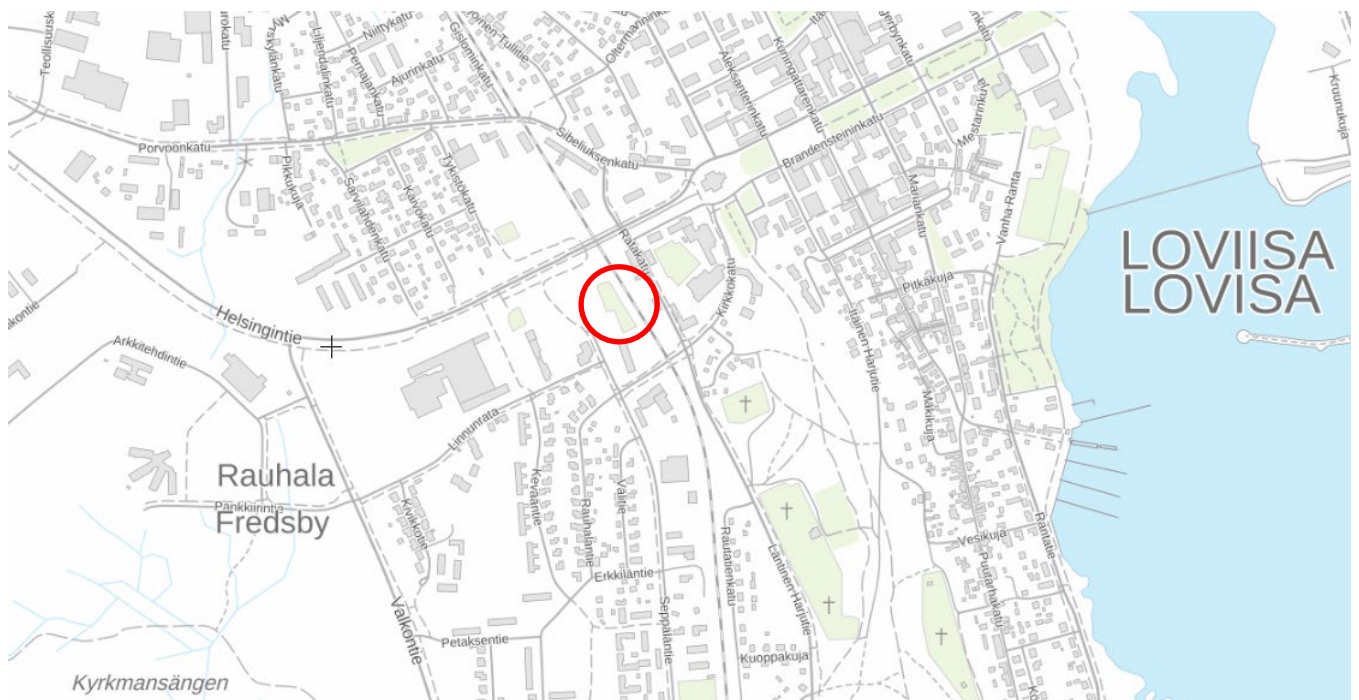


Tilaaaja	Loviisan kaupunki
Kohde	Loviisan AK muutos, 793 korttelit 792
Raportin versio	18.9.2023 Päivitetty asemakaavamuutosten tiedot sekä virikaudet vaurioitumisarkkitehtuuriasetus asemakaavamuutosten äänneseläntä 25.8.2023 Alkuperäinen raportti
Projekti nro	15108615
Tekijä	Ramboll Finland Oy PL 25, Itsehallintokuja 3 02601 Espoo
Suunnittelija	Joni Kempainen, kempainen.joni@ramboll.fi , +358 040 6196845
Tarkastaja	Joose Takala, takala.joose@ramboll.fi , +358 150 3542127

LOVIISAN AK MUUTOS K792-793

TÄRINÄ- JA RUNKOMELUSELVITYS



SISÄLTÖ

1.	JOHDANTO	2
2.	LÄHTÖKOHDAT	2
2.1	Maaperäolosuhteet	3
2.2	Raideliikenne	4
2.3	Ti- ja katuliikenne	4
3.	OHJEARVOT JA MENETTELYTAVAT	5
3.1	Yleistä	5
3.2	Tärinän ohjearvot	5
3.3	Tärinän aiheuttaman rakenteiden värähtelyn arviointi	6
3.4	Runkomelun ohjearvot	7
4.	VÄRÄHTELYMITTAUSTEN TOTEUTUS	10
5.	TÄRINÄTARKASTELUT	11
5.1	Mitattu maaperän värähtely ja arvioitu siirtyminen	11
6.	RUNKOMELUTARKASTELUT	18
6.1	Arviointiperusteet	18
6.2	Mittaukset ja tunnusluvut	18
7.	TULOSTEN ARVIOINTI JA JOHTOPÄÄTÖKSET	21
7.1	Tärinä	21
7.2	Runkomelu	21
7.3	Suosituksot tärinän ja runkomelun suhteeseen	22

1. JOHDANTO

Tämä selvitys liittyy Loviisan asemakaava-alueen rakennus- ja ympäristöselvitykseen nro 9/2023. Tässä työssä on laadittu mittauksien perusteella raideliikenteen melun voimakkuus suunnittelualueella.

Selvitys perustuu akustisten mittauksien tuloksiin, jotka on tehty 2023-06-16 elymittauksella. 187.202

2. LÄHTÖKOHDAT

Tämä selvitys on osa selvitysohjelman osi kirjoihin

- Asemakaava-alueen asemakaava-alueen muutos, 9.3.2023
- Päiväkotirakennuksen suunnittelu (Rauhalaantie 93), A7.2023 Michael Oy, 30.10.2023

Kohteen asemakaava-alueen esitetty 21.10.2023 asemakaava-alueen muutos on otettu kuvaan 2.1e. sijaitsee kalliin maaston alueella.



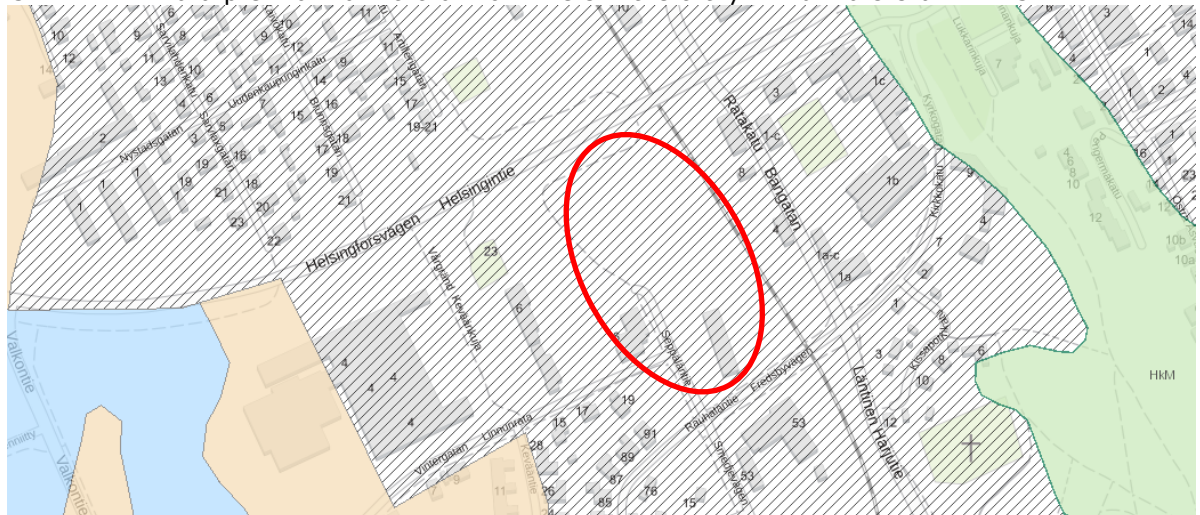
Kuva 2.1. Kohteen asemakaava-alueen muutos (9.3.2023). Päiväkotirakennuksen likimääräinen suunniteltu sijainti on rajattu kuvaan punaisella värillä



Kuva 2.2. Päiväkodin asemapiirustusluonnos (31.7.2023).

2.1 Maaperäolosuhteet

GTK:n maaperäkartta on esitetty kuvassa 2.3.



Kuva 2.3. GTK:n maaperäkartta. Suunnittelualan likimääräinen sijainti on merkitty kuvaan punaisella värillä.

3. OHJEARVOT JA MENETTELYTAVAT

3.1 Yleistä

VTT:n julkaisuasiutusliikennetärinän arvioimisesta (VTT:n Wörakriknäytö Papers 50, Espoo 2006) käytetään Suomessa yleisesti liikennetärinän arviointimenettely kolmella eri tarkkuuskennuksiin voidaan arvioida VTT:n erj usikiari tsyv ä r ä l i" i R l ä k n n e t ä r (VTT Tiedotteita 2425, Espoo 2008) ja "Ohjeita liikennetärinän arviointiin" (Espoo 2011).

Arviointitasolla 1 tarkastelu perustuu kokemusperäisiin maaperän ominaisuudet ja liikenteen tyyppi. Tarkastelulla lytarkastelu lainkaan tarpeen. Arviointitaso 2 perustuu teisiin tärinämittauksiin, jolloin otettiin huomioon. Arviointitasoa 2 suositellaan käytettäväksi, kun maaperän riskialuetta. Arkiarvioinnissa riittävän pitkäaikainen Tason 3 käyttöä tarvitaan, mikäli arviointitaso 2 laskeutuu luotettavaa kuvaa maaperän pystyvärähtelyn suuruudesta, arviointitaso 2 mukaan tärinä voi ylittää suositusarvon.

3.2 Tärinän ohjearovot

Tärinän aiheuttama mahdollista haittaa asuinmukavuudelle voidaan tunnusluku perusteella. Tunnusluku perustuu yksittäisiin värähtelyihin ja niiden perusteella määritellään suurimman yksittäisen tapahtuman kesto (suurimman yksittäisen tapahtuman hajonta). Tilastollisesti määrittää vain pitkäaikaisen mittauksen avulla.

Ympäristöministeriön asetus ympäristöolosuhteiden arviointia koskeista rakennusten suunnittelusta ja toteutuksesta -joon otettujen tärinäolosuhteiden arviointia koskevan standardin sovellettu yleisesti viitosuositukseksi standardissa SFS 5907:2022 Rakennusten akustisen laatuolosuhteiden ohjearovot ja laajemmin erillään.

VTT:n ohjearovot

Tunnusluvun perusteella rakennuksille on annettu suositus, joka esitetään taulukossa 3.1.

Taulukko 3.1. VTT:n mukainen rakennusten värähtelyluokitus häiritsevyyden arvioinnissa

Värähtelyluokka	Kuvaus värähtelyolosuhteista	$v_{w,95}$ [mm/s]
A	Hyvät asuinolosuhteet (Ihmiset eivät yleensä ehäyvä ää) se	$\leq 0,10$
B	Suhteellisen hyvät asuinolosuhteet (Ihmiset voivat havaita värähtelyt)	$\leq 0,15$
C	Suositus uusien rakennusten ja väylä (Keskimäärin 15 % asukkaista pitää häiritsevinä ja voi valittaa häiri	liien suunnitteluvärsä, h30e llyitä
D	Olosuhteet, joihin pyritään vanhoilla asuinalueilla (Keskimäärin 25 % asukkaista pitää häiritsevinä ja voi valittaa häiri	lla asuinalueilla värsä, h30e llyitä

Luokkaan C pyritään uusien asuinrakennusten ja toimistorakennusten (merkittävät toimistorakennukset) olevilla rakennuksilla pyritään tyy-

Taulukon 3.1 värähtelyluokitus koskee normaaleja asuinrakennuksellisesti ihmisiin tönnäköksi (esim. korkeatasoiset asuinrakennukset), värähtelyluokan tulee olla yhtä luokkaa korkeampi. Te, joissa ihmiset ovat pääasiassa liikkeessä, voimat kolla merkittävämpiä. Tällaisia voivat olla esim. kaupat, liikuntatilat.

Standardin SFS 5907:2022 ohjearvot

Taulukossa 3.2 on esitetty: Suurin sallittu liikenteen aiheuttaman värähtelyn voimakkuus eri luokituksissa A1-A3.

Taulukko 3.2. Suurin sallittu liikenteen aiheuttaman värähtelyn voimakkuus eri luokituksissa A1-A3.

Tila	Suurin sallittu värähtelyn tunnusluku $v_{w,95}$ [mm/s]		
	Luokka A1	Luokka A2	Luokka A3
Asuinrakennukset, palvelutalot ja hotellit			
Asuinhuone	0,15	0,30	0,60
Hotelli huone	0,15	0,30	0,60
Päiväkodit			
päiväkotien lepotilat yllä	0,15	0,30	0,60
Toimistorakennukset			
Toimistotilat	0,30	0,60	0,90
Oppilaitokset			
Opetustilat	0,30	0,60	0,90
Terveystieteiden rakennukset			
Leikkaussalit, ammatin vastustotillääkkitieteelliset kuvantam	0,10	0,10	0,10
Hoitotilat yllä, potilashuone	0,30	0,30	0,60

Luokka A2 vastaa ääniympäristöasetuksen ja ääniympäristöä, jota sovelletaan uusille rakennuksille. Luokka A1 mahdollistaa tavanomaista tasoa parempien rakennus-

3.3 Värähtelyn aiheuttaman rakenteiden vaurion arviointi ja ohjearvot

Taulukon 3.2 ja 3.3 kriteerit on esitetty taulukossa 3.3. Taulukon 3.3 kriteerit on esitetty taulukossa 3.3.

Taulukko 3.3. Liikennetärinän aiheuttaman rakenteiden vaurioitumisalttiuden luokitus

Vaurioitumisalttiuden luokka	Vaurioitumisalttiuden luokan kuvaus
V	Lähinnä rataa oleva alue, jossa maaperän voimaisuus aiheuttaa vahinkoriskin rakenteille.
H	Hyväkuntoisiin ja tavanomaisiin rakennuksiin ei käytökelvottomuutta aiheuttavia vaurioita, jos liikkuvien rakenteiden suunnittelussa on otettu huomioon havaittavien vaurioiden aiheuttamien vaurioiden mukavuutta. Vaurioitumisalttiutta tulee ottaa huomioon rakennuskanta ja käyttöikä.
E	Tärinä ei aiheuta normaali kuntoisten rakenteiden häiriövaikutusta. Vaurioitumisalttiutta ei oteta huomioon VTT tiedotteeseen 2569 mukaan.

Taulukko 4 on esitetty rakenteiden vaurioitumisalttiutta kuvaavien raja-arvojen osalta.

Taulukko 3.4. Rakenteiden vaurioitumisalttiutta kuvaavan luokituksen raja-arvot eri maaperän tapauksissa.

Maalaji ja hallitseva taajuus	Pehmeä savi <10 Hz	Sitkeä savi, siltti, löyhä hiekka 10-20 Hz	Tiiviit kitkamaat, rikkinäinen kalliokallio 20-50 Hz	Kiinteä kalliokallio >50 Hz
	v_{max} (mm/ s)			
V-alue	3	4, 2	6	7, 2
H-alue	1-3	1, 4, 2	2-6	2, 4, 2
E-alue	< 1	< 1, 4	< 2	< 2, 4

Taulukko 4 luokitus perustuu värähtelyn huippuarvoon, eikä oteta huomioon värähtelyn keston vaikutusta. Tyypillisesti huippuarvo on noin 10-20% keskimääräisestä värähtelystä.

3.4 Runkomelun ohjearvot

VTT:n julkaisut ”Maailman runkomelun arviointi, VTT 2009” käytetään Suomessa yleisesti liikenteestä aiheutuvien runkomelun kolmetasoinen arviointimenettely, johon kuuluu, joka määrittää mittaus tulosten perusteella.

VTT:n ohjearvot

Taulukko 4 on esitetty suositus Suomessa käytettävistä runkomelun ohjearvoista. Suositukset on asetettu tavoitteena on ollut häiriövaikutuksen minimointi. Koska häiriövaikutuksen olosuhteet ja raja-arvot vaihtelevat, on suositeltavaa käyttää tätä pienemmät.

Taulukko 3.4. VTT:n suosittelemat runkomelun ohjearvot.

Rakennustyyppi	Runkomelun raja-arvo [dB]
Radion- ja äänitysstudiot	25...30
Asuinhuoneistot	30 / 35*
Hoitotiloja sosiaalihoollon laitokset, majoitustilat <ul style="list-style-type: none"> - potilashuoneet, majoitustilat - päiväkodit, lasten ja henkilökunnan oleskeluun tarkoitettujen tilojen 	30 / 35*
Kokoon- ja kokoontumistilat <ul style="list-style-type: none"> - loppuhuoneet, luento- ja muut huonetilat, joissa edellytetään yleisön saavan hyvin puheesta selvän ilman äänentoistolaitteiden käyttöä - muut kokoontumistilat kuten teatterit ja kirjastot 	35
Toimistot, kaupat, näyt	40 / 45*

*Avoradat. Mikäli kaavamääräyksellä on annettu ohje julkinen tila, on suositeltavaa käyttää runkomelun raja-arvoa tiukempaa rajaa.

Ympäristöministeriön asetus 796/2017 ja ääniympäristöohje (2018)

Ympäristöministeriön asetus 796/2017 ympäristöohjeessa annettu maaperäiselle rakennukselle 30 dB ja avoroilla 35 dB raja-arvot majoitustiloissa ja potilashuoneissa. Raja-arvot on tarkennettu esimerkiksi ruokailu-, hoitotiloissa ja kuntatoimistotiloissa, suunnitellaan tapo-tiloissa saavutettavana ääniympäristö.

Standardin SFS 5907:2022 ohjearvot

Taulukossa 3.5 on esitetty standardin SFS 5907:2022 mukaiset tunnusluvut eri tilatyypeille eri laatuluokituksen tap

Taulukko 3.5. Suurin sallittu liikenteen aiheuttaman runkomelun tunnusluvun L_{prn} arvo luokituksissa A1-A3 erikseen ratatunnelin ja avoradan tapauksessa.

Tila	Suurin sallittu runkomelun tunnusluku L_{prn} [dB] ratatunneli / avorata		
	Luokka A1	Luokka A2	Luokka A3
Asuinrakennukset, palvelutalot ja hotellit			
Asuinhuoneet	25 / 30	30 / 35	35 / 35
Hotelli huone	30 / 30	35 / 35	35 / 35
Päiväkodit			
Päiväkodin ja lepoukset	30 / 35	35 / 40	40 / 45
Ympäri vuorokauden toimivat päiväkodit, opetustilat ja lepoukset yleensä	25 / 30	30 / 35	35 / 35
Toimistorakennukset			
Toimistotilat	30 / 35	35 / 40	40 / 45
Oppilaitokset			
Opetustilat	30 / 35	35 / 40	40 / 45
Terveystieteiden rakennukset			
Potilashuoneet, tutkimukseen ja leppämiin käytettävät hoitotilat, tutkimus- ja kuulontutkimus- huone, perhehuone, päiväystäjien leppoukset, musiikkiterapia- huone	25 / 30	30 / 35	35 / 35
Hoitotilat	30 / 35	35 / 40	40 / 45

Luokka A2 vastaa ääniympäristöasetuksen ja ääniympäristöä, jota sovelletaan uusille rakennuksille. Luokissa A3 Luokassa A1 mahdollistaa tavanomaista tasoa parempien rakennus-

4. VÄRÄHELYMITTAUSTEN TOTEUTUS

Suunnittelualueella on oltava tietyt mittarit, jotka on otettava huomioon 216.161.ä 18.7.2023. Mittausten käynnistävä liipaisuraja pyrittiin suureksi kuitenkin siten, että junien ohikäykät määräytyvät aikaisesta aikataulutietojen perusteella varmistettujen junien osalta. Junien kulitukseen ei kuitenkaan ole tainoastaan 12 kpl kunkin v. mittauspisteitä kohti aikojen ohitusten määrä on määrätty siten, että mittarit on otettava huomioon, jotta mittattujen ohitusten määrää olisi saatavilla lisänyt mittauksen kustannusta, joten mittauksen kesto on

Mittarit olivat kolme asennettua mittaria, jotka on otettava huomioon tärkeitä perusasetus oli asennettuna v. 2023. Mittausten käynnistävä liipaisuraja pyrittiin suureksi kuitenkin siten, että junien ohikäykät määräytyvät aikaisesta aikataulutietojen perusteella varmistettujen junien osalta. Junien kulitukseen ei kuitenkaan ole tainoastaan 12 kpl kunkin v. mittauspisteitä kohti aikojen ohitusten määrä on määrätty siten, että mittarit on otettava huomioon, jotta mittattujen ohitusten määrää olisi saatavilla lisänyt mittauksen kustannusta, joten mittauksen kesto on

Ensisijaisesti mittareita pyritään sijoittamaan mahdollisimman nusten kohdalle yhteen tai useampaan linjaan joiden välillä käynnistää mittauksen kaikissa mittareissa junan ohituksen riskialttiiksi mittareiden sijoittelun kannalta läheisen kaa. Mittauslinjan toteuttaminen on kuitenkin vaarallista, josta turhan riskialttiiksi ja hankalammaksi toteuttaa näitä kenteen takia. Tässä tapauksessa mittarit sijoitettiin joiden riskin minimointi on kuvassa 4.1.5. Mittarit on sijoitettu linjaan ja mittari 1 m

Alueelle asennettiin tärinämittarit kuvan 4.1 osoittamilla



Kuva 4.1. Mittauspisteiden likimääräinen sijainti suunnittelualueella merkittynä asemakaavaluonnokseen.

Mittauspisteiden (merkittyy kuvassa välillä) ääliä on ilmoitettu mitteiden etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta.

- MP1: 4m lähimmältä keskilinjasta
- MP2: 4m lähimmän raiteen keskilinjasta
- MP3: 3,7m lähimmän raiteen keskilinjasta
- MP4: 3m lähimmän raiteen keskilinjasta
- MP5: 6m lähimmän raiteen keskilinjasta

Mittaukset toistettiin (MP: 2) ja ilsaisten että ko. määrittämisen mittarin liipaisunäytin tntauslinjan kaikkien mittauspisteiden sijaitsevat suunniteltavien laitejärjestelyjen sijaitsevat mittausteknisistä syistä lähimäke- ja ratien ko.

Mittaustapahtumista arvioitiin junien aikataulutietojen, lön perusteella junaliikenteen aiheuttamat tapahtumat.

5. TÄRINÄTARKASTELUT

5.1 Mitattu maaperän värähtely ja arvioitu siirtyminen rakenteisiin

Tauluk 5.1: Saon esitetty kunkin mittarin 15 suurimmasta tärinä värähtelyn taajuuspainotetut tehollisarvot.

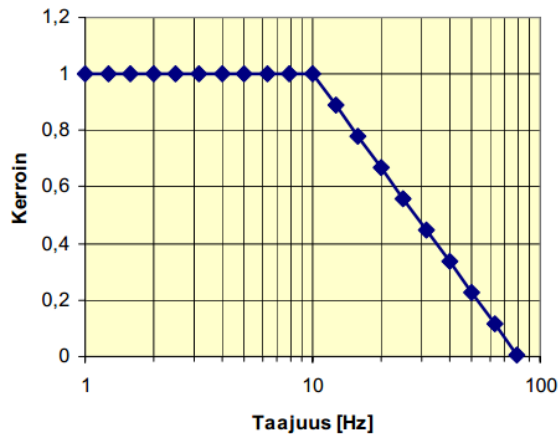
Taulukko 5.1. Mittaustulokset ja maaperän värähtelyn tunnusluvut 15 suurimmasta tärinä tapahtumasta. Vihreä = luokka A. Keltainen = luokka B. Oranssi = Luokka C. Punainen = luokka D tai sen ylittävä arvo.

Mittari	keskiarvo $v_{w, a}^{1/3}$ (mm/s)	keskihajonta σ (mm/s)	maaperän värähtelyn tunnusluku (mm/s)
MP 01 (maaperä)			
pysty	1,099	0,306	1,65 (> luokka D)
vaaka	0,694	0,181	1,02 (> luokka D)
pituus	0,829	0,190	1,17 (> luokka D)
MP 02 (maaperä)			
pysty	1,362	0,328	1,953 (> luokka D)
vaaka	0,785	0,173	1,096 (> luokka D)
pituus	0,743	0,095	0,914 (> luokka D)
MP 03 (maaperä)			
pysty	0,405	0,090	0,568 (luokka D)
vaaka	0,207	0,048	0,294 (luokka C)
pituus	0,192	0,038	0,261 (luokka C)
MP 04 (maaperä)			
pysty	0,169	0,055	0,268 (luokka C)
vaaka	0,120	0,031	0,176 (luokka C)
pituus	0,129	0,046	0,211 (luokka C)
MP 05 (maaperä)			
pysty	0,170	0,081	0,315 (luokka D)
vaaka	0,075	0,023	0,116 (luokka B)
pituus	0,105	0,039	0,176 (luokka C)

Eriteltyt tärinä tapahtumat maaperästä tärinän läheisyyden läheisyyden pisteiden liittäessä 2 luokkaan D ja sijaitut korkeintaan D.

Värähtelyn suuruus arvioidaan rakennuksen ajurliikaisuissa "Rakennuksen siirtyvän liikennetärinän arviointi" (VTT Tiedotteita 2425, Espoo 2008) mukaan.

Terssikaistoihin jaettua maaperänpäinnoitetta käytetään 30 Hz ja istoit kertoimella, jotta taajuuksien välisistä perustuksiin. Tämä tulokset telyn tunnus (kuva 5.1).



Kuva 5.1 Perustuksen värähtelyn arvioimisessa käytetty maaperän värähtelyn pienennyskerroin ("Rakennuksen siirtyvän liikennetärinän arviointi", VTT Tiedotteita 2425, Espoo 2008)

Perustuksen värähtelyn siirtymistä rakennuksen runkoon k... periaatteella $w_{w,95}^{runko}$ runkoon ominaistaajuudella tapahtu... (tunnus $w_{w,95}^{runko}$). Taulukko 5.2 esitetty rakennuksen kerrosluvun rungon ominaistaajuuteen.

Taulukko 5.2. Kokemuspäiseen tietoon (VTT Tiedotteita 2425, 2008) perustuva rakennuksen kerrosluvun vaikutus rakennuksen rungon ominaistaajuuteen.

Kerros lukumä	Terssikaistan keskitäajuus [Hz]									
	1, 6	2	2, 5	3, 15	4	5	6, 3	8	10	12, 5
1, -2						X	X	X	X	
3				X	X	X	X			
4			X	X	X	X				
5		X	X	X	X					
6-7	X	X	X	X						
8	X	X	X							
9-10	X	X								

Tasaisen vahvistumisen periaatteella laskettu rungon vär...

$$v_{w1}^{runko} = k_1^{runko} \cdot \max(v_{w,95}^{per,x}, v_{w,95}^{per,y}, v_{w,95}^{per,z})$$

missä $k_1^{runko} = 1, 5$ kaikitalie yksikerroksisille rakennuksille j... le perustetuille rakennuksille.

Kaksi tai useampi kerroksisille rakennuksille tehdään lis...

$$v_{w2}^{runko} = k_2^{runko} \cdot v_{w,j}^{per,x/y}$$

Missä $k_2^{runko} \in [0, 1]$.

Lattian värähtelyä arvioidaan samoin joko tasaisen voiman v_{wl}^{lattia} tai lattian ominaistaajuudella tapahtuvan resonanssin avulla.

$$v_{w1}^{lattia} = k_1^{lattia} \cdot v_{w,95}^{per,z}$$

missä $k_1 = 1,5$.

$$v_{w2}^{lattia} = k_2^{lattia} \cdot v_{w,j}^{per,z}$$

missä $k_2 = 6,0$. Väestön helpen perustuksen pystyvärähtely sillä taajuudella, jolla lattian ominaistaajuuden ajatellaan sattuvan. Tässä tapauksessa oletetaan, että tämä varma on, sillä se riippuu mm. lattian jännityksestä ja rakenteesta. Värähtelyä tehdään tässä värähtelyltään suurimman yksittäisen värähtelyn saadaan pahin mahdollinen tilanne.

Taulukko 5.3 on esitetty rakennuksen rungon ja lattian arvioinnin yhteydessä.

Taulukko 5.3. Mittausten perusteella määritetyt rakennuksen värähtelyn tunnusluvut. Vihreä = luokka A. Keltainen = luokka B. Oranssi = Luokka C. Punainen = luokka D tai sen ylittävä arvo.

Mittauspiste	maaperän värähtelyn tunnusluku v_w, g_{3^a} (mm/s)	perustuksen värähtelyn tunnusluku v_w, g_{3^e} (mm/s)	rungon värähtelyn tunnusluku v_w, g_{3^k} (mm/s)	väestön värähtelyn tunnusluku v_w, g_{3^u} (mm/s)	lattian värähtelyn tunnusluku v_w, g_{3^l} (mm/s)	lattian värähtelyn tunnusluku v_w, g_{3^l} (mm/s)
MP 01 (maaperä)						
pysty	1,650	1,106	-	-	1,658	3,358 @ 1
vaaka	1,020	0,562	0,843	1,255 @ 1	-	-
pitä	1,170	0,583	0,875	1,103 @ 1,5	-	-
MP 02 (maaperä)						
pysty	1,953	1,208	-	-	1,812	3,685 @ 2
vaaka	1,096	0,624	0,936	1,236 @ 2	-	-
pitä	0,914	0,475	0,712	0,866 @ 2	-	-
MP 03 (maaperä)						
pysty	0,568	0,378	-	-	0,567	1,241 @ 1
vaaka	0,294	0,207	0,311	0,396 @ 2	-	-
pitä	0,261	0,186	0,280	0,395 @ 1	-	-
MP 04 (maaperä)						
pysty	0,268	0,189	-	-	0,283	0,86 @ 16
vaaka	0,176	0,139	0,208	0,315 @ 12	-	-
pitä	0,211	0,170	0,255	0,444 @ 12	-	-
MP 05 (maaperä)						
pysty	0,315	0,219	-	-	0,328	0,929 @ 1
vaaka	0,116	0,091	0,136	0,229 @ 12	-	-
pitä	0,176	0,138	0,207	0,315 @ 12	-	-

Mittauspisteet 1 ja 2 sijaitsivat huomattavasti lähempänä joutokentän pohjaa, joten niiden osalta mittaustuloksia ei ole tarkoituksenmukaisena ottaa huomioon. Näiden mittauspisteiden osalta tuloksia ei oteta huomioon vaihtoehtoisten käyttömuotojen määrittämisessä.

Tärinätasojen voimistuksessa tasaisinta voimistusta on 4 ja 5 k...
 osalta sijoitutaan korkeintaan luokkaan C ja mittauspiste...
 raja-arvo $v_{0,95} \leq 0,3$ mm/s ylittyy lievästi). Vastaavasti lattioiden osalta mittauspisteissä 3 ja 5
 sijoitutaan korkeintaan luokkaan D (amvot $v_{0,95}$ ei ylity edes ääntä...
 tauspisteissä 4 sijoitutaan luokkaan C.

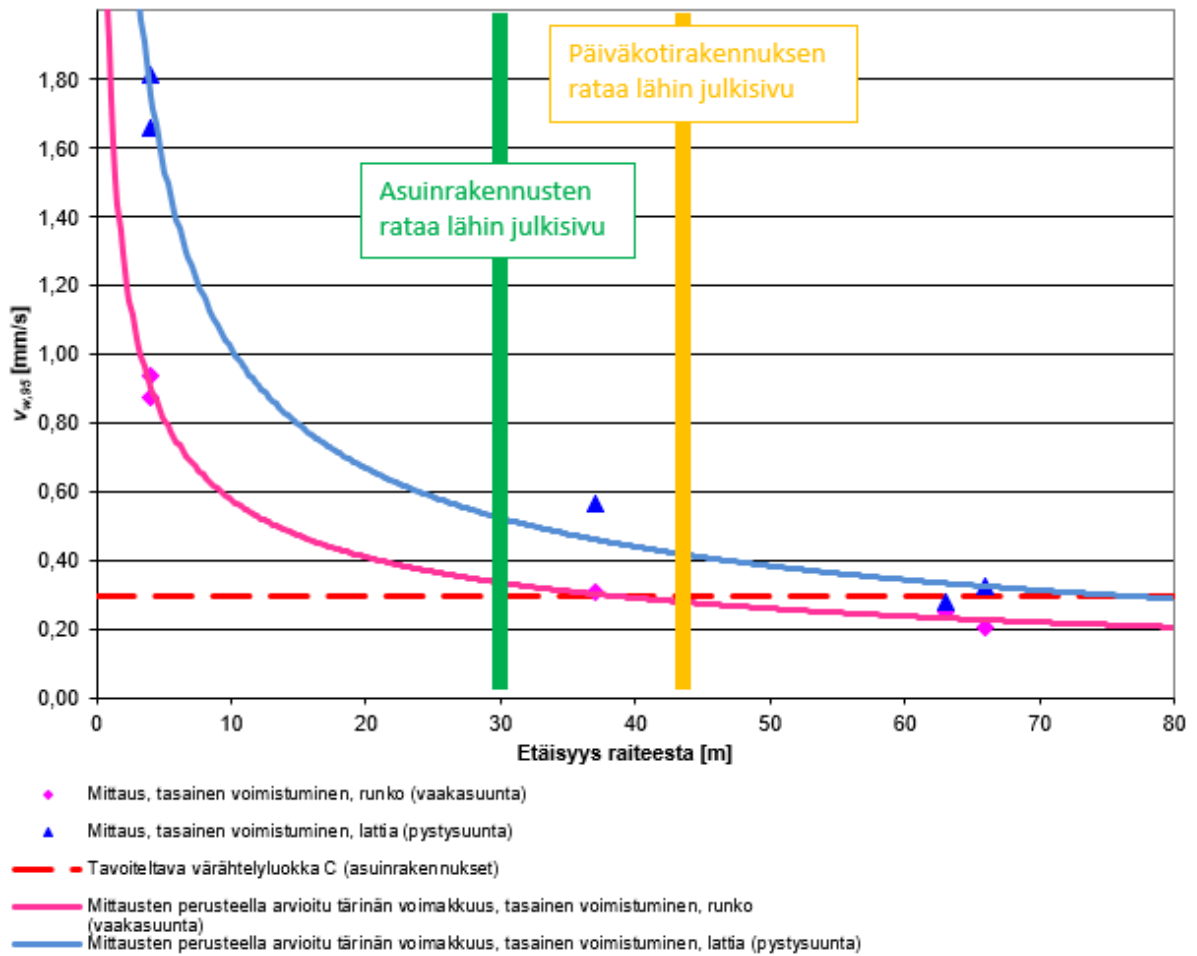
Tärinätasojen voimistuksessa laetulla lattian osalta tärinä...
 voimakkuus ylittyy $v_{0,95} \leq 0,6$ mm/s). Vastaavasti rungon osalta kaikissa mittauspisteissä
 sijoitutaan vähintään luokkaan D.

Liitteen 1 mittaus tulosten aspektiivisen perustuksen...
 tärinärunon osalta kaksitasoisempaa tärinän ollessa voimakka...
 li 16.2 0 Hz mittauspisteeseen. Keskittämällä rataa mittauspiste...
 tärinä on keskimääräinen vaurioindeksi 12,1 ja...
 keskimääräinen voimakkuus 16 Hz taajuusalueella.

Julkaisun "Ohjeita liikennetärinän arviointiin" (VTT Tie...
 tasaiseen voimistukseen sisätilojen värähtelystä on...
 oleva enimmäisarvo värähtelyn tunnusluvulle, pitää varautua...
 muuttamiseen tai värähtelyn vaimentamiseen. Mikäli tasais...
 sisätilojen värähtelystä täyttää tavoitteen, mutta rungon...
 on tavoitteen arvoa suurempi, suunnitellaan rakennuksen runko...
 satu maaperän värähtelyn dominoivalle taajuusalueelle.

Kuvassa 5.1 on esitetty mittausperusteellisesti...
 syyden funktiona kaksitasoisuuden ja lattian osalta tasais...
 Kuvaan on lisäksi merkitty päiväkotirakennuksen...
 syy radasta.

TÄRINÄN ENNUSTETTU VAIMENEMINEN ANNETUISSA OLOSUHTEISSA



Kuva 5.1. Mittausten perusteella arvioitu värähtelyn voimakkuus rakennuksessa tasaisen voimistumisen oletuksella sekä suunniteltujen rakennusten etäisyys radan keskilinjasta (päiväkoti n. 43 m ja asuinrakennukset n. 30 m).

Kuvan 5.1 perusteella tasaisen voimistumisen oletuksella arvioitu värähtelyn voimakkuus rakennuksessa tasaisen voimistumisen oletuksella sekä suunniteltujen rakennusten etäisyys radan keskilinjasta (päiväkoti n. 43 m ja asuinrakennukset n. 30 m).

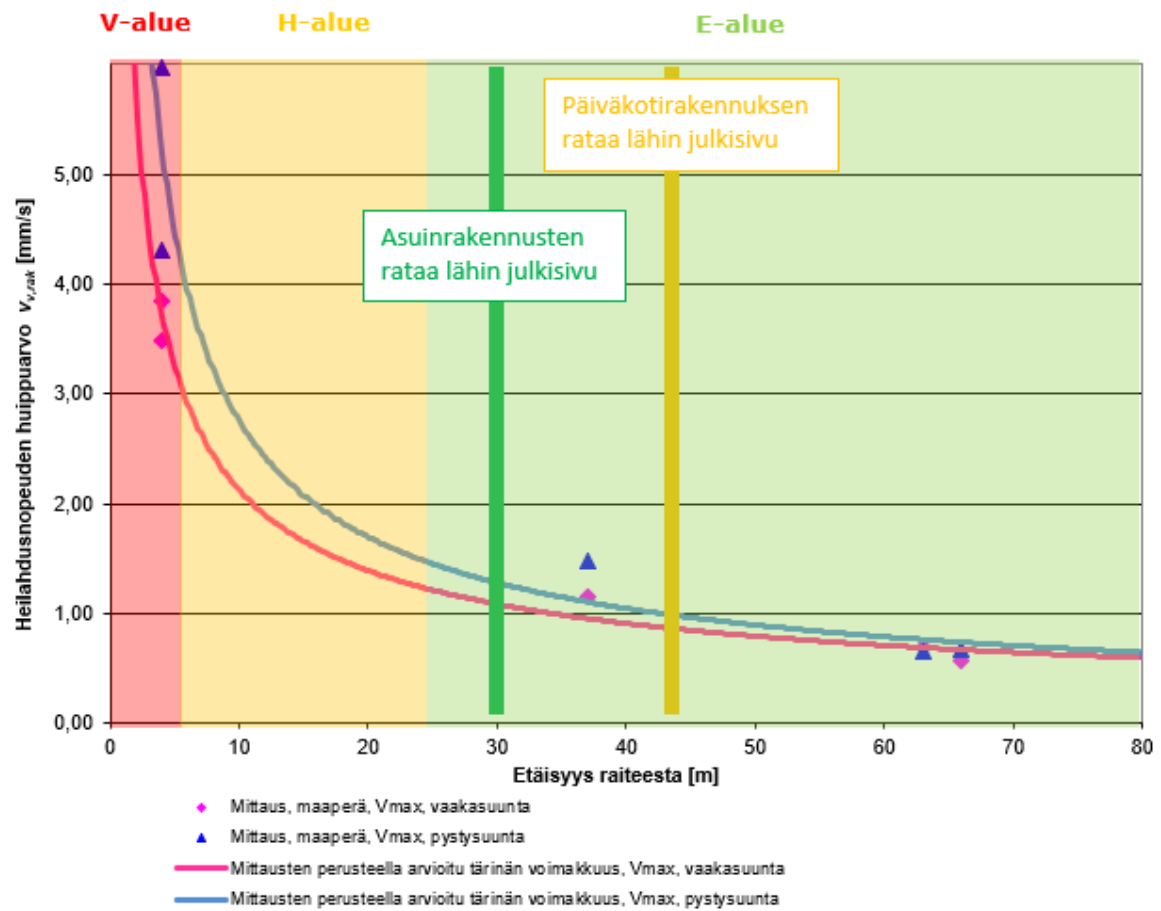
Arviointi vaurioitumisalttiuden perusteella

Tärinän aiheuttamaa rakenteiden vaurioitumisalttiutta arvioidaan rakenteiden vaurioitumisalttiuden perusteella. Tässä arvio on tehty kunkin mittarin taustavärtäjäarvojen perusteella. Tulokset on esitetty taulukossa 5.4.

Taulukko 5.4. Arvioitu rakenteiden vaurioitumisalttius. Luokitus vallitsevan taajuuden mukaisesti.

Mittari	maaperän värähtely (Hz)
MP 01 (maaperä)	
pysty	4,3122 @ 0 Hz
vaaka	3,1022 @ 0 Hz
pituus	3,4853 @ 5 Hz
MP 02 (maaperä)	
pysty	5,976 @ 31,5 Hz
vaaka	3,839 @ 25,0 Hz
pituus	3,074 @ 40 Hz
MP 03 (maaperä)	
pysty	1,482 @ 25,0 Hz
vaaka	1,154 @ 12,5 Hz
pituus	0,863 @ 12,5 Hz
MP 04 (maaperä)	
pysty	0,657 @ 16,0 Hz
vaaka	0,501 @ 12,5 Hz
pituus	0,686 @ 12,5 Hz
MP 05 (maaperä)	
pysty	0,674 @ 16,0 Hz
vaaka	0,351 @ 12,5 Hz
pituus	0,575 @ 20 Hz

Rakenteellisen vaurion riskin kannavärtäjäarvoa kuvaavien rakenteiden vaurioitumisalttiuden perusteella arvioiduista tärinäkennusten kouru- ja värähtelyolosuhteista on esitetty taulukossa 5.4. Tässä arvio on tehty kunkin mittarin taustavärtäjäarvojen perusteella. Tulokset on esitetty taulukossa 5.4. Kuvaan on lisäksi merkitty päiväkotirakennuksen sekä asu-



Kuva 5.2. Mittausten perusteella arvioitu värinän enimmäisarvo V_{max} rakenteissa etäisyyden funktiona sekä suunniteltujen rakennusten etäisyys radan keskilinjasta (päiväkoti n. 43 m ja asuinrakennukset n. 30 m). Maaperän oletus sitkeä savi, siltti, löyhä hiekka 10-20 Hz.

Alustapäiväkirjoitusten mukaan rakennusurakoitsijien ja suunnittelijoiden yhteistyönä on toteutettu maaperän tutkimukset ja värinän enimmäisarvo V_{max} on arvioitu rakenteissa etäisyyden funktiona. Maaperän oletus on sitkeä savi, siltti, löyhä hiekka 10-20 Hz. Huomioida myöhemmissä suunnittelussa, että maaperän ominaisuudet vaikuttavat värinän enimmäisarvoon V_{max} ja siten rakenteiden suunnitteluun.

6. RUNKOMELUTARKASTELUT

6.1 Arviointiperusteet

Runkomelun esiintymistä rakenteissa voidaan arvioida julkaistun standardin "Liikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi" (VTT T2468) mukaisesti.

Runkomelu on ulkoisen värinäherätteen aiheuttamaa rakennuksen kuultavissa äänenä. Runkomelun aiheuttava värähtely siirtyy tyvisesti kalliion ja kovien maakerrosten kautta rakennuksen runkomelurähtely on selvästi korkeampitaajuuksista. Merkittävin runkomelun lähde on liikennetärintä.

Kuten liikennetärintälle, myös runkomelulle on esitetty korjauskeinoja, jotka perustuu turvaetäisyyden säilyttämiseen ja rakennuksen vaimennukseen. Jos nämä toimenpiteet eivät riitä, tarvitaan tarkempi runkomelutarkastelu ei enää ole tarpeen.

Arviointitasossa 2 tehdään värähtelyn siirtotieteen perusteella runsaasti hyvin empiirinen ja perustuu suoraan kokeellisiin tuloksiin.

Arviointitasossa 3 runkomelu todennetaan mittaamalla.

6.2 Mittaukset ja tunnusluvut

Runkomelun tunnusluku määritellään junan ohitusten aiheuttaman runkomelun voimakkuuden perusteella. Arviointitasossa 2 ja 3 runkomelun voimakkuus määritellään seuraavalla tavalla:

$$L_{pm} = L_{pASmax,mean} + 1,65 \cdot s$$

Tämä tunnusluku kuvaa runkomelun voimakkuutta ja sen aiheuttamia häiriöitä. Mittaus tehdään värähtelytieteen perusteella. Arviointitasossa 2 ja 3 runkomelun voimakkuus määritellään seuraavalla tavalla VTT T2468 mukaisilla korjaustekijöillä.

- A-painotus taajuuskaistoittain (≥ 16 Hz)
- Muunnos värähtelytasosta äänepainetasoksi
- Rakennustyypin rakennustyyppi korjauksesta, perustuu 0 kdB:iin
- Rakenneseinien resonanssin mahdollisuus +6 dB
- Varmuusmarginaali +3 dB (normaali laskennallisen tarkkuuden tapauksessa epävarmuutta vähentävä korjaus, joka ei ole tarpeen, jos mittaukset on tehty kaluston ominaisuuksien varmuuksia ei ole).

Rakennustyypin korjauskertoimia voidaan käyttää, kun perustuu vähintään 3 metriä.

Runkomelun mittauksissa ja tulosten laskennassa käytetään jaksen suhteen epätäydellinen ko. mittaus. Mittaus tehdään tässä tapauksessa laskettu ilman rakennuksen vaikutusta. Korjauskerroin on 10:0 dB betoni- ja 10:0 dB koska rakennus kytkeytyy paalutussyväälle maahan. Käytetyt mittausastutukset ovat valittu rakennuksen siirtyvän runkomelun voimakkuutta.

Taulukossa esitetty mittaus tulosten perusteella lasketun runkomelun tapauksessa.

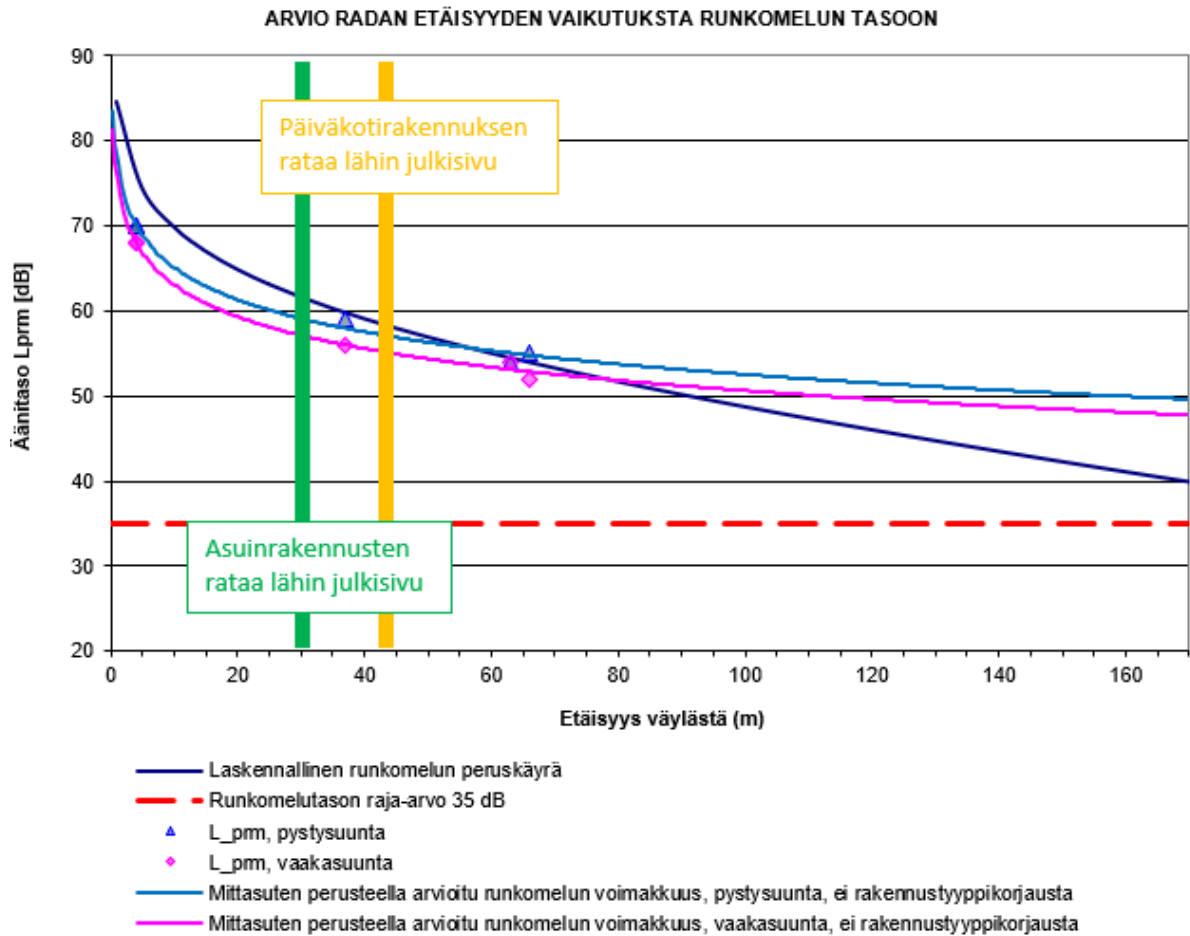
Taulukko 6.1. Maaperän värähtelyn perusteella määritetyt runkomelun tunnusluvut rakennusten alimmissa kerroksissa (paaluperustus, ei rakennustyyppikorjausta). Ylemmissä kerroksissa tuloksista voi vähentää -2 dB/kerros 5. kerrokseen asti, ja -1 dB tätä ylemmissä kerroksissa.

Mittauspiste	keskimääräinen runkomelutaso suuriimmassa ohituksessa $L_{pASmax, m}[dB]$	15. alar-dihajonta $L_{prn}[dB]$	runkomelutunnusluku $L_{prn}[dB]$	suurin yksittäinen ohitus $L_{prn}[dB]$
MP1 (maaperä)				
pysty	65, 2	3, 19	70	70, 3
vaaka	64, 5	2, 23	68	67, 9
pituus	65, 9	1, 57	68	68, 4
MP2 (maaperä)				
pysty	65, 9	2, 59	70	71, 0
vaaka	64, 5	1, 60	67	66, 7
pituus	65, 6	1, 30	68	67, 6
MP3 (maaperä)				
pysty	53, 7	3, 12	59	59, 5
vaaka	49, 5	2, 97	54	56, 8
pituus	49, 8	3, 51	56	54, 1
MP4 (maaperä)				
pysty	43, 7	5, 93	54	54, 5
vaaka	41, 0	4, 51	48	49, 0
pituus	45, 2	5, 32	54	51, 6
MP5 (maaperä)				
pysty	42, 9	7, 40	55	56, 0
vaaka	39, 4	4, 37	47	48, 9
pituus	41, 8	5, 91	52	52, 3

Mittauspisteet 1 ja 2 sijaitsivat huomattavasti lähempänä joten niiden osalta mittaustuloksia ei ole arvioitu tulosten tarkentamiseksi. Näiden mittauspisteiden osalta tuloksia vaiennuskäyrämuotojen määrittämisessä.

Mittauspiste 3 esitettävät vaakavärähtelyt on pääväärähtelyt rakennukselle. Rakennuksen ulkovaipan ääneneristävyyden suositeltavaa sovelletaan (MP3) ja vaakavärähtelyn (MP3).

Kuvas 6.1 on esitetty mittausten perusteella arvioitu runkomelun etäisyyden funktiona.



Kuva 6.1. Mittausten perusteella arvioitu runkomelun voimakkuus rakennuksessa paaluperustuksen tapauksessa sekä rakennusten suunniteltu lyhin etäisyys radan keskilinjasta (päiväkoti n. 43 m ja asuin-kerrostalot n. 30 m).

Kuvan 6.1 perusteella suunnitellun päiväkotirakennuksen lähiympäristön osalta on perusteltu, että radan lähimmien tilojen osalta on pystytty toteuttamaan suunnitellun runkomelutason ohjearvoa alemman ohjearvosuosituksen 30 dB:n vaatimusta.

Kuussa 6.1 esitetyt mitausten perusteella arvioidut runkomelun voimakkuuden arviointiin eri etäisyyksillä radasta todennäköisesti ylempi voimakkuus suuremmilla etäisyyksillä on esitetty lisäksi ns. laiskanahhaken peruskäyrä menevän jyrkemmin etäisyyden funktiona.

7. TULOSTEN ARVIOINTI JA JOHTOPÄÄTÖKSET

7.1 Tärinä

Tasaisesti vaimenevan oletuksellal päänvärähtelön rakennuksille sovelletaan värähtelyolosuhteiden vaikutusta laskettaessa etäisyyden ollessa 70 metrin ja rungon osalta laskettaessa sivoydena laskettaen metr suunnittelualueella väkivärähtelön rakentamiskohdalla sijaitsevan alle metrinen etäisyydelle radasta mahdollisesti havaitsevan näkökohdista suunnittelualueella työn väkivärähtelystä, rungon resonanssin ri

Radan lyhin etäisyys suunnittelualueen rakennuksiin on asuinrakennuksen osalta 43 metriä. Värähtelyluokan C tärinän arvioidaan ylittävän sekä päiväkotia, että asuinrakennusten soitteluilla

7.2 Runkomelu

Selvityksen perusteella voidaan arvioida, että rakennuksien sisäisessä paaluperustuksen tapauksessa ei ole merkittäviä vaikutuksia. Muut paaluperustukset ohjataan siten, että väreiden vaikutus on mahdollista kodin tapauksessa vähintään 150 metriä ja kukaan ei ole lähtökohtaisesti suunnittelualueella rakentaminen ei ole lähtökohtaisesti suunnittelualueelle radasta mahdollista. Tämän seurauksena ei ole merkittäviä vaikutuksia suunnittelualueen sisäisessä perustettaessa rakennukset pa

Radan lyhin etäisyys rakennuksiin on asuintalojen osalta noin 43 metriä. Tämän seurauksena ei ole merkittäviä vaikutuksia suunnittelualueen sisäisessä perustettaessa rakennukset pa

7.3 Suositukset tärinän ja runkomelun suhteen

Suunnittelualue sijaitsee läheltä aulasta ja sen vaikutus on merkittävä runkomeluhaitan riskin lisäksi vielä arvioida tärinän haitan vähentämiseksi rakentamisessa tai harkittava hemmän liikennetärinälle. Huomattavaa on, että rakentamisella voidaan osaltaan vähentää aiheutuvan runkomelun ja tärinän vaikutusta. Tyypillään tärinän alueen kaavoitukseen kaavaan perusteellisesti tarkasteltiin ja suunniteltiin tärinän vaikutusta joko rakennusten massoitteluilla tai rakenteellisella tärinän tai rakennusten perustuksissa.

Asemakaavaan tulisi sisällyttää tärinän vaikutuksen huomioon ottaen suunnitella rakennusten asuinhuoneiden ikkunoita vähintään 300 mm/sä ja runkomelun vähentämiseksi 35 dB A:n tasoon. Tämän lisäksi rakennusten sisäisessä perustettaessa rakennukset pa

Ensimmäisenä toimenpiteenä on suositeltavaa vähentää tärinän vaikutusta kasvattamalla rataa. Runkomelu ja tärinä ovat merkittäviä vaikutuksia suunnittelualueen sisäisessä perustettaessa rakennukset pa

haitan vähentämiseksi on sijoittaa melulle herkimmät tilat lähemmäs herkkiä tiloja (kuten herkkäsoittajat ja musiikkiläisyydet) suunnittelussa tulee varautua siihen, että melun vähentämiseksi toteutettavat toimet eivät välttämättä ole mahdollisia, jos toimenpiteitä ei voida poistaa esimerkiksi ajoneuvon ajoneuvon tai hidastamalla junien ohiajoja.

Maaperässä radan ja suojattavien rakennusten välissä vaikkakin kalkkisementtiä sisältävien betonien käyttöä ei suositella, joko suojattavien rakennusten/korttelin vieressä tai läheisyydessä. Suojattavien rakennusten ja yleisesti käytetty runkomelun vaimennusratkaisu on keuhkomeluvärähtelyä vaimentavalla matolla (esim. Sylomer). Vaimentamiseen ja mitoituksessa tulee huomioida myös tärinämiksi voidaan rakennus vastaavasti keuhkomelun vaimennuksen lisäksi kustannuksiltaan huomattavasti korkeampi ratkaisu, esimerkiksi anturoita ja maanpaineseniä vastenevat levyt. Suojattavien rakennusten tarkoituksena on osaltaan katkaista värähtelyn etenemistä.

Päiväkoti-rakennuksen osalta melun vähentämiseksi on mahdollista toteuttaa kustannustehokkaasti melun vähentämisen ratkaisun pilareilla (k500) muodostavat kaksi riviä (k500 välipilareilla) 12,5 m. Rakenne ulottuu pehmeiden maakerrosten päälle alueen maaperätietojen perusteella tarvittavaksi syvyyksiin 15 m. Tärinäseiniä kiittää rakennuksen kolmelta sivulta (rakennuksen pituus 160 m) tärinän vähentämiseksi on mahdollista toteuttaa Fore:n yksikkökustannuksella noin 2000 €/m². Tärinän vähentämiseksi toteutuksessa tulee selvittää ja ottaa huomioon myös elävien rakenteiden vaikutus.

Alueella tehtyjen kairausten perusteella maaperä on yleisesti hyväksyttävällä alueella. Mittaustulosten perusteella tehtyjen tärinän ja melun odottaa olevan hyväksyttävällä alueella ja runkomelun voimakkuutta on vähentäväksi. Päiväkoti-rakennuksen kohdalla suositellaan, että suunnittelussa todennäköisesti syytä toteuttaa uudet kattavat maaperästä/perturien lähtötietojen saamiseksi vaimennusta varten. Tämä koskee erityisesti korttelin 793 ja sen läheisyyden mittauksien voimaantulojen selvityksen mittauksista.

LÄHTEET

- Talja, A. 2011: Ohjeita liikennetärimän arviointiin, VTT
- Talja, A. & Törnqvist, J. 2014: Liikennetärimä: Alueiden
misa lttiu-647014 R
- Talja, A., Väisänen, A., Kurkela, J. & Halonen, M. 2008: Rakennukseen
ointi, VTT T2425
- Törnqvist, J. & Balojsä t u s . l 2 0 0 6
Liikennetärimän arvioimiseksi ma
- Talja, A. & Saarinen, A. 2009: Maaliikenteen aiheuttaman
- Ympäristöministeriö, 2017: Ympäristöministeriön asetus 7
- Ympäristöministeriö, 2018: Ympäristöministeriön ääniympäris
- SFS 5907. 2022. Rakennusten akustinen suunnittelu ja laa
disoi mi s l i i t t o S F S r y .

LIITTEET

1. Tärimän mittaustulokset mittauspisteittäin
2. Runkomerhiutnt austulokset mittauspisteittäin

Tärinä, 15 merkitsevintä ohitusta

MP 01 (maaperä)

Liite 1.1, s.1

V-suunta Pystysuunnassa 15 merkitsevintä ohitusta

	Pvm / Aika	V_w	Juna
1	2023-06-28 07:06:16	1,396	T
2	2023-07-03 10:29:56	1,385	VET
3	2023-07-07 08:14:17	1,375	VET
4	2023-07-03 07:08:40	1,370	T
5	2023-06-30 08:08:17	1,348	VET
6	2023-06-30 10:05:23	1,257	T
7	2023-06-28 10:10:21	1,036	T
8	2023-07-07 10:03:31	1,029	T
9	2023-07-05 09:58:05	0,976	T
10	2023-07-05 07:14:52	0,952	T
11	2023-07-12 12:52:22	0,652	MUU
12	2023-07-12 11:33:26	0,409	MUU
13	-	0,000	-
14	-	0,000	-
15	-	0,000	-

V_{w,95,maa} 1,650

T-suunta Väylää vastaan kohtisuoraan 15 merkitsevintä ohitusta

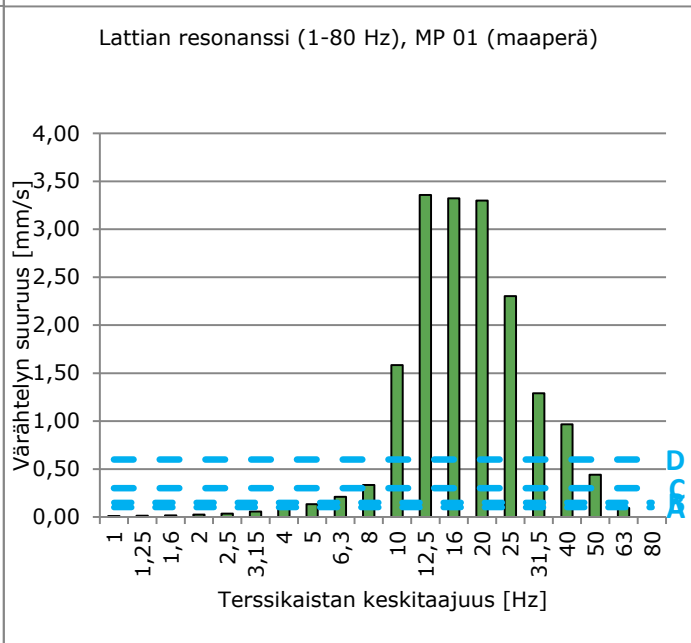
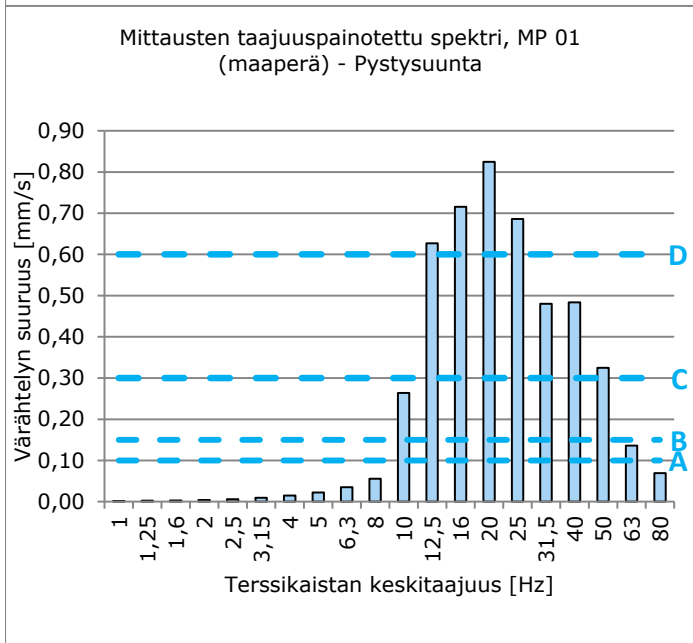
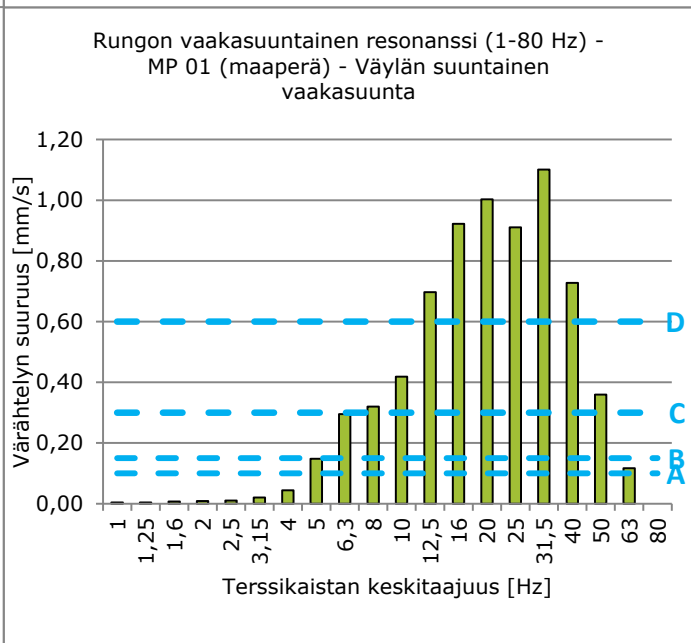
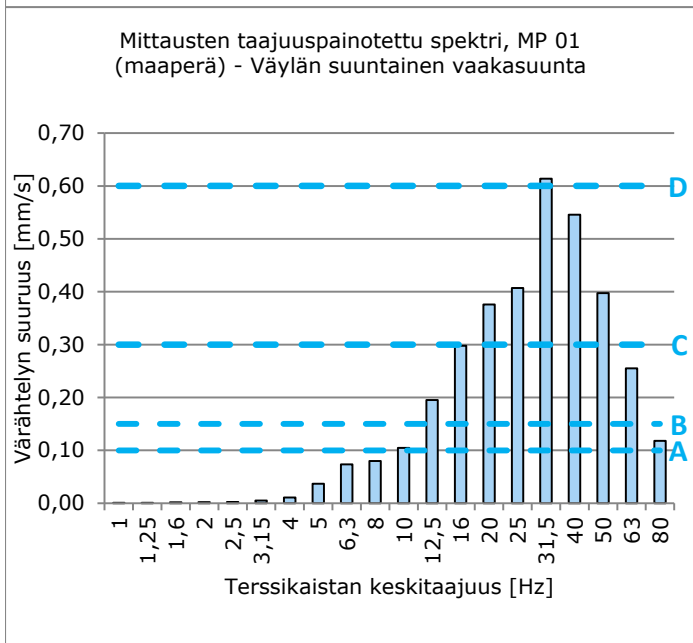
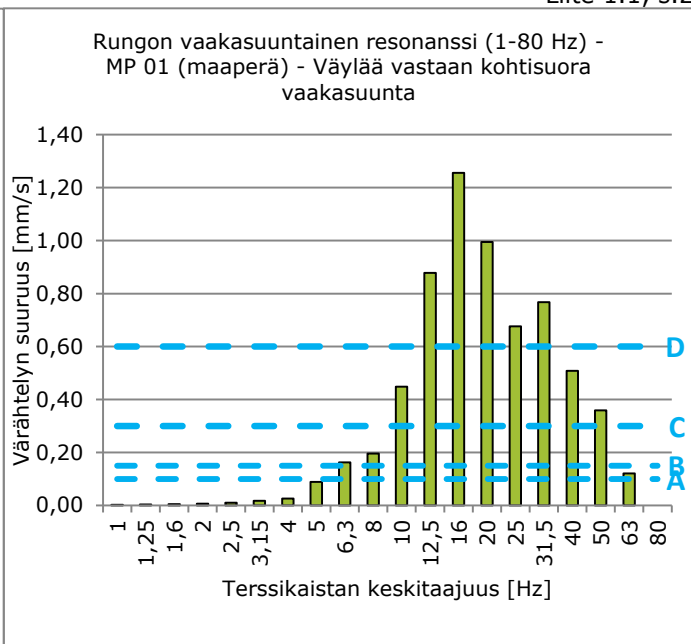
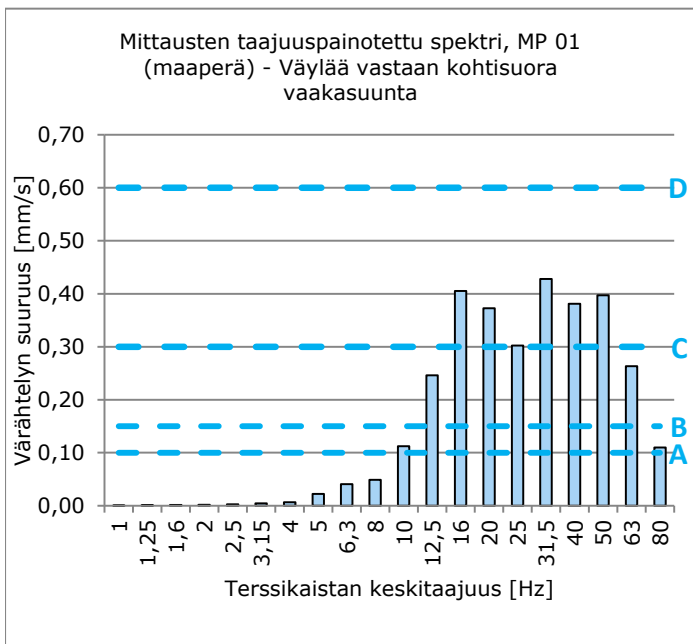
	Pvm / Aika	V_w	Juna
1	2023-06-30 08:08:17	1,029	VET
2	2023-07-03 10:29:56	0,918	VET
3	2023-07-03 07:08:40	0,750	T
4	2023-07-07 08:14:17	0,741	VET
5	2023-06-30 10:05:23	0,687	T
6	2023-07-05 09:58:05	0,679	T
7	2023-07-05 07:14:52	0,663	T
8	2023-07-07 10:03:31	0,611	T
9	2023-07-12 12:52:22	0,517	MUU
10	2023-07-12 11:33:26	0,346	MUU
11	-	0,000	-
12	-	0,000	-
13	-	0,000	-
14	-	0,000	-
15	-	0,000	-

V_{w,95,maa} 1,020

L-suunta Väylän suuntaisesti 15 merkitsevintä ohitusta

	Pvm / Aika	V_w	Juna
1	2023-07-03 10:29:56	1,120	VET
2	2023-06-30 10:05:23	0,990	T
3	2023-07-07 10:03:31	0,978	T
4	2023-07-03 07:08:40	0,964	T
5	2023-06-30 08:08:17	0,932	VET
6	2023-07-05 09:58:05	0,882	T
7	2023-06-28 07:06:16	0,814	T
8	2023-07-07 08:14:17	0,790	VET
9	2023-07-05 07:14:52	0,761	T
10	2023-06-28 10:10:21	0,739	T
11	2023-07-12 12:52:22	0,596	MUU
12	2023-07-12 11:33:26	0,384	MUU
13	-	0,000	-
14	-	0,000	-
15	-	0,000	-

V_{w,95,maa} 1,170



Tärinä, 15 merkitsevintä ohitusta

MP 02 (maaperä)

Liite 1.2, s.1

V-suunta Pystysuunnassa 15 merkitsevintä ohitusta

	Pvm / Aika	V_w	Juna
1	2023-06-30 10:05:29	1,855	T
2	2023-07-03 10:30:01	1,667	VET
3	2023-06-30 08:08:13	1,661	VET
4	2023-06-28 10:10:27	1,629	T
5	2023-07-05 09:58:05	1,576	T
6	2023-07-07 10:03:35	1,545	T
7	2023-06-28 07:06:12	1,336	T
8	2023-07-05 07:14:42	1,254	T
9	2023-07-07 08:14:11	1,128	VET
10	2023-07-03 07:08:40	0,940	T
11	2023-07-12 12:52:24	0,928	MUU
12	2023-07-12 11:33:18	0,828	MUU
13	-	0,000	-
14	-	0,000	-
15	-	0,000	-

V_{w,95,maa} 1,953

T-suunta Väylää vastaan kohtisuoraan 15 merkitsevintä ohitusta

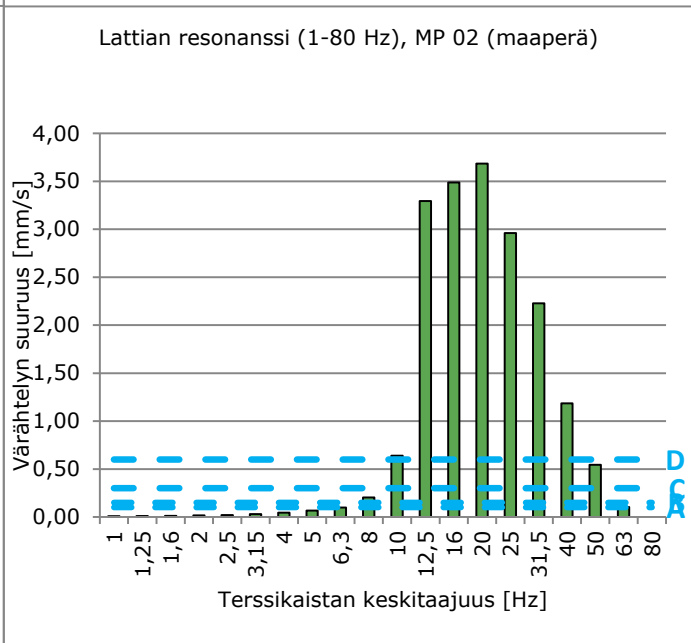
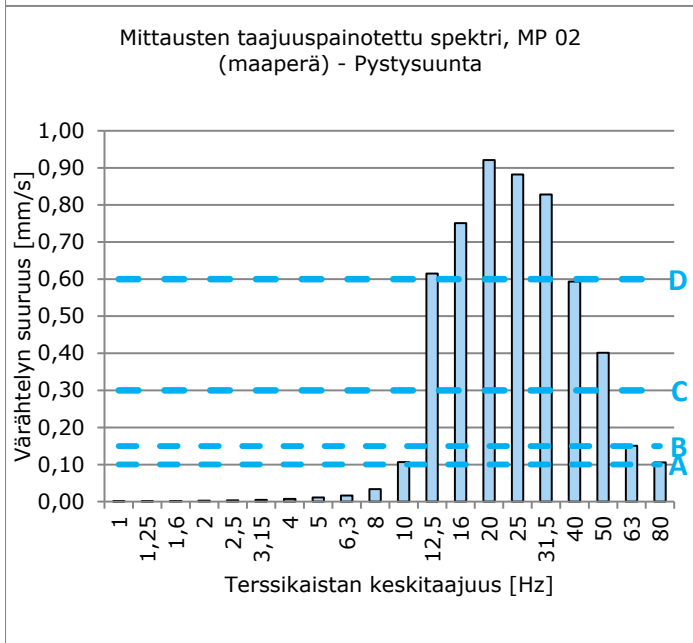
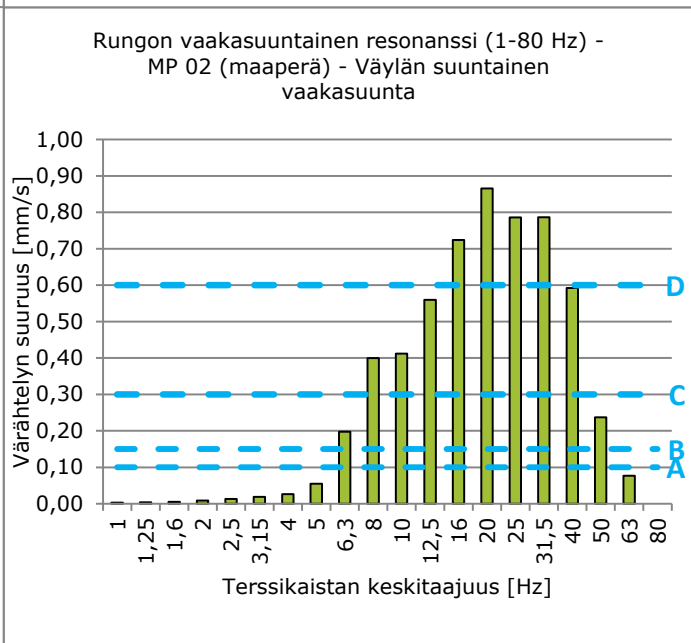
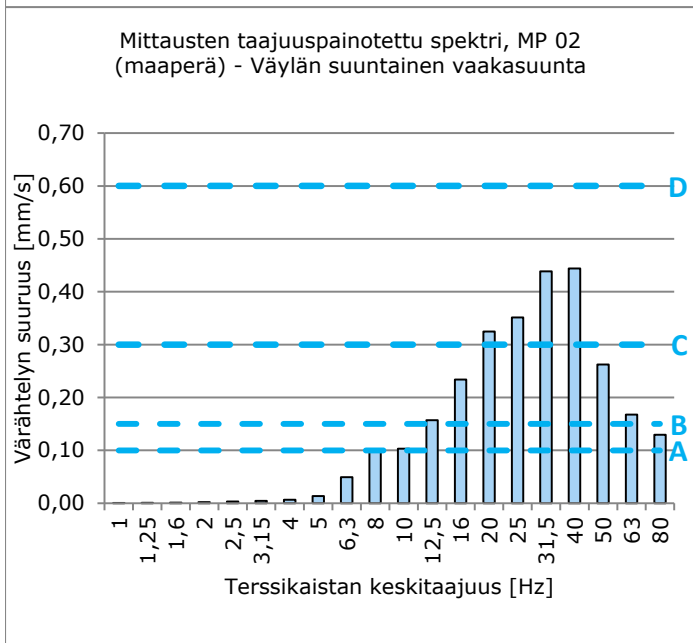
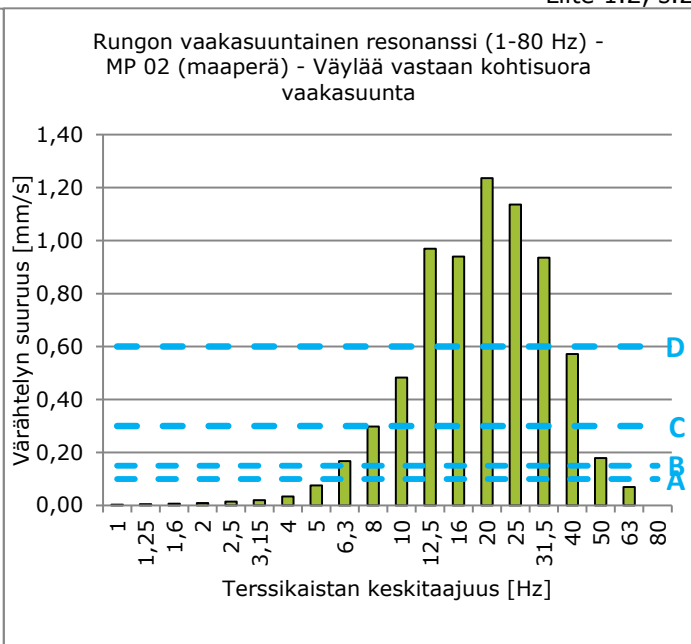
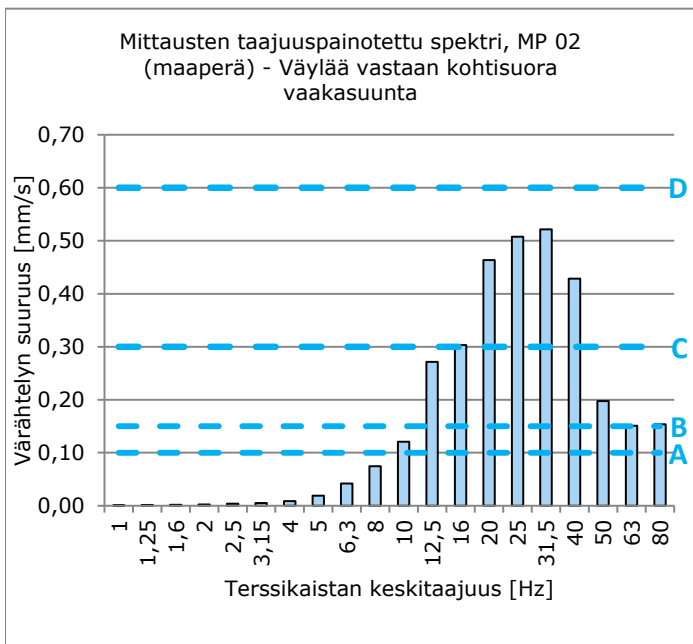
	Pvm / Aika	V_w	Juna
1	2023-07-03 10:30:01	1,113	VET
2	2023-06-30 08:08:13	0,930	VET
3	2023-06-28 10:10:27	0,906	T
4	2023-07-05 09:58:05	0,890	T
5	2023-07-07 10:03:35	0,866	T
6	2023-06-30 10:05:29	0,862	T
7	2023-07-07 08:14:11	0,830	VET
8	2023-06-28 07:06:12	0,697	T
9	2023-07-12 12:52:24	0,660	MUU
10	2023-07-05 07:14:42	0,617	T
11	2023-07-03 07:08:40	0,552	T
12	2023-07-12 11:33:18	0,493	MUU
13	-	0,000	-
14	-	0,000	-
15	-	0,000	-

V_{w,95,maa} 1,096

L-suunta Väylän suuntaisesti 15 merkitsevintä ohitusta

	Pvm / Aika	V_w	Juna
1	2023-06-30 10:05:29	0,872	T
2	2023-06-30 08:08:13	0,842	VET
3	2023-07-03 10:30:01	0,831	VET
4	2023-07-05 09:58:05	0,811	T
5	2023-06-28 10:10:27	0,798	T
6	2023-07-07 10:03:35	0,782	T
7	2023-06-28 07:06:12	0,770	T
8	2023-07-05 07:14:42	0,702	T
9	2023-07-07 08:14:11	0,673	VET
10	2023-07-12 11:33:18	0,653	MUU
11	2023-07-12 12:52:24	0,628	MUU
12	2023-07-03 07:08:40	0,555	T
13	-	0,000	-
14	-	0,000	-
15	-	0,000	-

V_{w,95,maa} 0,914



Tärinä, 15 merkitsevintä ohitusta

MP 03 (maaperä)

Liite 1.3, s.1

V-suunta Pystysuunnassa 15 merkitsevintä ohitusta

	Pvm / Aika	V_w	Juna
1	2023-06-30 08:08:13	0,525	VET
2	2023-06-30 10:05:29	0,497	T
3	2023-07-03 10:30:01	0,482	VET
4	2023-06-28 10:10:27	0,449	T
5	2023-06-28 07:06:12	0,446	T
6	2023-07-03 07:08:40	0,444	T
7	2023-07-07 10:03:35	0,400	T
8	2023-07-05 09:58:05	0,400	T
9	2023-07-05 07:14:46	0,396	T
10	2023-07-07 08:14:11	0,358	VET
11	2023-07-12 12:52:24	0,273	MUU
12	2023-07-12 11:33:18	0,194	MUU
13	-	0,000	-
14	-	0,000	-
15	-	0,000	-

V_{w,95,maa}

0,568

T-suunta Väylää vastaan kohtisuoraan 15 merkitsevintä ohitusta

	Pvm / Aika	V_w	Juna
1	2023-07-03 10:30:01	0,314	VET
2	2023-06-30 08:08:13	0,251	VET
3	2023-07-05 09:58:05	0,239	T
4	2023-07-07 10:03:35	0,219	T
5	2023-07-07 08:14:11	0,219	VET
6	2023-06-28 07:06:12	0,210	T
7	2023-06-28 10:10:27	0,209	T
8	2023-07-05 07:14:46	0,201	T
9	2023-07-03 07:08:40	0,181	T
10	2023-06-30 10:05:29	0,179	T
11	2023-07-12 12:52:24	0,150	MUU
12	2023-07-12 11:33:18	0,116	MUU
13	-	0,000	-
14	-	0,000	-
15	-	0,000	-

V_{w,95,maa}

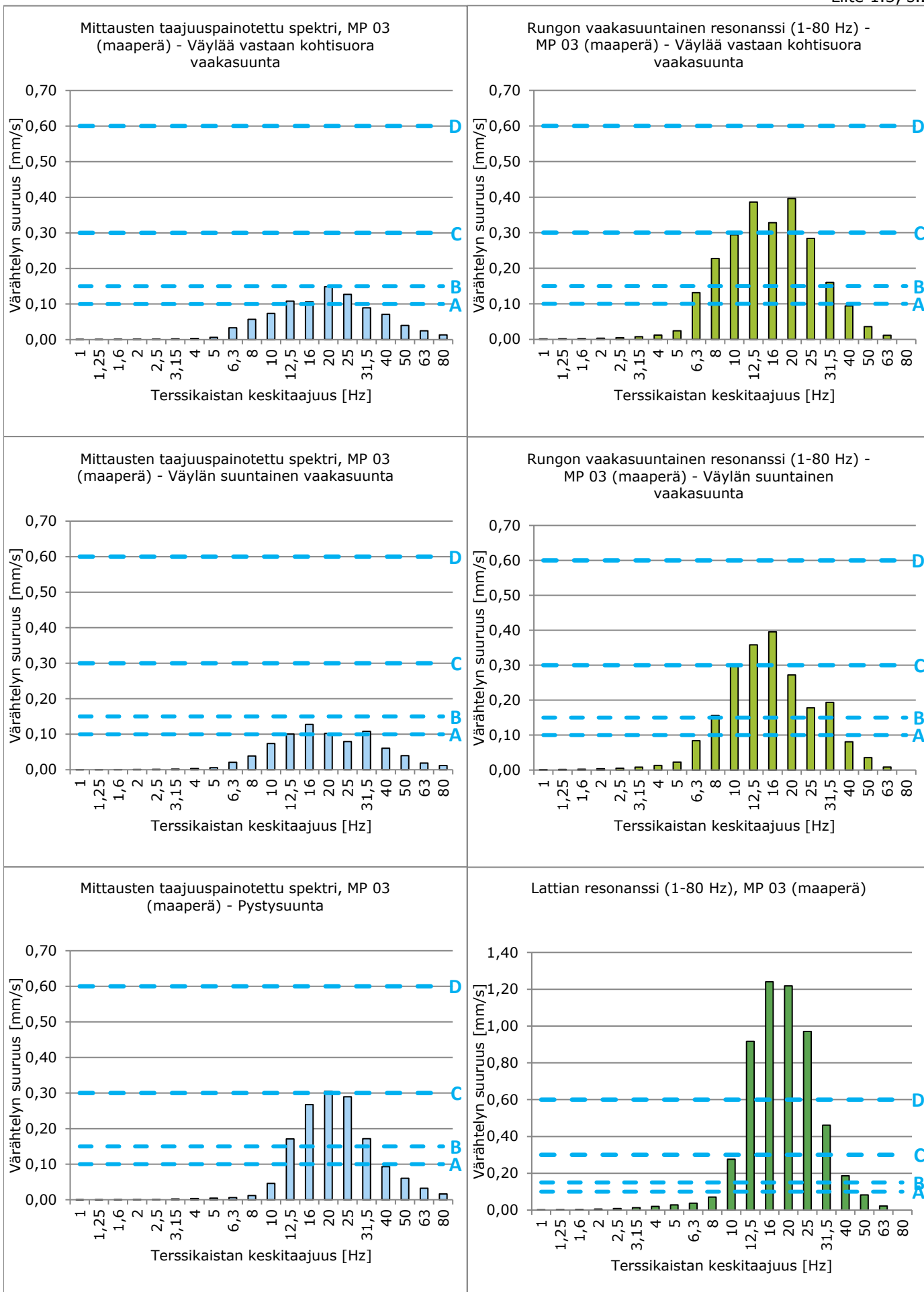
0,294

L-suunta Väylän suuntaisesti 15 merkitsevintä ohitusta

	Pvm / Aika	V_w	Juna
1	2023-07-03 10:30:01	0,248	VET
2	2023-06-30 08:08:13	0,227	VET
3	2023-07-07 08:14:11	0,226	VET
4	2023-07-07 10:03:35	0,211	T
5	2023-06-28 07:06:12	0,203	T
6	2023-07-03 07:08:40	0,199	T
7	2023-06-28 10:10:27	0,198	T
8	2023-07-05 09:58:05	0,197	T
9	2023-07-05 07:14:46	0,182	T
10	2023-06-30 10:05:29	0,160	T
11	2023-07-12 12:52:24	0,152	MUU
12	2023-07-12 11:33:18	0,098	MUU
13	-	0,000	-
14	-	0,000	-
15	-	0,000	-

V_{w,95,maa}

0,261



Tärinä, 15 merkitsevintä ohitusta

MP 04 (maaperä)

Liite 1.4, s.1

V-suunta Pystysuunnassa 15 merkitsevintä ohitusta

	Pvm / Aika	V_w	Juna
1	2023-06-28 07:06:12	0,260	T
2	2023-07-03 07:08:40	0,240	T
3	2023-06-30 08:08:13	0,199	VET
4	2023-07-03 10:30:01	0,198	VET
5	2023-06-30 10:05:29	0,193	T
6	2023-07-07 10:03:35	0,166	T
7	2023-07-07 08:14:11	0,165	VET
8	2023-06-28 10:10:27	0,162	T
9	2023-07-05 09:58:05	0,158	T
10	2023-07-05 07:14:46	0,148	T
11	2023-07-12 12:52:24	0,083	MUU
12	2023-07-12 11:33:22	0,058	MUU
13	-	0,000	-
14	-	0,000	-
15	-	0,000	-

V_{w,95,maa}

0,268

T-suunta Väylää vastaan kohtisuoraan 15 merkitsevintä ohitusta

	Pvm / Aika	V_w	Juna
1	2023-07-03 10:30:01	0,152	VET
2	2023-06-30 08:08:13	0,148	VET
3	2023-07-03 07:08:40	0,145	T
4	2023-06-28 07:06:12	0,144	T
5	2023-07-05 09:58:05	0,141	T
6	2023-07-05 07:14:46	0,140	T
7	2023-07-07 08:14:11	0,123	VET
8	2023-06-30 10:05:29	0,117	T
9	2023-06-28 10:10:27	0,104	T
10	2023-07-07 10:03:35	0,102	T
11	2023-07-12 12:52:24	0,077	MUU
12	2023-07-12 11:33:22	0,047	MUU
13	-	0,000	-
14	-	0,000	-
15	-	0,000	-

V_{w,95,maa}

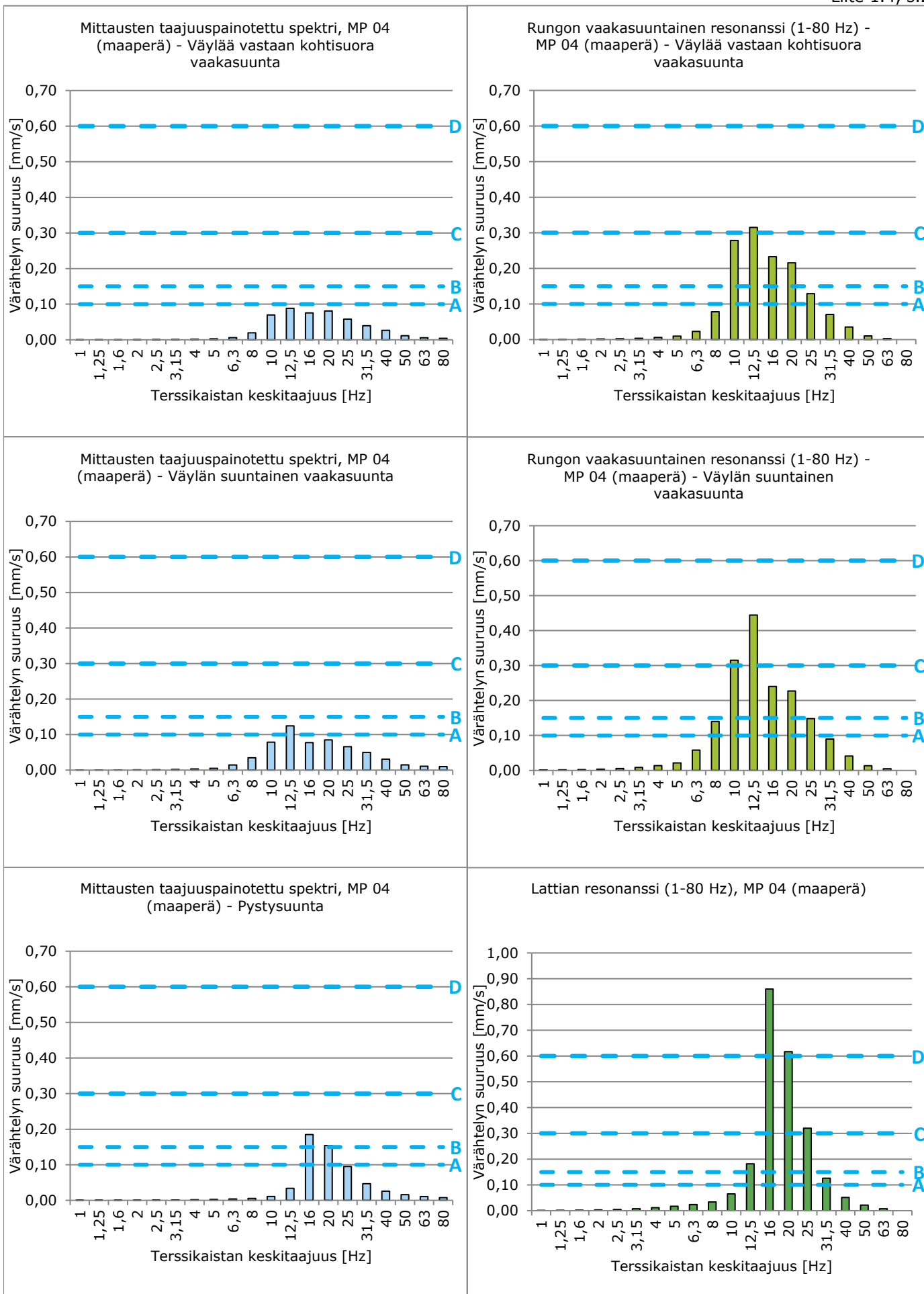
0,176

L-suunta Väylän suuntaisesti 15 merkitsevintä ohitusta

	Pvm / Aika	V_w	Juna
1	2023-07-03 10:30:01	0,224	VET
2	2023-06-30 08:08:13	0,216	VET
3	2023-06-28 10:10:27	0,137	T
4	2023-06-28 07:06:12	0,131	T
5	2023-07-07 08:14:11	0,125	VET
6	2023-07-07 10:03:35	0,122	T
7	2023-06-30 10:05:29	0,115	T
8	2023-07-05 09:58:05	0,114	T
9	2023-07-03 07:08:40	0,111	T
10	2023-07-05 07:14:46	0,106	T
11	2023-07-12 12:52:24	0,088	MUU
12	2023-07-12 11:33:22	0,054	MUU
13	-	0,000	-
14	-	0,000	-
15	-	0,000	-

V_{w,95,maa}

0,211



Tärinä, 15 merkitsevintä ohitusta

MP 05 (maaperä)

Liite 1.5, s.1

V-suunta Pystysuunnassa 15 merkitsevintä ohitusta

	Pvm / Aika	V_w	Juna
1	2023-06-28 07:06:12	0,313	T
2	2023-06-30 08:08:13	0,274	VET
3	2023-07-03 07:08:40	0,255	T
4	2023-07-05 09:58:05	0,197	T
5	2023-07-03 10:30:01	0,195	VET
6	2023-07-05 07:14:46	0,166	T
7	2023-06-30 10:05:25	0,166	T
8	2023-07-07 10:03:35	0,165	T
9	2023-06-28 10:10:27	0,115	T
10	2023-07-07 08:14:11	0,090	VET
11	2023-07-12 12:52:24	0,074	MUU
12	2023-07-12 11:33:18	0,030	MUU
13	-	0,000	-
14	-	0,000	-
15	-	0,000	-

V_{w,95,maa} 0,315

T-suunta Väylää vastaan kohtisuoraan 15 merkitsevintä ohitusta

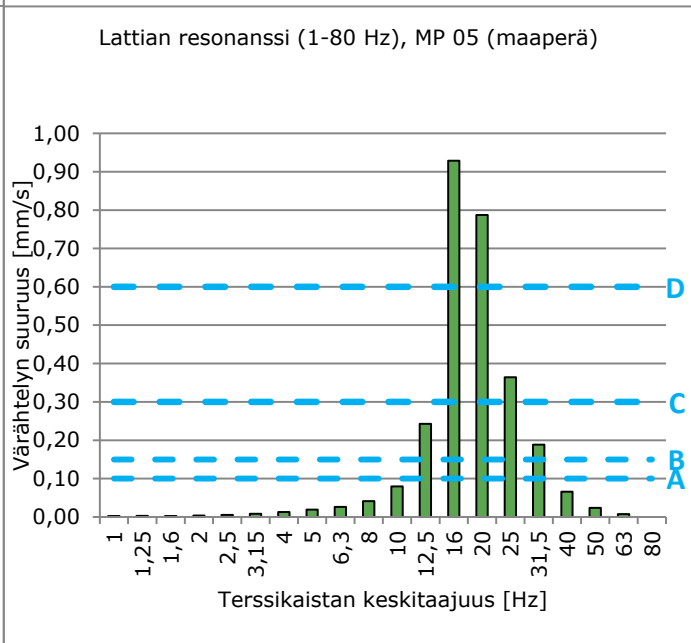
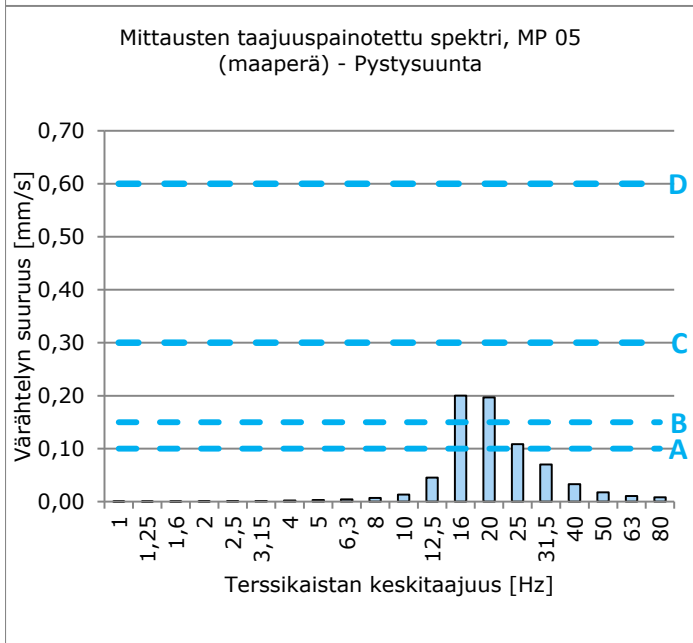
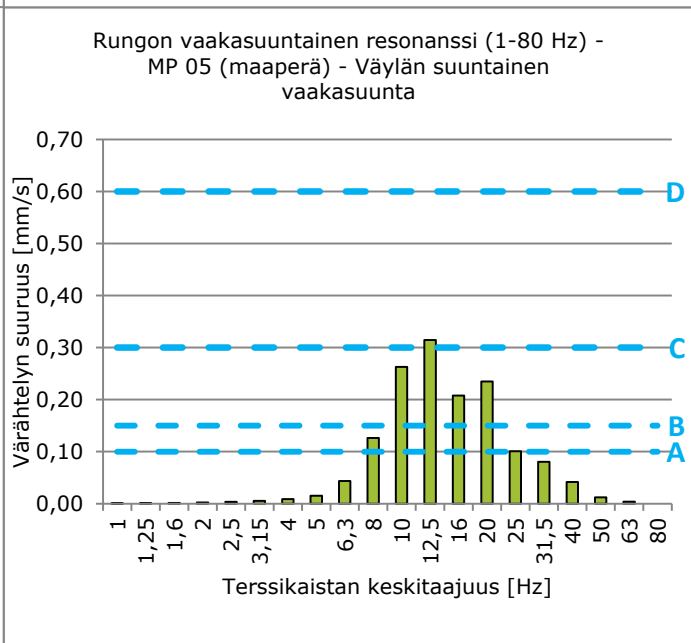
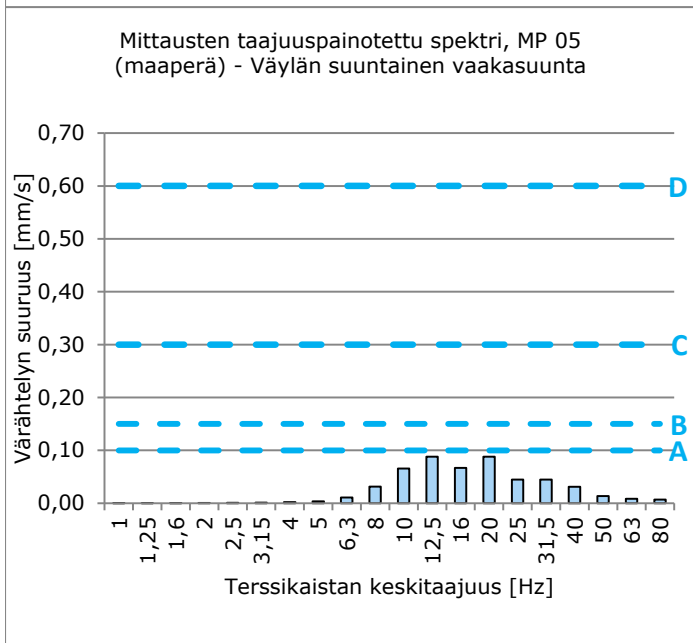
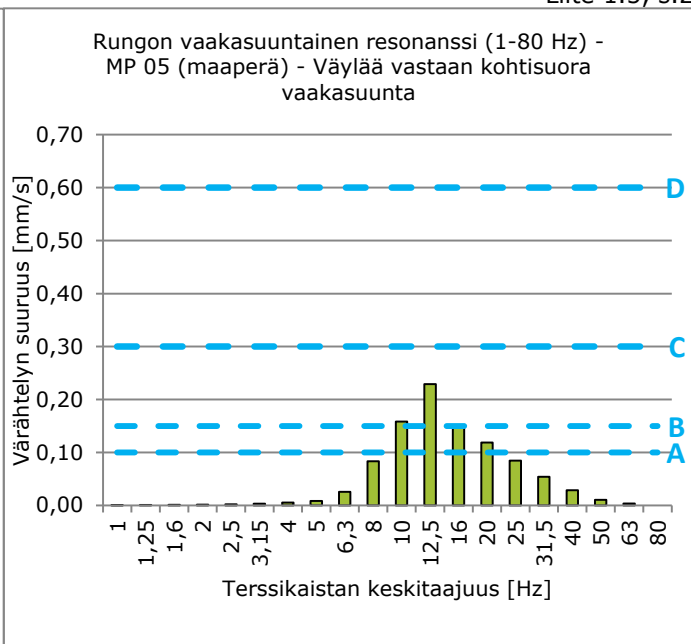
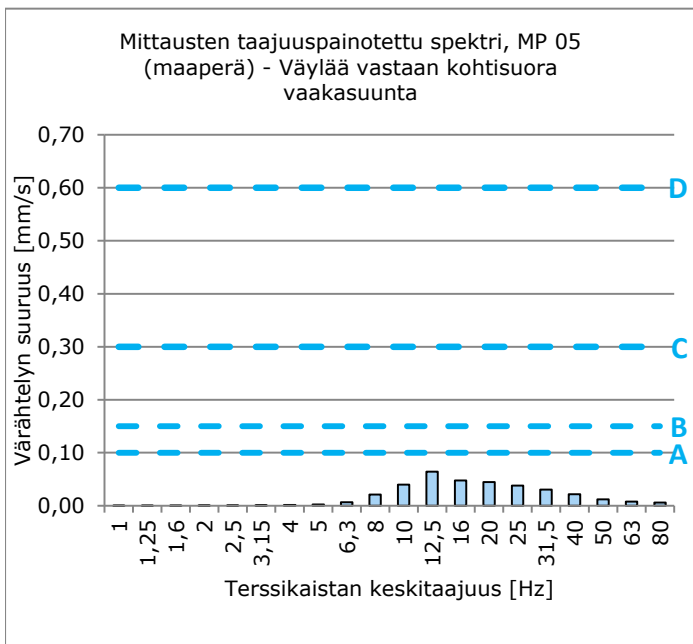
	Pvm / Aika	V_w	Juna
1	2023-06-30 08:08:13	0,113	VET
2	2023-07-03 10:30:01	0,110	VET
3	2023-07-03 07:08:40	0,091	T
4	2023-07-05 07:14:46	0,080	T
5	2023-07-07 08:14:11	0,079	VET
6	2023-07-05 09:58:05	0,079	T
7	2023-07-07 10:03:35	0,073	T
8	2023-06-30 10:05:25	0,070	T
9	2023-06-28 07:06:12	0,067	T
10	2023-06-28 10:10:27	0,061	T
11	2023-07-12 12:52:24	0,045	MUU
12	2023-07-12 11:33:18	0,028	MUU
13	-	0,000	-
14	-	0,000	-
15	-	0,000	-

V_{w,95,maa} 0,116

L-suunta Väylän suuntaisesti 15 merkitsevintä ohitusta

	Pvm / Aika	V_w	Juna
1	2023-07-03 07:08:40	0,187	T
2	2023-07-07 10:03:35	0,136	T
3	2023-07-03 10:30:01	0,125	VET
4	2023-07-05 07:14:46	0,124	T
5	2023-07-05 09:58:05	0,119	T
6	2023-06-28 07:06:12	0,118	T
7	2023-06-30 08:08:13	0,114	VET
8	2023-06-28 10:10:27	0,093	T
9	2023-06-30 10:05:25	0,076	T
10	2023-07-12 12:52:24	0,073	MUU
11	2023-07-07 08:14:11	0,068	VET
12	2023-07-12 11:33:18	0,026	MUU
13	-	0,000	-
14	-	0,000	-
15	-	0,000	-

V_{w,95,maa} 0,176



Runkomelu, 15 merkitsevintä ohitusta



MP 01 (maa-perä)

Liite 2.1, s.1

V-suunta Pystysuunnassa 15 merkitsevintä ohitusta

	Pvm / Aika	L_{pASmax}	Juna
1	2023-07-03 10:30:00	70,324	VET
2	2023-07-07 08:14:21	69,369	VET
3	2023-06-30 08:08:17	68,663	VET
4	2023-07-05 09:58:05	67,706	T
5	2023-07-05 07:14:52	67,195	T
6	2023-06-30 10:05:23	64,748	T
7	2023-06-28 10:10:52	64,012	T
8	2023-07-12 12:52:22	63,662	MUU
9	2023-07-03 07:08:40	62,498	T
10	2023-06-28 07:06:16	61,739	T
11	2023-07-07 10:03:35	61,617	T
12	2023-07-12 11:33:26	60,708	MUU
13	-	-	-
14	-	-	-
15	-	-	-
	L_{prm}	70	

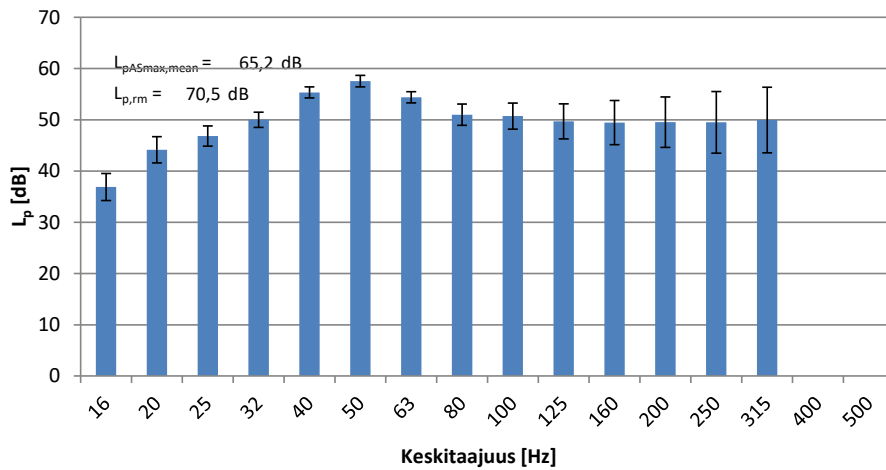
T-suunta Väylää vastaan kohtisuoraan 15 merkitsevintä ohitusta

	Pvm / Aika	L_{pASmax}	Juna
1	2023-07-03 10:30:00	67,913	VET
2	2023-07-05 09:58:05	66,506	T
3	2023-06-30 08:08:17	66,158	VET
4	2023-06-30 10:05:23	66,117	T
5	2023-07-07 10:03:35	64,946	T
6	2023-07-12 12:52:22	64,580	MUU
7	2023-07-03 07:08:40	63,528	T
8	2023-07-05 07:14:52	62,904	T
9	2023-07-07 08:14:21	61,384	VET
10	2023-07-12 11:33:26	60,599	MUU
11	-	-	-
12	-	-	-
13	-	-	-
14	-	-	-
15	-	-	-
	L_{prm}	68	

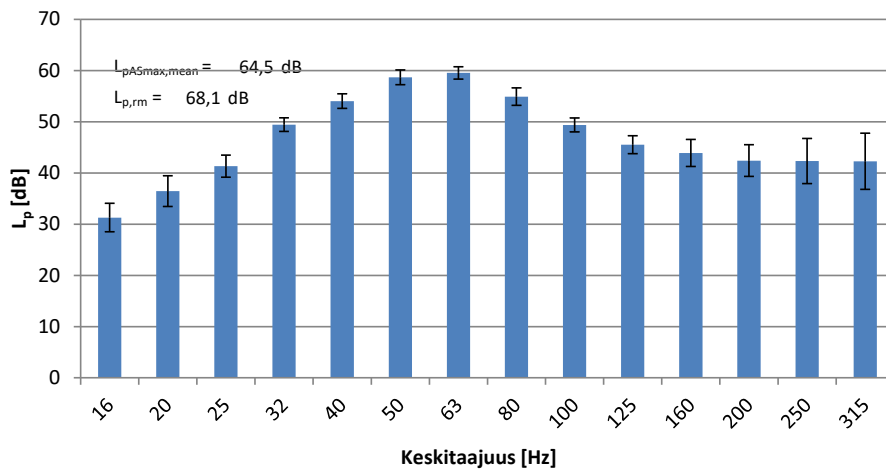
L-suunta Väylän suuntaisesti 15 merkitsevintä ohitusta

	Pvm / Aika	L_{pASmax}	Juna
1	2023-07-05 09:58:05	68,357	T
2	2023-06-30 10:05:23	67,662	T
3	2023-07-07 10:03:35	67,200	T
4	2023-07-12 12:52:22	66,971	MUU
5	2023-07-07 08:14:21	66,540	VET
6	2023-07-03 10:30:00	66,407	VET
7	2023-06-28 10:10:52	65,912	T
8	2023-07-03 07:08:40	65,218	T
9	2023-06-30 08:08:17	65,121	VET
10	2023-07-05 07:14:52	64,553	T
11	2023-06-28 07:06:16	63,342	T
12	2023-07-12 11:33:26	63,189	MUU
13	-	-	-
14	-	-	-
15	-	-	-
	L_{prm}	68	

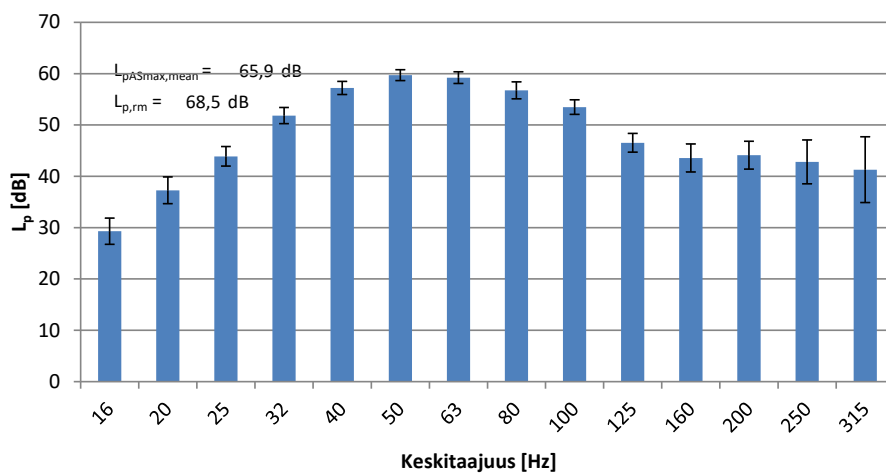
Äänenpainetason keskiarvo ja -hajonta terssikaistoittain - MP 01 (maaperä), pystysuunta (V)



Äänenpainetason keskiarvo ja -hajonta terssikaistoittain - MP 01 (maaperä), vaakasuunta (T)



Äänenpainetason keskiarvo ja -hajonta terssikaistoittain - MP 01 (maaperä), vaakasuunta (L)



Runkomelu, 15 merkitsevintä ohitusta



MP 02 (maaperä)

Liite 2.2, s.1

V-suunta Pystysuunnassa 15 merkitsevintä ohitusta

	Pvm / Aika	L_{pASmax}	Juna
1	2023-07-03 10:30:01	70,989	VET
2	2023-06-30 10:05:29	70,190	T
3	2023-06-28 10:10:27	68,129	T
4	2023-06-30 08:08:13	66,764	VET
5	2023-07-05 09:58:05	65,628	T
6	2023-07-12 12:52:24	65,571	MUU
7	2023-07-07 10:03:35	65,335	T
8	2023-06-28 07:06:12	64,355	T
9	2023-07-12 11:33:18	64,208	MUU
10	2023-07-03 07:08:40	64,186	T
11	2023-07-07 08:14:11	62,651	VET
12	2023-07-05 07:14:42	62,512	T
13	-	-	-
14	-	-	-
15	-	-	-
	L_{prm}	70	

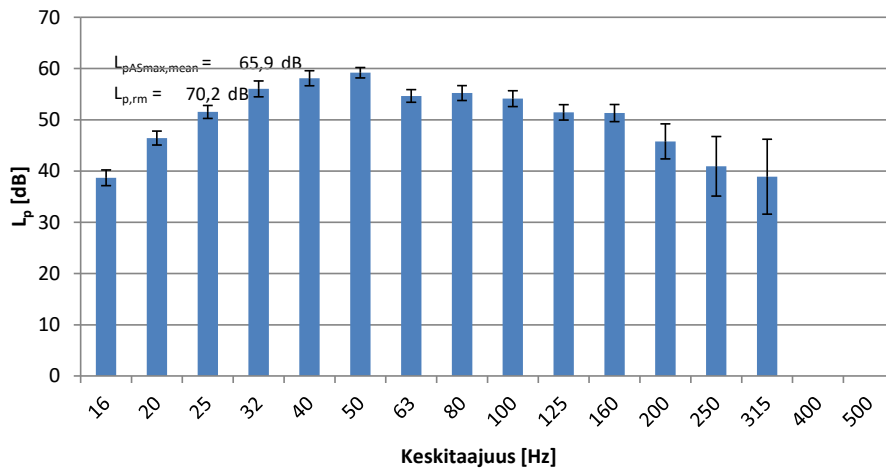
T-suunta Väylää vastaan kohtisuoraan 15 merkitsevintä ohitusta

	Pvm / Aika	L_{pASmax}	Juna
1	2023-06-30 08:08:13	66,742	VET
2	2023-07-03 10:30:01	66,664	VET
3	2023-06-30 10:05:29	66,320	T
4	2023-06-28 10:10:27	66,091	T
5	2023-07-12 12:52:24	65,367	MUU
6	2023-06-28 07:06:12	64,188	T
7	2023-07-07 10:03:35	63,931	T
8	2023-07-07 08:14:11	63,826	VET
9	2023-07-05 09:58:05	63,359	T
10	2023-07-05 07:14:42	62,749	T
11	2023-07-03 07:08:40	62,655	T
12	2023-07-12 11:33:18	62,130	MUU
13	-	-	-
14	-	-	-
15	-	-	-
	L_{prm}	67	

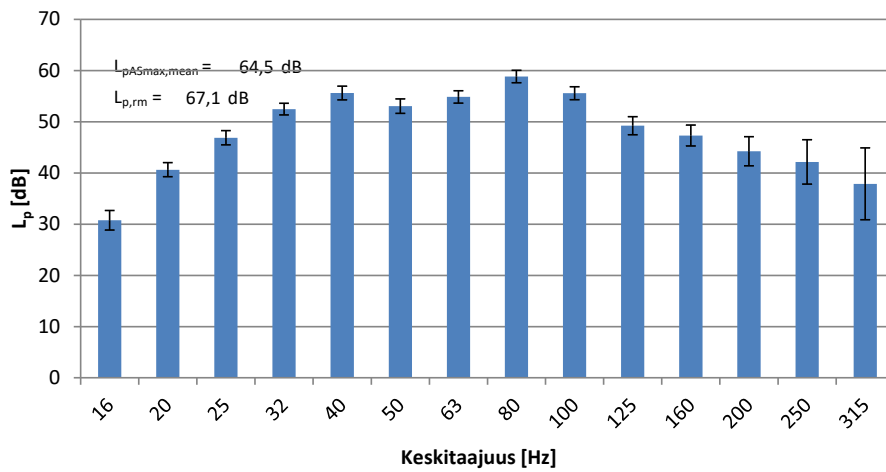
L-suunta Väylän suuntaisesti 15 merkitsevintä ohitusta

	Pvm / Aika	L_{pASmax}	Juna
1	2023-07-03 10:30:01	67,604	VET
2	2023-06-30 10:05:29	67,067	T
3	2023-06-30 08:08:13	66,970	VET
4	2023-06-28 10:10:27	66,306	T
5	2023-06-28 07:06:12	66,077	T
6	2023-07-05 09:58:05	66,020	T
7	2023-07-12 11:33:18	65,348	MUU
8	2023-07-12 12:52:24	65,298	MUU
9	2023-07-03 07:08:40	64,849	T
10	2023-07-07 10:03:35	64,310	T
11	2023-07-07 08:14:11	63,786	VET
12	2023-07-05 07:14:42	63,252	T
13	-	-	-
14	-	-	-
15	-	-	-
	L_{prm}	68	

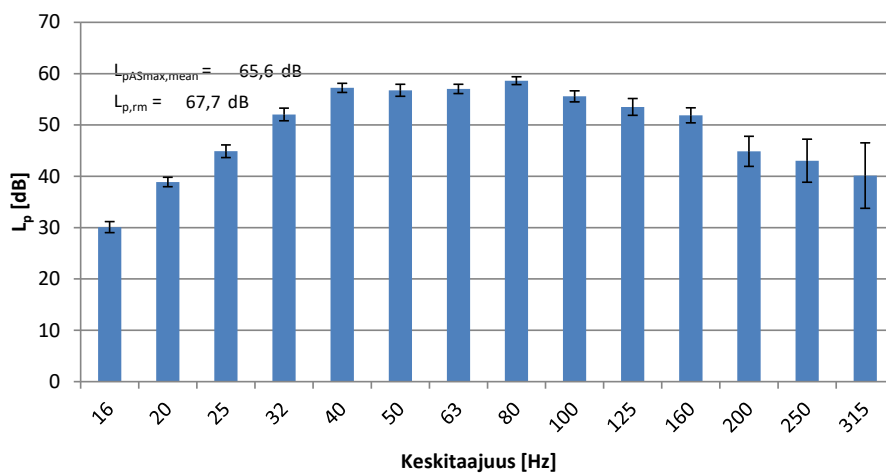
Äänenpainetaso keskiarvo ja -hajonta terssikaistoittain - MP 02 (maaperä), pystysuunta (V)



Äänenpainetaso keskiarvo ja -hajonta terssikaistoittain - MP 02 (maaperä), vaakasuunta (T)



Äänenpainetaso keskiarvo ja -hajonta terssikaistoittain - MP 02 (maaperä), vaakasuunta (L)



Runkomelu, 15 merkitsevintä ohitusta



MP 03 (maaperä)

Liite 2.3, s.1

V-suunta Pystysuunnassa 15 merkitsevintä ohitusta

	Pvm / Aika	L_{pASmax}	Juna
1	2023-07-03 10:30:01	59,490	VET
2	2023-07-05 09:58:09	58,631	T
3	2023-06-30 08:08:13	58,140	VET
4	2023-06-28 10:10:27	54,532	T
5	2023-06-30 10:05:29	52,813	T
6	2023-07-07 08:14:11	52,486	VET
7	2023-06-28 07:06:12	52,243	T
8	2023-07-07 10:03:35	52,087	T
9	2023-07-05 07:14:46	51,605	T
10	2023-07-03 07:08:40	50,962	T
11	2023-07-12 11:33:18	50,553	MUU
12	2023-07-12 12:52:24	50,513	MUU
13	-	-	-
14	-	-	-
15	-	-	-
	L_{prm}	59	

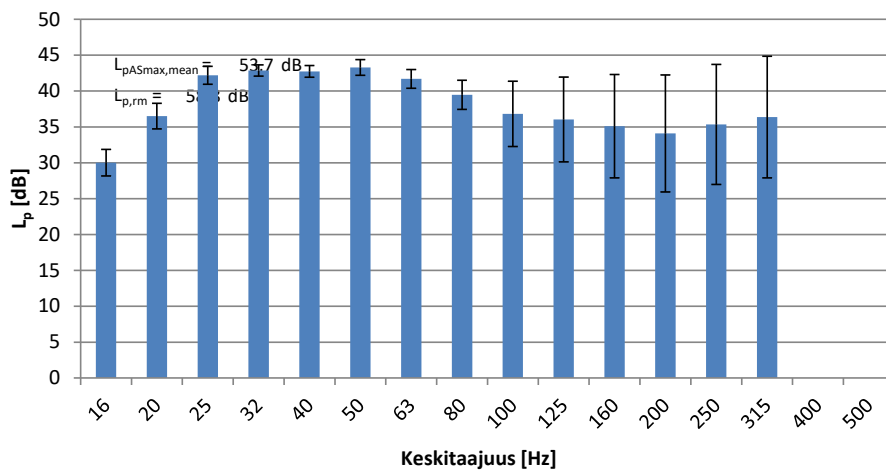
T-suunta Väylää vastaan kohtisuoraan 15 merkitsevintä ohitusta

	Pvm / Aika	L_{pASmax}	Juna
1	2023-07-03 10:30:01	56,802	VET
2	2023-06-30 10:05:29	53,356	T
3	2023-07-05 07:14:46	50,930	T
4	2023-07-05 09:58:09	50,453	T
5	2023-07-07 10:03:35	49,543	T
6	2023-06-30 08:08:13	48,771	VET
7	2023-07-12 12:52:24	48,647	MUU
8	2023-06-28 07:06:12	48,148	T
9	2023-06-28 10:10:27	48,065	T
10	2023-07-03 07:08:40	47,560	T
11	2023-07-12 11:33:18	45,899	MUU
12	2023-07-07 08:14:11	45,884	VET
13	-	-	-
14	-	-	-
15	-	-	-
	L_{prm}	54	

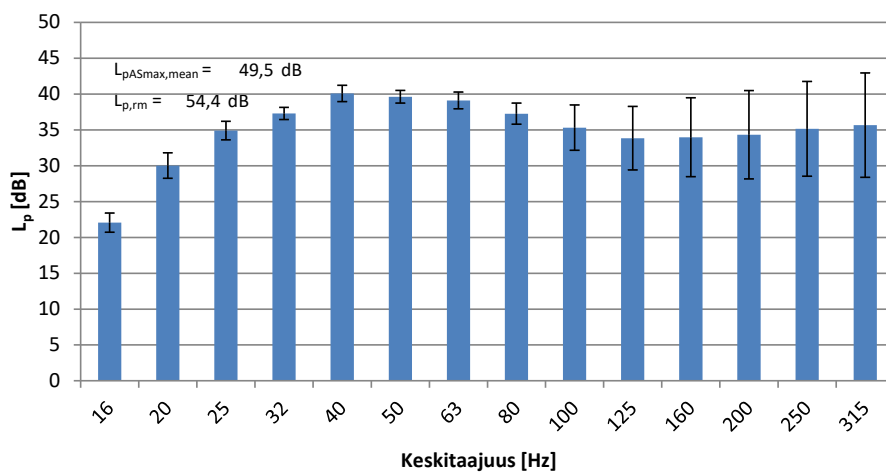
L-suunta Väylän suuntaisesti 15 merkitsevintä ohitusta

	Pvm / Aika	L_{pASmax}	Juna
1	2023-07-07 08:14:11	54,122	VET
2	2023-07-03 10:30:01	53,640	VET
3	2023-06-28 07:06:12	53,052	T
4	2023-06-28 10:10:27	52,638	T
5	2023-07-03 07:08:40	51,904	T
6	2023-07-05 09:58:09	51,324	T
7	2023-07-07 10:03:35	50,608	T
8	2023-06-30 08:08:13	48,370	VET
9	2023-06-30 10:05:29	47,852	T
10	2023-07-12 12:52:24	46,283	MUU
11	2023-07-05 07:14:46	44,337	T
12	2023-07-12 11:33:18	43,473	MUU
13	-	-	-
14	-	-	-
15	-	-	-
	L_{prm}	56	

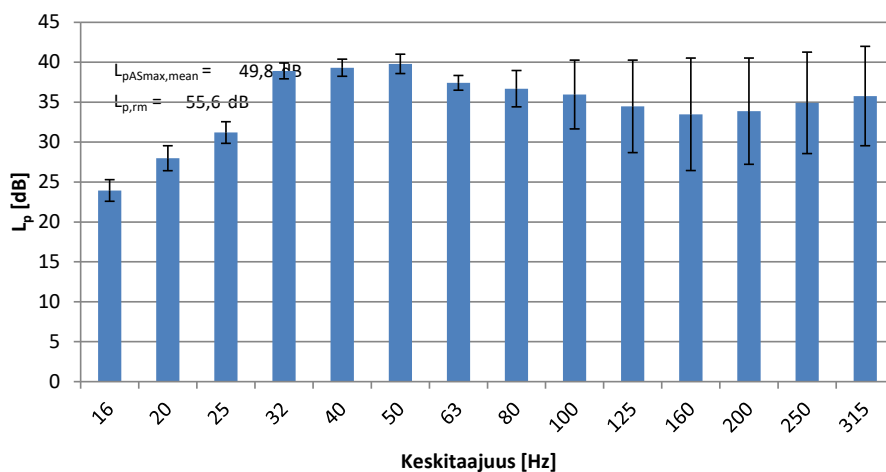
Äänenpainetaso keskiarvo ja -hajonta terssikaistoittain - MP 03 (maaperä), pystysuunta (V)



Äänenpainetaso keskiarvo ja -hajonta terssikaistoittain - MP 03 (maaperä), vaakasuunta (T)



Äänenpainetaso keskiarvo ja -hajonta terssikaistoittain - MP 03 (maaperä), vaakasuunta (L)



Runkomelu, 15 merkitsevintä ohitusta



MP 04 (maaperä)

Liite 2.4, s.1

V-suunta Pystysuunnassa 15 merkitsevintä ohitusta

	Pvm / Aika	L_{pASmax}	Juna
1	2023-07-03 07:08:40	54,495	T
2	2023-07-03 10:30:01	50,626	VET
3	2023-07-05 07:14:46	46,977	T
4	2023-06-30 10:05:29	46,602	T
5	2023-06-28 07:06:12	46,453	T
6	2023-06-30 08:08:13	45,017	VET
7	2023-06-28 10:10:27	43,983	T
8	2023-07-05 09:58:09	43,490	T
9	2023-07-07 10:03:35	40,146	T
10	2023-07-07 08:14:11	38,951	VET
11	2023-07-12 12:52:24	34,955	MUU
12	2023-07-12 11:33:22	32,860	MUU
13	-	-	-
14	-	-	-
15	-	-	-
	L_{prm}	54	

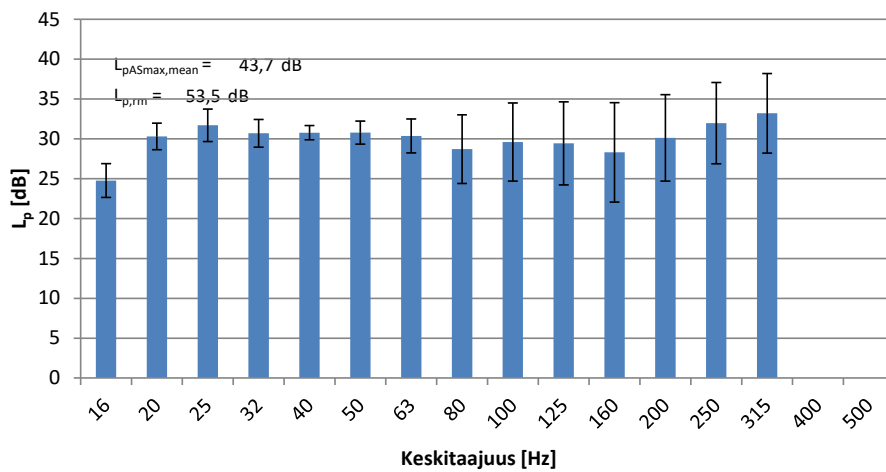
T-suunta Väylää vastaan kohtisuoraan 15 merkitsevintä ohitusta

	Pvm / Aika	L_{pASmax}	Juna
1	2023-07-03 10:30:01	48,971	VET
2	2023-07-03 07:08:40	48,590	T
3	2023-07-05 09:58:09	45,967	T
4	2023-06-28 07:06:12	41,799	T
5	2023-06-30 10:05:29	41,672	T
6	2023-06-28 10:10:27	39,788	T
7	2023-06-30 08:08:13	39,726	VET
8	2023-07-05 07:14:46	39,606	T
9	2023-07-12 12:52:24	38,966	MUU
10	2023-07-07 08:14:11	37,071	VET
11	2023-07-07 10:03:35	35,679	T
12	2023-07-12 11:33:22	34,386	MUU
13	-	-	-
14	-	-	-
15	-	-	-
	L_{prm}	48	

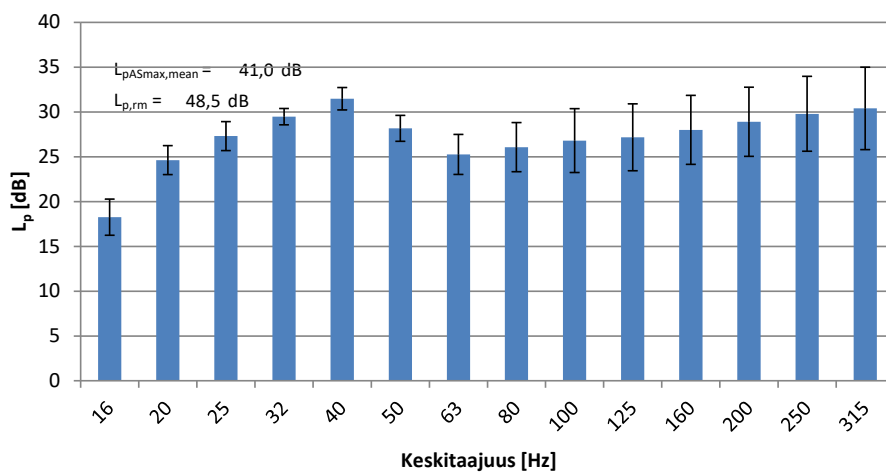
L-suunta Väylän suuntaisesti 15 merkitsevintä ohitusta

	Pvm / Aika	L_{pASmax}	Juna
1	2023-06-28 10:10:27	51,642	T
2	2023-07-03 10:30:01	50,969	VET
3	2023-07-07 08:14:11	50,898	VET
4	2023-07-07 10:03:35	49,148	T
5	2023-06-30 08:08:13	49,124	VET
6	2023-06-30 10:05:29	46,239	T
7	2023-06-28 07:06:12	45,844	T
8	2023-07-03 07:08:40	45,628	T
9	2023-07-05 09:58:09	39,871	T
10	2023-07-12 11:33:22	37,844	MUU
11	2023-07-12 12:52:24	37,608	MUU
12	2023-07-05 07:14:46	37,513	T
13	-	-	-
14	-	-	-
15	-	-	-
	L_{prm}	54	

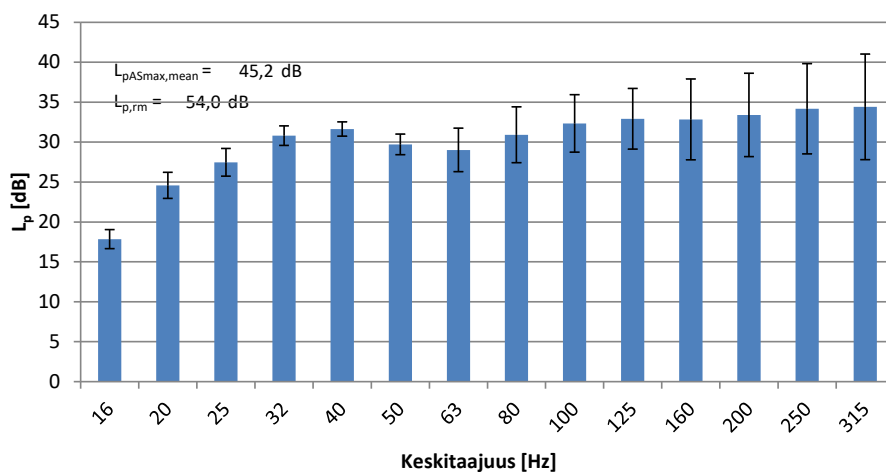
Äänenpainetason keskiarvo ja -hajonta terssikaistoittain - MP 04 (maaperä), pystysuunta (V)



Äänenpainetason keskiarvo ja -hajonta terssikaistoittain - MP 04 (maaperä), vaakasuunta (T)



Äänenpainetason keskiarvo ja -hajonta terssikaistoittain - MP 04 (maaperä), vaakasuunta (L)



Runkomelu, 15 merkitsevintä ohitusta



MP 05 (maaperä)

Liite 2.5, s.1

V-suunta Pystysuunnassa 15 merkitsevintä ohitusta

	Pvm / Aika	L_{pASmax}	Juna
1	2023-07-03 10:30:01	56,043	VET
2	2023-07-05 09:58:05	52,758	T
3	2023-07-03 07:08:40	49,776	T
4	2023-06-30 10:05:29	47,924	T
5	2023-06-28 10:10:27	43,179	T
6	2023-06-28 07:06:12	42,442	T
7	2023-06-30 08:08:13	41,822	VET
8	2023-07-05 07:14:46	40,404	T
9	2023-07-07 10:03:35	39,285	T
10	2023-07-07 08:14:11	38,396	VET
11	2023-07-12 12:52:24	34,639	MUU
12	2023-07-12 11:33:18	28,596	MUU
13	-	-	-
14	-	-	-
15	-	-	-
	L_{prm}	55	

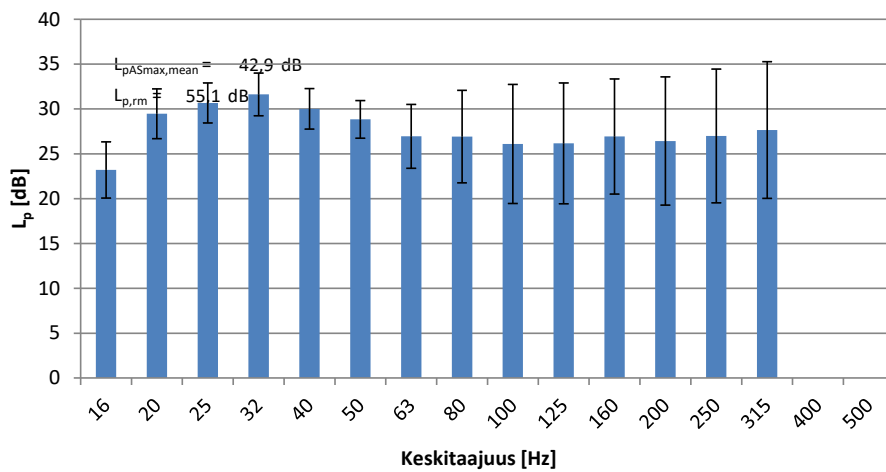
T-suunta Väylää vastaan kohtisuoraan 15 merkitsevintä ohitusta

	Pvm / Aika	L_{pASmax}	Juna
1	2023-07-07 08:14:11	48,880	VET
2	2023-06-28 07:06:12	44,730	T
3	2023-07-03 10:30:01	43,470	VET
4	2023-07-05 09:58:05	41,766	T
5	2023-07-03 07:08:40	39,702	T
6	2023-06-30 10:05:29	38,406	T
7	2023-07-07 10:03:35	37,503	T
8	2023-06-28 10:10:27	37,198	T
9	2023-07-05 07:14:46	36,705	T
10	2023-06-30 08:08:13	36,334	VET
11	2023-07-12 12:52:24	35,868	MUU
12	2023-07-12 11:33:18	32,306	MUU
13	-	-	-
14	-	-	-
15	-	-	-
	L_{prm}	47	

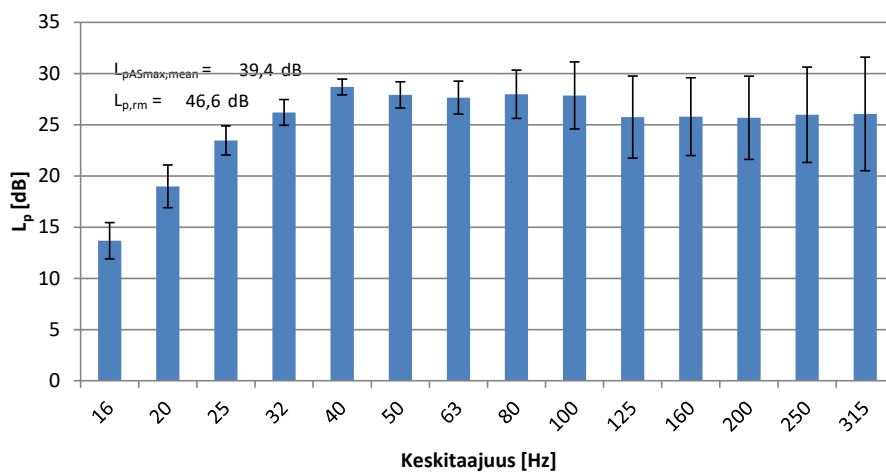
L-suunta Väylän suuntaisesti 15 merkitsevintä ohitusta

	Pvm / Aika	L_{pASmax}	Juna
1	2023-07-07 10:03:35	52,327	T
2	2023-06-28 10:10:27	52,130	T
3	2023-07-03 10:30:01	45,377	VET
4	2023-07-05 09:58:05	45,258	T
5	2023-06-30 10:05:29	43,219	T
6	2023-07-03 07:08:40	42,087	T
7	2023-06-30 08:08:13	39,189	VET
8	2023-07-05 07:14:46	37,904	T
9	2023-06-28 07:06:12	37,670	T
10	2023-07-07 08:14:11	37,197	VET
11	2023-07-12 12:52:24	36,701	MUU
12	2023-07-12 11:33:18	32,401	MUU
13	-	-	-
14	-	-	-
15	-	-	-
	L_{prm}	52	

Äänenpainetason keskiarvo ja -hajonta terssikaistoittain - MP 05 (maaperä), pystysuunta (V)



Äänenpainetason keskiarvo ja -hajonta terssikaistoittain - MP 05 (maaperä), vaakasuunta (T)



Äänenpainetason keskiarvo ja -hajonta terssikaistoittain - MP 05 (maaperä), vaakasuunta (L)

