunnusluku

$$v_{w95} = \bar{v}_w + 1,8 * \sigma$$

\bar{v}_w = tehollisarvon keskiarvo

σ = tehollisarvon keskihajonta

Mitattavan kohteen värähtelyluokka määräytyy suurimman saadun värähtelyn tunnusluvun perusteella taulukon 1. mukaisesti. VTT:n suosituksen mukaan maankäytön suunnittelussa tavoitteena tulisi olla, että uusissa asunnoissa värähtelyn tunnusluku v_{w95} ei ylitä arvoa 0.3 mm/s (luokka C) ja olemassa olevilla asuinalueilla arvoa 0.6 mm/s (luokka D).

Taulukko 1. VTT:n värähtelyluokitus asumisviihtyvyyden kannalta (VTT tiedotteita 2278, Espoo 2004).

Värähtelyluokka	Kuvaus värähtelyolosuhteista	$v_{w,95}$ mm/s RMS (1s)
A	Hyvät asuinolosuhteet. <i>Ihmiset eivät yleensä havaitse värähtelyitä.</i>	≤ 0.10
B	Suhteellisen hyvät olosuhteet <i>Ihmiset voivat havaita värähtelyt, mutta ne eivät ole häiritseviä.</i>	≤ 0.15
C	Suositus uusien rakennusten ja väylien suunnittelussa. <i>Keskimäärin 15 % asukkaista pitää värähtelyitä häiritsevinä ja voi valittaa häiriöistä.</i>	≤ 0.30
D	Olosuhteet, joihin pyritään vanhoilla asuinalueilla. <i>Keskimäärin 25 % asukkaista pitää värähtelyitä häiritsevinä ja voi valittaa häiriöistä.</i>	≤ 0.60

4.2 TÄRINÄN VAIKUTUS RAKENTEISIIN

Liikennetärinän vaikutusta rakenteisiin tarkastellaan Suomessa yleensä kahdella eri tavalla. Yleisimmät ovat VTT:n tiedotteen mukainen "Rautatieliikenteen värinän vaikutus rakenteisiin, 2002" tai VTT:n tiedotteen mukainen "Suositus rakennusten vaurioitumisen kannalta, 2004". Näistä ensimmäistä sovelletaan arvioitaessa alueen värinäalittuutta ja toista jo olemassa olevaan rakennukseen.

Junaliikenteen aiheuttaman värinän vaikutusta rakenteisiin arvioidaan VTT:n tiedotteen "Rautatieliikenteen värinän vaikutus rakenteisiin, 2002" mukaan. Tiedotteen mukaan mitattava suure on heilahdusnopeuden kolmen suunnan resultantti huippuarvo. Lisäksi taulukon mukaiseen värinäalittiusluokan määrittämiseen tarvitaan hallitseva taajuus, joka saadaan mittaustuloksien perusteella. Taulukossa 2 on esitetty VTT:n tiedotteen mukainen alueen värinäalittiusluokan määrittäminen.

Taulukko 2. Rautatieliikenteen värinän vaikutus rakenteisiin (VTT 2002).

Tärinäalittiusluokka	Hallitseva taajuus [Hz]	Resultantin maksimi v_{res} [mm/s]
I. Normaalikuntoiset hyvin jäykistetyt rakennukset. Teräs- ja betoniset teollisuusrakennukset, muut teräsrakenteet, sillat ja muut niihin rinnastettavat rakenteet.	< 10	8
	10...30	10
	> 30	12
II. Perinteisesti rakennetut betoni-, tiili- tai puurakenteiset asuin- ja liikerakennukset tai muut niihin rinnastettavat rakennukset ja rakenteet.	< 10	4
	10...30	5
	> 30	6
Luokan I rakennukset, joissa on muurattuja kellariseiniä tai tiiliverhoilu.	> 30	6
III. Erityisen herkätkä rakennukset tai rakenteet ja kulttuurihistoriallisesti tai yhteiskunnallisesti merkittävät rakennukset.	< 10	2
	10...30	3
	> 30	4

5 MITTAUSTULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Tulosten analysoinneissa on tutkittu alueen värähtelyolosuhteita ja taulukoissa 3–4 on esitetty tunnusluvut mittaussuuntaakohtaisesti. Taulukoissa on myös esitetty tärinän vaimeneminen maaperässä mittaustulosten suuntaisesti ja pystykomponentin perusteella. Osuus on laskettu kaikkien tulosten keskiarvona. Ohjeen ”Rautatieliikenteen tärinän vaikutus rakenteisiin (VTT 2002)” mukaisesti määritetty tärinäalttiusluokitus, hallitseva taajuus sekä heilahdusnopeuden resultantin maksimi on ilmoitettu taulukoissa mittauspisteittäin.

Määrittävät tulokset

<u>Mittauspiste 1, sokkeli</u>	<u>Mittaustulokset MP2–MP4, maaperä</u>
MP1 määrittävä tulos, $v_{w,95}$ 0.10 mm/s (A)	MP2 määrittävä tulos, $v_{w,95}$ 0.11 mm/s (B)
	MP3 määrittävä tulos, $v_{w,95}$ 0.25 mm/s (C)
	MP4 määrittävä tulos, $v_{w,95}$ 0.11 mm/s (B)

Taulukko 3. Tunnusluvut mittauspisteelle 1 (etäisyys ratalinjasta 50 metriä).

	MP1 V	MP1 T	MP1 L
Suurin mitattu tehollisarvo mm/s RMS(1s)	0.110	0.06	0.06
Värähtelyn mm/s RMS(1s) tunnusluku $v_{w,95}$	0.100	0.050	0.063
Värähtelyluokituksen tunnus	A	A	A
Tärinän osuus herätteestä %	100		
Resultantin maksimi mm/s	0.31		
Resultantin maksimin taajuus Hz	8.7		

Taulukko 4. Tunnusluvut mittauspisteille 2-4, (etäisyydet ratalinjasta 100 m - 165 m - 230 m).

	MP2 V	MP2 T	MP2 L	MP3 V	MP3 T	MP3 L	MP4 V	MP4 T	MP4 L
Suurin mitattu tehollisarvo mm/s RMS(1s)	0.140	0.080	0.100	0.070	0.150	0.330	0.040	0.110	0.080
Värähtelyn mm/s RMS(1s) tunnusluku $v_{w,95}$	0.106	0.092	0.090	0.060	0.154	0.249	0.036	0.114	0.072
Värähtelyluokituksen tunnus	B	A	A	A	C	C	A	B	A
Tärinän osuus herätteestä %	100			83			64		
Resultantin maksimi mm/s	1.18			1.39			0.76		
Resultantin maksimin taajuus Hz	15			19			28		

6 YHTEENVETO

Oy Finnrock Ab on suorittanut raideliikennetärinämittauksen Nokialla kiinteistöllä 536-4-22-1. Mittausten tarkoituksena oli määrittää asemakaavamuutokseen liittyen alueen värähtelyolosuhteet sekä tärinäaalttiisuusluokitus. Raideliikenteen aiheuttamat tärinät olivat selvästi erotettavissa tulosten aaltomuotokuvaajista.

Kiinteistön lounaisosassa on vanha metsäalue ja koillisosassa olemassa oleva teollisuuskiinteistö. Metsäalueen läpi kulkee poikittain rataa nähden oja. Mittaustulosten perusteella raideliikenteen aiheuttaman tärinän pystykomponentti vaimenee noin 40 % etäisyyden radasta kasvaessa 100 metristä 230 metriin.

Kiinteistöllä sijaitseva teollisuusrakennus kuuluu värähtelyluokkaan A ”Hyvät asuinolosuhteet”. Kiinteistön lounaisosassa sijaitseva metsäalue kuuluu värähtelyluokkaan B/C 100–230 metrin etäisyydellä radasta. Heilahdusnopeuden resultantit ovat kaikissa mittauspisteissä alle herkimmän tärinäaalttiisuusluokan ohjearvojen.

Helsingissä 14.6.2018

Oy Finnrock Ab
Vesa Sinervo, Ins.(AMK)

LAUSUNTO

Projekti **Nansotalon alueen asemakaavamuutoksen melu- ja tärinäselvitys**
Projekti nro **1510042715**
Asiakas **Arkkitehtitoimisto Laiho ArkPlan Ky**

Versio **1.0**
Vastaanottaja **Jyrki Laiho**
Lähtettäjä **Ville Lehtonen**
Tiedoksi **Hans Westman**

Laatija **Ville Lehtonen**

NANSOTALON ALUEEN LIIKENNETÄRINÄ

Päivämäärä 15.06.2018

Ramboll Finland Oy on teettänyt Arkkitehtitoimisto Laiho ArkPlan Ky:n toimesta tärinäselvityksen, joka koskee Nokian Nansotalon alueen asemakaavahanketta. Mittaukset toteutti ja niihin liittyvän raportin (Liite 1) laati Rambollin alikonsultti Finnrock Oy.

Tärinämittaukset tehtiin Nanson tehdasrakennuksen sokkelista läheltä rataa, sekä kaavoitettavan asuintontin kohdalta maasta kolmen pisteen mittalinjalla. Mittaukset onnistuivat hyvin ja kerätty data on luotettavaa.

Raportin perusteella voidaan todeta, että junaliikenteen aiheuttama tärinä nykyisessä tehdaskiinteistössä on hyvin pientä, asettuen VTT:n ohjeistuksen mukaiseen tärinäluokkaan A. Maaperästä mitattu tärinä eri etäisyyksillä radasta asettuu tärinäluokkiin A-C, mikä toteuttaa uusilta asuinkiinteistöiltä tyypillisesti edellytetyn luokan C vaatimukset. Tärinän resultantin maksimiarvot jäivät pieneksi verrattuna rakenteiden vaurioitumisalttiuden raja-arvoihin. Näiltä osin tärinäolosuhteet alueella ovat verrattain edulliset.

Raportissa mainitun lisäksi, kerätystä datasta voidaan tehdä mm. seuraavia huomioita:

- Maaperän värähtely on pääosin hyvin kapeakaistaista (mittauspisteestä ja värähtelysuunnasta riippuen taajuudet keskittyvät noin 8-20 Hz kaistoille).
- Värähtely on pääosin ihmisen kuulokynnyksen (n. 20 Hz) alapuolella, mikä tekee tilanteesta edullisen runkomelun suhteen.
- Alueelle alustavasti kaavailtujen, n. 8-kerroksisten asuinrakennusten rungon ominaistaajuus puolestaan on tyypillisesti huomattavasti mitatun värähtelyn taajuuden alapuolella, jolloin rungon resonanssi on epätodennäköinen tilanne.
- Kapeakaistainen värähtely saattaa kuitenkin johtaa esim. rakennusten lattioiden tai muiden rakenneosien resonanssiin, jos rakenneosan ominaistaajuus on sama kuin tärinäherätteen taajuus. Tärinän taajuussisältö on suositeltavaa huomioida rakennesuunnittelussa.

Ramboll
PL 718
Pakkahuoneenaukio 2
33101 TAMPERE

P +358 20 755 611
F +358 20 755 6201
www.ramboll.fi

Yhteenvetona tehtyjen mittausten perusteella voidaan sanoa, että liikennetärinä ja sen aiheuttama runkomelu eivät aseta esteitä asuinrakentamiselle alueella. Liikennetärinä ei aiheuta rakenteiden vaurioitumisriskiä. Huolellisella rakennusvaiheen suunnittelulla voidaan varmistaa, että asumismukavuus tärinän tai runkomelun suhteen on hyvällä tasolla. Selvityksessä kerättyä mittaustietoa voidaan hyödyntää lähtötietona rakennusten värähtelysuunnittelussa.



Ville Lehtonen
TKT, projektipäällikkö
Ramboll Finland Oy

Liite 1: Finnrock Consulting: Liikennetärinämittaus, Nanso asemakaavamuutos, Nokia