

Resiinakuja 1, Tuusula

Tärinä- ja runkomeluserveys

1612466.5.2A

18.10.2023

18.10.2023

Rev. A: Tarkennettu raporttia kaavoitusta varten. Päivitetty tärinän ja runkomelun
Tavoitearvot SFS 5907:2022 mukaiseksi.

18.5.2020

Alkuperäinen raportti

TIIVISTELMÄ

Tässä selvityksessä tutkitaan raideliikenteen aiheuttamia tärinä- ja runkomelutasoja kohteeseen Resiinakuja 1 (Tuusula) suunniteltujen asuntojen osalta. Kohde sijaitsee Jokelan aseman kohdalla Helsinki-Tampere -radan varrella ja sen lähin julkisivun on noin 70 metrin etäisyydellä lähimmän raiteen keskilinjasta. Selvitystä varten on kohteessa toteutettu maaperän värähtelymittaukset 8.5.2020. Kohteen tavoitearvona tärinän osalta käytetään tunnuslukua $v_{w,95}$ enintään 0,30 mm/s. Runkomelun tavoitearvona käytetään tunnuslukua L_{prm} enintään 35 dB asunnoissa. Rataosan liikennetiedot sekä alueen maaperä ja kohteen perustamistavat on kuvattu kappaleessa 4. Käytetty mittausten menetelmä perustuu VTT:n ohjeistuksiin ja on kuvattu tarkemmin kappaleessa 5. Mittaustulosten perusteella on suoritettu laskennallinen arvio kohteessa saavutettavista tärinä- ja runkomelutasoista kappaleessa 6 esitettyjen arviointimenetelmien mukaisesti.

Kappaleessa 7 on esitetty tulokset tärinän ja runkomelun osalta sekä liitteessä 1 tulokset laskettuna 15 merkittävimmän junan ohituksen perusteella sekä keskiarvospektrit terassikaistoitain tärinän ja runkomelun osalta. Tulosten perusteella pahimmassa tapauksessa eli resonanssin voimistaessa tärinätaasoja rakennuksessa arvioitu tärinätaaso on $v_{w,95} = 0,29$ mm/s, joka täyttää asuintilojen tärinän tavoitearvon 0,30 mm/s. Maanvaraisesti betonilaatoilta mitattu runkomelutaso oli enimmillään 45 dB alimman kerroksen asunnoissa arvioituna. Teräsbetonipaalusta mitatut suurimmat runkomelutasot olivat alimman kerroksen asunnoissa vaakasuuntaisen värähtelykomponentin perusteella 40 dB, joka ylittää runkomelun asuintilojen tavoitearvon 5 dB:llä.

Maaperän mittauspisteistä mitatut värähtelytasot vaimenivat pystysuunnan osalta paaluihin siirryttäessä. Paaluista mitatut pystysuuntaiset värähtelytasot täyttivät runkomelun tavoitearvon. Runkomelun vaimennus kohteessa on suositeltavaa toteuttaa asentamalla runkomelueristin maanalaisella osalla radanpuoleiselle pitkälle julkisivulle sekä rakennuksen pätyihin. Runkomelueristin asennetaan betonin pintaan ja suojataan EPS-levyillä, jotka tasaavat kuorimitusta sekä estävät kivien painumisen eristeeseen. Runkomelueristimenä voidaan käyttää esimerkiksi 12,5 mm paksua eristinmattoa. Käytettävä eristintyyppi tulee määrittää kohteen jatkosuunnittelussa asennussyvyyden ja eristimelle tulevan kuormituksen perusteella akustiikka- ja rakennesuunnittelijan yhteistyönä.

Kohteen kohdalla on rautatiehen suunnitteilla Helsinki–Riihimäki-hankkeen seurauksena radan välityskykyä parantavia muutoksia. Kohteen jatkosuunnittelussa tulee näiden ratarakenteen ja liikennöinnin muutosten vaikutukset tarkastaa suunnittelussa rakennuksessa saavutettavien tärinä- ja runkomelutasojen osalta ja vaaditut torjuntatoimenpiteet tulee yhteensovittaa rautatien muutosten kanssa.

Kaavoituksessa rakennusten suunnittelu tulee edellyttää toteutettavan siten, että raideliikenteen tärinän ja runkomelun tavoitearvot täytetään. Kaavamääräys voi olla esimerkiksi seuraavanlainen

"Asuinrakennusten asuinhuoneissa liikennetärinä $v_{w,95}$ saa olla enintään 0,30 mm/s sekä runkomelun L_{prm} enintään 35 dB"

Mittaustuloksista lasketut arviot värinä- ja runkomelutasoista perustavat mittausajankohdan olosuhteisiin ja liikennöintiin. Mikäli esimerkiksi liikennöivässä kalustossa, radan kunnossa, ratarakenteessa, maaperässä tai rakennusten perustamistavassa tapahtuu muutoksia, niiden vaikutukset värinä- ja runkomelutasoihin tulee tarkistaa.

Espoossa 18.10.2023
A-INSINÖÖRIT SUUNNITTELU OY

Resiinakuja 1, Tuusula

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	2
1 JOHDANTO.....	5
1.1 Tilaaja.....	5
1.2 Tekijä.....	5
1.3 Kohde ja selvityksen tarkoitus.....	5
1.4 Käytetyt merkinnät ja lyhenteet.....	6
2 TÄRINÄN JA RUNKOMELUN LEVIÄMINEN MAA- JA KALLIOOPERÄSSÄ.....	6
3 TÄRINÄÄ JA RUNKOMELUA KOSKEVAT OHJEARVOT.....	7
3.1 Kohteessa sovellettavat vaatimukset.....	7
4 LÄHTÖTIEDOT.....	8
4.1 Maaperä ja rakennusten perustamistapa.....	8
4.2 Rata ja liikennöinti.....	8
5 MITTAUKSET.....	9
6 ARVIOINTIMENTELMÄT.....	11
6.1 Tärinä.....	11
6.2 Runkomelu.....	11
7 TULOKSET JA PÄÄTELMÄT.....	12
7.1 Tärinä.....	12
7.2 Runkomelu.....	13
LIITTEET.....	14
LÄHTEET.....	14

1 JOHDANTO

1.1 Tilaaja

Raportti:

Lakea Oy
Karhumäentie 3
01530 Vantaa

Irmeli Mäkelä
irmeli.makela@lakea.fi

p. 050 471 4772

Mittaukset:

Lakea Oy
Äyritie 12 C
01510 Vantaa

Juuso Koskela
juuso.koskela@lakea.fi

p. 045 139 8306

1.2 Tekijä

A-Insinöörit Suunnittelu Oy
Bertel Jungin aukio 9, 02600 Espoo
puh. 0207 911 888, fax. 0207 911 778

DI Timo Huhtala
timo.huhtala@ains.fi

p. 040 643 3762

DI Benjamin Oksanen
benjamin.oksanen@ains.fi

p. 040 707 3825

DI Arttu Yli-Pietilä
arttu.yli-pietila@ains.fi

p. 040 575 5668

1.3 Kohde ja selvityksen tarkoitus

Rakennuskohde: Resiinakuja 1
Osoite: Resiinakuja 1
05400 Jokela

Tehtävä: Tärinä- ja runkomeluserelvitys asemakaavamuutosta varten

Tässä selvityksessä arvioidaan raideliikenteen tuottamia tärinä- ja runkomelutasoja kohteen Resiinakuja 1 osalta. Selvitys perustuu suunnittelualueella 8.5.2020 tehtyihin värähtelymittauksiin. Arviointi perustuu VTT:n ohjeessa *Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa* esitettyyn arviointitasoon 2 [1].

Kohteeseen on suunnitteilla 5-kerroksinen asuinkerrostalo, jonka alimmat asunnot sijoittuvat maantason (alimpaan) kerrokseen. (HPK Arkkitehdit Oy, Luonnos 3.10.2023)

1.4 Käytetyt merkinnät ja lyhenteet

Akustisista mitta- ja tunnusluvuista käytetään taulukon 1.1 mukaisia merkintöjä.

Taulukko 1.1. Akustiset mitta- ja tunnusluvut.

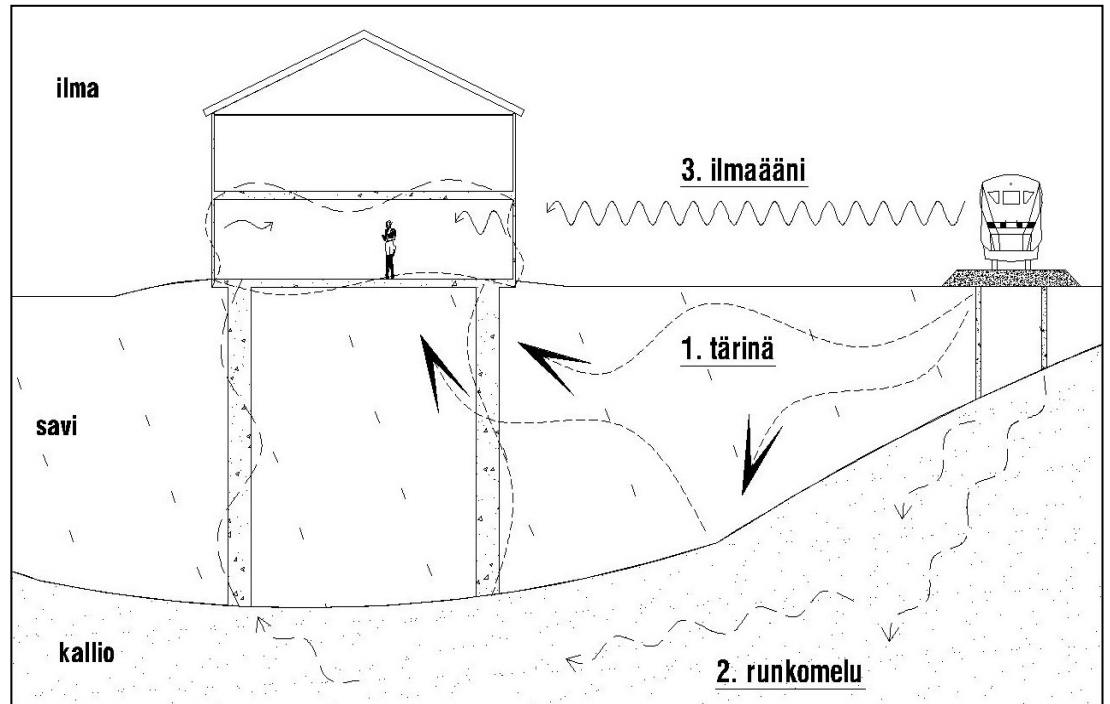
Merkintä	Selitys
$V_{w,95}$	Ohjearvoon verrannollinen värähtelyn tilastollinen enimmäisarvo [mm/s]
$V_{w,RMS, max}$	taajuuspainotetun (ISO 2631-2) värähtelysignaalin tehollisarvon enimmäisarvo [mm/s]
L_{prm}	Ohjearvoon verrannollinen runkomelun laskentasuure [dB]
L_v	Mitattu maaperän värähtelyn nopeustaso (värähtelytaso) [dB]
L_{vASmax}	A-painotetun värähtelyn enimmäistaso [dB]

2 TÄRINÄN JA RUNKOMELUN LEVIÄMINEN MAA- JA KALLIOPERÄSSÄ

Raideliikenteen maaperään aiheuttama värähtely ilmenee pehmeiden maalajien alueilla rakenteiden liikkeenä, jonka ihminen aistii tuntoaistinsa välityksellä värähtelyä (kuva 2.1). Tärinän kannalta ongelmallisimpia ovat yleensä raskaimmat tavarajunat. Kovilla maalajeilla maaperän värähtelysisältö on suurempitaajuisista ja amplitudiltaan pienempää, jolloin värähtelyä ei yleensä ylitä ihmisen havaintokynnystä.

Rakenteiden värähtely saattaa ilmetä rakennuksissa runkoääninä silloin, kun maalaji on kova. Runkoäänen ihminen aistii kuuloaistinsa välityksellä pienitaajuisena meluna. Runkomelu leviää tehokkaimmin ratarakenteesta ympäristöön kalliota pitkin. Mikäli ratarakenne sekä rakennukset on paalutuksin tuettu kallioperään, runkomelua voi ilmetä myös pehmeiden maalajien alueilla. Hyvin lyhyillä etäisyyksillä sekä värähtelyä että runkomelua voivat olla häiritseviä.

Maaperän lisäksi värähtely- ja runkomelutasoihin voivat paikallisesti vaikuttaa huomattavasti ratarakenteen mahdolliset kaarteet, kallistukset sekä epäjatkuvuuskohdat kuten esimerkiksi vaihteet tai tukirakenteen muutokset siltojen ja alikäytävien yhteydessä.



Kuva 2.1. Periaatekuva raideliikenteen aiheuttaman tärinän ja runkomelun etenemisestä eri maalajeissa.

3 TÄRINÄÄ JA RUNKOMELUA KOSKEVAT OHJEARVOT

Ääniympäristöasetuksessa [8] ja sen sovellusohjeessa [9] on esitetty vaatimukset tärinän ja runkomelun osalta. Näitä on täydennetty SFS standardissa 5907 [10] ja ne edustavat käyttö-tarkoitus huomioon ottaen riittävän hyvää ääniympäristöä.

3.1 Kohteessa sovellettavat vaatimukset

Tässä luvussa esitetyt tärinän ja runkomelun tavoitearvot perustuvat standardin SFS 5907 mukaiseen akustiseen luokkaan A2, joka vastaa ääniympäristöasetuksen ja ääniympäristöohjeen vähimmäistasoa. Tärinän tunnusluku $v_{w,95}$ saa olla enintään

- 0,30 mm/s asuintiloissa
- 0,60 mm/s liike- ja toimistotiloissa

Avoradan osalta runkomelun tunnusluku L_{prm} saa olla enintään

- 35 dB asuintiloissa yleensä
- 40 dB liike- ja toimistotiloissa

4 LÄHTÖTIEDOT

4.1 Maaperä ja rakennusten perustamistapa

Kohdetta koskevan geoteknisen suunnitteluraportin (Sipti Infra Oy, 7.2.2017 [5]) mukaan suunnitellun rakennuksen tulevilla paikalla maanpinta on noin korkeudessa +70,7...72,7 m. Maakerroksina tontilla on ylhäältä alaspäin järjestyksessä täyttömaata 0,5...2 m, savea tai silttiä 2...6,5 m (paksuimmillaan tontin pohjoisosassa ohentuen etelään), keskitiivistä hiekkaa 0...2 m sekä tiivis moreenikerros 1,5...3 m. Kalliopinta on suunnitellun rakennuksen pohjoisosassa arviolta noin 9-11 metrin ja eteläosassa noin 5-6 metrin syvyydessä. Koko rakennus ehdoteetaan suunnitteluraportissa perustettavaksi tukipaaluilla ja alapohjat tehdään kantavina, maata vasten valettuina. [5]

4.2 Rata ja liikennöinti

Kohteen koillispuolella sijaitsee Jokelan asema, joka sijoittuu Helsinki-Tampere -radalla Järvenpään ja Hyvinkään välille. Rataosuudella on säännöllistä tavaraliikennettä sekä lähi- ja kaukoliikenteen matkustajaliikennettä. VR Track Oy:ltä saadut junaliikennetiedot on esitetty taulukossa 4.1. Lähiliikenteen junat pysähtyvät Jokelan asemalla ja muut junat ohittavat aseman pysähtymättä. Mittausaikana matkustajaliikenteen Pendolino- (SM3) ja IC2-tyyppisten kaukojunien nopeuksiksi arvioitiin enimmillään 200 km/h ja tavarajunien nopeudeksi enimmillään noin 80 km/h.

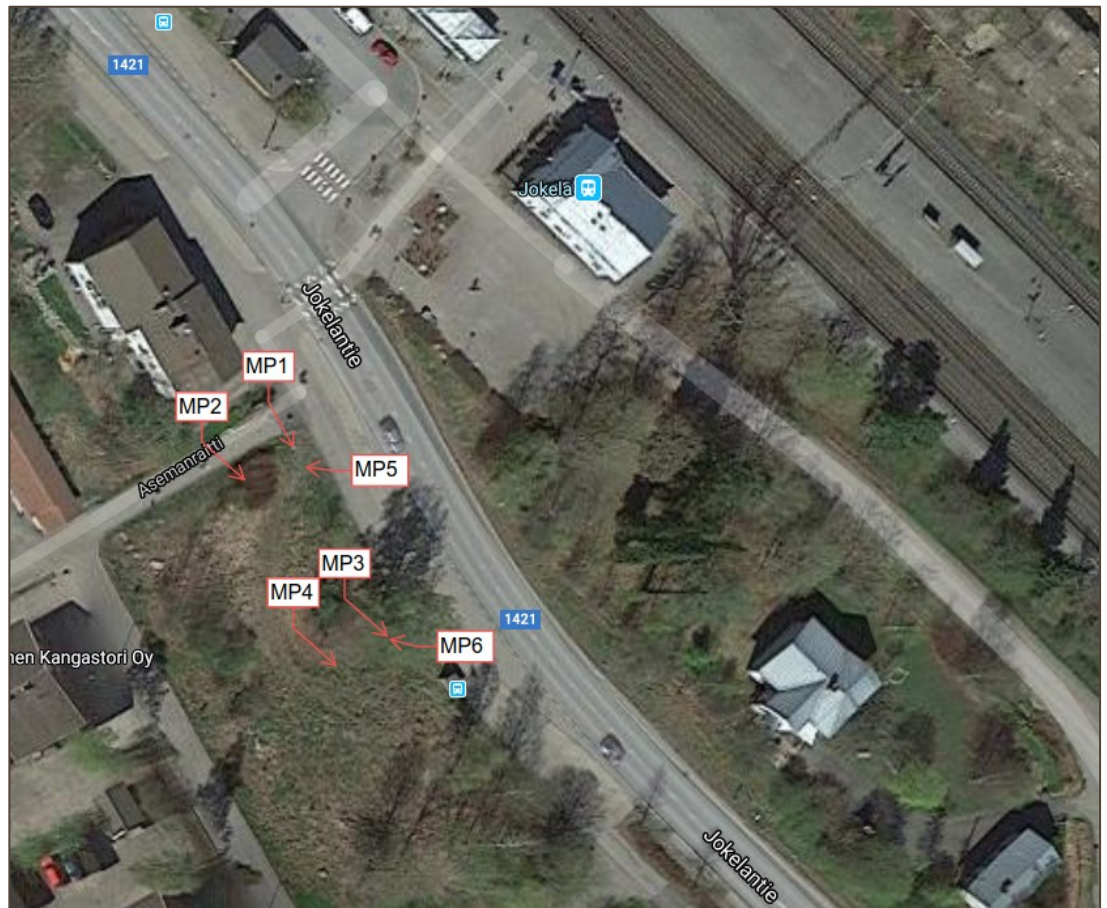
Taulukko 4.1. Junaliikennetiedot (saatu vuoden 2020 mittausajankohtana)

Junatyyppi	Junan pituus [m]	Junan nopeus [km/h]	Junien lukumäärä Päivä (klo 7-22) / Yö (klo 22-7)	
			Nykytilanne v. 2015	Ennuste v. 2035
Henkilöjunat				
Sm1 ja Sm2 paikallisliikenteen sähkömoottorijunat	106	100	5 / 3	-
Sr1- tai Sr2-veturin vetämät henkilöliikenteen junat (punaiset, siniset tai yksikerroksiset IC-vaunut)	298	140	4 / 1	-
Pendolinot	205	200	14 / -	15 / 1
IC 2 -junat	156	200	30 / 5	38 / 6
Sm 4 sähkömoottorijunat	108	120	59 / 14	70 / 20
Tavarajunat				
Suomalaisista tavaravaunuista koostuvat tavarajunat	315	80	4 / 1	5 / 1

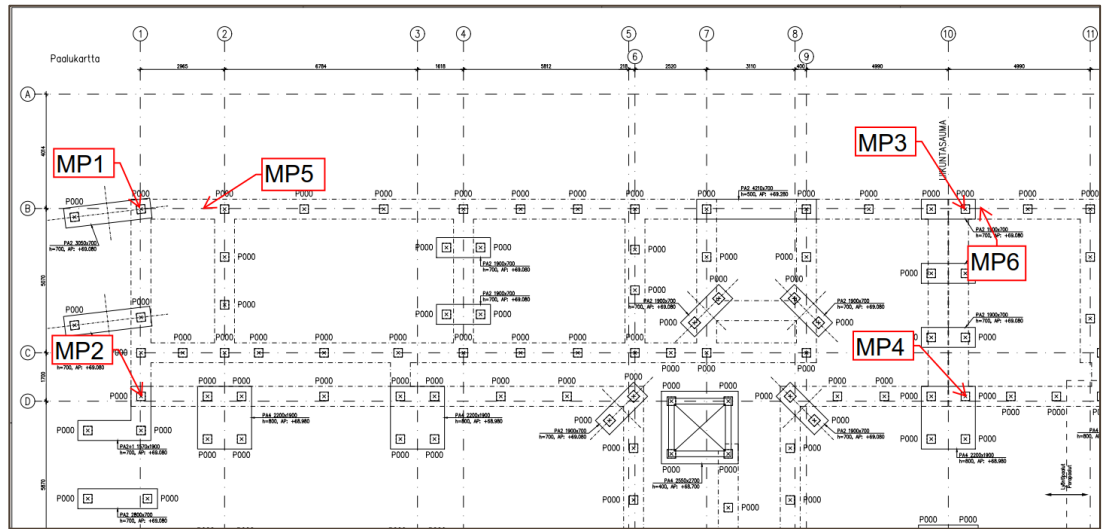
5 MITTAUKSET

Mittaukset suoritettiin VTT:n suositusten mukaisesti [2], [4], sillä erotuksella, että mittausjaksona käytettiin yhtä arkipäivää. Tutkimusten [6] perusteella lyhyemmältä mittausjaksolta saatavat tulokset ovat luotettavia, jos liikennöinti toistuu samanlaisena päivittäin ja mittausjakson ajankohta ja pituus valitaan huolellisesti suhteessa rataosalla liikennöivään kalustoon. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että mittausjaksoon sisältyvät kaikki erilaiset junatyypit sekä riittävä määrä ennalta merkitsevimiksi arvioituja junatyyppejä.

Mittaukset suoritettiin Syscom:in itsenäisillä mittausyksiköillä MR3000. Värähtelyä mitattiin pystysuuntaan sekä molempiin vaakasuuntiin, joista toinen sijoitettiin radan suuntaisesti ja toinen rataa vasten kohtisuoraan. Mittauspisteiden sijainnit on esitetty kuvissa 5.1. ja 5.2. Mittareiden asennukset on esitetty kuvassa 5.3. Mittaukset suoritettiin miehitettynä, jolloin mittaus tulosten voitiin varmistua aiheutuvan raideliikenteestä.



Kuva 5.1. Mittauspisteiden sijainnit kohteen tontilla. Mittauspisteissä MP1-MP4 mittarit asennettiin kiila-ankkureilla teräsbetonipaaluihin, ja mittauspisteissä MP5-MP6 maanvaraisesti betonilaatoille. Kaikissa mittauspisteissä mitattiin värähtelyä kolmeen suuntaan. Kohteen lähin julkisivun on noin 70 metrin etäisyydellä lähimmän raiteen keskiliinjasta.



Kuva 5.2. Mittauspisteiden sijainnit merkittynä paalukarttaan. Mittauspisteissä MP1-MP4 mittarit asennettiin kiila-ankureilla teräsbetonipaaluihin, ja mittauspisteissä MP5-MP6 maanvaraisesti betonilaatoille.





Kuva 5.3. Mittareiden asennukset.

6 ARVIointIMENTELMÄT

6.1 Tärinä

Mitatuille nopeussignaaleille tehtiin taajuuspainotus sekä laskettiin tehollisarvon huippuarvot VTT:n suosituksen mukaisesti [4]. Huippuarvojen osalta valittiin 15 merkittävintä junan ohitusta, joiden perusteella määritettiin maaperän tilastolliset tärinän tunnusluvut $v_{w,95,maa}$.

Maaperässä mitatut tärinätasot eivät edusta rakennuksessa saavutettavia tärinätasoja. Tärinä vaimenee jonkin verran perustuksiin siirryttäessä, mutta voi toisaalta voimistua rakennuksen rungossa ja lattioissa resonanssin seurauksena. Resonanssin toteutuminen edellyttää, että herätetaajuus osuu rakenteen ominaistaajuudelle, jolloin rakenne värähtelee voimakkaasti. Edellä kuvatut ilmiöt ovat voimakkaasti taajuudesta riippuvia. Maaperästä mitatuista tärinätasoista laskettiin rakennuksissa saavutettavat tärinätasot taajuuskaistoittain ottaen huomioon tärinän vaimentuminen perustuksiin siirryttäessä sekä voimistuminen edettäessä perustuksista rakennuksen runkoon ja lattioihin. Arviointi tehtiin VTT:n ohjeen *Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi* mukaisesti taajuuskaistoittain [7].

Tärinän voimistumista rakennuksen rungossa ja lattioissa arviointiin ns. yleisen voimistumisen sekä resonanssitarkastelun mukaisesti. Resonanssitarkastelu perustuu pahimpaan mahdolliseen tilanteeseen, jolloin rungon tai lattioiden ominaistaajuus voimistaa tärinää.

6.2 Runkomelu

Maaperästä mitatuista nopeustasoista laskettiin A-painotetut runkomelutasot VTT:n ohjeen *Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi* mukaisesti [4]. Laskennassa otettiin huomioon rakennustyyppi, rakennusten perustamistapa, resonanssin vaikutus sekä turvamarginaali. Turvamarginaalina käytettiin ehdotetun 6 dB sijaan 3 dB, koska maaperän mittaustulokseen sisältyy jo suuri osa laskentamenetelmän muuttujista. 15 merkittävimmän junan ohituksen osalta laskettiin runkomelun tilastollinen tunnusluku L_{prm} .

7 TULOKSET JA PÄÄTELMÄT

7.1 Tärinä

Mittaustulosten perusteella lasketut tärinätasot maaperässä on esitetty taulukossa 7.1 sekä 15 merkitsevimmän osalta liitteessä 1. Liitteessä on lisäksi esitetty keskiarvospektrit terssikaistoitain.

Taulukko 7.1. Tärinän tunnusluvut maaperässä mittauspisteittäin.

Mittauspiste	Tärinän tunnusluku maaperässä $v_{w,95,maa}$ [mm/s]		
	Radansuuntaisesti	Rataa vasten kohtisuoraan	Pystysuuntaan
MP1	0,06	0,00	0,00
MP2	0,07	0,00	0,00
MP3	0,07	0,00	0,00
MP4	0,00	0,06	0,00
MP5	0,08	0,08	0,10
MP6	0,05	0,03	0,02

Rakennuksessa resonanssitarkastelun perusteella arvioidut tärinätunnusluvut on esitetty taulukossa 7.2. Lisäksi liitteessä 1 on esitetty 15 merkitsevimmän ohiajon perusteella lasketut tärinän keskiarvospektrit rakennuksen rungon ja lattioiden osalta.

Taulukko 7.2. Tärinän tunnusluvut rakennuksessa mittauspisteittäin.

Mittauspiste	Tärinän tunnusluku rakennuksessa		
	$v_{w,95,runko}$ [mm/s]		$v_{w,95,lattia}$ [mm/s]
	Radansuuntaisesti	Rataa vasten kohtisuoraan	Pystysuuntaan
MP1	0,09	0,00	0,00
MP2	0,16	0,00	0,00
MP3	0,14	0,00	0,00
MP4	0,00	0,12	0,00
MP5	0,14	0,14	0,29
MP6	0,10	0,06	0,05

Pahimmassa tapauksessa eli resonanssin voimistaessa tärinätasoja rakennuksen rungossa arvioitu vaakasuuntainen tärinätaso on $v_{w,95,runko} = 0,16$ mm/s sekä lattioiden osalta suurin pystysuunnassa arvioitu tärinätaso $v_{w,95,lattia} = 0,29$ mm/s, joka alittaa luvussa 3 esitetyn asuintilojen tärinän tavoitearvon ($v_{w,95} = 0,30$ mm/s). Liitteessä 1 esitettyjen keskiarvospektrien perusteella voidaan todeta, että rungon osalta tärinän merkitsevin taajuussisältö osuu 10...16 Hz terssikaistoille ja lattian osalta 16...20 Hz terssikaistoille.

Kohteen kohdalla on rautatiehen suunnitteilla Helsinki–Riihimäki-hankkeen seurauksena radan välityskykyä parantavia muutoksia. Kohteen jatkosuunnittelussa tulee näiden ratarakenteen ja liikennöinnin muutosten vaikutukset tarkastaa suunnitellussa rakennuksessa saavutettavien tärinätasojen osalta.

Kaavoituksessa rakennusten suunnittelu tulee edellyttää toteutettavan siten, että raideliikenteen tärinän tavoitearvot täytetään. Kaavamääräys voi olla esimerkiksi muotoa: "Asuinrakennusten asuinhuoneissa liikennetärinä $v_{w,95}$ saa olla enintään 0,30 mm/s"

7.2 Runkomelu

Taulukossa 7.3 on esitetty arvioidut runkomelutasot mittauspisteittäin eri kerroksissa. Taulukoon on rajattu katkoviivalla kerrokset, joissa on asuinhuoneistoja. Liitteessä 1 on esitetty 15 merkittävimmän junan ohituksen ajalta arvioidut runkomelun enimmäistasot alimmissa kerroksissa. Liitteessä on lisäksi esitetty keskiarvospektrit terssikaistoittain.

Taulukko 7.3. Runkomelun tunnusluvut L_{prm} mittauspisteittäin eri kerroksissa.

Mittauspiste	Mittaussuunta	Runkomelun tilastollinen tunnusluku L_{prm} [dB(A)]				
		0. krs	1. krs	2. krs	3. krs	4. krs
MP1	radansuuntaisesti	40	38	36	34	32
	rataa vasten kohtisuoraan	<30	<30	<30	<30	<30
	pystysuuntaan	<30	<30	<30	<30	<30
MP2	radansuuntaisesti	33	31	<30	<30	<30
	rataa vasten kohtisuoraan	<30	<30	<30	<30	<30
	pystysuuntaan	<30	<30	<30	<30	<30
MP3	radansuuntaisesti	38	36	34	32	<30
	rataa vasten kohtisuoraan	<30	<30	<30	<30	<30
	pystysuuntaan	<30	<30	<30	<30	<30
MP4	radansuuntaisesti	<30	<30	<30	<30	<30
	rataa vasten kohtisuoraan	<30	<30	<30	<30	<30
	pystysuuntaan	<30	<30	<30	<30	<30
MP5	radansuuntaisesti	45	43	41	39	37
	rataa vasten kohtisuoraan	42	40	38	36	34
	pystysuuntaan	40	38	36	34	32
MP6	radansuuntaisesti	40	38	36	34	32
	rataa vasten kohtisuoraan	43	41	39	37	35
	pystysuuntaan	35	33	31	<30	<30

Tulosten perusteella korkeimmat runkomelutasot saavutettiin mittauspisteessä MP5, jossa mittari oli asennettu maanvaraisesti betonilaatalle. Mittauspisteessä MP5 tavoitearvo L_{prm} 35 dB ylitettiin 10 dB verran alimmissa asunnoissa (0. krs) värähtelyn radansuuntaisen komponentin mukaan arvioituna.

Teräsbetonipaaluista mitatuista runkomelutasoista suurimmat saavutettiin mittauspisteessä MP1, jossa alimpien asuntojen osalta tavoitearvo ylitettiin 5 dB verran radansuuntaisessa vaakavärähtelyssä. Muissa mitaussuunnissa tavoitearvo ei ylittynyt. Mittauspisteessä MP3 ainoastaan radansuuntaisessa vaakavärähtelyssä tavoitearvo ylitettiin 3 dB verran alimmissa asunnoissa arvioituna.

Maaperän mittauspisteistä mitatut värähtelytasot vaimenivat pystysuunnan osalta paaluihin siirryttäessä. Paaluista mitatut pystysuuntaiset värähtelytasot täyttivät tavoitearvot. Runkomelun vaimennus kohteessa on suositeltavaa toteuttaa asentamalla runkomelueristin maanalaisella osalla radanpuoleiselle pitkälle julkisivulle sekä rakennuksen päätyihin. Runkomelueristin asennetaan sokkelin ja anturan betonin pintaan ja suojataan EPS-levyillä, jotka tasaavat kuorimitusta sekä estävät kivien painumisen eristeeseen. Runkomelueristimenä voidaan käyttää esimerkiksi 12,5 mm paksua eristinmattoa. Käytettävä eristintyyppi tulee määrittää kohteen jatkosuunnittelussa asennussyvyyden ja eristimelle tulevan kuorimituksen perusteella akustiikka- ja rakennesuunnittelijan yhteistyönä.

Kohteen kohdalla on rautatiehen suunnitteilla Helsinki–Riihimäki-hankkeen seurauksena radan välityskykyä parantavia muutoksia. Kohteen jatkosuunnittelussa tulee näiden ratarakenteen ja liikennöinnin muutosten vaikutukset tarkastaa suunnitellussa rakennuksessa saavutettavien runkomelutasojen osalta ja runkomeluntorjunta tulee yhteensovittaa rautatien muutostojen kanssa.

Kaavoituksessa rakennusten suunnittelu tulee edellyttää toteutettavan siten, että raideliikenteen runkomelun tavoitearvot täytetään. Kaavamääräys voi olla esimerkiksi muotoa: ”*Asuinrakennusten asuinhuoneissa runkomelu L_{pm} saa olla enintään 35 dB*”.

LIITTEET

1. Mittaustulokset mittauspisteittäin (24 s.)

LÄHTEET

1. Törnqvist, J. ja Talja, A. 2006. Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa. VTT Working papers 50. Espoo: VTT. 46 + 33 s.
2. Talja, A. 2004. Suositus liikennetärinän mittaamista ja luokituksista. VTT Tiedotteita 2278. Espoo: VTT. 50 + 15 s.
3. NS 8176E. 1999. Vibration and shock. Measurement of vibration in buildings from land-based transport guidance to evaluation of its effects on human beings. Oslo: Norges Standardiseringsförbund (NSF). 27 s.
4. Talja, A. ja Saarinen, A. 2009. Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi. Esiselvitys. VTT Tiedotteita 2468. Espoo: VTT. 56 + 11 s.
5. Sipti Infra Oy. 2017. 5451 Asunto Oy Tuusulan Asemapäällikkö. Geotekninen Suunnitteluraportti. 7.2.2017. Helsinki: Sipti Infra Oy. 7 s.
6. Huhtala, T. 2006. Mittausjakson pituuden vaikutus maaperästä mitatun maaperästä mitatun raideliikenteen värähtelyn asuntoihin aiheuttaman haitan arvioinnissa. 105-29 s.
7. Talja, A., Vepsä, A., Kurkela, J. ja Halonen, M. 2008. Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi, VTT tiedotteita 2425. 95+69 s.
8. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä, nro 796/2017.
9. Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. 2018. Helsinki, ympäristöministeriö.
10. SFS 5907: 2022. Rakennusten akustinen suunnittelu ja luokitus. 2022. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

Mittaustulokset, tärinä MP1

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 70 m

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta x (radansuuntaisesti).

aika	$v_{w,rms,max}$ [mm/s]	suunta	junatyyppi
13.00.19	0,06	E	IC
12.47.14	0,05	E&P	T(s)&sm4
13.55.19	0,05	P	IC
15.31.35	0,05	P	IC
12.34.11	0,04	P	sm3
15.55.43	0,03	P	IC
15.58.56	0,03	E	IC
16.34.35	0,03	P	IC
12.19.42	0,03	E&P	IC&sm4
14.49.22	0,03	E	T(d)
12.46.40	0,02	P	sm4
15.10.47	0,02	E	sm4
14.51.28	0,02	P	VET(s)
12.39.54	0,01	E	sm4
16.12.53	0,01	P	sm4

 tärinän tunnusluku $v_{w,95,maa}$ 0,06 mm/s
 tärinäluokka A

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta y (pystysuunta).

aika	$v_{w,rms,max}$ [mm/s]	suunta	junatyyppi
12.47.14	0,00	E&P	T(s)&sm4
13.00.19	0,00	E	IC
13.55.19	0,00	P	IC
12.34.11	0,00	P	sm3
15.55.43	0,00	P	IC
15.31.35	0,00	P	IC
15.58.56	0,00	E	IC
12.19.42	0,00	E&P	IC&sm4
16.34.35	0,00	P	IC
14.49.22	0,00	E	T(d)
12.46.40	0,00	P	sm4
15.10.47	0,00	E	sm4
14.09.51	0,00	E	sm4
11.47.55	0,00	P	sm4
16.12.53	0,00	P	sm4

 tärinän tunnusluku $v_{w,95,maa}$ 0,00 mm/s
 tärinäluokka A

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta z (rataa vasten kohtisuoraan).

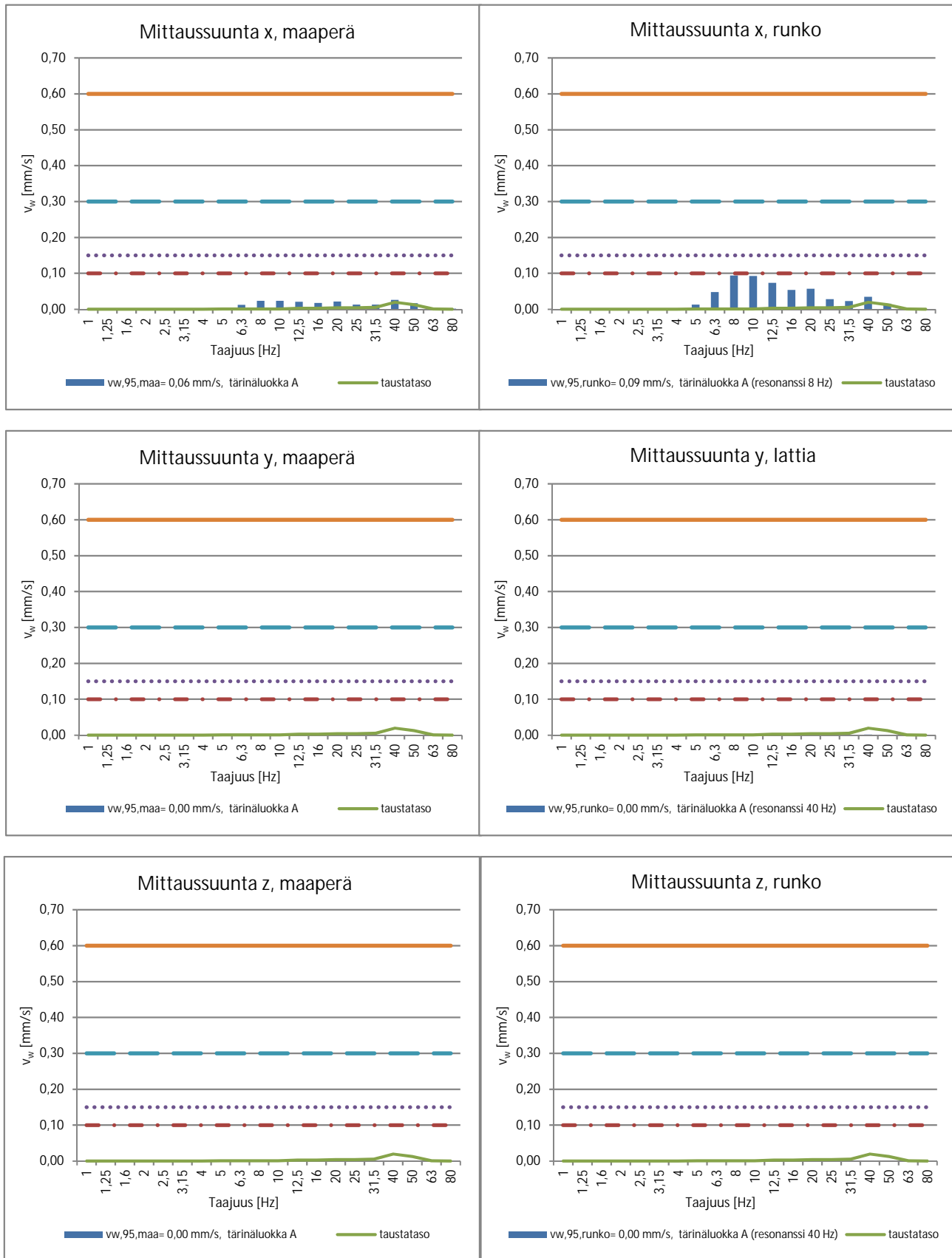
aika	$v_{w,rms,max}$ [mm/s]	suunta	junatyyppi
12.47.14	0,00	E&P	T(s)&sm4
13.00.19	0,00	E	IC
15.10.47	0,00	E	sm4
12.34.11	0,00	P	sm3
15.55.43	0,00	P	IC
15.58.56	0,00	E	IC
15.31.35	0,00	P	IC
14.49.22	0,00	E	T(d)
16.34.35	0,00	P	IC
12.46.40	0,00	P	sm4
12.19.42	0,00	E&P	IC&sm4
13.55.19	0,00	P	IC
13.42.43	0,00	E	sm4
14.51.28	0,00	P	VET(s)
14.09.51	0,00	E	sm4

 tärinän tunnusluku $v_{w,95,maa}$ 0,00 mm/s
 tärinäluokka A

Mittaustulokset, tärinä MP1

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 70 m

Tärinäluokkien rajat: luokka A $\leq 0,1\text{mm/s}$, luokka B $\leq 0,15\text{mm/s}$, luokka C $\leq 0,3\text{mm/s}$ ja luokka D $\leq 0,6\text{mm/s}$



Mittaustulokset, runkomelu MP1

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 70 m

Liite 1.1 s.3

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta x (radansuuntaisesti).

aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	suunta	junatyyppi
12.34.11	37	P	sm3
15.55.43	35	P	IC
15.58.56	35	E	IC
12.47.14	35	E&P	T(s)&sm4
13.00.19	35	E	IC
14.49.22	33	E	T(d)
12.46.40	31	P	sm4
15.31.35	31	P	IC
16.34.35	30	P	IC
15.10.47	29	E	sm4
13.55.19	28	P	IC
12.19.42	28	E&P	IC&sm4
14.51.28	27	P	VET(s)
14.09.51	22	E	sm4
13.42.43	22	E	sm4

Ohjearvoon verrannollinen
runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	40
+ 1 krs	38
+ 2 krs	36
+ 3 krs	34
+ 4 krs	32
+ 5 krs	31
+ 6 krs	30
+ 7 krs	<30
+ 8 krs	<30
+ 9 krs	<30
+ 10 krs	<30

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta y (pystysuunta).

aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	suunta	junatyyppi
12.47.14	33	E&P	T(s)&sm4
13.55.19	29	P	IC
12.19.42	26	E&P	IC&sm4
12.34.11	26	P	sm3
13.00.19	25	E	IC
15.31.35	23	P	IC
15.55.43	23	P	IC
16.34.35	23	P	IC
15.58.56	23	E	IC
14.49.22	22	E	T(d)
14.09.51	21	E	sm4
12.46.40	21	P	sm4
11.47.55	18	P	sm4
15.10.47	18	E	sm4
16.12.53	17	P	sm4

Ohjearvoon verrannollinen
runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	33
+ 1 krs	31
+ 2 krs	<30
+ 3 krs	<30
+ 4 krs	<30
+ 5 krs	<30
+ 6 krs	<30
+ 7 krs	<30
+ 8 krs	<30
+ 9 krs	<30
+ 10 krs	<30

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta z (rataa vasten kohtisuoraan).

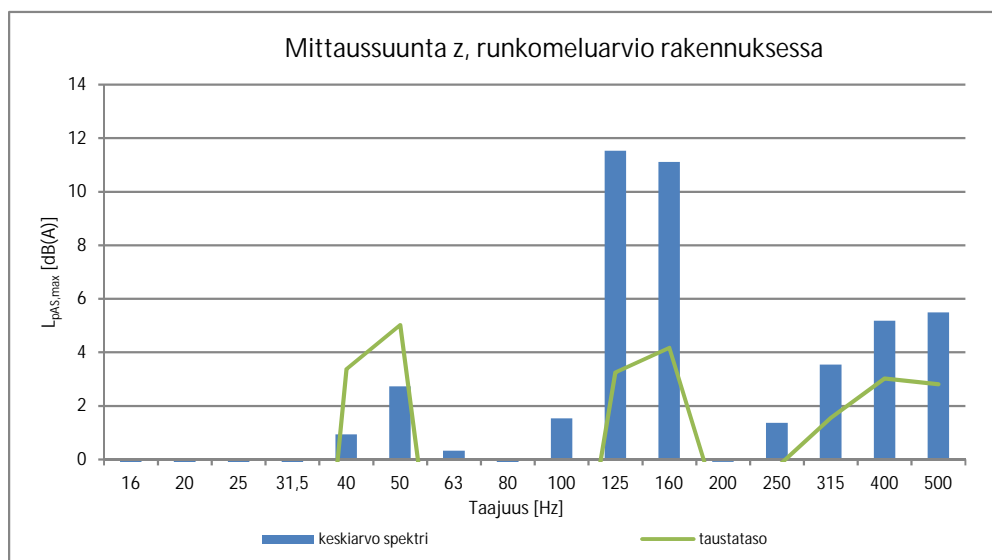
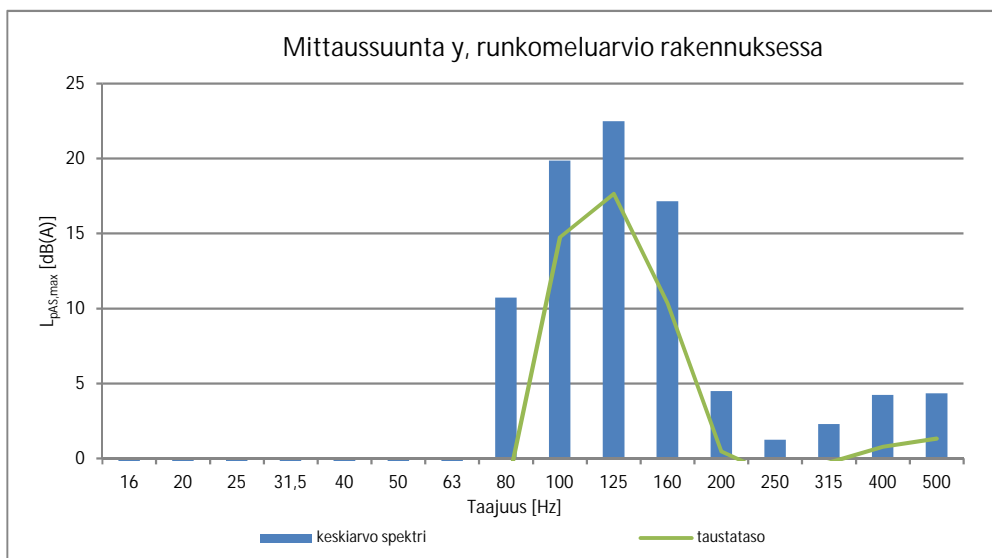
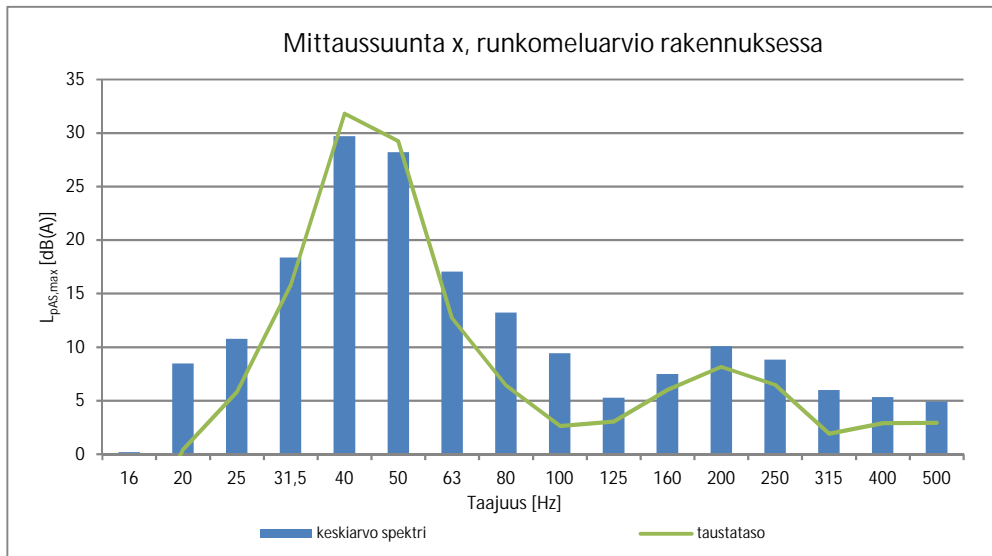
aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	suunta	junatyyppi
14.09.51	22	E	sm4
12.47.14	21	E&P	T(s)&sm4
12.34.11	18	P	sm3
13.55.19	16	P	IC
16.34.35	16	P	IC
12.19.42	16	E&P	IC&sm4
15.31.35	15	P	IC
13.00.19	15	E	IC
15.58.56	15	E	IC
15.55.43	15	P	IC
14.49.22	14	E	T(d)
15.10.47	14	E	sm4
12.46.40	13	P	sm4
11.47.55	12	P	sm4
16.12.53	12	P	sm4

Ohjearvoon verrannollinen
runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	<30
+ 1 krs	<30
+ 2 krs	<30
+ 3 krs	<30
+ 4 krs	<30
+ 5 krs	<30
+ 6 krs	<30
+ 7 krs	<30
+ 8 krs	<30
+ 9 krs	<30
+ 10 krs	<30

Mittaustulokset, runkomelu MP1

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 70 m



Mittaustulokset, tärinä MP2

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 75 m

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta x (radansuuntaisesti).

aika	$v_{w,rms,max}$ [mm/s]	suunta	junatyyppi
12.47.14	0,07	E&P	T(s)&sm4
13.00.19	0,06	E	IC
13.55.19	0,06	P	IC
14.17.14	0,05	P	sm4
16.29.41	0,05	P	T(d)
15.31.35	0,05	P	IC
12.34.11	0,04	P	sm3
16.24.08	0,03	P	sm4
16.34.35	0,03	P	IC
14.49.22	0,03	E	T(d)
15.55.43	0,03	P	IC
15.58.56	0,03	E	IC
12.19.42	0,03	E&P	IC&sm4
15.45.28	0,03	P	sm4
13.35.15	0,02	P	IC

 tärinän tunnusluku $v_{w,95,maa}$ 0,07 mm/s
 tärinäluokka A

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta y (pystysuunta).

aika	$v_{w,rms,max}$ [mm/s]	suunta	junatyyppi
13.00.19	0,00	E	IC
12.47.14	0,00	E&P	T(s)&sm4
14.17.14	0,00	P	sm4
13.55.19	0,00	P	IC
12.34.11	0,00	P	sm3
12.19.42	0,00	E&P	IC&sm4
15.31.35	0,00	P	IC
13.35.15	0,00	P	IC
14.49.22	0,00	E	T(d)
12.10.45	0,00	E	sm4
15.58.56	0,00	E	IC
16.34.35	0,00	P	IC
15.45.28	0,00	P	sm4
14.39.26	0,00	E	sm4
16.29.41	0,00	P	T(d)

 tärinän tunnusluku $v_{w,95,maa}$ 0,00 mm/s
 tärinäluokka A

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta z (rataa vasten kohtisuoraan).

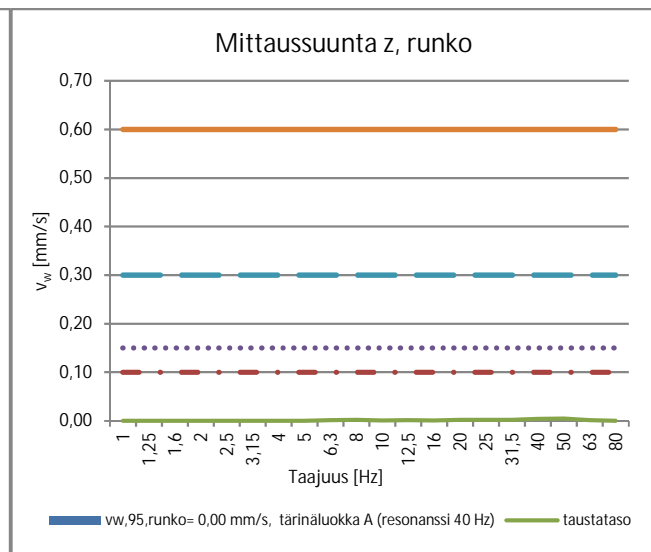
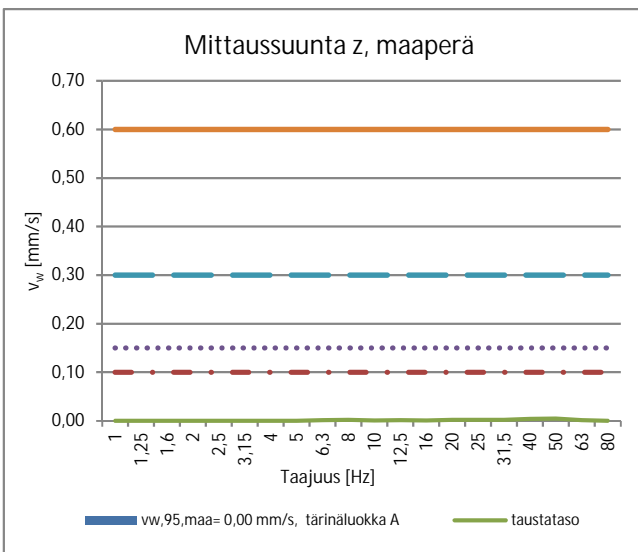
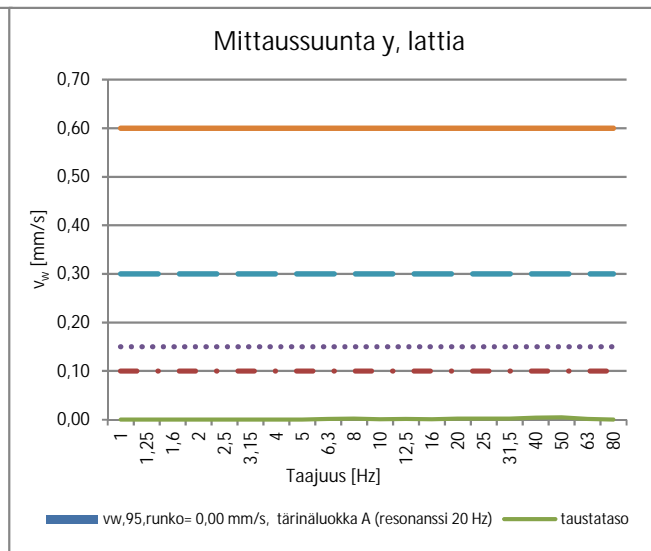
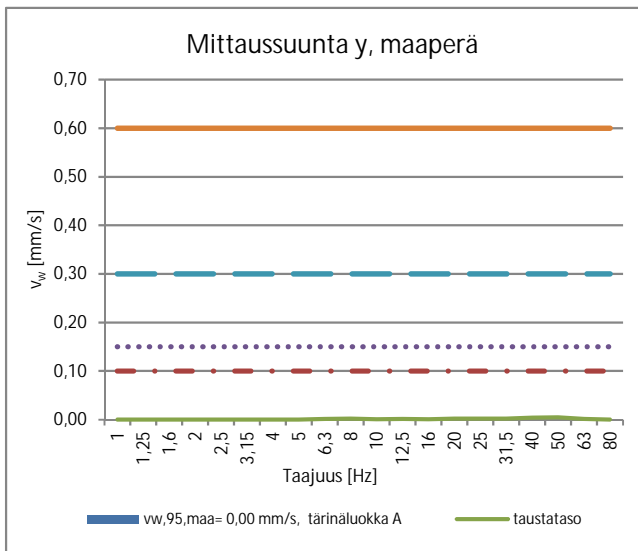
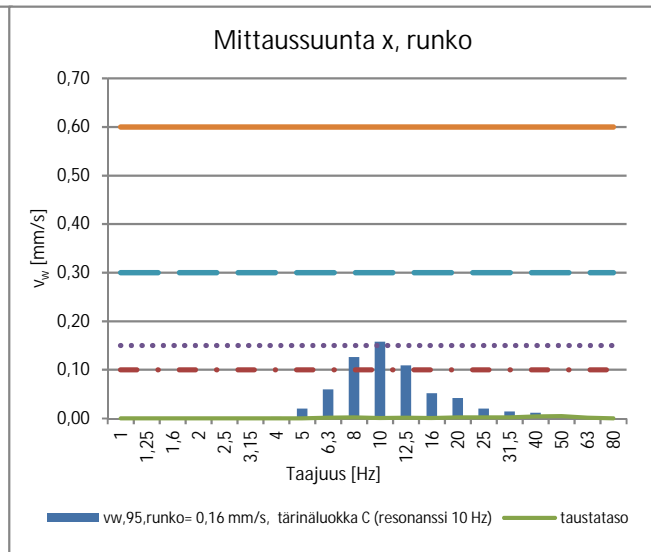
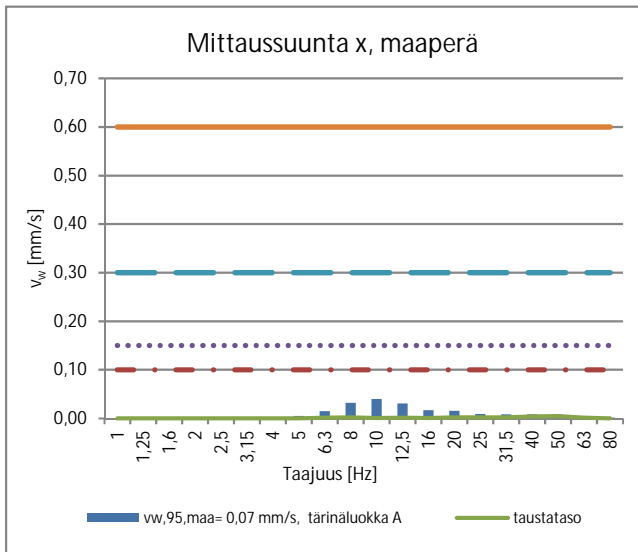
aika	$v_{w,rms,max}$ [mm/s]	suunta	junatyyppi
13.00.19	0,00	E	IC
13.35.15	0,00	P	IC
14.17.14	0,00	P	sm4
12.47.14	0,00	E&P	T(s)&sm4
14.49.22	0,00	E	T(d)
15.58.56	0,00	E	IC
13.55.19	0,00	P	IC
16.29.41	0,00	P	T(d)
15.31.35	0,00	P	IC
12.34.11	0,00	P	sm3
15.45.28	0,00	P	sm4
16.34.35	0,00	P	IC
11.47.55	0,00	P	sm4
14.39.26	0,00	E	sm4
12.19.42	0,00	E&P	IC&sm4

 tärinän tunnusluku $v_{w,95,maa}$ 0,00 mm/s
 tärinäluokka A

Mittaustulokset, tärinä MP2

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 75 m

Tärinäluokkien rajat: luokka A $\leq 0,1\text{mm/s}$, luokka B $\leq 0,15\text{mm/s}$, luokka C $\leq 0,3\text{mm/s}$ ja luokka D $\leq 0,6\text{mm/s}$



Mittaustulokset, runkomelu MP2

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 75 m

Liite 1.2 s.3

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta x (radansuuntaisesti).

aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	suunta	junatyyppi
13.35.15	34	P	IC
15.58.56	32	E	IC
14.17.14	32	P	sm4
12.47.14	32	E&P	T(s)&sm4
16.29.41	31	P	T(d)
13.00.19	31	E	IC
11.47.55	29	P	sm4
15.31.35	29	P	IC
13.55.19	29	P	IC
12.39.54	29	E	sm4
16.34.35	29	P	IC
12.34.11	29	P	sm3
14.51.28	28	P	VET(s)
12.19.42	28	E&P	IC&sm4
14.49.22	27	E	T(d)

Ohjearvoon verrannollinen
runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	33
+ 1 krs	31
+ 2 krs	<30
+ 3 krs	<30
+ 4 krs	<30
+ 5 krs	<30
+ 6 krs	<30
+ 7 krs	<30
+ 8 krs	<30
+ 9 krs	<30
+ 10 krs	<30

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta y (pystysuunta).

aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	suunta	junatyyppi
12.47.14	26	E&P	T(s)&sm4
12.34.11	24	P	sm3
14.17.14	22	P	sm4
12.19.42	22	E&P	IC&sm4
15.58.56	22	E	IC
13.55.19	22	P	IC
12.10.45	21	E	sm4
13.00.19	20	E	IC
14.09.51	20	E	sm4
15.31.35	20	P	IC
16.34.35	20	P	IC
15.45.28	19	P	sm4
14.49.22	19	E	T(d)
14.39.26	19	E	sm4
16.29.41	19	P	T(d)

Ohjearvoon verrannollinen
runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	<30
+ 1 krs	<30
+ 2 krs	<30
+ 3 krs	<30
+ 4 krs	<30
+ 5 krs	<30
+ 6 krs	<30
+ 7 krs	<30
+ 8 krs	<30
+ 9 krs	<30
+ 10 krs	<30

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta z (rataa vasten kohtisuoraan).

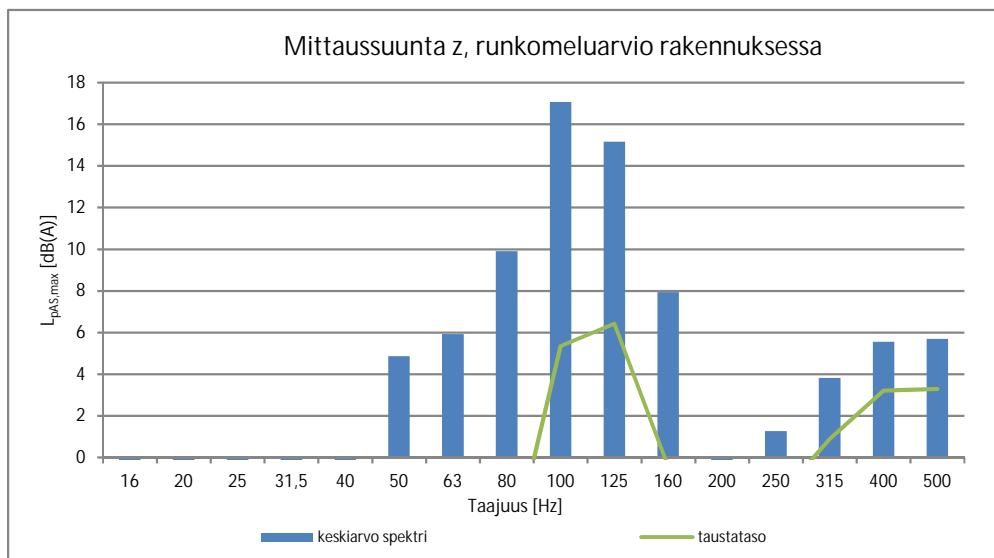
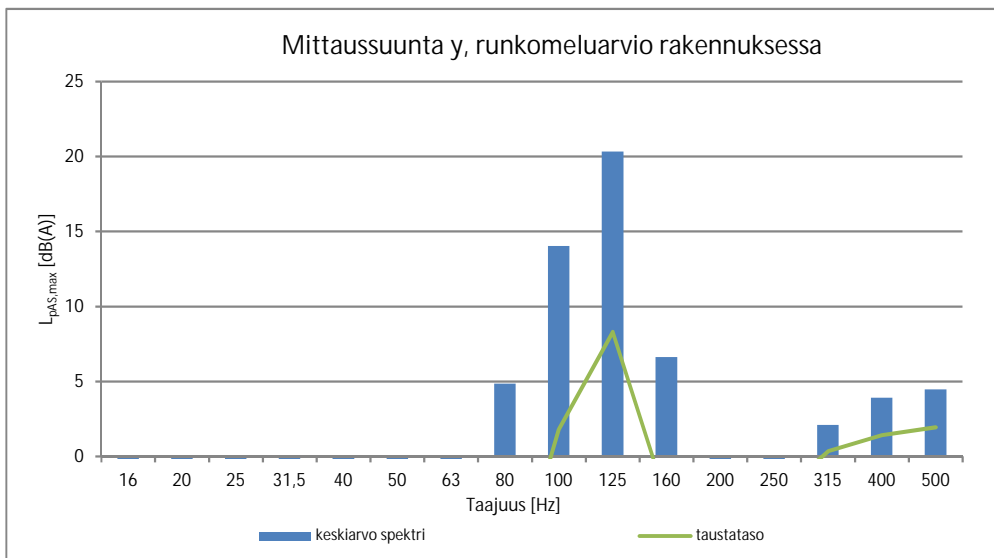
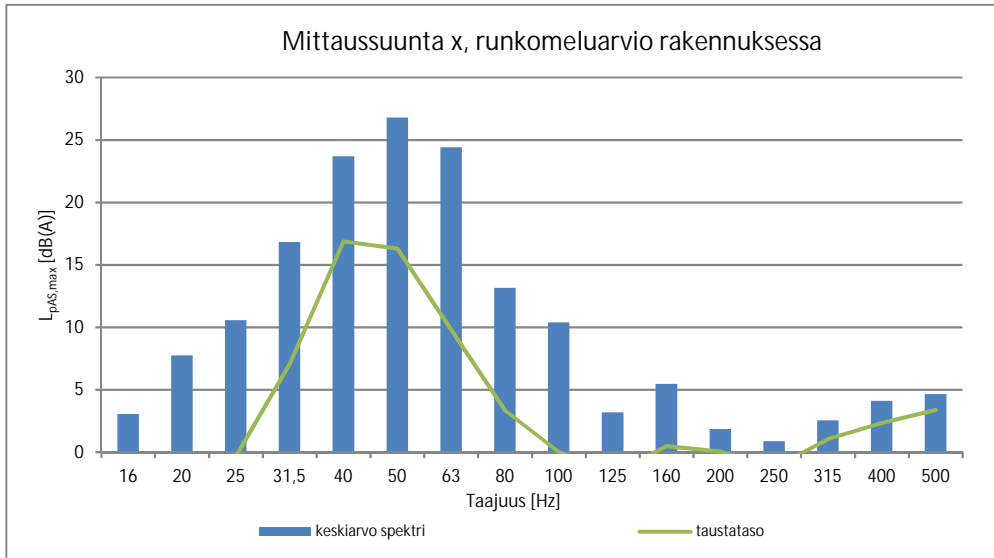
aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	suunta	junatyyppi
12.47.14	25	E&P	T(s)&sm4
12.34.11	24	P	sm3
14.09.51	22	E	sm4
13.55.19	22	P	IC
13.00.19	21	E	IC
14.17.14	21	P	sm4
15.58.56	20	E	IC
12.19.42	20	E&P	IC&sm4
14.39.26	19	E	sm4
15.31.35	19	P	IC
13.35.15	18	P	IC
14.49.22	18	E	T(d)
16.34.35	17	P	IC
11.47.55	17	P	sm4
15.55.43	17	P	IC

Ohjearvoon verrannollinen
runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	<30
+ 1 krs	<30
+ 2 krs	<30
+ 3 krs	<30
+ 4 krs	<30
+ 5 krs	<30
+ 6 krs	<30
+ 7 krs	<30
+ 8 krs	<30
+ 9 krs	<30
+ 10 krs	<30

Mittaustulokset, runkomelu MP2

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 75 m



Mittaustulokset, tärinä MP3

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 77 m

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta x (radansuuntaisesti).

aika	$v_{w,rms,max}$ [mm/s]	suunta	junatyyppi
14.17.14	0,08	P	sm4
13.00.19	0,07	E	IC
13.16.57	0,06	P	sm4
16.29.41	0,05	P	T(d)
14.49.22	0,05	E	T(d)
12.47.14	0,04	E&P	T(s)&sm4
15.58.56	0,04	E	IC
13.55.19	0,03	P	IC
16.34.35	0,03	P	IC
16.24.08	0,03	P	sm4
15.31.35	0,03	P	IC
13.35.15	0,03	P	IC
12.39.54	0,02	E	sm4
12.19.42	0,02	E&P	IC&sm4
14.51.28	0,02	P	VET(s)

 tärinän tunnusluku $v_{w,95,maa}$ 0,07 mm/s
 tärinäluokka A

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta y (pystysuunta).

aika	$v_{w,rms,max}$ [mm/s]	suunta	junatyyppi
15.31.35	0,00	P	IC
13.35.15	0,00	P	IC
13.55.19	0,00	P	IC
13.00.19	0,00	E	IC
13.16.57	0,00	P	sm4
12.47.14	0,00	E&P	T(s)&sm4
16.29.41	0,00	P	T(d)
14.17.14	0,00	P	sm4
16.34.35	0,00	P	IC
15.58.56	0,00	E	IC
12.34.11	0,00	P	sm3
15.55.43	0,00	P	IC
14.40.23	0,00	E	sm4
16.24.08	0,00	P	sm4
12.19.42	0,00	E&P	IC&sm4

 tärinän tunnusluku $v_{w,95,maa}$ 0,00 mm/s
 tärinäluokka A

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta z (rataa vasten kohtisuoraan).

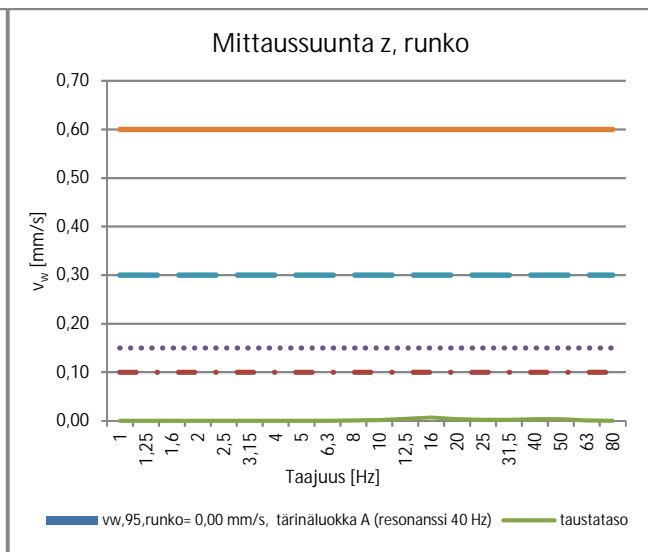
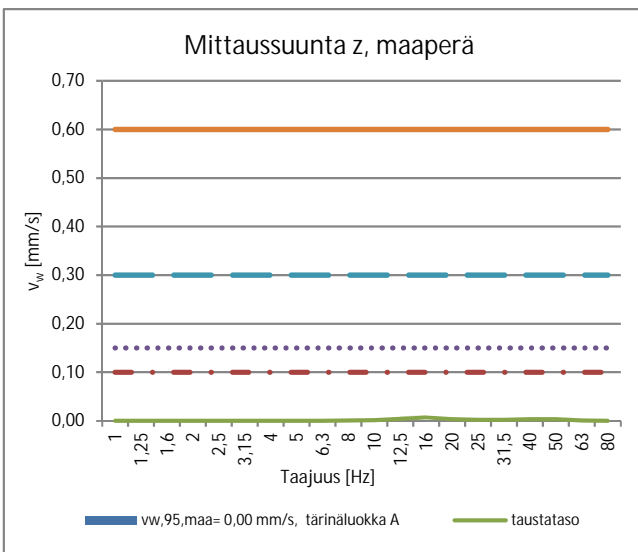
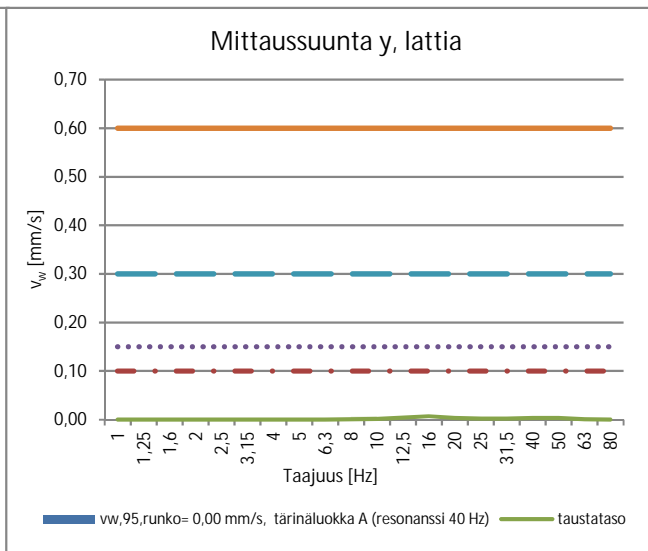
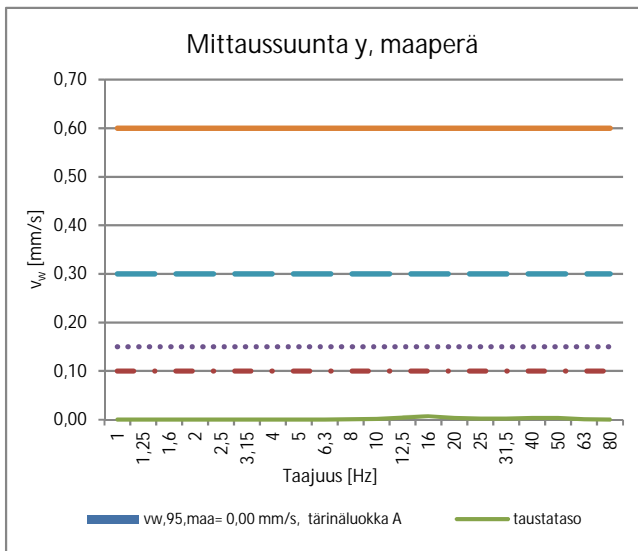
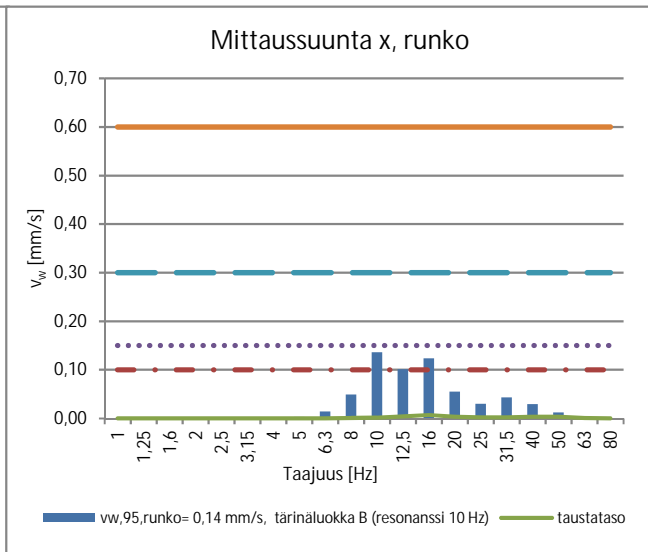
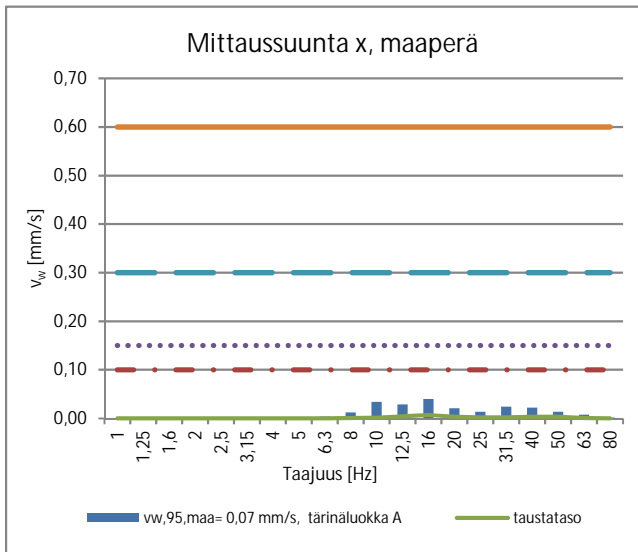
aika	$v_{w,rms,max}$ [mm/s]	suunta	junatyyppi
13.35.15	0,00	P	IC
14.17.14	0,00	P	sm4
13.55.19	0,00	P	IC
13.16.57	0,00	P	sm4
16.29.41	0,00	P	T(d)
14.09.51	0,00	E	sm4
13.00.19	0,00	E	IC
15.58.56	0,00	E	IC
12.47.14	0,00	E&P	T(s)&sm4
15.55.43	0,00	P	IC
15.31.35	0,00	P	IC
12.19.42	0,00	E&P	IC&sm4
14.49.22	0,00	E	T(d)
16.12.04	0,00	P	sm4
16.34.35	0,00	P	IC

 tärinän tunnusluku $v_{w,95,maa}$ 0,00 mm/s
 tärinäluokka A

Mittaustulokset, tärinä MP3

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 77 m

Tärinäluokkien rajat: luokka A $\leq 0,1\text{mm/s}$, luokka B $\leq 0,15\text{mm/s}$, luokka C $\leq 0,3\text{mm/s}$ ja luokka D $\leq 0,6\text{mm/s}$



Mittaustulokset, runkomelu MP3

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 77 m

Liite 1.3 s.3

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta x (radansuuntaisesti).

aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	suunta	junatyyppi
13.35.15	38	P	IC
13.00.19	37	E	IC
15.58.56	33	E	IC
12.47.14	32	E&P	T(s)&sm4
14.17.14	32	P	sm4
16.29.41	32	P	T(d)
13.55.19	31	P	IC
14.49.22	31	E	T(d)
16.34.35	31	P	IC
12.19.42	31	E&P	IC&sm4
13.16.57	30	P	sm4
15.55.43	30	P	IC
12.34.11	29	P	sm3
15.31.35	28	P	IC
14.09.51	28	E	sm4

Ohjearvoon verrannollinen
runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	38
+ 1 krs	36
+ 2 krs	34
+ 3 krs	32
+ 4 krs	<30
+ 5 krs	<30
+ 6 krs	<30
+ 7 krs	<30
+ 8 krs	<30
+ 9 krs	<30
+ 10 krs	<30

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta y (pystysuunta).

aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	suunta	junatyyppi
13.16.57	27	P	sm4
15.31.35	27	P	IC
12.47.14	27	E&P	T(s)&sm4
14.09.51	27	E	sm4
13.55.19	27	P	IC
16.29.41	25	P	T(d)
14.17.14	25	P	sm4
16.34.35	23	P	IC
14.40.23	23	E	sm4
12.34.11	23	P	sm3
14.39.26	22	E	sm4
13.00.19	22	E	IC
14.49.22	22	E	T(d)
16.24.08	21	P	sm4
13.35.15	21	P	IC

Ohjearvoon verrannollinen
runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	<30
+ 1 krs	<30
+ 2 krs	<30
+ 3 krs	<30
+ 4 krs	<30
+ 5 krs	<30
+ 6 krs	<30
+ 7 krs	<30
+ 8 krs	<30
+ 9 krs	<30
+ 10 krs	<30

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta z (rataa vasten kohtisuoraan).

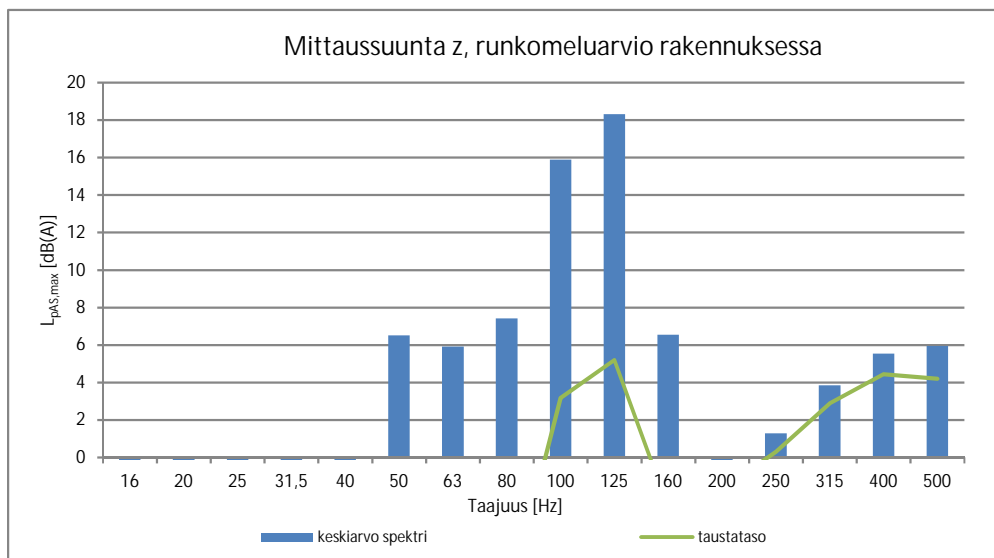
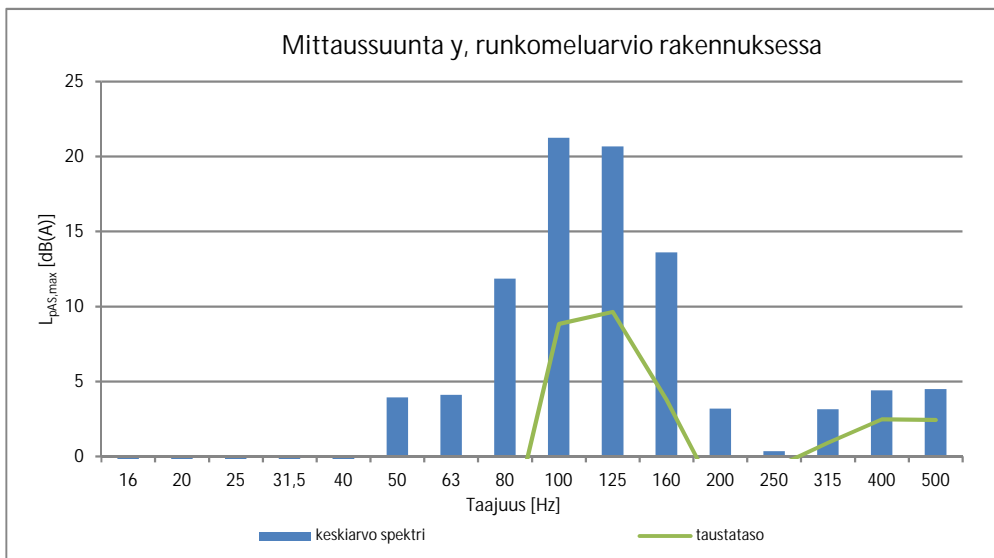
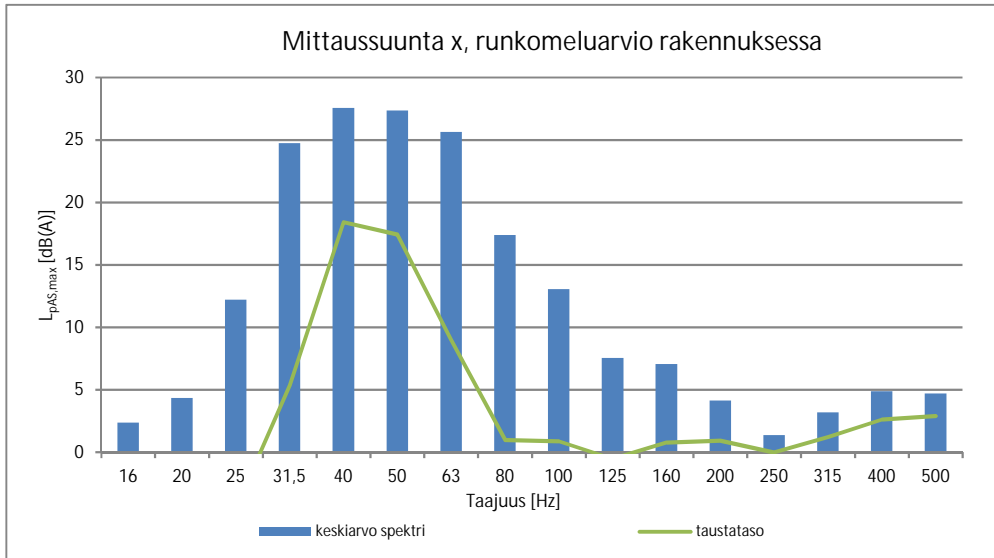
aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	suunta	junatyyppi
13.55.19	25	P	IC
12.47.14	23	E&P	T(s)&sm4
16.29.41	23	P	T(d)
14.09.51	23	E	sm4
13.16.57	23	P	sm4
14.17.14	22	P	sm4
15.31.35	21	P	IC
12.34.11	20	P	sm3
14.40.23	20	E	sm4
13.35.15	20	P	IC
16.34.35	20	P	IC
14.49.22	19	E	T(d)
13.00.19	19	E	IC
15.58.56	18	E	IC
12.19.42	18	E&P	IC&sm4

Ohjearvoon verrannollinen
runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	<30
+ 1 krs	<30
+ 2 krs	<30
+ 3 krs	<30
+ 4 krs	<30
+ 5 krs	<30
+ 6 krs	<30
+ 7 krs	<30
+ 8 krs	<30
+ 9 krs	<30
+ 10 krs	<30

Mittaustulokset, runkomelu MP3

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 77 m



Mittaustulokset, tärinä MP4

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 83 m

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta x (rataa vasten kohtisuoraan).

aika	$v_{w,rms,max}$ [mm/s]	suunta	junatyyppi
14.17.14	0,07	P	sm4
16.29.41	0,06	P	T(d)
13.00.19	0,05	E	IC
14.49.22	0,04	E	T(d)
13.55.19	0,04	P	IC
12.47.14	0,03	E&P	T(s)&sm4
15.31.35	0,03	P	IC
12.34.11	0,03	P	sm3
16.34.35	0,03	P	IC
16.24.08	0,03	P	sm4
15.55.43	0,02	P	IC
15.58.56	0,02	E	IC
12.39.54	0,02	E	sm4
15.17.31	0,02	P	sm4
13.35.15	0,02	P	IC

 tärinän tunnusluku $v_{w,95,maa}$ 0,06 mm/s

tärinäluokka A

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta y (pystysuunta).

aika	$v_{w,rms,max}$ [mm/s]	suunta	junatyyppi
13.55.19	0,00	P	IC
12.34.11	0,00	P	sm3
12.47.14	0,00	E&P	T(s)&sm4
16.34.35	0,00	P	IC
15.55.43	0,00	P	IC
13.00.19	0,00	E	IC
16.24.08	0,00	P	sm4
12.19.42	0,00	E&P	IC&sm4
15.31.35	0,00	P	IC
13.35.15	0,00	P	IC
15.58.56	0,00	E	IC
14.17.14	0,00	P	sm4
16.29.41	0,00	P	T(d)
14.09.51	0,00	E	sm4
14.49.22	0,00	E	T(d)

 tärinän tunnusluku $v_{w,95,maa}$ 0,00 mm/s

tärinäluokka A

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta z (radansuuntaisesti).

aika	$v_{w,rms,max}$ [mm/s]	suunta	junatyyppi
13.00.19	0,00	E	IC
14.17.14	0,00	P	sm4
16.29.41	0,00	P	T(d)
12.47.14	0,00	E&P	T(s)&sm4
14.49.22	0,00	E	T(d)
12.19.42	0,00	E&P	IC&sm4
13.55.19	0,00	P	IC
14.39.26	0,00	E	sm4
15.58.56	0,00	E	IC
16.24.08	0,00	P	sm4
12.10.45	0,00	E	sm4
16.34.35	0,00	P	IC
15.31.35	0,00	P	IC
11.47.55	0,00	P	sm4
12.34.11	0,00	P	sm3

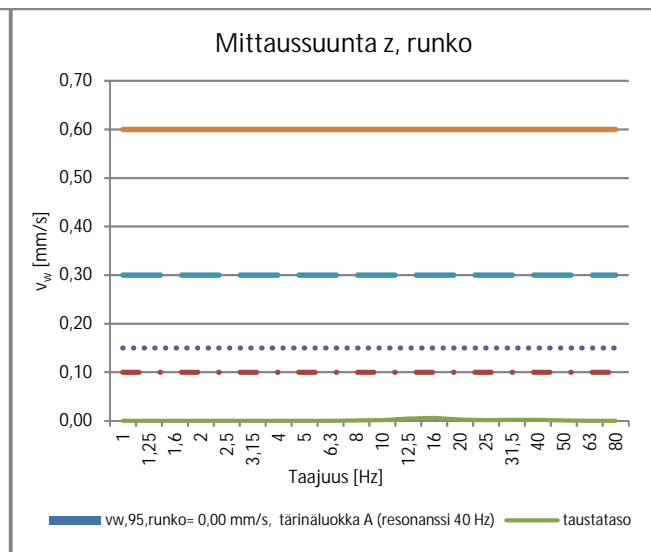
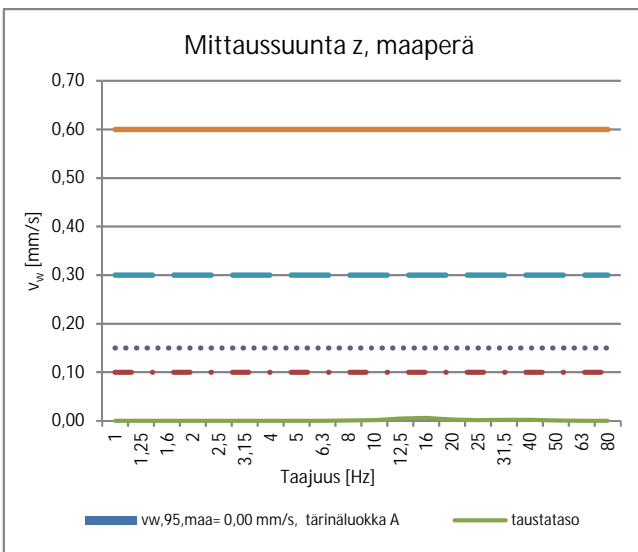
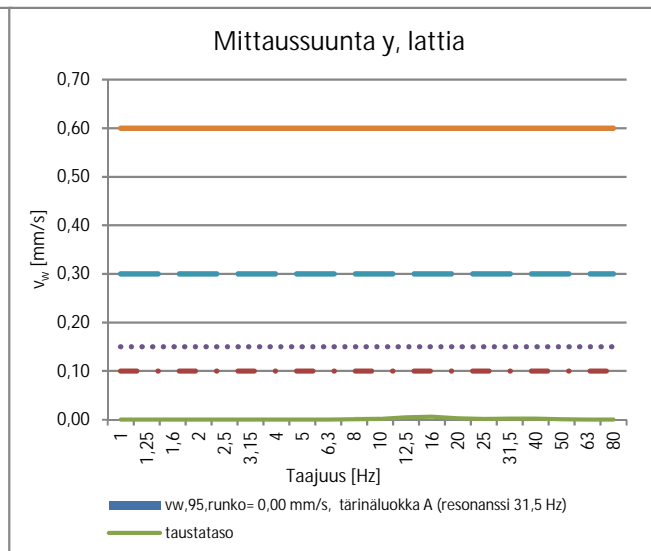
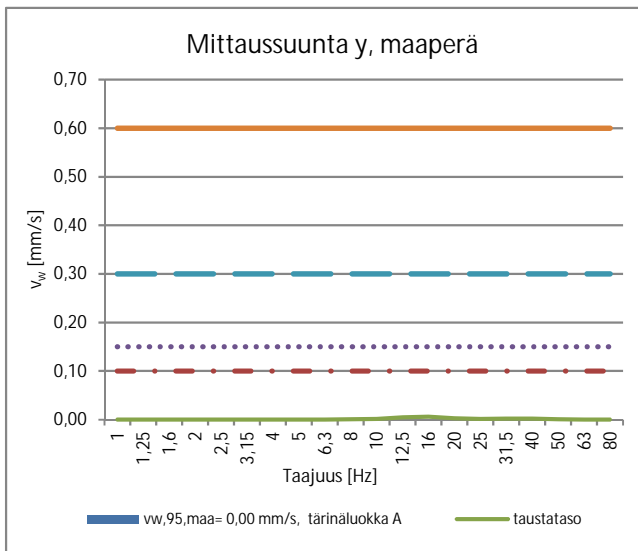
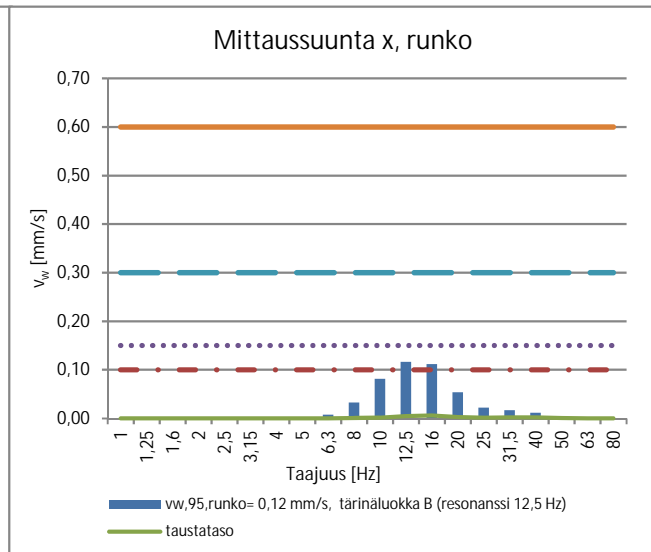
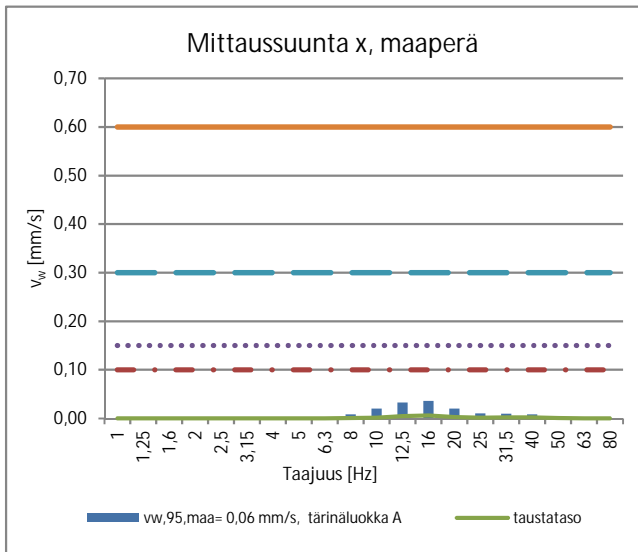
 tärinän tunnusluku $v_{w,95,maa}$ 0,00 mm/s

tärinäluokka A

Mittaustulokset, tärinä MP4

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 83 m

Tärinäluokkien rajat: luokka A $\leq 0,1\text{mm/s}$, luokka B $\leq 0,15\text{mm/s}$, luokka C $\leq 0,3\text{mm/s}$ ja luokka D $\leq 0,6\text{mm/s}$



Mittaustulokset, runkomelu MP4

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 83 m

Liite 1.4 s.3

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta x (rataa vasten kohtisuoraan).

aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	suunta	junatyyppi
13.00.19	29	E	IC
16.29.41	28	P	T(d)
13.35.15	27	P	IC
14.17.14	27	P	sm4
12.47.14	26	E&P	T(s)&sm4
15.31.35	25	P	IC
15.55.43	25	P	IC
14.49.22	24	E	T(d)
12.19.42	24	E&P	IC&sm4
16.34.35	24	P	IC
15.58.56	24	E	IC
13.55.19	23	P	IC
14.09.51	23	E	sm4
15.10.47	23	E	sm4
11.47.55	22	P	sm4

Ohjearvoon verrannollinen
runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	<30
+ 1 krs	<30
+ 2 krs	<30
+ 3 krs	<30
+ 4 krs	<30
+ 5 krs	<30
+ 6 krs	<30
+ 7 krs	<30
+ 8 krs	<30
+ 9 krs	<30
+ 10 krs	<30

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta y (pystysuunta).

aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	suunta	junatyyppi
13.55.19	26	P	IC
12.47.14	26	E&P	T(s)&sm4
12.34.11	25	P	sm3
14.09.51	22	E	sm4
12.19.42	20	E&P	IC&sm4
13.00.19	19	E	IC
16.24.08	19	P	sm4
15.31.35	19	P	IC
16.34.35	18	P	IC
15.58.56	18	E	IC
15.55.43	18	P	IC
14.17.14	17	P	sm4
16.29.41	17	P	T(d)
14.40.23	17	E	sm4
14.49.22	16	E	T(d)

Ohjearvoon verrannollinen
runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	<30
+ 1 krs	<30
+ 2 krs	<30
+ 3 krs	<30
+ 4 krs	<30
+ 5 krs	<30
+ 6 krs	<30
+ 7 krs	<30
+ 8 krs	<30
+ 9 krs	<30
+ 10 krs	<30

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta z (radansuuntaisesti).

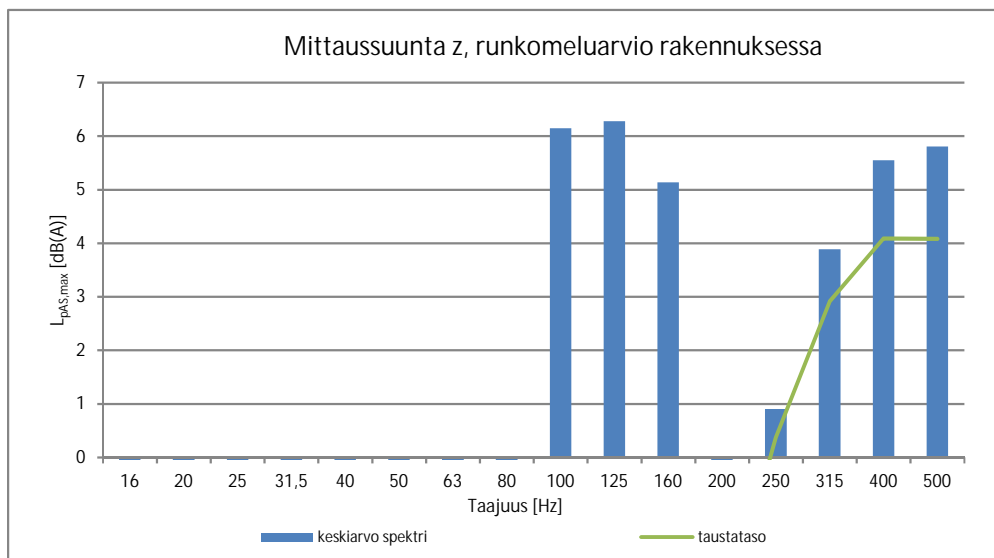
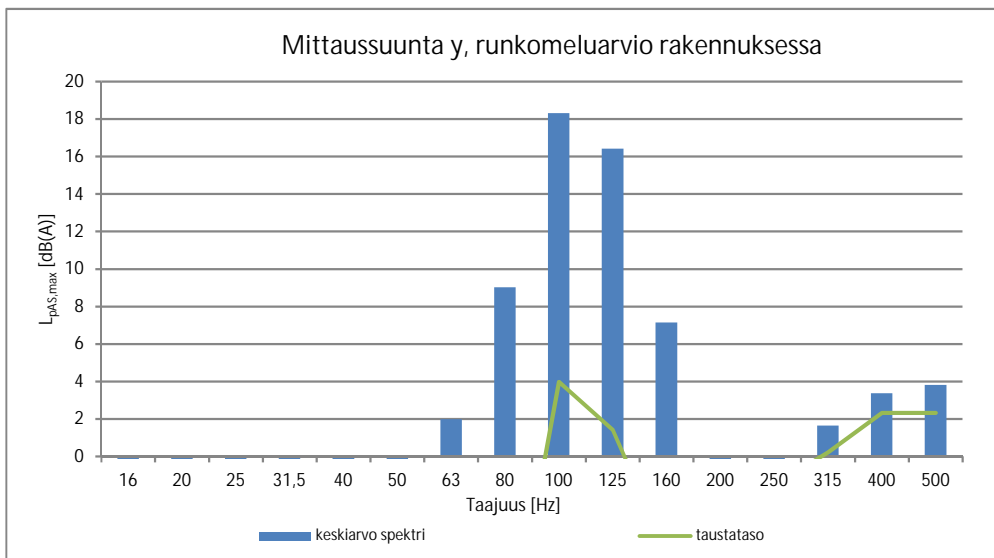
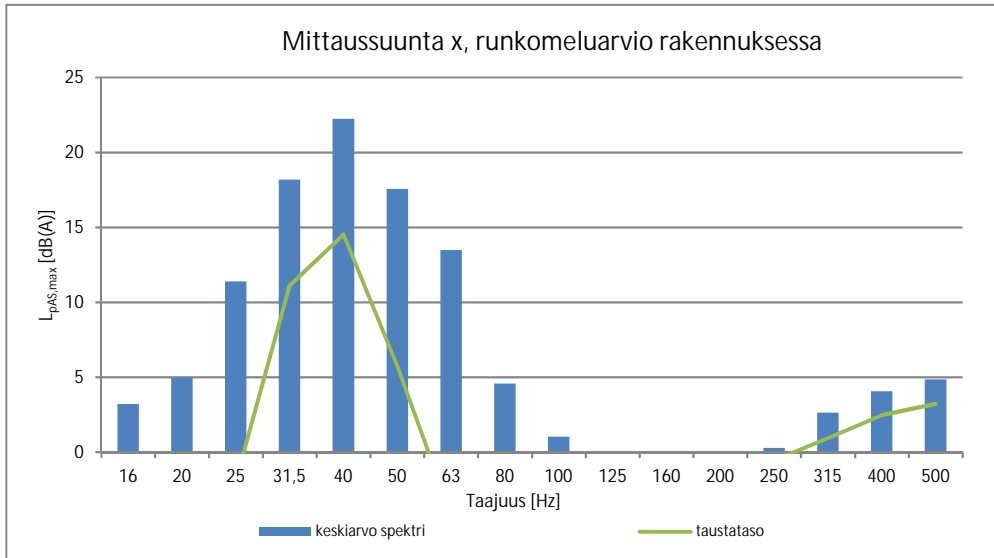
aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	suunta	junatyyppi
14.09.51	18	E	sm4
12.47.14	16	E&P	T(s)&sm4
16.29.41	15	P	T(d)
13.55.19	15	P	IC
14.40.23	15	E	sm4
14.17.14	14	P	sm4
16.34.35	14	P	IC
12.34.11	13	P	sm3
13.00.19	13	E	IC
12.19.42	13	E&P	IC&sm4
14.49.22	13	E	T(d)
15.31.35	13	P	IC
15.55.43	13	P	IC
14.39.26	13	E	sm4
13.35.15	13	P	IC

Ohjearvoon verrannollinen
runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	<30
+ 1 krs	<30
+ 2 krs	<30
+ 3 krs	<30
+ 4 krs	<30
+ 5 krs	<30
+ 6 krs	<30
+ 7 krs	<30
+ 8 krs	<30
+ 9 krs	<30
+ 10 krs	<30

Mittaustulokset, runkomelu MP4

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 83 m



Mittaustulokset, tärinä MP5

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 70 m

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta x (radansuuntaisesti).

aika	$v_{w,rms,max}$ [mm/s]	suunta	junatyyppi
12.47.14	0,10	E&P	T(s)&sm4
13.00.19	0,08	E	IC
13.55.19	0,07	P	IC
15.31.35	0,05	P	IC
12.34.11	0,05	P	sm3
15.55.43	0,04	P	IC
15.58.56	0,04	E	IC
12.19.42	0,04	E&P	IC&sm4
16.34.35	0,03	P	IC
12.39.54	0,03	E	sm4
14.40.23	0,03	E	sm4
15.10.47	0,03	E	sm4
16.12.53	0,02	P	sm4
13.41.51	0,02	E	sm4
14.09.51	0,02	E	sm4

 tärinän tunnusluku $v_{w,95,maa}$ 0,08 mm/s
 tärinäluokka A

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta y (rataa vasten kohtisuoraan).

aika	$v_{w,rms,max}$ [mm/s]	suunta	junatyyppi
13.00.19	0,09	E	IC
12.47.14	0,09	E&P	T(s)&sm4
15.31.35	0,07	P	IC
13.55.19	0,06	P	IC
12.34.11	0,04	P	sm3
15.58.56	0,04	E	IC
16.34.35	0,04	P	IC
15.55.43	0,04	P	IC
12.19.42	0,03	E&P	IC&sm4
12.39.54	0,03	E	sm4
11.47.55	0,03	P	sm4
15.10.47	0,02	E	sm4
14.40.23	0,02	E	sm4
16.12.53	0,02	P	sm4
14.09.51	0,02	E	sm4

 tärinän tunnusluku $v_{w,95,maa}$ 0,08 mm/s
 tärinäluokka A

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta z (pystysuunta).

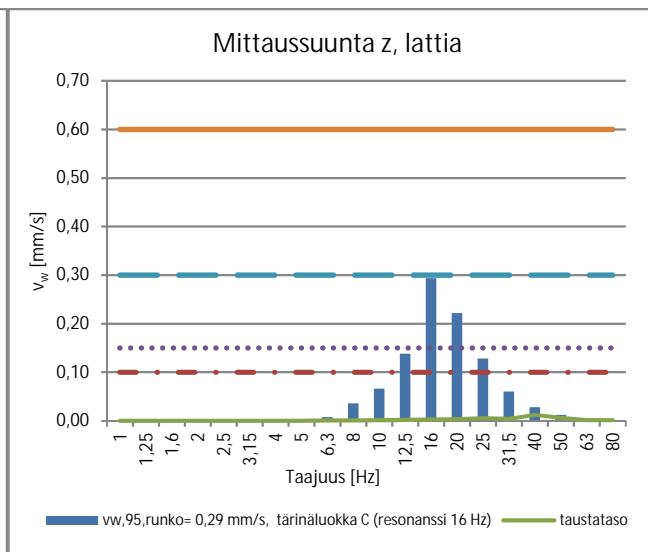
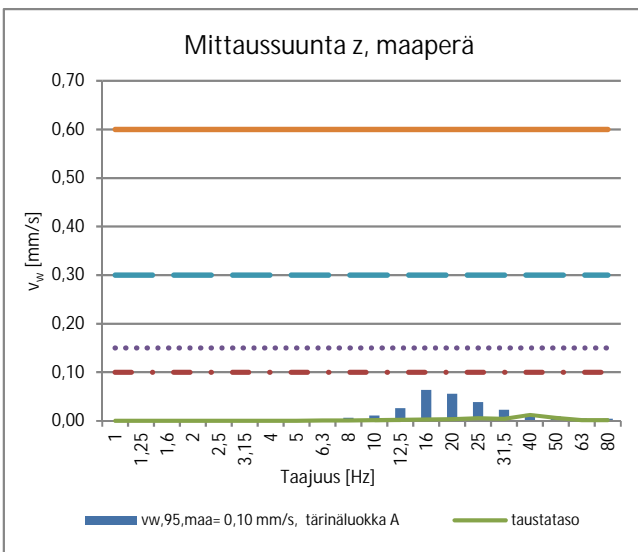
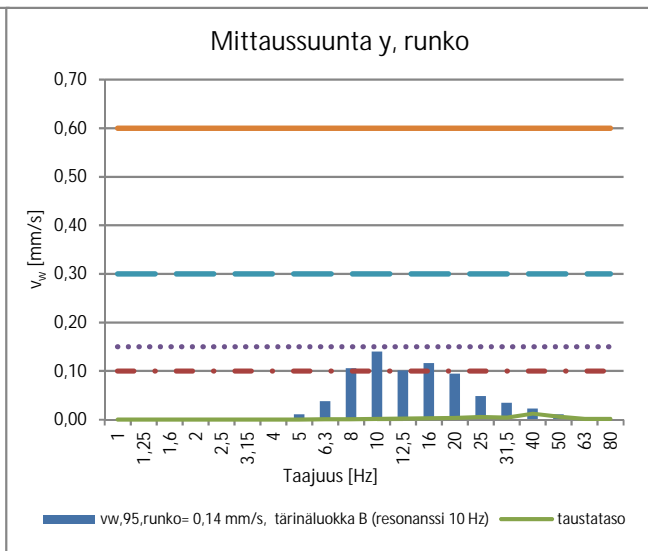
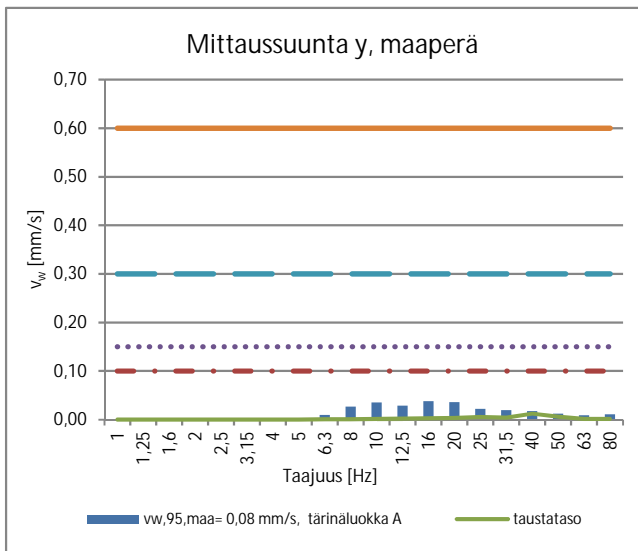
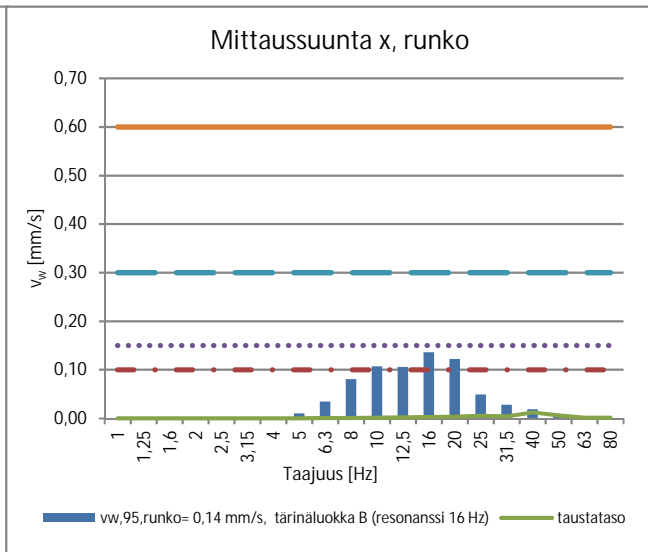
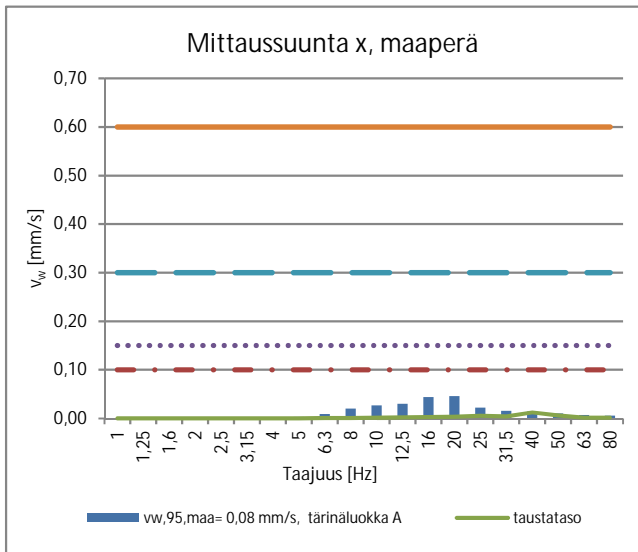
aika	$v_{w,rms,max}$ [mm/s]	suunta	junatyyppi
13.00.19	0,12	E	IC
16.34.35	0,08	P	IC
15.31.35	0,08	P	IC
13.55.19	0,08	P	IC
12.47.14	0,07	E&P	T(s)&sm4
12.39.54	0,06	E	sm4
12.34.11	0,06	P	sm3
12.19.42	0,06	E&P	IC&sm4
15.55.43	0,05	P	IC
11.47.55	0,05	P	sm4
14.09.51	0,05	E	sm4
16.12.53	0,05	P	sm4
14.40.23	0,05	E	sm4
15.58.56	0,04	E	IC
15.10.47	0,04	E	sm4

 tärinän tunnusluku $v_{w,95,maa}$ 0,10 mm/s
 tärinäluokka A

Mittaustulokset, tärinä MP5

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 70 m

Tärinäluokkien rajat: luokka A $\leq 0,1\text{mm/s}$, luokka B $\leq 0,15\text{mm/s}$, luokka C $\leq 0,3\text{mm/s}$ ja luokka D $\leq 0,6\text{mm/s}$



Mittaustulokset, runkomelu MP5

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 70 m

Liite 1.5 s.3

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta x (radansuuntaisesti).

aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	suunta	junatyyppi
13.00.19	44	E	IC
15.31.35	43	P	IC
12.47.14	39	E&P	T(s)&sm4
13.55.19	37	P	IC
12.34.11	35	P	sm3
16.34.35	35	P	IC
12.19.42	34	E&P	IC&sm4
14.40.23	34	E	sm4
14.09.51	34	E	sm4
15.58.56	34	E	IC
15.55.43	34	P	IC
12.39.54	33	E	sm4
16.12.53	32	P	sm4
11.47.55	31	P	sm4
15.10.47	30	E	sm4

Ohjearvoon verrannollinen
runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	45
+ 1 krs	43
+ 2 krs	41
+ 3 krs	39
+ 4 krs	37
+ 5 krs	36
+ 6 krs	35
+ 7 krs	34
+ 8 krs	33
+ 9 krs	32
+ 10 krs	31

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta y (rataa vasten kohtisuoraan).

aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	suunta	junatyyppi
13.55.19	44	P	IC
13.00.19	40	E	IC
12.47.14	39	E&P	T(s)&sm4
15.31.35	38	P	IC
11.47.55	37	P	sm4
16.34.35	37	P	IC
12.34.11	36	P	sm3
14.40.23	36	E	sm4
12.19.42	36	E&P	IC&sm4
15.55.43	35	P	IC
12.39.54	35	E	sm4
14.09.51	35	E	sm4
15.58.56	34	E	IC
16.12.53	34	P	sm4
15.10.47	33	E	sm4

Ohjearvoon verrannollinen
runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	42
+ 1 krs	40
+ 2 krs	38
+ 3 krs	36
+ 4 krs	34
+ 5 krs	33
+ 6 krs	32
+ 7 krs	31
+ 8 krs	30
+ 9 krs	<30
+ 10 krs	<30

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta z (pystysuunta).

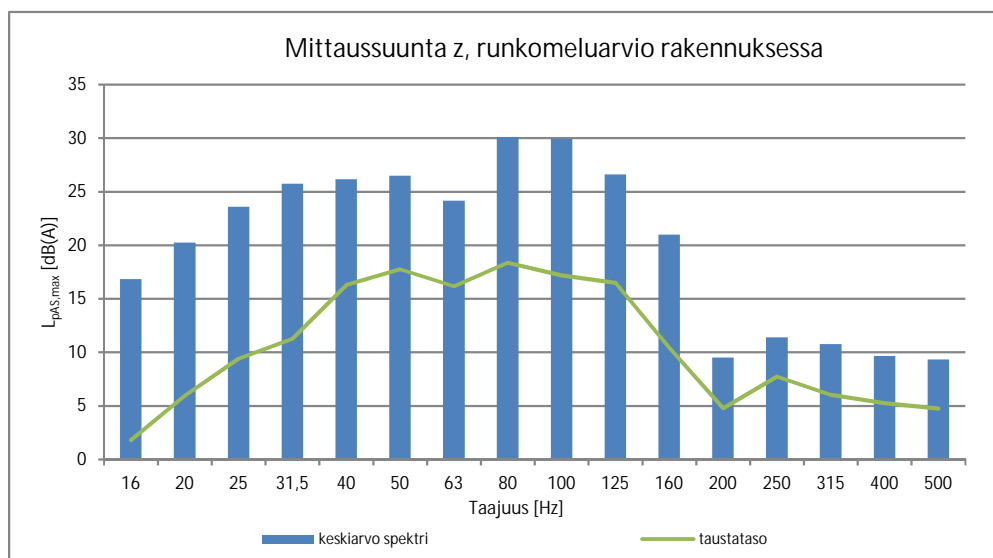
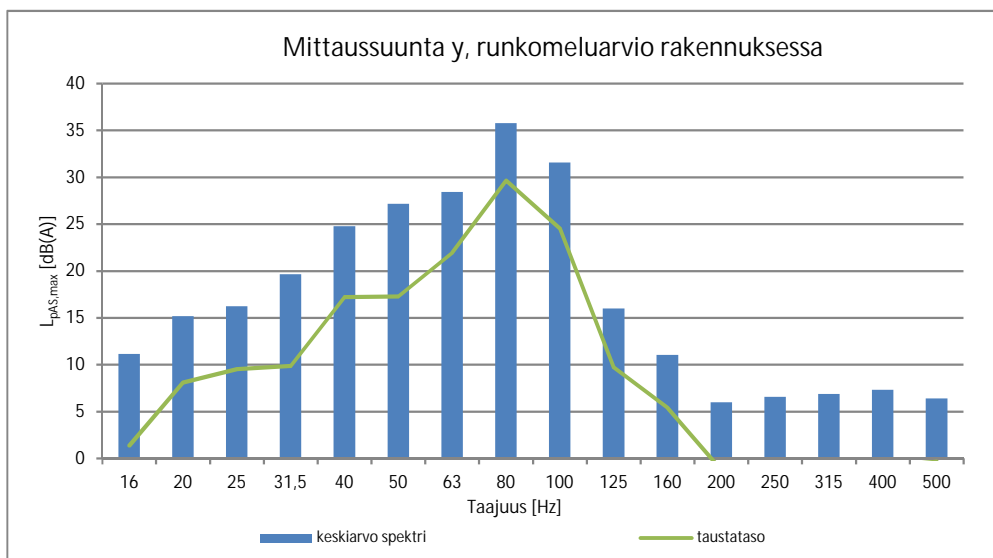
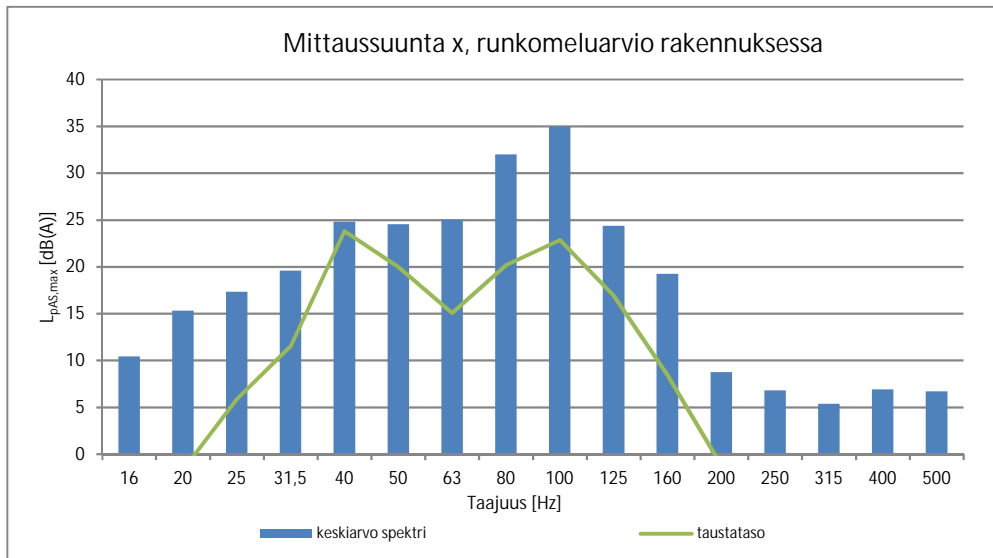
aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	suunta	junatyyppi
13.00.19	40	E	IC
12.47.14	38	E&P	T(s)&sm4
15.31.35	38	P	IC
13.55.19	37	P	IC
14.09.51	36	E	sm4
11.47.55	35	P	sm4
16.34.35	35	P	IC
12.34.11	34	P	sm3
12.39.54	34	E	sm4
12.19.42	34	E&P	IC&sm4
14.40.23	33	E	sm4
15.58.56	32	E	IC
16.12.53	32	P	sm4
15.55.43	32	P	IC
15.10.47	31	E	sm4

Ohjearvoon verrannollinen
runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	40
+ 1 krs	38
+ 2 krs	36
+ 3 krs	34
+ 4 krs	32
+ 5 krs	31
+ 6 krs	<30
+ 7 krs	<30
+ 8 krs	<30
+ 9 krs	<30
+ 10 krs	<30

Mittaustulokset, runkomelu MP5

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 70 m



Mittaustulokset, tärinä MP6

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 77 m

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta x (radansuuntaisesti).

aika	$v_{w,rms,max}$ [mm/s]	suunta	junatyyppi
14.17.14	0,06	P	sm4
13.00.19	0,04	E	IC
16.29.41	0,04	P	T(d)
15.58.56	0,02	E	IC
12.47.14	0,02	E&P	T(s)&sm4
13.55.19	0,02	P	IC
15.31.35	0,02	P	IC
16.24.08	0,02	P	sm4
12.34.11	0,02	P	sm3
16.34.35	0,02	P	IC
12.19.42	0,02	E&P	IC&sm4
13.35.15	0,02	P	IC
12.39.54	0,01	E	sm4
13.10.36	0,01	E	sm4
14.51.28	0,01	P	VET(s)

 tärinän tunnusluku $v_{w,95,maa}$ 0,05 mm/s
 tärinäluokka A

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta y (rataa vasten kohtisuoraan).

aika	$v_{w,rms,max}$ [mm/s]	suunta	junatyyppi
14.17.14	0,03	P	sm4
13.55.19	0,02	P	IC
16.29.41	0,02	P	T(d)
12.47.14	0,02	E&P	T(s)&sm4
13.00.19	0,02	E	IC
16.34.35	0,02	P	IC
13.35.15	0,01	P	IC
12.34.11	0,01	P	sm3
16.24.08	0,01	P	sm4
15.31.35	0,01	P	IC
12.19.42	0,01	E&P	IC&sm4
15.58.56	0,01	E	IC
12.39.54	0,01	E	sm4
13.10.36	0,01	E	sm4
14.39.26	0,01	E	sm4

 tärinän tunnusluku $v_{w,95,maa}$ 0,03 mm/s
 tärinäluokka A

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta z (pystysuunta).

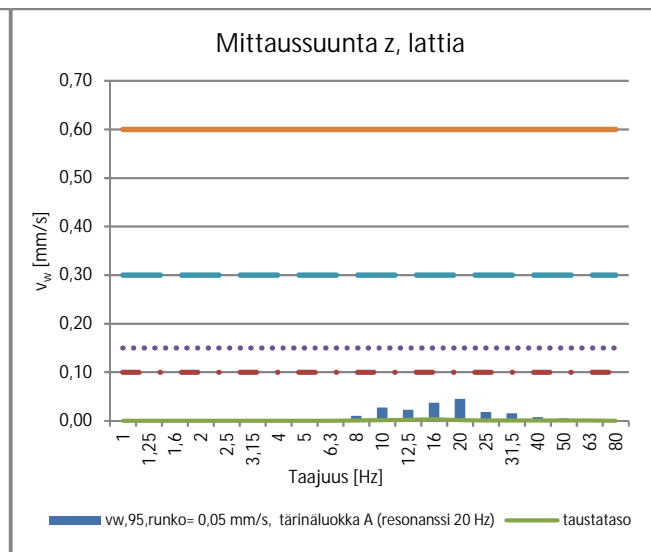
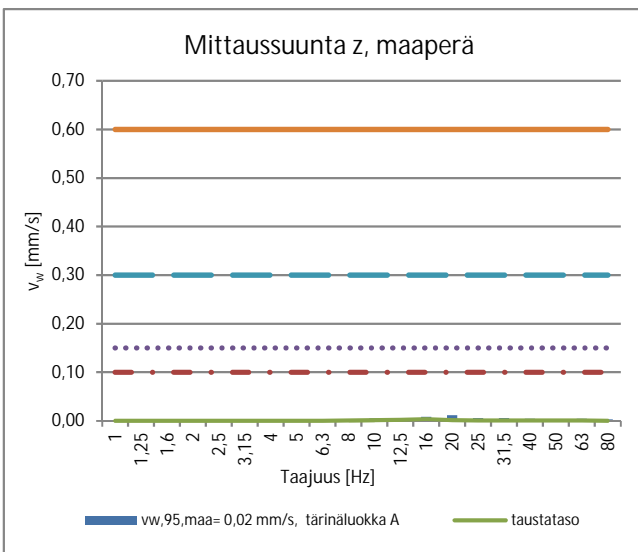
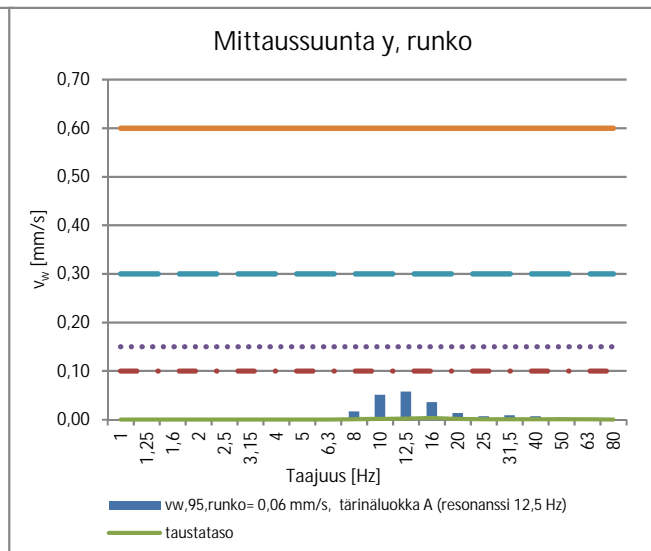
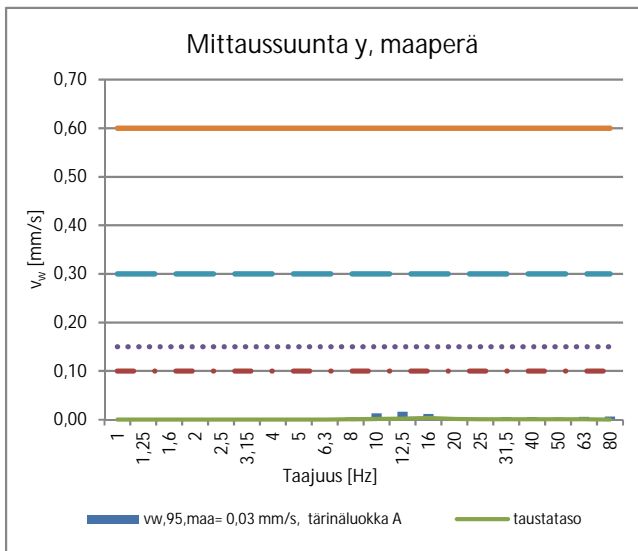
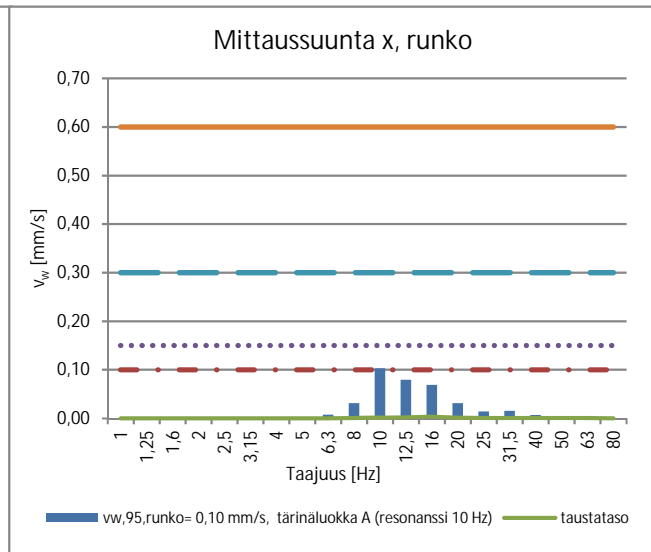
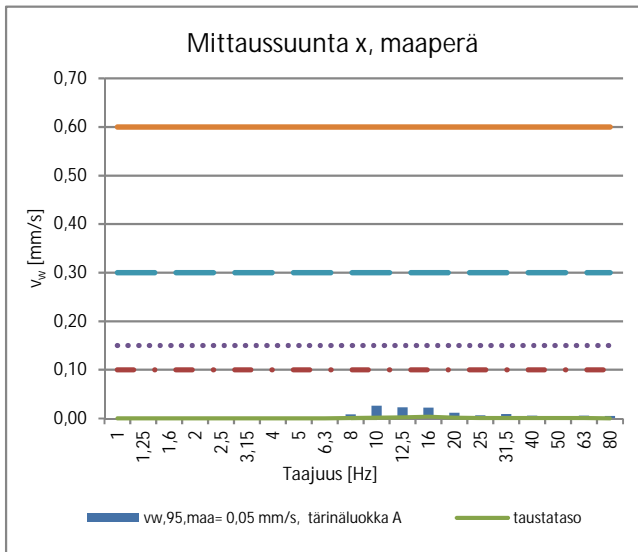
aika	$v_{w,rms,max}$ [mm/s]	suunta	junatyyppi
14.17.14	0,02	P	sm4
16.29.41	0,02	P	T(d)
13.00.19	0,02	E	IC
13.35.15	0,01	P	IC
16.34.35	0,01	P	IC
15.31.35	0,01	P	IC
13.55.19	0,01	P	IC
14.40.23	0,01	E	sm4
16.24.08	0,01	P	sm4
12.47.14	0,01	E&P	T(s)&sm4
15.58.56	0,01	E	IC
12.10.45	0,01	E	sm4
12.34.11	0,01	P	sm3
15.10.47	0,01	E	sm4
12.19.42	0,01	E&P	IC&sm4

 tärinän tunnusluku $v_{w,95,maa}$ 0,02 mm/s
 tärinäluokka A

Mittaustulokset, tärinä MP6

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 77 m

Tärinäluokkien rajat: luokka A $\leq 0,1\text{mm/s}$, luokka B $\leq 0,15\text{mm/s}$, luokka C $\leq 0,3\text{mm/s}$ ja luokka D $\leq 0,6\text{mm/s}$



Mittaustulokset, runkomelu MP6

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 77 m

Liite 1.6 s.3

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta x (radansuuntaisesti).

aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	suunta	junatyyppi
13.55.19	41	P	IC
16.34.35	37	P	IC
16.24.08	37	P	sm4
14.09.51	36	E	sm4
15.58.56	34	E	IC
13.35.15	34	P	IC
12.19.42	34	E&P	IC&sm4
13.00.19	34	E	IC
12.47.14	33	E&P	T(s)&sm4
16.29.41	33	P	T(d)
14.17.14	33	P	sm4
15.31.35	32	P	IC
12.34.11	32	P	sm3
14.40.23	29	E	sm4
14.39.26	28	E	sm4

Ohjearvoon verrannollinen
runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	40
+ 1 krs	38
+ 2 krs	36
+ 3 krs	34
+ 4 krs	32
+ 5 krs	31
+ 6 krs	30
+ 7 krs	<30
+ 8 krs	<30
+ 9 krs	<30
+ 10 krs	<30

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta y (rataa vasten kohtisuoraan).

aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	suunta	junatyyppi
16.34.35	42	P	IC
13.55.19	40	P	IC
16.24.08	39	P	sm4
13.35.15	35	P	IC
12.47.14	34	E&P	T(s)&sm4
13.00.19	34	E	IC
14.09.51	34	E	sm4
15.31.35	34	P	IC
14.17.14	34	P	sm4
16.29.41	33	P	T(d)
15.58.56	32	E	IC
12.34.11	32	P	sm3
12.19.42	31	E&P	IC&sm4
14.40.23	28	E	sm4
14.39.26	27	E	sm4

Ohjearvoon verrannollinen
runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	43
+ 1 krs	41
+ 2 krs	39
+ 3 krs	37
+ 4 krs	35
+ 5 krs	34
+ 6 krs	33
+ 7 krs	32
+ 8 krs	31
+ 9 krs	<30
+ 10 krs	<30

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta z (pystysuunta).

aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	suunta	junatyyppi
14.09.51	35	E	sm4
13.35.15	34	P	IC
13.55.19	34	P	IC
16.34.35	31	P	IC
14.17.14	31	P	sm4
12.47.14	31	E&P	T(s)&sm4
16.29.41	31	P	T(d)
16.24.08	31	P	sm4
13.00.19	30	E	IC
15.58.56	29	E	IC
12.19.42	29	E&P	IC&sm4
15.31.35	29	P	IC
12.34.11	28	P	sm3
14.40.23	28	E	sm4
14.39.26	25	E	sm4

Ohjearvoon verrannollinen
runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	35
+ 1 krs	33
+ 2 krs	31
+ 3 krs	<30
+ 4 krs	<30
+ 5 krs	<30
+ 6 krs	<30
+ 7 krs	<30
+ 8 krs	<30
+ 9 krs	<30
+ 10 krs	<30

Mittaustulokset, runkomelu MP6

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 77 m

