



KALLIOTEKNIikka CONSULTING ENGINEERS OY

*KIINTEISTÖKATSELMUKSET *RÄJÄYTYSKONSULTOINTI *TÄRINÄMITTAUKSET *RADONMITTAUKSET *ÄÄNITASOMITTAUKSET

Työnro: 3409
Tilaaaja: Porin kaupunki
3.10.2016

Muokattu versio 7.11.2016; yhteystiedot poistettu.

LIKENNETÄRINÄMITTAUS

Toinen vaihe

Hallituskatu ja Maaherrankatu, Pori



KALLIOTEKNIikka CONSULTING ENGINEERS OY

*KIINTEISTÖKATSELMUKSET *RÄJÄYTYSKONSULTOINTI *TÄRINÄMITTAUKSET *RADONMITTAUKSET *ÄÄNITASOMITTAUKSET

1. KOHTEEN YLEISTIEDOT

Kohteen yleistiedot: Asuinrakennus (kerrostalo, kiinteistötunnus 609-7-3-2)
Osoite: Kuninkaanlahdenkatu 6, Pori
Lisätietoja kohteesta: Betonirakenteinen, tiiliverhous

Etäisyys katuun: Noin 10 metriä

Kohteen yleistiedot: Asuinrakennus / liiketiloja (kiinteistötunnus 609-1-12-1)
Osoite: Yrjönkatu 2, Pori
Lisätietoja kohteesta: Perustettu maanvaraisesti, kiviperustus, kivijulkisivu

Etäisyys katuun: Alle 5 metriä

Kohteen yleistiedot: Asuinrakennus (kiinteistötunnus 609-1-5-5)
Osoite: Hallituskatu 3A, Pori
Lisätietoja kohteesta: Perustettu maanvaraisesti, kiviperustus, kivijulkisivu

Etäisyys katuun: Alle 5 metriä

Kohteen yleistiedot: Teatteri (kiinteistötunnus 609-2-26-1)
Osoite: Hallituskatu 14, Pori
Lisätietoja kohteesta: Perustettu maanvaraisesti, kiviperustus, kivijulkisivu

Etäisyys katuun: Noin 5 metriä

Kohteen yleistiedot: Satakunnan museo (kiinteistötunnus 609-2-1-394)
Osoite: Hallituskatu 11, Pori
Lisätietoja kohteesta: Betonirakenteet, kivijulkisivu

Etäisyys katuun: Noin 10 metriä

Kohteen yleistiedot: Asuinrakennus (kiinteistötunnus 609-5-36-2)
Osoite: Maaherrankatu 20A, Pori
Lisätietoja kohteesta: Perustettu maanvaraisesti, betoniperustus, lautajulkisivu

Etäisyys katuun: Alle 5 metriä



KALLIOTEKNIikka CONSULTING ENGINEERS OY

*KIINTEISTÖKATSELMUKSET *RÄJÄYTYSKONSULTOINTI *TÄRINÄMITTAUKSET *RADONMITTAUKSET *ÄÄNITASOMITTAUKSET

Kohteen yleistiedot: Asuinrakennus (kiinteistötunnus 609-5-44-319)
Osoite: Maanmittarinkatu 19, Pori
Lisätietoja kohteesta: Perustettu maanvaraisesti, harkkosokkeli, lautajulkisivu
Etäisyys katuun: Alle 5 metriä

Kohteen yleistiedot: Asuinrakennus (kiinteistötunnus 609-21-36-2)
Osoite: Makasiininranta 4, Pori
Lisätietoja kohteesta: Paalutettu, betonirakenteinen kerrostalo
Etäisyys katuun: Alle 5 metriä

Mittauksen suoritus

Tärinämittaus suoritettiin kiinteistöjen alueella kuudestatoista mittauspisteestä kahdeksassa kiinteistössä. Talven mittauksen lisäksi myös Makasiininranta 4 -kiinteistöä mitattiin tärinää. Tärinämittaus suoritettiin osittain miehitettynä. Mittauksissa käytettiin InstanTel Minimate plus ja InstanTel Micromate -tärinämittareita. Tärinämittauksessa käytettiin mittausasetuksena kahden sekunnin mittausjaksoa, näytteenottotaajuuden ollessa 1024 näytettä/sekunti.

Tärinämittarit olivat kytkettynä BlastView[®] kaukovalvonta tärinämittausjärjestelmään, jolloin tärinämittaustuloksia voitiin tarkkailla lähes reaaliajassa. Näin voitiin tarkkailla tärinämittareiden toimintaa ja säätää niitä sekä niiden kynnyksarvoja vallitseviin olosuhteisiin sopivaksi.

Tärinämittaus suoritettiin kolmessa jaksossa:

Jakso I: 16.8.2016 22:24 – 02:20

Jakso II: 17.8.2016 22:35 – 01:20

Jakso III: 18.8.2016 08:00 – 19.8.2016 08:00

Jaksoissa I ja II suoritettiin simuloituja ohiajoja eri nopeuksilla. Jaksossa III mitattiin normaalia liikennettä vuorokauden ajalta.

Mittauspisteen 14 (Maanmittarinkatu 19, salin lattia) osalta teknisen ongelman takia jakson III mittaustuloksina käytettiin poikkeuksellisesti ajanjaksoa 15.8.2016 08:00 – 16.8.2016 08:00. Mittauspiste 14 mittasi värähtelyluokkaa eli vaikutusta asuinolosuhteisiin.

Mittauspiste 7 (Hallituskatu 14, kahvion lattia) ei mitannut jaksojen aikana tärinää. Teatterin saneeraustyömaa häiritsi mittaamista ja sähkösaanti oli epäjatkuva.



KALLIOTEKNIikka CONSULTING ENGINEERS OY

*KIINTEISTÖKATSELMUKSET *RÄJÄYTYSKONSULTOINTI *TÄRINÄMITTAUKSET *RADONMITTAUKSET *ÄÄNITASOMITTAUKSET

Simuloiduissa ajoissa oli käytössä kolme autoa:

- Täysperävaunullinen kuorma-auto, kokonaisuudessa n. 69,5 t
- Täysperävaunullinen kuorma-auto ilman kuormaa
- Linja-auto ilman kuormaa

Vastaava mittaus suoritettiin myös 1. – 3.3.2016 talviaikaan maan ollessa jäässä, jolloin mittaustuloksia voidaan verrata keskenään kesällä roudattomaan aikaan tehtyihin mittauksiin. Talven mittauksessa ei kuitenkaan ollut mittauspisteitä MP15 ja MP16, vaan ne lisättiin tähän mittaukseen myöhemmin.

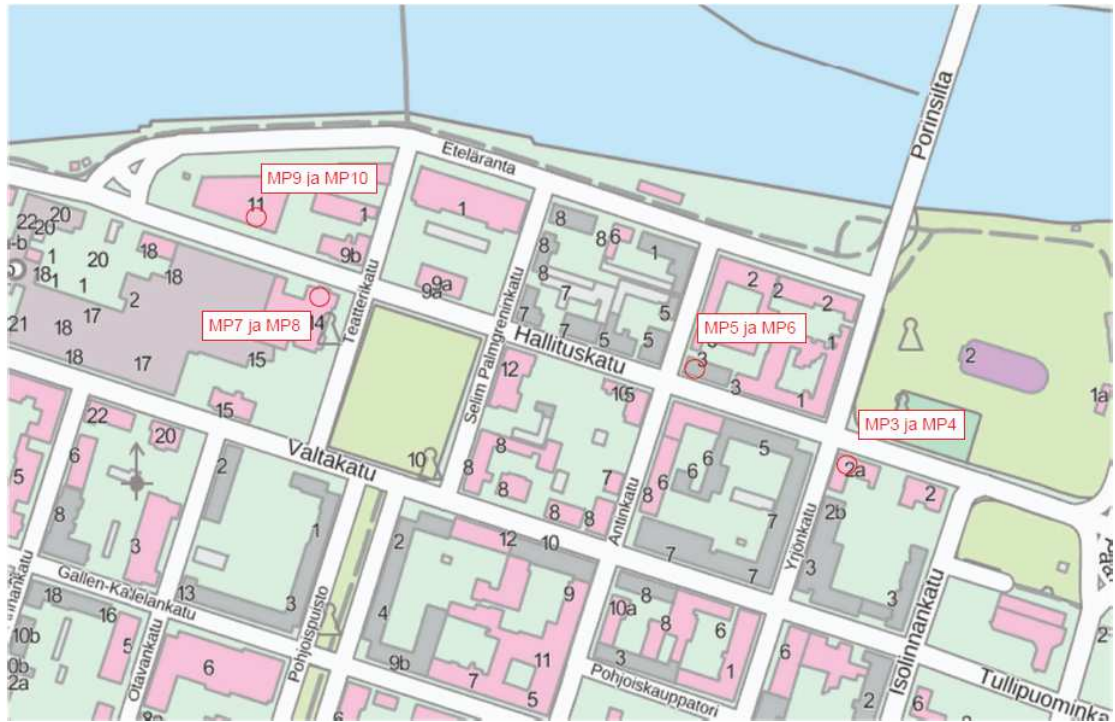
Mittapisteet ovat lueteltu alla ja niiden sijainnit on esitetty kuvissa 1-3.

MP1	Kuninkaanlahdenkatu 6, autotalli nro. 9, kantava seinä
MP2	Kuninkaanlahdenkatu 6, asunto 34, lattia
MP3	Yrjönkatu 2, kantava seinä
MP4	Yrjönkatu 2, 2. krs, lattia
MP5	Hallituskatu 3A, kellari, kantava seinä
MP6	Hallituskatu 3A, lattia
MP7	Hallituskatu 14, 2. krs kahvio, lattia
MP8	Hallituskatu 14, tekniikan taukotila, kantava seinä
MP9	Hallituskatu 11, esinevarasto 5a, kantava seinä
MP10	Hallituskatu 11, kamari, lattia
MP11	Maaherrankatu 20A, kellari, sokkeli
MP12	Maaherrankatu 20A, asunto 1, yläkerran lattia
MP13	Maanmittarinkatu 19, kellari
MP14	Maanmittarinkatu 19, salin lattia
MP15	Makasiiniranta 4, lämmönjakohuoneen kantava seinä
MP16	Makasiiniranta 4, asunto 15, makuuhuoneen lattia



KALLIOTEKNIikka CONSULTING ENGINEERS OY

*KIINTEISTÖKATSELMUKSET *RÄJÄYTYSKONSULTOINTI *TÄRINÄMITTAUKSET *RADONMITTAUKSET *ÄÄNITASOMITTAUKSET



Kuva 1. Mittapisteiden sijainnit (viitteellinen, ei tarkka)

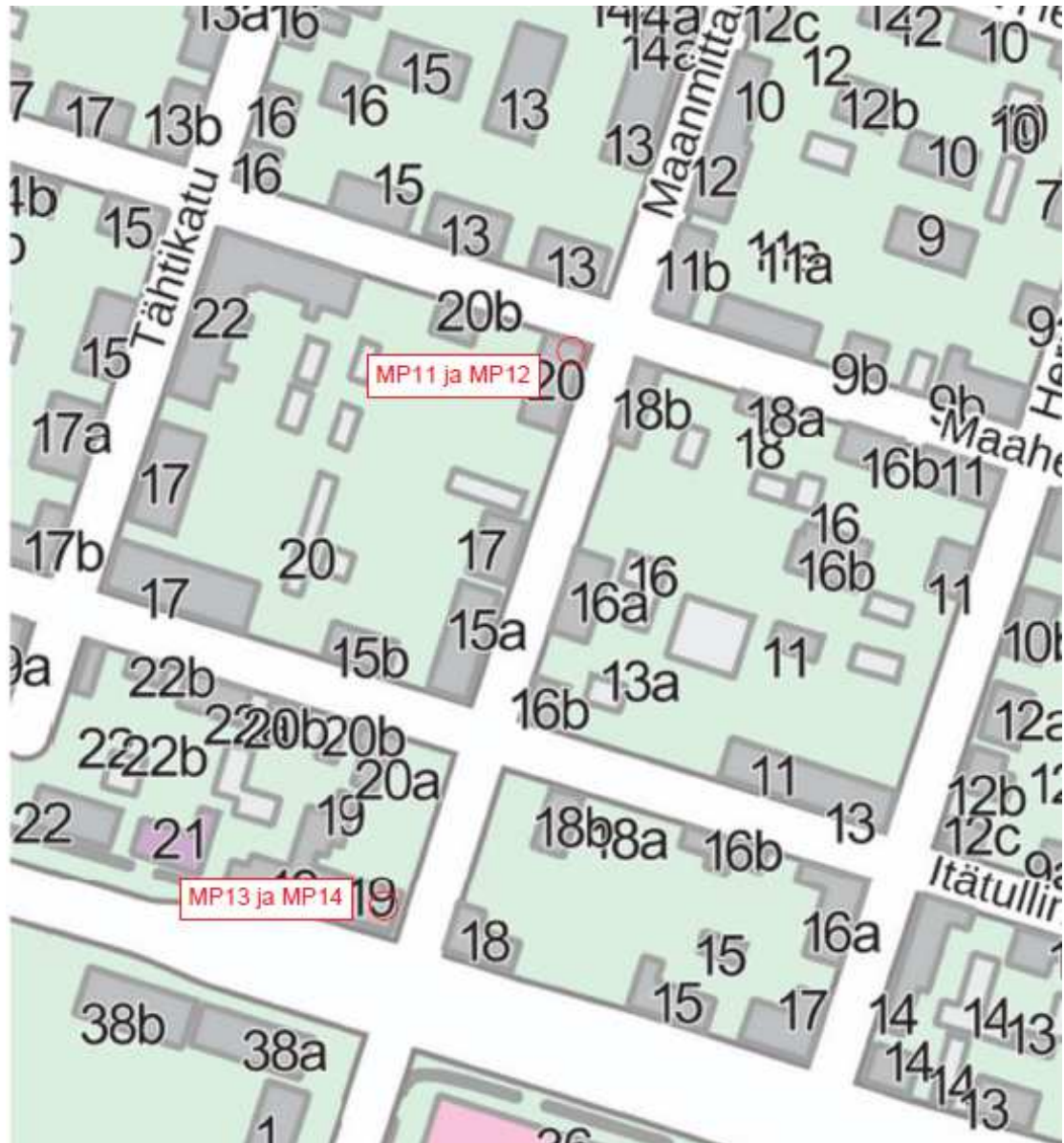


Kuva 2. Mittapisteiden sijainnit (viitteellinen, ei tarkka)



KALLIOTEKNIikka CONSULTING ENGINEERS OY

*KIINTEISTÖKATSELMUKSET *RÄJÄYTYSKONSULTOINTI *TÄRINÄMITTAUKSET *RADONMITTAUKSET *ÄÄNITASOMITTAUKSET



Kuva 3. Mittapisteen sijainnit (viitteellinen, ei tarkka)

Tärinämittarien asennuksen suoritti Insinööritoimisto Varsinais-Suomen Kalliotekniikka Oy:stä Henri Vienola Mittauksen suoritti Sami Sirola, Henri Vienoja ja Kimmo Haverinen.



2. MITTAUSTULOSTEN KÄSITTELY

Suomessa ei ole virallisia raja-arvoja liikennetärinän suuruudelle. Tässä raportissa esitetään mittaustulokset VTT:n julkaiseman ”Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksista” ja VTT:n julkaiseman tiedotteen 2569 ”Ohjeita liikennetärinän arviointiin” –julkaisuja soveltaen, joka on sovittu tilaajan kanssa ennen mittauksien suoritusta.

Mittaus poikkeaa VTT:n ohjeista mittausajaltaan (edellytetään 7 vrk). Mittauksissa otettiin huomioon 15 merkitsevintä tulosta. Merkittävillä tuloksilla tarkoitetaan tuloksia, jotka tiedetään saadun käyrän tai jonkin muun seikan perusteella varmuudella johtuvan mitattavasta kulkuneuvosta eikä talossa esiintyvistä muusta tärinästä, kuten ovien tai askelten aiheuttamasta tärinästä. Tulosten käsittelyssä on myös huomioitu, ettei samasta kulkuneuvosta ole käytetty kuin yhtä merkittävää tulosta (joissakin tapauksissa mitattavasta kulkuneuvosta saadaan useampia mittaustuloksia).

Mittaustuloksista määritetään suurimmat värähtelyn taajuuspainotetut ($f= 5,6\text{Hz}$) yhden sekunnin tehollisarvot ja niistä lasketaan suosituksen mukainen tunnusluku $v_{w,95}$ kuvaamaan tärinän voimakkuutta. Tunnuksluvun määrittämisessä edellytetään yleensä 7 vuorokauden mittausaikaa, mutta nyt tehdyssä mittauksessa käytettiin lyhyempää mittausaikaa.

Rakenteisiin vaikuttavan tärinän osalta raportin tulokset käsiteltiin VTT:n ”Suositus rakennusten vaurioitumisriskin kannalta (VTT 2004)” ja VTT:n julkaiseman tiedotteen 2569 ” Ohjeita liikennetärinän arviointiin” – mukaisesti, jossa käytetään rakennuksen perustuksesta mitattua suurinta heilahdusnopeuden resultanttia huippuarvoa v_{res} . Tämän lisäksi raporttiin on merkitty heilahdusnopeuden komponentin huippuarvot, huippuarvojen tunnusluvut sekä vallitsevien taajuuksien keskiarvot (viidentoista merkitsevän taajuuden keskiarvo, taajuus heilahdusnopeuden huippuarvosta).



3. MITTAUSTULOKSET

Mitatut värähtelyn tunnusluvut on esitetty alla olevassa taulukossa. Kuvaajat mittapisteittäin ovat liitteenä.

Jakso I

Perustuksen värähtely	Mittattu tunnusluku $v_{w,95}$ (mm/s)		
	x	y	z
Mittauspiste			
MP1 (30km/h)	n/a	n/a	n/a
MP1 (40km/h)	n/a	n/a	n/a
MP3 (30km/h)	n/a	n/a	n/a
MP3 (40km/h)	n/a	n/a	n/a
MP5 (30km/h)	n/a	n/a	n/a
MP5 (40km/h)	n/a	n/a	n/a

Rakennuksen värähtely	Mittattu tunnusluku $v_{w,95}$ (mm/s)		
	x	y	z
Mittauspiste			
MP2 (30km/h)	n/a	n/a	n/a
MP2 (40km/h)	n/a	n/a	n/a
MP4 (30km/h)	n/a	n/a	n/a
MP4 (40km/h)	n/a	n/a	n/a
MP6 (30km/h)	0,0076	0,0114	0,0861
MP6 (40km/h)	n/a	n/a	n/a

Perustuksen värähtely	Suositus rakennusten vaurioitumisen kannalta	
	Alue	Alueen kuvaus
Mittauspiste		
MP1 (30km/h)	E	Haitat epätodennäköisiä
MP1 (40km/h)	E	Haitat epätodennäköisiä
MP3 (30km/h)	E	Haitat epätodennäköisiä
MP3 (40km/h)	E	Haitat epätodennäköisiä
MP5 (30km/h)	E	Haitat epätodennäköisiä
MP5 (40km/h)	E	Haitat epätodennäköisiä



KALLIOTEKNIikka CONSULTING ENGINEERS OY

*KIINTEISTÖKATSELMUKSET *RÄJÄYTYSKONSULTOINTI *TÄRINÄMITTAUKSET *RADONMITTAUKSET *ÄÄNITASOMITTAUKSET

Jakso II

Perustuksen värähtely	Mitattu tunnusluku $v_{w,95}$ (mm/s)		
	x	y	z
Mittauspiste			
MP11 (30km/h)	0,0084	0,0391	0,0534
MP11 (40km/h)	0,0128	0,0449	0,1325
MP13 (30km/h)	n/a	n/a	n/a
MP13 (40km/h)	n/a	n/a	n/a

Rakennuksen värähtely	Mitattu tunnusluku $v_{w,95}$ (mm/s)		
	x	y	z
Mittauspiste			
MP12 (30km/h)	0,0902	0,0993	0,0606
MP12 (40km/h)	0,2023	0,1995	0,1117
MP14 (30km/h)	0,0663	0,0304	0,5220
MP14 (40km/h)	0,2023	0,1995	0,1117

Perustuksen värähtely	Suositus rakennusten vaurioitumisen kannalta	
	Alue	Alueen kuvaus
Mittauspiste		
MP11 (30km/h)	E	Haitat epätodennäköisiä
MP11 (40km/h)	H	Haitat ovat mahdollisia, vauriot epätodennäköisiä
MP13 (30km/h)	E	Haitat epätodennäköisiä
MP13 (40km/h)	E	Haitat epätodennäköisiä



KALLIOTEKNIikka CONSULTING ENGINEERS OY

*KIINTEISTÖKATSELMUKSET *RÄJÄYTYSKONSULTOINTI *TÄRINÄMITTAUKSET *RADONMITTAUKSET *ÄÄNITASOMITTAUKSET

Jakso III

Perustuksen värähtely	Mittattu tunnusluku vw,95 (mm/s)		
	x	y	z
Mittauspiste			
MP1	n/a	n/a	n/a
MP3	0,0200	0,0170	0,0665
MP5	n/a	n/a	n/a
MP8	n/a	n/a	n/a
MP9	n/a	n/a	n/a
MP11	0,0115	0,0325	0,0770
MP13	0,0298	0,0167	0,0753
MP15	0,0259	0,0216	0,0680

Rakennuksen värähtely	Mittattu tunnusluku vw,95 (mm/s)		
	x	y	z
Mittauspiste			
MP2	n/a	n/a	n/a
MP4	0,0013	0,0370	0,0475
MP6	0,0084	0,0185	0,1683
MP7	-	-	-
MP10	n/a	n/a	n/a
MP12	0,0929	0,1295	0,0632
MP14	0,0318	0,0188	0,1962
MP16	0,0618	0,0372	0,0525

Perustuksen värähtely	Suositus rakennusten vaurioitumisen kannalta	
	Alue	Alueen kuvaus
Mittauspiste		
MP1	E	Haitat epätodennäköisiä
MP3	E	Haitat epätodennäköisiä
MP5	E	Haitat epätodennäköisiä
MP8	E	Haitat epätodennäköisiä
MP9	E	Haitat epätodennäköisiä
MP11	H	Haitat ovat mahdollisia, vauriot epätodennäköisiä
MP13	E	Haitat epätodennäköisiä
MP15	H	Haitat ovat mahdollisia, vauriot epätodennäköisiä



4. JOHTOPÄÄTÖKSET

		Vaurioitumisalue		Värähtelyluokka	
		Talvi	Kesä	Talvi	Kesä
Kuninkaanlahdenkatu 6 (MP1-2)	30 km/h	E	E	A	A
	40 km/h	E	E		A
	24 h	E	E	C	A
Yrjönkatu 2 (MP3-4)	30 km/h	E	E	A	A
	40 km/h	E	E		A
	24 h	E	E	A	A
Hallituskatu 3A (MP5-6)	30 km/h	E	E	A	A
	40 km/h	E	E	C	A
	24 h	E	E	C	C
Hallituskatu 14 (MP7-8)	30 km/h	ei mitattu	ei mitattu	ei mitattu	ei mitattu
	40 km/h	ei mitattu	ei mitattu	ei mitattu	ei mitattu
	24 h	E	E	C	ei mitattu
Hallituskatu 11 (MP9-10)	30 km/h	ei mitattu	ei mitattu	ei mitattu	ei mitattu
	40 km/h	ei mitattu	ei mitattu	ei mitattu	ei mitattu
	24 h	E	E	A	A
Maaherrankatu 20A (MP11-12)	30 km/h	E	E	B	A
	40 km/h	E	H		C
	24 h	E	H	A	B
Maanmittarinkatu 19 (MP13-14)	30 km/h	E	E	A	D
	40 km/h	E	E		C
	24 h	E	E	D	C
Makasiiniranta 4 (MP15-16)	30 km/h	ei mitattu	ei mitattu	ei mitattu	ei mitattu
	40 km/h	ei mitattu	ei mitattu	ei mitattu	ei mitattu
	24 h	ei mitattu	H	ei mitattu	A

Osassa mittauspisteitä oli tärinätaso niin alhainen, että 15 merkitsevää tulosta ei saatu mitattua. Tällöin vaurioitumisluokka on E ja värähtelyluokka A, jotka ovat ”kevyimmät” luokat.

Vaurioitumisluokkaa määritettäessä mittauksesta otetaan huomioon vain suurin yksittäinen tulos.

Värähtelyluokassa lasketaan keskiarvo 15 merkitsevimmästä tuloksesta. Luokkaa määritettäessä on huomioitava seuraavat mitatut luokat:



KALLIOTEKNIikka CONSULTING ENGINEERS OY

*KIINTEISTÖKATSELMUKSET *RÄJÄYTYSKONSULTOINTI *TÄRINÄMITTAUKSET *RADONMITTAUKSET *ÄÄNITASOMITTAUKSET

-Kuninkaanlahdenkatu 6, talven 24h mittauksessa värähtelyluokka C kuudella merkitsevällä tuloksella. Ajankohdallisesti tulokset sopivat asukkaan aiheuttamaan häiriöön ja tärinämittauskäyrän perusteella ei voi poissulkea ajoneuvon aiheuttamaa tärinää eikä asukkaan aiheuttamaa tärinää. Kynnysarvon ylittäneitä mittaustuloksia on pääasiassa ainoastaan siltä ajalta, kun 24h mittaus suoritettiin. Muina aikoina yksi tulos normaalista liikenteestä, simuloituista ajoista ei ainuttakaan.

-Hallituskatu 3A, talven simuloidussa ajossa nopeudella 40 km/h värähtelyluokka C yhdellä merkitsevällä tuloksella.

Vähillä tuloksilla laskettaessa keskiarvoa on se ongelma, että yksittäinen tulos nostaa keskiarvoa liian kovalla painolla. Esimerkiksi Hallituskatu 3A:n keskiarvolla laskettu värähtelyluokka C on yhden tuloksen huippuarvo, jolloin tärinämittauksen kynnysarvoa laskemalla olisi saatu värähtelyluokaksi A, koska 14 hyvin matalaa tehollisarvoa olisi laskenut 15 tuloksen keskiarvoa merkittävästi.

Turussa 3.10.2016

Insinööritoimisto Varsinais-Suomen Kalliotekniikka Oy

Juho Peltomäki

LIITTEET VTT-taulukot ”Suositus rakennusten vaurioitumisen kannalta” ja ”Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta”

Taulukko 1. ”Suositus rakennusten vaurioitumisen kannalta” (VTT 2004)

Alue	Alueen kuvaus	Heilahdusnopeuden resultantin huippuarvo rakennuksen perustassa v_{res} (mm/s)
V	Vauriot ovat mahdollisia <i>Kohonneen tärinäalttiuden alue</i>	> 3,0
H	Haitat ovat mahdollisia, vauriot epätodennäköisiä <i>Vähäisen tärinäalttiuden alue</i>	1,0 ... 3,0
E	Haitat epätodennäköisiä <i>Tärinä voidaan havaita, mutta vaurioriski on merkityksetön</i>	< 1,0

Taulukko 2. ”Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta”, Asko Talja, VTT Tiedotteita 2278, Espoo 2004

Värähtely-luokka	Kuvaus värähtelyolosuhteista	Taajuuspainotettu tehollisarvo $v_{w,95}$ (mm/s)
A	Hyvät asuinolosuhteet <i>Ihmiset eivät yleensä havaitse värähtelyjä</i>	$\leq 0,10$
B	Suhteellisen hyvät asuinolosuhteet <i>Ihmiset voivat havaita värähtelyjä, mutta ne eivät ole häiritseviä</i>	$\leq 0,15$
C	Suositus uusien rakennusten ja väylien suunnittelussa <i>Keskimäärin 15% asukkaista pitää värähtelyä häiritsevänä</i>	$\leq 0,30$
D	Olosuhteet, joihin pyritään vanhoilla asuinalueilla. Keskimäärin 25% asukkaista pitää värähtelyä häiritsevänä ja voi valittaa häiriöstä	$\leq 0,60$