

TILAAJA: Peab Oy
Tommi Peltola
p. 040 1637 784
tommi.peltola@peab.fi

TEKIJÄT: Jarkko Punnonen | DI, FISE A tärinä, FISE T akustiikka
020 7118 595 | jarkko.punnonen@helimaki.fi

Tommi Saviluoto | RI (amk), FISE A akustiikka, FISE AA tärinä
020 7118 690 | tommi.saviluoto@helimaki.fi

Pekka Taina | DI, FISE PV akustiikka, FISE AA tärinä
020 7118 691 | pekka.taina@helimaki.fi

Miikka Valtonen | DI
020 7118 692 | miikka.valtonen@helimaki.fi

Jarkko Punnonen

Tommi Saviluoto

Pekka Taina

Miikka Valtonen

Maaliikenteen tärinä- ja runkomeluselvitys

As Oy Kauniaisten Bredanportti



LAUSUNNON MUUTOKSET:

<u>Versio</u>	<u>Päiväys</u>	<u>Muutokset</u>
7026-4b	3.10.2017	Päivitetty liitteen 1 kartta
7026-4a	2.10.2017	Dokumentti luotu

Tämän asiakirjan osittainen julkaiseminen tai kopiointi on sallittua vain Helimäki Akustikot Oy:n kirjallisella luvalla.

Tiivistelmä

Kohteeseen on suunnitteilla kolme asuinkerrostaloa, jotka ovat 4-,5-, ja 6-kerrosta korkeita. Rakennuksilla on yhteinen pihakannen alainen kellarikerros. Rakennukset on suunniteltu sijoitettavaksi noin 15...20 metrin etäisyydelle Rantaradan lähimmän raiteen keskilinjasta.

Tässä lausunnossa arvioidaan raideliikenteen aiheuttamat runkomelutasot suunnitelluissa rakennuksissa. Tätä lausuntoa varten on kohteessa suoritettu maaperän värähtelymittaukset 20.9.-21.9.2017.

Tulosten mukaan rakennuksessa saavutettavat tärinäluokat ovat pahimmassakin tapauksessa luokkaa C, joka on vähimmäisvaatimus uudisrakentamisessa. Arvojen määrittämisessä on huomioitu tärinän voimistuminen rakenteissa sekä yleisessä tapauksessa että resonanssin seurauksena.

Tulosten perusteella kaikissa mittauspisteissä ja mittaussuunnissa, mittauspisteiden MP2 ja MP3 x-suuntaa lukuun ottamatta, ylitetään runkomelun tavoitetaso $L_{prm} \leq 35$ dB. Koska kohteelle on esitetty kaavamääräyksessä ohje julkisivun ilmajänteneristävyydestä, olisi myös runkomelun tiukemman raja-arvon $L_{prm} \leq 30$ dB käyttö perusteltua.

Runkomelun vaimennus on tarpeellinen ja tulee suunnitella.

Sisällys

Tiivistelmä.....	2
Sisällys.....	3
1 Kohde.....	4
1.1 Rakennuskohde	4
1.2 Selvityksen tarkoitus.....	4
1.3 Maaperätiedot ja perustamistapa.....	4
1.4 Muut lähtötiedot	4
2 Arviointimenetelmät.....	5
2.1 Tärinä	5
2.2 Runkomelu	5
3 Määräykset ja ohjeavot	5
3.1 Tärinä	5
3.2 Runkomelu	6
4 Värähtelymittaus.....	6
4.1 Mittaus.....	6
4.2 Tärinä	7
4.3 Runkomelu	7
5 Tulosten arviointi ja toimenpide-ehdotukset	8
5.1 Tärinä	8
5.2 Runkomelu	8
Liitteet	8
Lähteet	8

Tämän asiakirjan osittainen julkaiseminen tai kopiointi on sallittua vain Helimäki Akustikot Oy:n kirjallisella luvalla.

1 Kohde

1.1 Rakennuskohde

As Oy Kauniaisten Bredanportti
Kortteli 501
02700 Kauniainen

1.2 Selvityksen tarkoitus

Kohteeseen on suunnitteilla kolme asuinkerrostaloa, jotka ovat 4-,5-, ja 6-kerrosta korkeita. Rakennuksilla on yhteinen pihakannen alainen kellarikerros. Rakennukset on suunniteltu sijoitettavaksi noin 15...20 metrin etäisyydelle rantaradan lähimmän raiteen keskilinjasta.

Tässä lausunnossa arvioidaan raideliikenteen aiheuttamat runkomelutasot suunnitelluissa rakennuksissa. Tätä lausuntoa varten on kohteessa suoritettu maaperän värähtelymittaukset 20.9.-21.9.2017.

Kohteessa on aiemmin tehty värähtelymittauksia 30.3.-31.3.2017 välisenä aikana (Helimäki raportti 7026-2a). Uusintamittaukset tehtiin, koska suunnitteilla olevia rakennuksia on siirretty huomattavasti lähemmä rataa kuin mistä aiemmat mittaukset on tehty.

1.3 Maaperätiedot ja perustamistapa

Geotek Oy on antanut 9.3.2017 perustamistapalausunnon, jossa kerrotaan maaperästä seuraavasti:

Maanpinta on ylimmillään tontin eteläosassa kalliopaljastuman tasolla +26,6, josta maanpinta viettää kohti pohjoista ja länttä. Alimmillaan maanpinta on tontin länsipuoliskon painanteessa noin tasolla +20,8.

Tontin länsiosassa ja tontin pohjoispuolella on savikerrostuma, joka on paksuimmillaan noin 3,0...3,5 m paksu. Savikerros ohenee kiilamaisesti kohti etelää ja itää. Savikerroksen (ja tontin eteläreunassa täyttöjen) alapuolella on 0...1,0 metrin paksuinen silttinen välikerros. Silttisen kerroksen alapuolella on tiiviydeltään ja paksuudeltaan vaihteleva hiekkakerrostuma. Alimpana on kallionpintaa peittävä tiivis moreenikerrostuma.

Tontin itäosassa peitteisillä alueilla kasvukerroksen alla on kallionpintaa peittävä 0...2 metrin paksuinen kitkamaakerrostuma. Kitkamaakerrostuma on pintaosistaan 0,5...1 metrin paksuudelta löyhä. Syvemmällä kitkamaakerros on moreenimaisen tiivis. Tutkimuspisteissä 8 ja 9 kitkamaakerroksen päällä havaittiin noin 1,2 metrin paksuinen savikerros

Kairaukset pysähtyivät 0,1...9,9 metrin syvyydellä maanpinnasta tiiviiseen moreeniin, siinä oleviin kiviin tai kallioon.

1.4 Muut lähtötiedot

Tämä lausunto perustuu edellisen lisäksi JS-Suunnittelu Oy:n piirtämiin 16.3.2017 päivättyihin rakennetyyppeihin ja arkkitehdilta (Hannele Lahtinen, Ark7 Oy) saatuihin 29.9.2017 päivättyihin arkkitehtipohjiin.

Tämän asiakirjan osittainen julkaiseminen tai kopiointi on sallittua vain Helimäki Akustikot Oy:n kirjallisella luvalla.

2 Arviointimenetelmät

2.1 Tärinä

Tärinähaitan suuruutta on tässä selvityksessä arvioitu käyttäen VTT:n tiedotteessa *Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa* [1] esitettyä arviointitasoa 3, joka perustuu maaperän värähtelymittauksiin.

Tärinähaitan suuruutta on mitattu sekä arvioitu soveltaen VTT:n ohjetta *Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokitukselta* [2], käyttäen viikon sijaan lyhyempää mittaus-jaksoa. Lyhyemmälläkin mittausjaksolla on mahdollista arvioida tärinähaitan mahdollisuus luotettavasti etenkin, jos liikennöinti toteutuu päivittäin samanlaisena samalla kalustolla [3], [4].

Rakennukseen siirtyvän tärinän suuruutta ja tärinän voimistumista rakennuksessa on arvioitu VTT:n tiedotteen *Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi* [5] mukaan.

2.2 Runkomelu

Rakennuksessa havaittavia runkomelutasoja on arvioitu värähtelymittaustuloksista VTT:n tiedotteessa *Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi* [6] esitettyllä menetelmällä, jossa huomioidaan mm. etäisyys, liikennöivä kalusto, ajonopeus, ajoneuvon ominaisuudet, väylän kunto, radan mahdollinen eristys, väylän sijainti, rakennuksen tyyppi, tarkasteltava kerros, rakennusosien resonanssin vaikutus sekä värähtelyn taajuusjakauma. Tulosten laskennassa on käytetty varmuusmarginaalia 3 dB ehdotetun 6 dB sijasta, koska nyt maaperästä saatuihin mittaustuloksiin sisältyy jo suurin osa laskentamenetelmän muuttujista.

3 Määräykset ja ohjeet

3.1 Tärinä

Taulukossa 1 on esitetty VTT:n tiedotteessa *Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa* [1] annetut eri tärinäluokkien ylärajat nopeustasoille sekä kuvaus luokkaan kuuluvan värähtelyn häiritsevyydestä. Yläraja on taajuuspainotetuista nopeussignaaleista laskettu tilastollinen tunnusluku rakennuksessa $V_{w,95}$. Luokka C edustaa minimitasoa, johon tulee pyrkiä uusien rakennusten suunnittelussa. Tilastollinen tunnusluku on määritelty siten, että satunnaisesti ohiajava juna ei 95 prosentin todennäköisyydellä ylitä kyseistä arvoa.

Taulukko 1. *Suositus rakennusten värähtelyluokitukselta.*

Värähtelyluokka	Kuvaus värähtelyolosuhteista	$V_{w,95}$ [mm/s]
A	Hyvät asuinolosuhteet. <i>Ihmiset eivät yleensä havaitse värähtelyitä.</i>	$\leq 0,10$
B	Suhteellisen hyvät asuinolosuhteet. <i>Ihmiset voivat havaita värähtelyä, mutta ne eivät ole häiritseviä.</i>	$\leq 0,15$
C	Suositus uusien rakennusten ja väylien suunnittelussa. <i>Keskimäärin 15 % asukkaista pitää värähtelyitä häiritsevinä ja voi valittaa häiriöistä.</i>	$\leq 0,30$
D	Olosuhteet, joihin pyritään vanhoilla asuinalueilla. <i>Keskimäärin 25 % asukkaista voi pitää värähtelyitä häiritsevinä ja voi valittaa häiriöistä.</i>	$\leq 0,60$

Tämän asiakirjan osittainen julkaiseminen tai kopiointi on sallittua vain Helimäki Akustikot Oy:n kirjallisella luvalla.

Taulukossa 1 esitetyt luokan C arvot koskevat normaaleja asuinrakennuksia.

3.2 Runkomelu

Taulukossa 2 on esitetty VTT:n esiselvityksessä *Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi* [6] annetut suositukset runkomelutasojen raja-arvoiksi. Suositukset on annettu tilastollisena runkomelutasona L_{prm} , jonka määritelmä on, että satunnaisesti mitatun ohituksen enimmäisäänitaso $L_{pA,S,max}$ ei 95% todennäköisyydellä ylitä kyseistä arvoa.

Taulukko 2. Runkomelun raja-arvot.

Rakennustyyppi	Runkomelutaso L_{prm} [dB]
Radio-, tv- ja äänitysstudiot, konserttitalit	25-30
Asuinhuoneistot	30/35*
Hoito- ja sosiaalihuollon laitokset, majoitustilat <ul style="list-style-type: none"> • potilashuoneet, majoitustilat • päiväkodit, lasten ja henkilökunnan oleskeluun tarkoitetut huoneet 	30/35*
Kokoontumis- ja opetustilat <ul style="list-style-type: none"> • 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*

* Avoradat. Mikäli kaavamääräyksessä on annettu ohje julkisivun ilmastoineristävyydestä, on suositeltavaa käyttää runkomelutason tiukempaa raja-arvoa.

Kohteen asemakaavassa on runkomelulle annettu vaatimus $L_{prm} \leq 35$ dB.

4 Värähtelymittaus

4.1 Mittaus

Mittaukset kohteessa suoritettiin 20.9. - 21.9.2017. Värähtelyä mitattiin kolmessa mittauspisteessä. Mittauspisteet oli sijoitettu lähelle suunniteltujen rakennusten julkisivulinjoja. Mittauspisteiden tarkempi sijainti on esitetty liitteessä 1. Kaikissa mittauspisteissä mitattiin värähtelyä kolmeen suuntaan. Mittaussuunnat ovat:

- x = radan suuntaisesti
- y = rataa vasten kohtisuoraan
- z = pystysuunta

Mittauspisteet sekä antureiden sijoitus on esitetty taulukossa 3. Mittausjaksojen aikana mitattiin yhteensä 196 mittaustulosta. Mittaushetkellä maaperä ei ollut jäässä. Mittaus suoritettiin automaattisen kameravalvonnan avulla. Ajalta 20.9. - 21.9. mittaaja pystyi kamerakuvan avulla tunnistamaan jokaisen mittaustuloksen aiheuttajan. 21.9. aamuyöllä auton ikkunoihin, minkä sisällä kamera oli, tiivistyi kosteutta, jolloin näkyvyys radalle heikkeni.

Mittaustuloksia analysoimalla voitiin kaikki laskennassa huomioidut tulokset tunnistaa junien aiheuttamiksi. Koko mittausjaksolla rekisteröitiin 100 junien aiheuttamaa mittaustulosta. VR:n aikataulujen perusteella mittausjakson aikana mittauspaikan on ohittanut 22 pitkän matkan matkustajajunaa (IC tai Pendolino). Mittaustulosten aiheuttajat, jotka on videokuvan perusteella tunnistettu, on esitetty liitteen 2 tuloksissa.

Tämän asiakirjan osittainen julkaiseminen tai kopiointi on sallittua vain Helimäki Akustikot Oy:n kirjallisella luvalla.

Taulukko 3. Värähtelymittauksen mittauspisteet sekä –suunnat.

Mittauspiste	Etäisyys lähimmästä raiteesta	Anturin sijoitus	Mittaussuunnat
MP1	21 m	Kallio	x, y, z
MP2	20 m	Kallio	x, y, z
MP3	20 m	Kallio	x, y, z

Kohteen kohdalla rautatieliikennöinti muodostuu päivittäin toistuvasta lähi- ja kaukojunaliikenteestä (matkustajajunia). Oleellista on, että mittausjakso valitaan siten, että se sisältää etukäteen häiritsevimmäksi arvioidut junatyypit. Alueella häiritsevimmäksi junatyypiksi arviointiin suurella nopeudella liikennöivät kaukojunat. Käytetty mittausjakso valittiin siten, että se sisälsi kaikki kohteessa liikennöivät junatyypit.

4.2 Tärinä

Taulukossa 4 on esitetty maaperästä mitattujen nopeustasojen tilastolliset tunnusluvut $v_{w,95}^{maa}$ mittausjaksolta määritettynä. Suurimpien mitattujen yksittäisten ohitusten huippu-arvot $\hat{v}_{w,RMS}$, niiden keskimääräinen taajuusjakauma sekä tuloksista määritetyt tärinäluokat mittauspisteittäin on esitetty liitteessä 2.

Taulukko 4. Maaperän mittauksista määritetyt tunnusluvut $v_{w,95}^{maa}$ mittauspisteittäin.

Mittauspiste	Nopeustasojen tilastolliset tunnusluvut $v_{w,95}^{maa}$ [mm/s]		
	x	y	z
MP1	0,03	0,03	0,03
MP2	0,03	0,13	0,03
MP3	0,03	0,03	0,03

Maaperästä mitatuista tärinätasoista lasketut vaakavärähtelyn $v_{w,95}^{unko}$ ja pystyvärähtelyn $v_{w,95}^{lattia}$ tunnusluvut rakennuksessa on esitetty taulukossa 5. Tunnuslukuihin liittyvät taajuusjakaumat on esitetty liitteessä 2. Laskenta on tehty käyttäen suunnitelmien mukaisia kerroskorkeuksia, välipohjatyyppejä ja välipohjien jännevälejä.

Taulukko 5. Tunnusluvut rakennuksessa $v_{w,95}^{lattia}$ ja $v_{w,95}^{unko}$ mittauspisteittäin.

Mittauspiste	Nopeustasojen tilastolliset tunnusluvut [mm/s]	
	$v_{w,95}^{unko}$	$v_{w,95}^{lattia}$
MP1	0,05	0,05
MP2	0,19	0,05
MP3	0,05	0,05

4.3 Runkomelu

Taulukossa 6 on esitetty maaperän mittauksista arvioidut runkomelutasot L_{prm} [dB] mittauspisteittäin. Arviot koskevat rakennuksen alinta kerrosta. Suurimpien mitattujen yksittäisten ohitusten huippuarvot L_{pASmax} [dB, ref 1 nm/s], niiden keskimääräinen taajuusjakauma sekä tuloksista määritetyt runkomelutasot L_{prm} [dB] mittauspisteittäin on esitetty liitteessä 3.

Taulukko 6. Maaperän mittauksista määritetyt runkomelutasot L_{prm} mittauspisteittäin.

Mittauspiste	Runkomelutasot L_{prm} [dB]		
	x	y	z
MP1	39	41	41
MP2	37	45	42
MP3	37	39	43

Maaperän mittauksista arvioidut runkomelutasot L_{prm} [dB] alimmassa asuinkerroksessa on

Tämän asiakirjan osittainen julkaiseminen tai kopiointi on sallittua vain Helimäki Akustikot Oy:n kirjallisella luvalla.

esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7. Maaperän mittauksista määritetyt runkomelutasot L_{prm} mittauspisteittäin alimmassa asuinkerroksessa.

Mittauspiste	Runkomelutasot L_{prm} [dB]		
	x	y	z
MP1	37	39	39
MP2	35	43	40
MP3	35	37	41

Ylemmissä kerroksissa saavutettavat runkomelutasot L_{prm} [dB] ovat pienempiä, kuin taulukossa 7 esitetyt. Ensimmäisessä viidessä kerroksessa runkomelu vaimenee noin 2 dB / kerros, ja siitä ylöspäin noin 1 dB / kerros.

5 Tulosten arviointi ja toimenpide-ehdotukset

5.1 Tärinä

Taulukossa 5 on esitetty raideliikenteen tärinän tunnusluvut rakennuksen rungolle sekä lattioille. Arvojen määrittämisessä on huomioitu tärinän voimistuminen rakenteissa sekä yleisessä tapauksessa että resonanssin seurauksena.

Pahimmassa tilanteessa tehtyjen arviointien perusteella saavutettava tärinäluokka vaihtelee tärinäluokasta A luokkaan C. Kaikissa mittauspisteissä saavutetaan vähintään tärinäluokka C, joka on vähimmäisvaatimus uudisrakentamisessa.

5.2 Runkomelu

Taulukossa 7 on esitetty raideliikenteen arvioidut runkomelutasot rakennusten alimmissa kerroksissa. Tulosten perusteella kaikissa mittauspisteissä ja mittaussuunnissa, mittauspisteiden MP2 ja MP3 x-suuntaa lukuun ottamatta, ylitetään runkomelun tavoitetaso $L_{prm} \leq 35$ dB. Koska kohteelle on annettu kaavamääräys julkisivun ilmaääneneristävydestä, olisi myös runkomelun tiukemman raja-arvon $L_{prm} \leq 30$ dB käyttö perusteltua.

Runkomelun vaimennus on tarpeellinen ja tulee suunnitella.

Liitteet

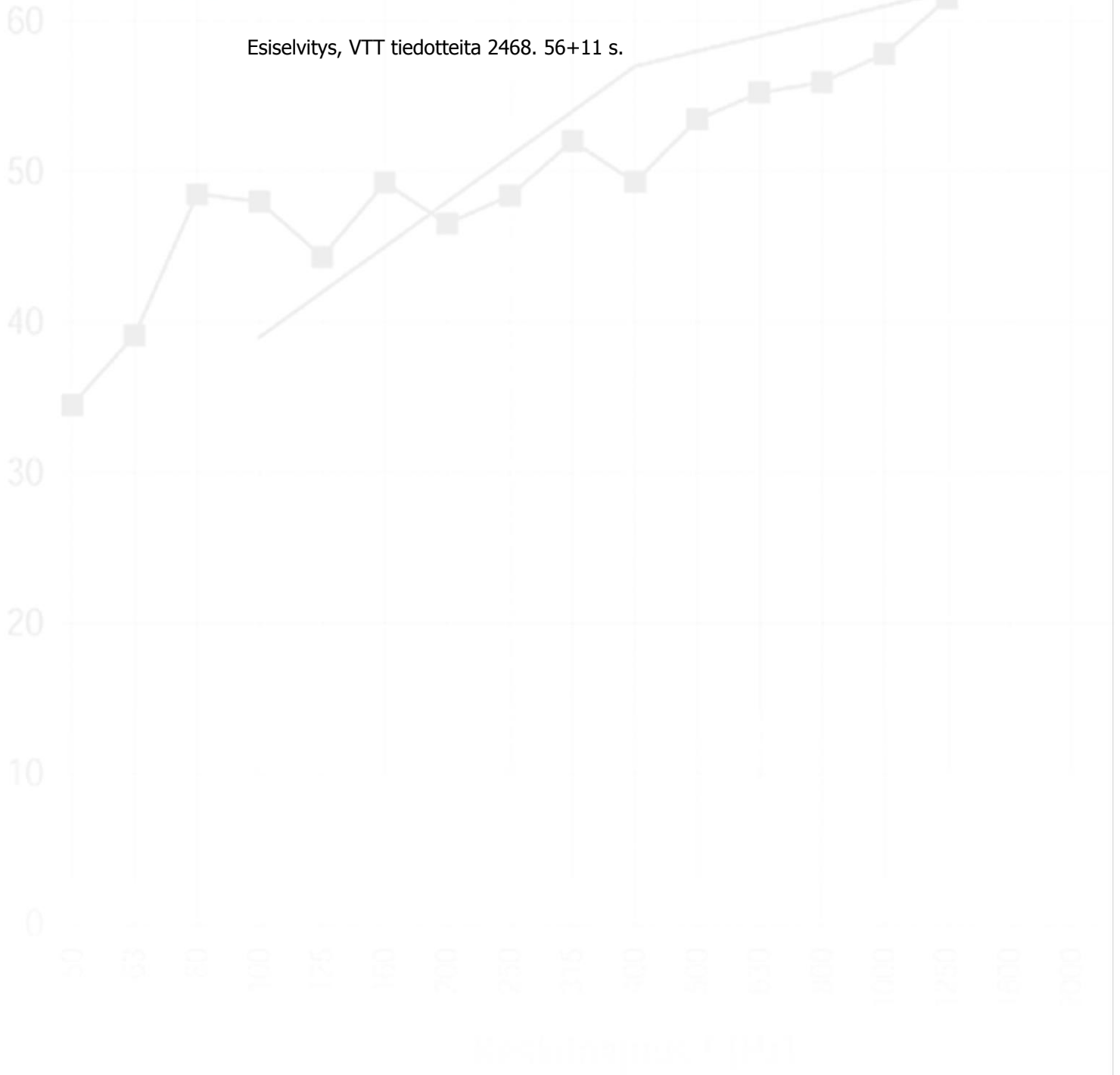
1. Mittauspisteet merkittynä asemapiirustukseen (1 s.)
2. Tulokset mittauspisteittäin tärinän osalta (3 s.)
3. Tulokset mittauspisteittäin runkomelun osalta (3 s.)

Lähteet

- [1] Törnqvist, J. ja Talja, A. 2006. Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa, VTT Working Papers 50. 55+33 s.
- [2] Talja, A. 2004. Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksista, VTT tiedotteita 2278. 50+22 s.
- [3] NS 8176.E 1999. Vibration and Shock – Measurement of vibration in buildings from landbased transport and guidance to evaluation of its effects on human beings. 28 s.
- [4] Huhtala, T. 2006. Mittausjakson pituuden vaikutus maaperästä mitatun raideliikenteen värähtelyn asuntoihin aiheuttaman haitan arvioinnissa. 105-29 s.
- [5] Talja, A., Vepsä, A., Kurkela, J. ja Halonen, M. 2008. Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi, VTT tiedotteita 2425. 95+69 s.
- [6] Talja, A. ja Saarinen, A. 2009. Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi,

Tämän asiakirjan osittainen julkaiseminen tai kopiointi on sallittua vain Helimäki Akustikot Oy:n kirjallisella luvalla.

Esiselvitys, VTT tiedotteita 2468. 56+11 s.



Tämän asiakirjan osittainen julkaiseminen tai kopiointi on sallittua vain Helimäki Akustikot Oy:n kirjallisella luvalla.



HELMÄKI AKUSTIKOT

Tempelikatu 6 B, 00100 Helsinki
puh 020-7118 590
s-posti info@helimaki.fi

7026-4b As Oy Kauniaisten Bredanportti

Tärinä- ja runkomeluselvytys
Mittauspisteiden sijainti

Liite 1 (1/1)

3.10.2017

Mittauspisteet MP1...MP3 suunnitellun As Oy Kauniaisten Bredanportin tontilla.

Mittauspisteet MP1...MP3 suunnitellun As Oy Kauniaisten Bredanportin tontilla. Ja

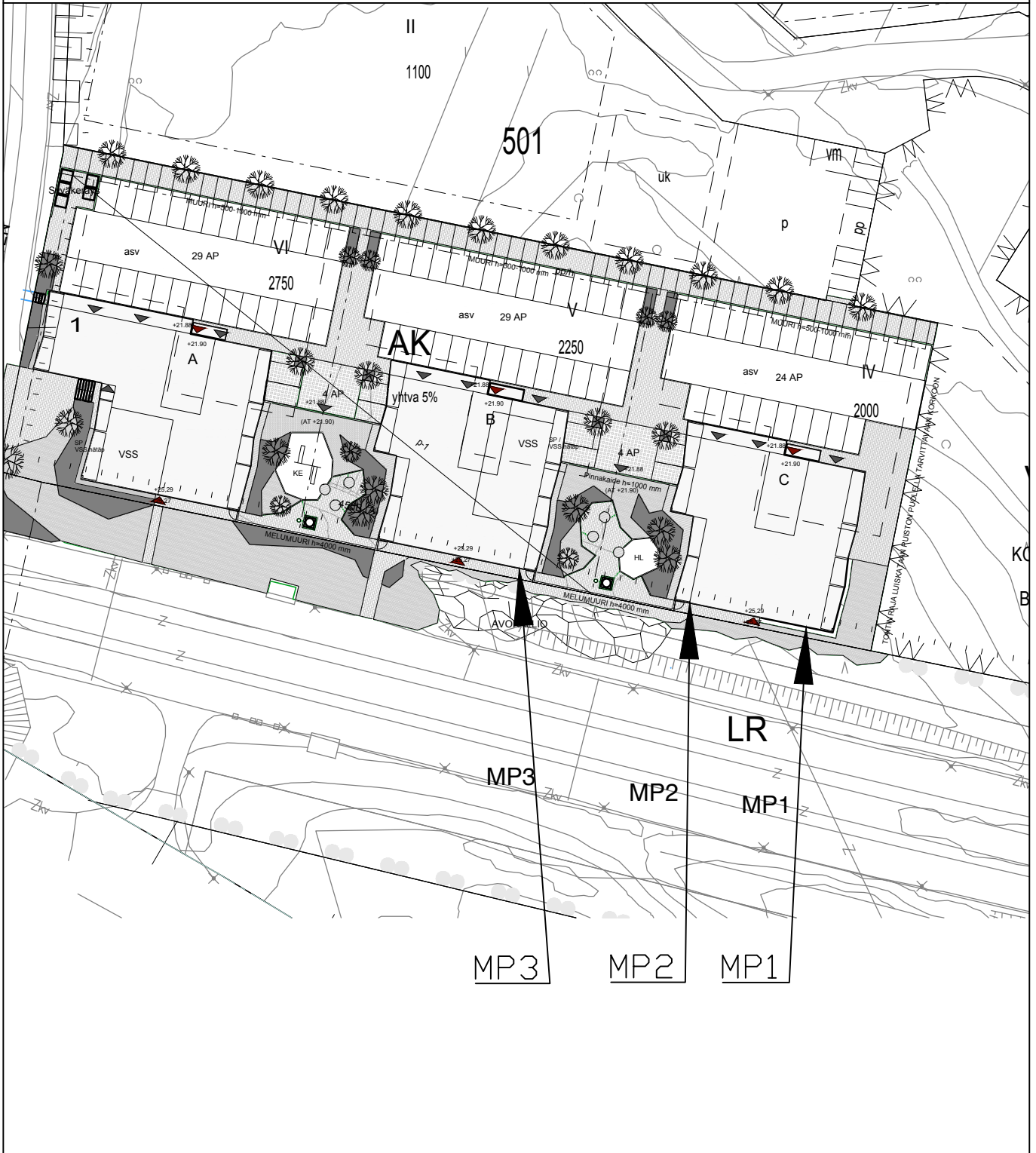
Mittauspisteiden kohdalla pintakerroksessa maa-aines poistettiin ja mittauspisteet olivat

kiinni kabitissa. Mittauspisteiden etäisyydet lähimmän raiteen keskilinjaan olivat:

- MP1: 21 m

- MP2: 20 m

- MP3: 19 m



Mk 1:800

Etäisyys: 21 m
Sijointus: kallio
Mittausjakso: 20.9. klo 13 - 21.9. klo 9

MP1

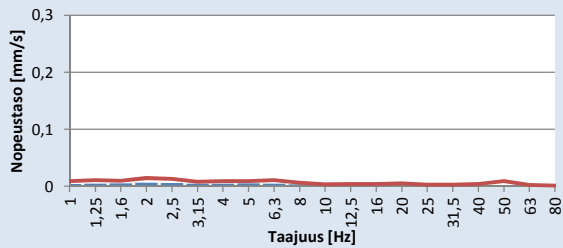
Mitatut värähtämiset $v_{w,RMS,max}$ sekä tunnusluvut $v_{w,95,maa}$

15 merkitevintä tulosta värähtämisen osalta														
x					y					z				
Pvm.	Klo	Juna	Vaunu lkm.	$v_{w,RMS,max}$ [mm/s]	Pvm.	Klo	Juna	Vaunu lkm.	$v_{w,RMS,max}$ [mm/s]	Pvm.	Klo	Juna	Vaunu lkm.	$v_{w,RMS,max}$ [mm/s]
20.9.	16:00	SM5	4	0,03	20.9.	15:15	SM5	4	0,04	20.9.	16:47	SM5+SM5	4+2	0,03
20.9.	23:19	SM5	4	0,03	20.9.	17:50	SM5	4	0,03	21.9.	3:31	Juna	-	0,03
20.9.	13:44	SM5	2	0,03	21.9.	7:24	SM5	2	0,03	20.9.	15:15	SM5	4	0,03
20.9.	17:11	SM5	4	0,03	20.9.	15:04	Pen	6	0,03	20.9.	14:32	Pen	2	0,03
21.9.	7:33	Juna	-	0,03	20.9.	19:32	SM5	4	0,03	20.9.	17:47	SM5	4	0,03
20.9.	18:54	IC2	4	0,03	21.9.	8:54	SM5	4	0,03	20.9.	14:44	SM5	2	0,03
20.9.	15:52	SM5	4	0,03	20.9.	21:43	SM5	2	0,03	20.9.	14:47	SM5	4	0,03
20.9.	16:27	SM5	4	0,03	21.9.	9:14	SM5	4	0,03	20.9.	15:28	SM5	4	0,03
21.9.	8:29	Juna	0	0,03	20.9.	14:54	IC2	4	0,03	20.9.	21:17	SM5	2	0,03
20.9.	21:27	SM5	4	0,03	20.9.	13:27	SM5	2	0,03	20.9.	17:25	SM5	4	0,03
20.9.	22:32	SM5	2	0,03	21.9.	9:05	IC2	5	0,03	21.9.	9:05	IC2	5	0,03
21.9.	6:57	Juna	-	0,03	21.9.	8:14	Juna	-	0,03	20.9.	22:26	SM5	4	0,03
20.9.	17:40	SM5	4	0,03	20.9.	16:25	Pen	6	0,03	21.9.	6:44	Juna	-	0,03
20.9.	15:28	SM5	4	0,03	20.9.	22:57	SM5	2	0,03	20.9.	21:43	SM5	2	0,03
20.9.	15:05	Pen	6	0,03	20.9.	18:56	SM5	4	0,03	20.9.	17:32	SM5	4	0,03
Tunnusluku $v_{w,95,maa}$: 0,03					Tunnusluku $v_{w,95,maa}$: 0,03					Tunnusluku $v_{w,95,maa}$: 0,03				

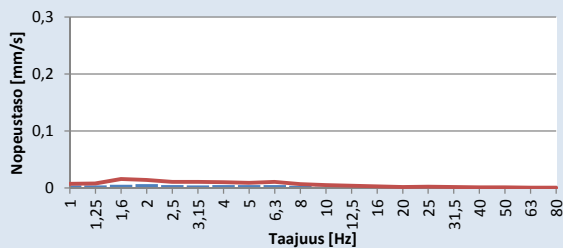
Maaperän värähtelyn taajuuksisältö terssikaistoittain.

Palkit kuvaavat kunkin terssikaistan keskiarvoa ja viivalla on kuvattu kunkin terssikaistan maksimi-arvoa

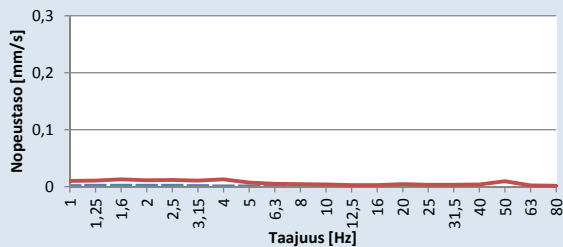
x - suunnassa



y - suunnassa



z - suunnassa

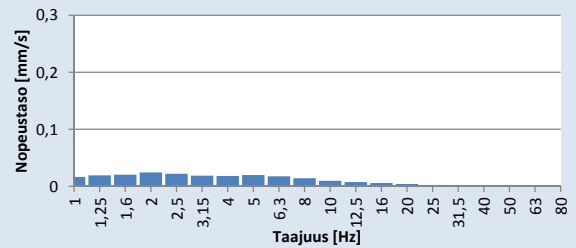


Värähtämisen tunnusluvut maaperässä:

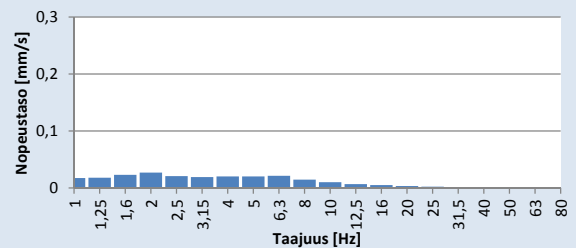
Tunnusluku $v_{w,95}$ (x) 0,03 mm/s - Luokka A
Tunnusluku $v_{w,95}$ (y) 0,03 mm/s - Luokka A
Tunnusluku $v_{w,95}$ (z) 0,03 mm/s - Luokka A

Lattian ja rungon värähtelyn suuruus resonanssitapauksessa

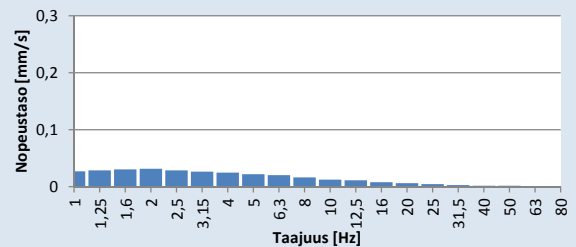
Rungon värähtely x - suunnassa



Rungon värähtely y - suunnassa



Lattian värähtely z - suunnassa



Värähtämisen tunnusluvut rakennuksessa:

Tunnusluku $v_{w,95,runko}$ 0,05 mm/s Luokka A
Tunnusluku $v_{w,95,lattia}$ 0,05 mm/s Luokka A

Etäisyys: 20 m
Sijointus: kallio
Mittausjakso: 20.9. klo 13 - 21.9. klo 9

MP2

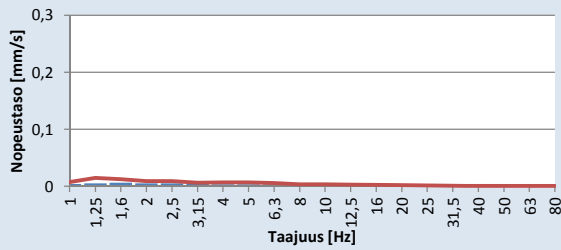
Mitatut värinäätasot $v_{w,RMS,max}$ sekä tunnusluvut $v_{w,95,maa}$

15 merkitevintä tulosta värinän osalta														
x					y					z				
Pvm.	Klo	Juna	Vaunu lkm.	$v_{w,RMS,max}$ [mm/s]	Pvm.	Klo	Juna	Vaunu lkm.	$v_{w,RMS,max}$ [mm/s]	Pvm.	Klo	Juna	Vaunu lkm.	$v_{w,RMS,max}$ [mm/s]
20.9.	17:55	IC2	5	0,03	20.9.	15:42	SM5	4	0,14	20.9.	19:43	SM5	2	0,03
20.9.	17:40	SM5	4	0,03	20.9.	13:27	SM5	2	0,13	20.9.	19:08	IC2	4	0,03
20.9.	18:47	SM5	4	0,03	20.9.	13:23	SM5	2	0,11	20.9.	18:17	SM5	4	0,03
20.9.	13:17	SM5	2	0,03	20.9.	15:51	IC2	5	0,11	20.9.	22:26	SM5	4	0,03
20.9.	18:57	SM5	4	0,03	20.9.	15:35	SM5	2	0,10	21.9.	6:13	SM5	4	0,03
20.9.	15:25	SM5	4	0,03	20.9.	13:44	SM5	2	0,09	21.9.	8:55	IC2	5	0,03
20.9.	13:27	SM5	2	0,03	20.9.	15:28	SM5	4	0,09	20.9.	21:57	SM5	4	0,03
20.9.	15:51	IC2	5	0,03	20.9.	15:25	SM5	4	0,09	20.9.	15:28	SM5	4	0,03
20.9.	22:02	SM5	2	0,03	20.9.	15:15	SM5	4	0,09	20.9.	19:54	SM5	2	0,03
20.9.	17:50	SM5	4	0,03	20.9.	16:09	SM5	4	0,09	21.9.	8:54	SM5	4	0,03
20.9.	16:18	SM5	4	0,03	20.9.	13:32	SM5	2	0,08	21.9.	6:54	SM5	2	0,03
20.9.	19:57	SM5	4	0,03	20.9.	15:51	IC2	5	0,08	20.9.	13:44	SM5	2	0,03
20.9.	13:32	SM5	2	0,03	20.9.	15:03	SM5	4	0,08	20.9.	16:55	IC2	6	0,03
21.9.	8:15	Juna	-	0,03	20.9.	15:13	SM5	4	0,08	21.9.	7:25	Juna	-	0,03
20.9.	14:14	SM5	2	0,03	20.9.	16:03	IC2	6	0,08	21.9.	7:26	Juna	-	0,03
Tunnusluku $v_{w,95,maa}$: 0,03					Tunnusluku $v_{w,95,maa}$: 0,13					Tunnusluku $v_{w,95,maa}$: 0,03				

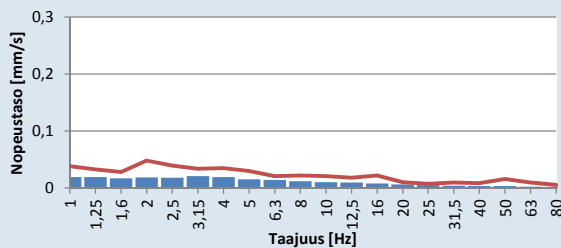
Maaperän värähtelyn taajuuksisältö tersikaistoittain.

Palkit kuvaavat kunkin tersikaistan keskiarvoa ja viivalla on kuvattu kunkin tersikaistan maksimi-arvoa

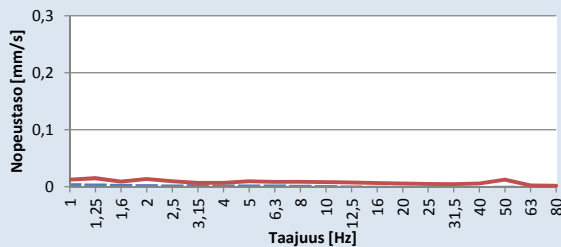
x - suunnassa



y - suunnassa



z - suunnassa

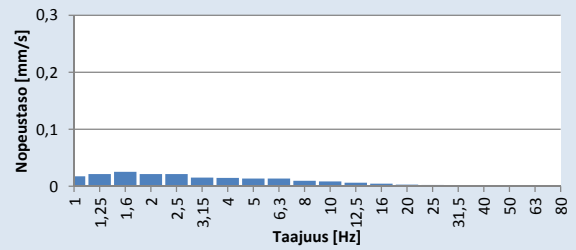


Tärinän tunnusluvut maaperässä:

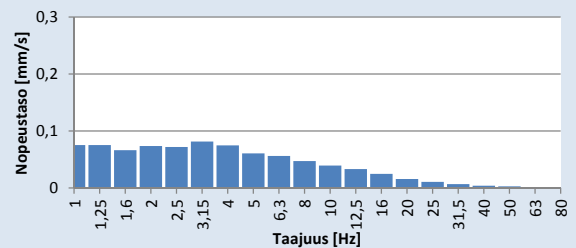
Tunnusluku $v_{w,95}$ (x) 0,03 mm/s - Luokka A
Tunnusluku $v_{w,95}$ (y) 0,13 mm/s - Luokka B
Tunnusluku $v_{w,95}$ (z) 0,03 mm/s - Luokka A

Lattian ja rungon värähtelyn suuruus resonanssitapauksessa

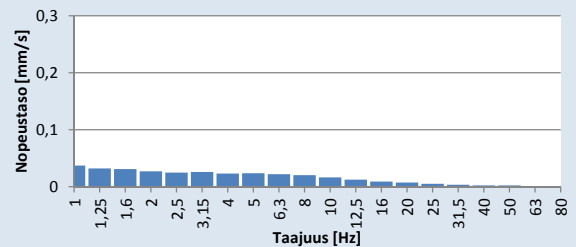
Rungon värähtely x - suunnassa



Rungon värähtely y - suunnassa



Lattian värähtely z - suunnassa



Tärinän tunnusluvut rakennuksessa:

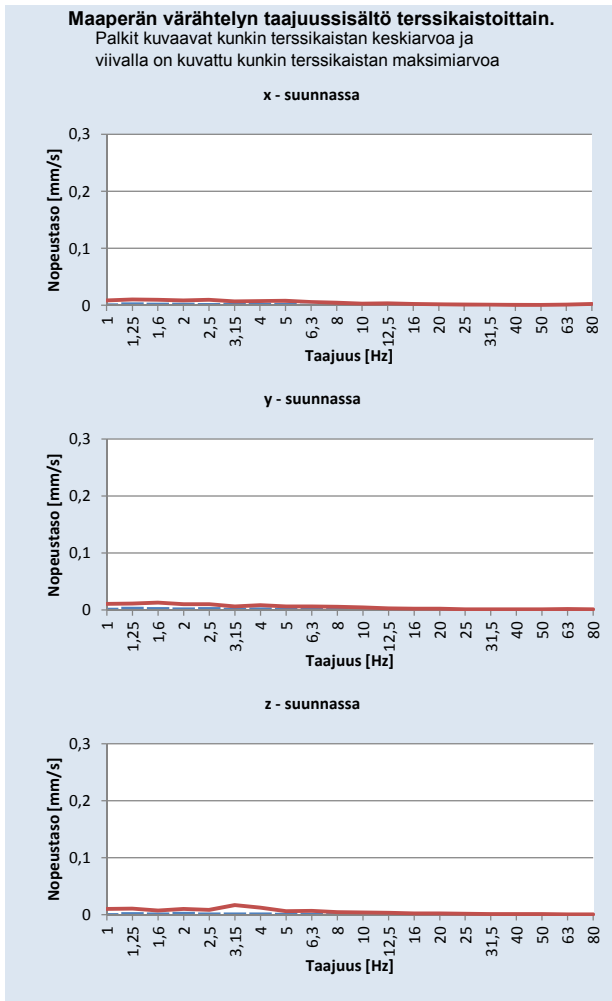
Tunnusluku $v_{w,95,runko}$ 0,19 mm/s Luokka C
Tunnusluku $v_{w,95,lattia}$ 0,05 mm/s Luokka A

Etäisyys: 19 m
Sijointus: kallio
Mittausjakso: 20.9. klo 13 - 21.9. klo 9

MP3

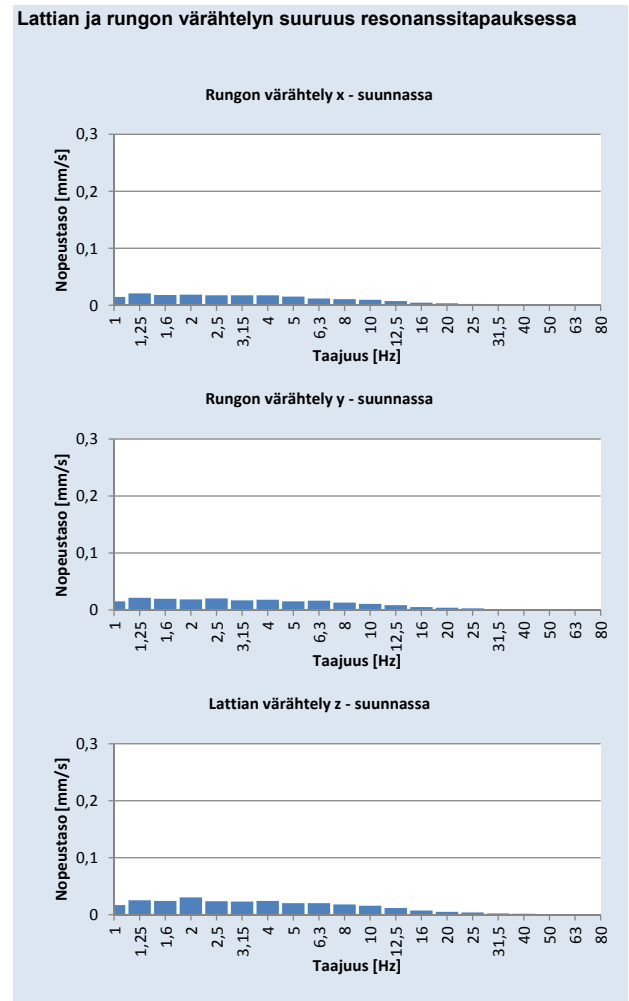
Mitatut värinäät $v_{w,RMS,max}$ sekä tunnusluvut $v_{w,95,maa}$

15 merkitevintä tulosta tärinän osalta														
x					y					z				
Pvm.	Klo	Juna	Vaunu lkm.	$v_{w,RMS,max}$ [mm/s]	Pvm.	Klo	Juna	Vaunu lkm.	$v_{w,RMS,max}$ [mm/s]	Pvm.	Klo	Juna	Vaunu lkm.	$v_{w,RMS,max}$ [mm/s]
20.9.	19:02	SM5	4	0,03	21.9.	7:48	Juna	-	0,03	20.9.	18:56	SM5	4	0,04
20.9.	18:56	SM5	4	0,03	20.9.	19:27	SM5	4	0,03	20.9.	16:13	SM5	4	0,03
20.9.	13:57	SM5	2	0,03	20.9.	13:44	SM5	2	0,03	20.9.	15:35	SM5	2	0,03
20.9.	22:32	SM5	2	0,03	20.9.	17:47	SM5	4	0,03	21.9.	8:48	SM5	4	0,03
20.9.	17:32	SM5	4	0,03	20.9.	22:26	SM5	4	0,03	21.9.	4:32	Juna	-	0,03
21.9.	7:13	Juna	-	0,03	20.9.	21:47	SM5	2	0,03	20.9.	15:52	SM5	4	0,03
20.9.	14:54	IC2	4	0,03	20.9.	17:40	SM5	4	0,03	20.9.	18:54	IC2	4	0,03
20.9.	18:57	SM5	4	0,03	20.9.	14:44	SM5	2	0,03	20.9.	20:02	IC2	4	0,03
21.9.	8:38	SM5	4	0,03	20.9.	21:03	SM5	4	0,03	20.9.	15:04	Pen	6	0,03
20.9.	16:25	Pen	6	0,03	20.9.	22:27	SM5	0	0,03	20.9.	13:23	SM5	2	0,03
20.9.	19:33	SM5	4	0,02	20.9.	18:56	SM5	4	0,03	21.9.	6:54	SM5	2	0,03
20.9.	21:34	SM5	4	0,02	20.9.	21:17	SM5	2	0,03	21.9.	8:38	SM5	4	0,03
21.9.	5:03	Juna	-	0,02	20.9.	19:17	SM5	2	0,03	20.9.	16:41	SM5	4	0,03
20.9.	16:18	SM5	4	0,02	21.9.	8:38	SM5	4	0,03	20.9.	19:33	SM5	4	0,02
20.9.	18:47	SM5	4	0,02	20.9.	14:54	IC2	4	0,03	20.9.	19:47	SM5	2	0,02
Tunnusluku $v_{w,95,maa}$: 0,03					Tunnusluku $v_{w,95,maa}$: 0,03					Tunnusluku $v_{w,95,maa}$: 0,03				



Tärinän tunnusluvut maaperässä:

Tunnusluku $v_{w,95}$ (x) 0,03 mm/s - Luokka A
Tunnusluku $v_{w,95}$ (y) 0,03 mm/s - Luokka A
Tunnusluku $v_{w,95}$ (z) 0,03 mm/s - Luokka A



Tärinän tunnusluvut rakennuksessa:

Tunnusluku $v_{w,95,runko}$ 0,05 mm/s Luokka A
Tunnusluku $v_{w,95,lattia}$ 0,05 mm/s Luokka A

Etäisyys: 21 m
Sijointus: kallio
Mittausjakso: 20.9. klo 13 - 21.9. klo 9

MP1

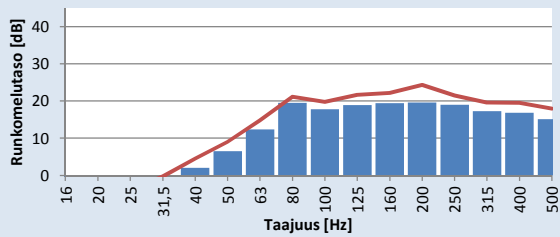
Arvioidut runkomelutasot

15 merkitsevintä tulosta runkomelun osalta														
x					y					z				
Pvm.	Klo	Juna	Vaunu lkm.	L_{pASmax} [dB]	Pvm.	Klo	Juna	Vaunu lkm.	L_{pASmax} [dB]	Pvm.	Klo	Juna	Vaunu lkm.	L_{pASmax} [dB]
20.9.	13:23	SM5	2	40	20.9.	13:23	SM5	2	42	20.9.	13:23	SM5	2	42
20.9.	14:21	SM5	2	39	20.9.	14:21	SM5	2	41	20.9.	14:21	SM5	2	41
20.9.	13:55	IC1/2	4	37	20.9.	17:03	SM5	4	40	21.9.	8:55	IC2	5	40
20.9.	21:03	SM5	4	37	20.9.	21:57	SM5	4	39	20.9.	13:55	IC1/2	4	39
20.9.	15:40	SM5	4	36	20.9.	21:03	SM5	4	39	20.9.	21:03	SM5	4	38
20.9.	17:03	SM5	4	36	20.9.	19:02	SM5	4	39	20.9.	18:56	SM5	4	38
21.9.	9:14	SM5	4	36	20.9.	13:55	IC1/2	4	39	20.9.	17:03	SM5	4	37
20.9.	19:02	SM5	4	36	20.9.	15:15	SM5	4	39	20.9.	19:02	SM5	4	37
20.9.	15:15	SM5	4	36	20.9.	15:40	SM5	4	38	20.9.	13:17	SM5	2	37
21.9.	8:55	IC2	5	35	21.9.	6:54	SM5	2	38	20.9.	15:15	SM5	4	37
20.9.	13:17	SM5	2	35	21.9.	9:14	SM5	4	38	20.9.	15:40	SM5	4	37
21.9.	5:03	Juna	-	35	20.9.	17:59	SM5	4	38	21.9.	5:03	Juna	-	36
20.9.	20:27	SM5	4	35	20.9.	19:57	SM5	4	38	20.9.	19:57	SM5	4	36
20.9.	19:57	SM5	4	35	20.9.	13:17	SM5	2	37	20.9.	14:54	IC2	4	36
21.9.	6:54	SM5	2	35	21.9.	7:48	Juna	-	37	20.9.	19:33	SM5	4	36
Runkomelutaso L_{prm} : 39					Runkomelutaso L_{prm} : 41					Runkomelutaso L_{prm} : 41				

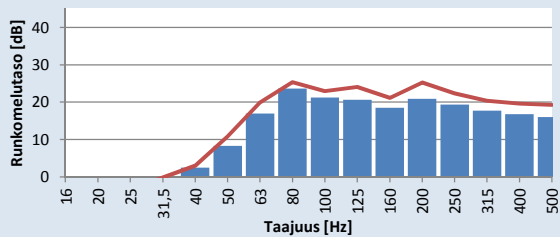
Runkomelun taajuussisältö terssikaistoittain.

Palkit kuvaavat kunkin terssikaistan keskiarvoa ja viivalla on kuvattu kunkin terssikaistan maksimiarvoa

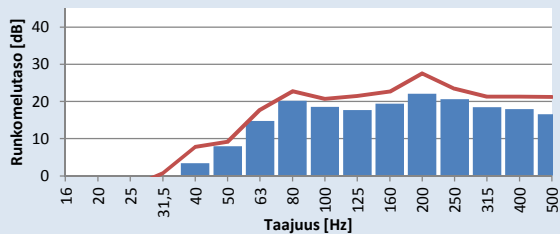
x - suunnassa



y - suunnassa



z - suunnassa



Maaperän värähtelystä arvioidut runkomelun tunnusluvut

x - suunnassa

Runkomelun tilastollinen tunnusluku L_{prm} 39 dB

y - suunnassa

Runkomelun tilastollinen tunnusluku L_{prm} 41 dB

z - suunnassa

Runkomelun tilastollinen tunnusluku L_{prm} 41 dB

Etäisyys: 20 m
Sijointus: kallio
Mittausjakso: 20.9. klo 13 - 21.9. klo 9

MP2

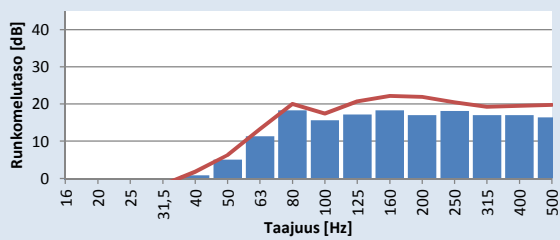
Arvioidut runkomelutasot

15 merkitsevintä tulosta runkomelun osalta														
x					y					z				
Pvm.	Klo	Juna	Vaunu lkm.	L_{pASmax} [dB]	Pvm.	Klo	Juna	Vaunu lkm.	L_{pASmax} [dB]	Pvm.	Klo	Juna	Vaunu lkm.	L_{pASmax} [dB]
20.9.	14:21	SM5	2	38	20.9.	13:23	SM5	2	46	20.9.	14:21	SM5	2	42
20.9.	13:23	SM5	2	38	20.9.	14:21	SM5	2	44	20.9.	13:23	SM5	2	42
20.9.	13:55	IC1/2	4	36	20.9.	15:15	SM5	4	42	20.9.	13:55	IC1/2	4	40
20.9.	15:40	SM5	4	35	20.9.	21:03	SM5	4	42	20.9.	15:40	SM5	4	38
20.9.	21:03	SM5	4	35	20.9.	13:55	IC1/2	4	41	20.9.	17:03	SM5	4	38
20.9.	19:08	IC2	4	34	20.9.	13:17	SM5	2	41	20.9.	21:03	SM5	4	37
20.9.	19:02	SM5	4	34	20.9.	17:03	SM5	4	41	21.9.	9:14	SM5	4	37
20.9.	17:03	SM5	4	34	20.9.	19:02	SM5	4	41	21.9.	7:48	Juna	-	37
20.9.	15:15	SM5	4	34	20.9.	13:44	SM5	2	40	20.9.	19:02	SM5	4	37
21.9.	9:14	SM5	4	34	20.9.	15:40	SM5	4	40	21.9.	8:55	IC2	5	37
21.9.	5:03	Juna	-	33	20.9.	19:57	SM5	4	40	20.9.	13:44	SM5	2	37
20.9.	19:57	SM5	4	33	21.9.	9:14	SM5	4	40	20.9.	13:17	SM5	2	37
20.9.	13:17	SM5	2	33	20.9.	21:57	SM5	4	39	20.9.	14:54	IC2	4	36
20.9.	21:57	SM5	4	33	21.9.	6:54	SM5	2	39	20.9.	15:15	SM5	4	36
21.9.	7:48	Juna	-	33	21.9.	5:03	Juna	-	39	21.9.	5:03	Juna	-	36
Runkomelutaso L_{prm} : 37					Runkomelutaso L_{prm} : 45					Runkomelutaso L_{prm} : 42				

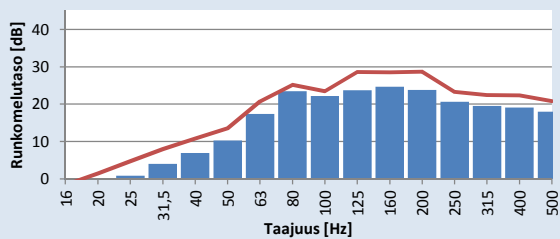
Runkomelun taajuussisältö terssikaistoittain.

Palkit kuvaavat kunkin terssikaistan keskiarvoa ja viivalla on kuvattu kunkin terssikaistan maksimiarvoa

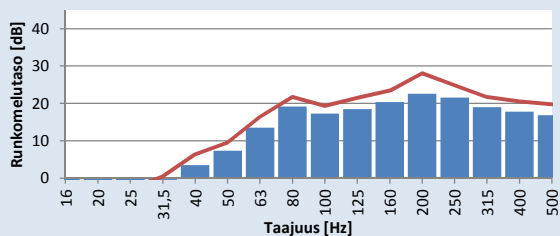
x - suunnassa



y - suunnassa



z - suunnassa



Maaperän värähtelystä arvioidut runkomelun tunnusluvut

x - suunnassa

Runkomelun tilastollinen tunnusluku L_{prm} 37 dB

y - suunnassa

Runkomelun tilastollinen tunnusluku L_{prm} 45 dB

z - suunnassa

Runkomelun tilastollinen tunnusluku L_{prm} 42 dB

Etäisyys: 19 m
Sijointus: kallio
Mittausjakso: 20.9. klo 13 - 21.9. klo 9

MP3

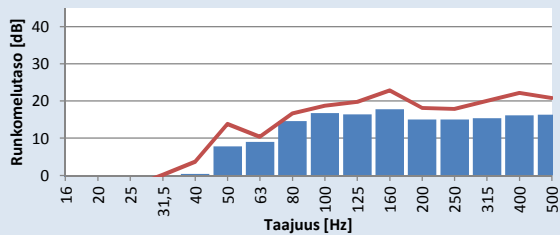
Arvioidut runkotelutasot

15 merkittävintä tulosta runkotelun osalta														
x					y					z				
Pvm.	Klo	Juna	Vaunu lkm.	L_{pASmax} [dB]	Pvm.	Klo	Juna	Vaunu lkm.	L_{pASmax} [dB]	Pvm.	Klo	Juna	Vaunu lkm.	L_{pASmax} [dB]
20.9.	18:56	SM5	4	39	20.9.	14:21	SM5	2	39	20.9.	18:56	SM5	4	43
20.9.	13:23	SM5	2	36	20.9.	18:56	SM5	4	39	20.9.	14:21	SM5	2	42
20.9.	14:21	SM5	2	35	20.9.	13:23	SM5	2	39	20.9.	13:23	SM5	2	41
20.9.	18:33	SM5	4	33	20.9.	21:03	SM5	4	36	20.9.	18:33	SM5	4	40
20.9.	19:33	SM5	4	33	20.9.	17:03	SM5	4	35	20.9.	13:55	IC1/2	4	39
20.9.	15:40	SM5	4	33	20.9.	15:15	SM5	4	35	20.9.	15:35	SM5	2	39
20.9.	21:03	SM5	4	33	20.9.	15:40	SM5	4	35	21.9.	8:55	IC2	5	38
21.9.	8:55	IC2	5	33	20.9.	13:17	SM5	2	35	21.9.	7:26	Juna	-	37
20.9.	17:03	SM5	4	33	20.9.	13:55	IC1/2	4	35	20.9.	13:44	SM5	2	37
20.9.	19:02	SM5	4	32	21.9.	9:14	SM5	4	35	20.9.	15:40	SM5	4	37
20.9.	13:55	IC1/2	4	32	20.9.	19:57	SM5	4	35	20.9.	21:03	SM5	4	36
21.9.	9:14	SM5	4	32	20.9.	19:02	SM5	4	34	20.9.	17:03	SM5	4	36
20.9.	15:35	SM5	2	32	20.9.	13:44	SM5	2	34	21.9.	9:14	SM5	4	36
20.9.	21:57	SM5	4	32	20.9.	21:57	SM5	4	34	20.9.	19:57	SM5	4	36
21.9.	6:54	SM5	2	32	21.9.	6:54	SM5	2	34	21.9.	5:03	Juna	-	35
Runkotelutaso L_{prm} : 37					Runkotelutaso L_{prm} : 39					Runkotelutaso L_{prm} : 43				

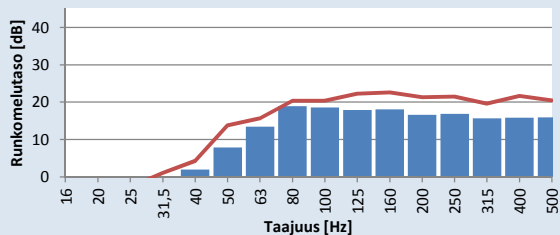
Runkotelun taajuussisältö terssikaistoittain.

Palkit kuvaavat kunkin terssikaistan keskiarvoa ja viivalla on kuvattu kunkin terssikaistan maksimiarvoa

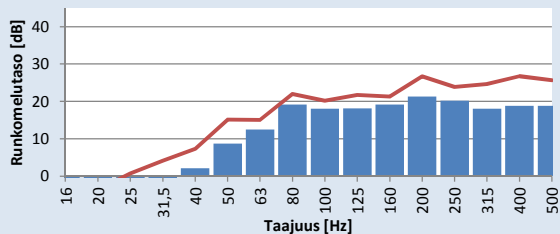
x - suunnassa



y - suunnassa



z - suunnassa



Maaperän värähtelystä arvioidut runkotelun tunnusluvut

x - suunnassa

Runkotelun tilastollinen tunnusluku L_{prm} 37 dB

y - suunnassa

Runkotelun tilastollinen tunnusluku L_{prm} 39 dB

z - suunnassa

Runkotelun tilastollinen tunnusluku L_{prm} 43 dB