

Tesoman rautatiekorttelin asemakaavamuutoksen nro 8527 tärinä- ja runkomeluserveys

ID 896 484

SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto.....	3
1.1	Tilaajat.....	3
1.2	Akustiikkasuunnittelija.....	3
1.3	Selvityksen tarkoitus.....	3
2	Tärinän ja runkomelun leviäminen maa- ja kallioperässä.....	4
3	Tärinää ja runkomelua koskevat määräykset ja ohjeavot.....	5
3.1	Määräykset.....	5
3.2	Ohjeavot.....	5
4	Lähtötiedot.....	6
4.1	Maaperä ja rakennusten perustamistapa.....	6
4.2	Rata ja liikennöinti.....	6
5	Mittaukset.....	9
5.1	Tärinätaasot maaperässä.....	10
5.2	Tärinätaasot rakennuksissa.....	11
5.3	Runkomelutasot rakennuksissa.....	14
6	Yhteenveto.....	16
6.1	Tulokset ja jatkosuositukset tärinän osalta.....	16
6.2	Tulokset ja jatkosuositukset runkomelun osalta.....	17

A-Insinöörit Suunnittelu Oy**ESPOO**

Bertel Jungin aukio 9
02600 Espoo
Puh. 0207 911 777
Fax 0207 911 779

TAMPERE

Satakunnankatu 23 A
33210 Tampere
Puh. 0207 911 777
Fax 0207 911 778

E-mail:
etunimi.sukunimi@ains.fi
Internet:
www.a-insinoorit.fi

Y-tunnus 0211382-6
Kotipaikka Tampere

1 Johdanto

1.1 Tilaajat

NCC Rakennus Oy
Tommi Kärkelä
050-521 7789
tommi.karkela@ncc.fi

ja

Pirkanmaan Osuuskauppa
Matti Lehtonen
010-767 0062
matti.lehtonen@sok.fi

1.2 Akustiikkasuunnittelija

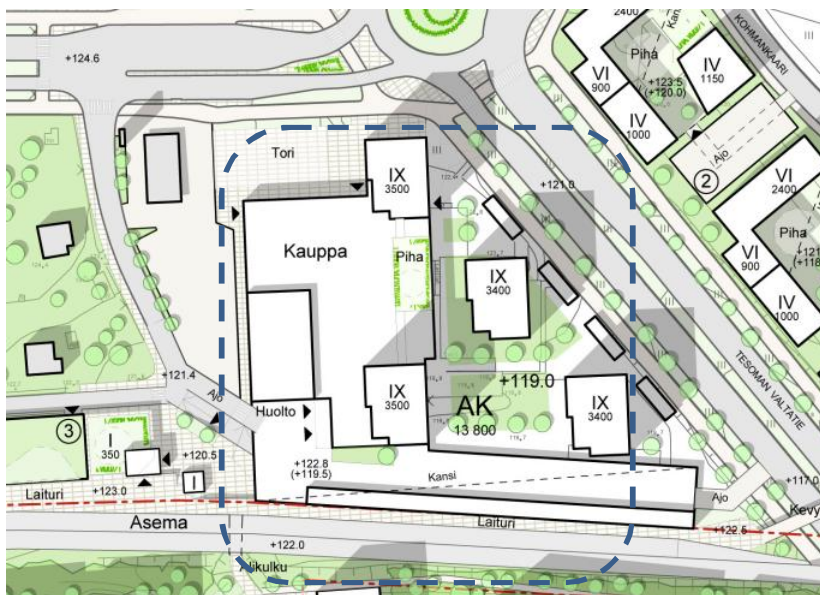
A-Insinöörit Suunnittelu Oy
Satakunnankatu 23 A, 33210 Tampere
puh. 0207 911 777, fax. 0207 911 778

DI Timo Huhtala p. 020 7911 560
timo.huhtala@ains.fi

TkL Mikko Kylliäinen p. 020 7911 778
mikko.kylliainen@ains.fi

1.3 Selvityksen tarkoitus

Tässä selvityksessä arvioidaan raideliikenteen tuottamia tärinä- ja runkomelutasoja Tampereen Tesoman rautatiekorttelin asemakaavamuutokseen nro 8527 liittyen. Alueelle on suunniteltu sijoitettavan neljän yhdeksän kerroksista asuinkerrostaloa sekä kauppa. Selvityksen tarkoituksena on arvioida alueen soveltuvuutta suunniteltuihin käyttötarkoituksiin sekä mahdollisesti tarvittavia vaimennustoimenpiteitä raideliikenteen tärinän ja runkomelun osalta. Selvitys perustuu suunnittelualueella tehtyihin maaperän värähtelymittauksiin. Arviointi perustuu VTT:n ohjeessa *Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa* esitettyyn arviointitasoon 2 [1]. Selvitysalueen yleissuunnitelman mukainen maankäyttö on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1.1: Yleissuunnitelma selvitysalueelta (Tengbom Eriksson Arkkitehdit Oy).

2 Tärinän ja runkomelun leviäminen maa- ja kallioperässä

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

Rakenteiden värähtely saattaa ilmetä rakennuksissa runkoäänenä silloin, kun maalaji on kovaa. Runkoäänien 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 tärinä että runkomelu voivat olla häiritseviä.

3 Tärinää ja runkomelua koskevat määräykset ja ohjearvot

3.1 Määräykset

Ympäristönsuojelulaki ja ympäristöministeriön asetus pohjarakenteista edellyttävät liikennetärinästä aiheutuvat ympäristöhaitat otettaviksi huomioon [2], [3]. Asetuksen mukaan liikennetärinä ei saa aiheuttaa vaurioita rakennukselle, eikä kohtuutonta häiriötä rakennuksessa oleville ihmisille.

3.2 Ohjearvot

VTT:n ohjeessa ”Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta” on annettu norjalaiseen standardiin perustuvat suositukset liikennetärinän ohjearvoiksi [4], [5]. Taulukossa 3.1 on esitetty eri tärinäluokkien ylärajat värähtelynopeudelle sekä kuvaus luokkaan kuuluvan värähtelyn häiritsevyydestä.

Värähtelyn häiritsevyyden yläraja on tilastollinen tunnusluku rakennuksessa. Tunnusluku on määritelty siten, että satunnaisesti ohi ajavan junan aiheuttama värähtely ei ylitä ylärajaa 95 % todennäköisyydellä.

Taulukko 3.1: Tärinäluokka sekä kuvaus olosuhteista. Tärinäluokkien määrittely perustuu suurimpaan sallittuun taajuuspainotetun nopeuden tilastolliseen tunnuslukuun $v_{w,95}$ [4], [5].

Värähtelyluokka	Kuvaus olosuhteista	$v_{w,95}$ [mm/s]
A	Hyvät asuinolosuhteet. <i>Ihmiset eivät yleensä havaitse tärinää.</i>	$\leq 0,10$
B	Suhteellisen hyvät olosuhteet. <i>Ihmiset voivat havaita tärinän, mutta se ei ole yleensä häiritsevää.</i>	$\leq 0,15$
C	Suositus uusien rakennusten ja väylien suunnittelussa. <i>Keskimäärin 15% asukkaista pitää tärinää häiritsevänä ja voi valittaa häiriöstä.</i>	$\leq 0,30$
D	Olosuhteet, joihin pyritään vanhoilla asuinalueilla. <i>Keskimäärin 25% asukkaista pitää tärinää häiritsevänä ja voi valittaa häiriöstä.</i>	$\leq 0,60$

Luokka C edustaa vähimmäistasoa, johon tulee pyrkiä uusien rakennusten ja alueiden suunnittelussa. Yksittäiset olemassa olevien väylien varrella sijaitsevat uudisrakennukset tai väylän vähäiset muutokset arvioidaan kuitenkin luokan D mukaan. Luokka A on tärinäluokista paras mahdollinen. Taulukon arvoja ei sovelleta rakennuksille, joissa ihmiset ovat paljon liikkeessä tai muut kuin liikenteestä aiheutuvat häiriöt voivat olla paljon merkittävämpiä (esim. toimistot, kaupat, kahvilat, ostoskeskukset, tavaratalot, liikuntatilat).

VTT:n vuonna 2009 julkaisemassa esiselvityksessä ”Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi” on esitetty suositukset runkomelun ohjearvoiksi [6]. Ohjearvoksi on esitetty tilastollista runkomelun laskentasuuretta L_{pm} , joka tarkoittaa, että 95% mittaustuloksista alittaa kyseisen arvon. Taulukossa 3.2 on esitetty runkomelun ohjearvot rakennustyypeittäin.

Kohteen kaavamääräyksissä tullaan todennäköisesti esittämään vaatimus julkisivun ääneneristävyydestä, joten kohteessa on suositeltavaa saavuttaa tiukempi runkomelutaso $L_{prm}=30\text{dB}$ asuntojen osalta ja $L_{prm}=40\text{dB}$ kaupan osalta.

Taulukko 3.2: Suositukset runkomelutasojen ohjearvoiksi [6].

Rakennustyyppi	Runkomelutaso L_{prm} [dB]
Radio-, tv-, ja äänitysstudiot, konserttitalit	25-30
Asuinhuoneistot	30/35 *
Hoito- ja sosiaalihuollon laitokset, majoitustilat - potilashuoneet, majoitustilat - päiväkodit, lasten ja henkilökunnan oleskeluun tarkoitettut huoneet	30/35 *
Kokoontumis- ja opetustilat - luokkahuoneet, luentosalit, kirkot ja muut huonetilat, joissa edellytetään yleisön saavan hyvin puheesta selvän ilman äänentoistolaitteiden käyttöä - muut kokoontumistilat kuten teatterit ja kirjastot	35
Toimistot, kaupat, näyttelytilat, museot	40/45 *
* Avoradat. Mikäli kaavamääräyksessä on annettu ohje julkisivun ilmaääneneristävyydestä, on suositeltavaa käyttää runkomelutason tiukempaa raja-arvoa.	

4 Lähtötiedot

4.1 Maaperä ja rakennusten perustamistapa

Alueella on suoritettu maaperätutkimuksia mutta niiden osalta raporttia ei tätä selvitystä laadittaessa ollut käytössä. Puhelimitse (HRK Konsultointi Oy/Hannu Kylänpää) saatujen alustavien tietojen perusteella alueella on kauttaaltaan täytemaakeroksia n. 0,5...1,5 metrin paksuudelta, jonka alla on savea tai savista silttiä noin 5 metrin paksuudelta. Lähellä rataa pehmeä maakerros oletettavasti kasvaa lähes 10 metrin paksuiseksi ja alueen pohjoisreunalla pehmeä maakerros on ohut, arviolta vain n. 1 m paksu. Pehmeän maakerroksen alla on kovempia maalajeja. Kovempien maalajien seassa saattaa olla kallioipinta mutta varmuutta siitä ei ole.

4.2 Rata ja liikennöinti

Kohteen eteläpuolella sijaitseva Lielähti–Kokemäki-rata on rakennettu penkereelle jonka korkeus alueella on noin 2...3m maanpinnatasosta. Rata on todennäköisesti perustettu maanvaraisesti. Selvitysalueen itäreunalla on rautatiesilta, jonka alta kulkee Tesoman valtatie ja länsireunalla kevyen liikenteen alikulku. Siltarakenteet voivat paikallisesti kasvattaa tärinä- ja runkomelutasoja. Vaihteita tontin kohdalla ei ole.

Radalla on säännöllistä matkustaja- ja tavarajunaliikennettä, jonka jakaumat juna-tyypeittäin on esitetty taulukossa 4.1. Nykyiset ja vuoden 2030 ennustetut liikennetiedot on saatu VR Track Oy:ltä. Matkustajajunia liikennöi vuorokaudessa noin 15 kappaletta ja niistä suurin osa ajoittuu päiväajalle. Tavarajunia liikennöi vuorokaudessa n. 24 kappaletta ja niistä noin puolet ajoittuu päivälle ja puolet yölle. Tavara-
junien suurimmat kokonaismassat ovat noin 1900 tonnia. Tulevaisuudessa liikenn-

nöinnin ei oleteta oleellisesti muuttuvan nykytilanteesta tärinän ja runkomelun kanalta.

Taulukko 4.1: Junaliikennetiedot alueelta nyky- ja ennustetilanteessa.

Junatyyppi	Junan pituus [m]	Junan nopeus [km/h]	Junien lukumäärä nykyinen (ennuste 2030)	
			Päivä (klo 7-22)	Yö (klo 22-7)
Henkilöjunat				
Sr1- tai Sr2-veturin vetämät henkilöliiken- teen junat (punaiset, siniset tai yksikerrok- siset IC-vaunut)	130	120	8 (8)	2 (2)
Sr2-veturin vetämät kaksikerroksisista IC- vaunuista koostuvat junat	187	120	4 (5)	0 (1)
Tavarajunat				
suomalaisista tavara- vaunuista koostuvat tavarajunat	350	80	7 (8)	9 (10)
venäläisistä tavara- vaunuista koostuvat tavarajunat	450	70	3 (4)	3 (4)



Kuva 4.1: Rata mittausalueelta itään päin katsottuna.



Kuva 4.2: Rata mittausalueelta länteenpäin katsottuna.



Kuva 4.3: Alueen itäreunan rautatiesilta, jonka alta kulkee Tesoman valtatie.

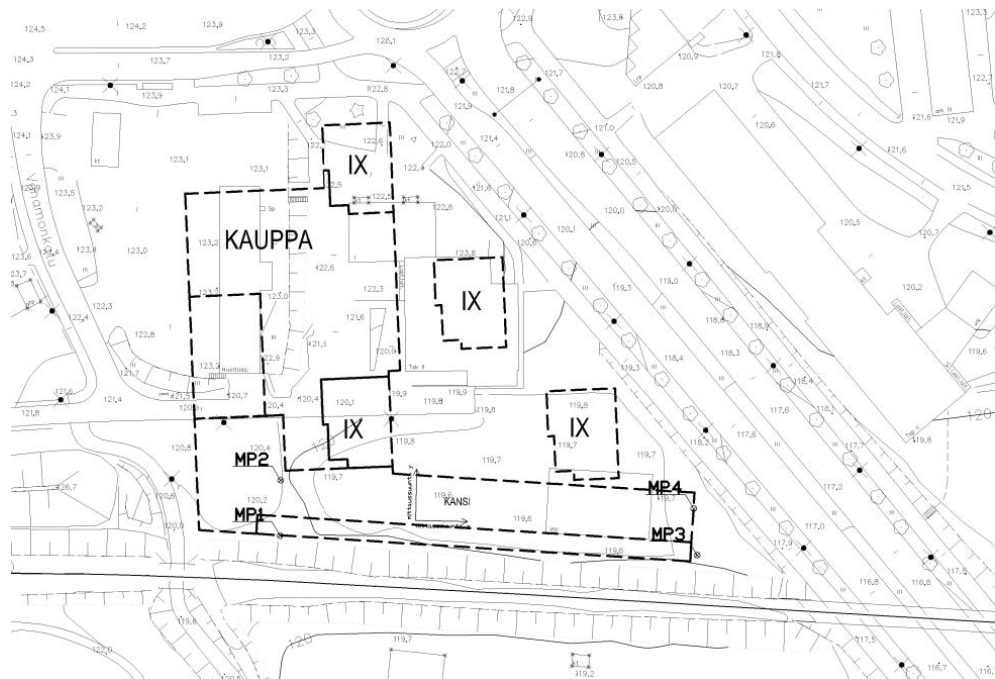


Kuva 4.4: Alueen länsireunan kevyen liikenteen alikulku.

5 Mittaukset

Mittaukset suoritettiin VTT:n suosituksen mukaisesti sillä erotuksella, että mittausjaksona käytettiin yhtä arkipäivää [4], [6]. Tutkimusten 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 [9].

Mittaukset suoritettiin Syscomin itsenäisillä mittausyksiköillä, jotka mittaavat värähtelyä pystysuuntaan sekä molempiin vaakasuuntiin joista toinen sijoitettiin radan suuntaisesti ja toinen rataa vasten kohtisuoraan. Mittauspisteiden sijoittelua alueelle rajoitti huomattavasti alueen nykyinen rakennuskanta sekä pintarakenteet (tiet, pysäköintialueet). Mittauspisteet pyrittiin valitsemaan siten, että ne maahan asennettavat kiinnitystapit eivät sijaitsisi täytemaakerroksissa. Kuvassa 5.1 on esitetty mittauspisteiden sijainnit. Mittaukset suoritettiin miehitettynä, jolloin mittaustulosten voitiin varmistua aiheutuvan raideliikenteestä.



Kuva 5.1: Mittauspisteet nykyiseen pohjakarttaan merkittynä. Piirrookseen on lisätty suunniteltujen asuinrakennusten ja kaupan sijainnit. Mittauspisteiden 1 ja 3 etäisyys lähimmän raiteen kesklinjasta oli n. 13 metriä ja mittauspisteiden 2 ja 4 n. 26 metriä. Lähimpien asuinrakennusten etäisyys radasta on n. 31 metriä, toiseksi lähimmän n. 63 metriä ja kauimmaisen n. 97 metriä.

5.1 Tärinätasot maaperässä

Mitatuista 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 $v_{w,95,maa}$. Tältä osin tunnusluvut on esitetty mittauspisteittäin taulukossa 5.1 sekä 15 merkitsevimmän osalta liitteessä 2.

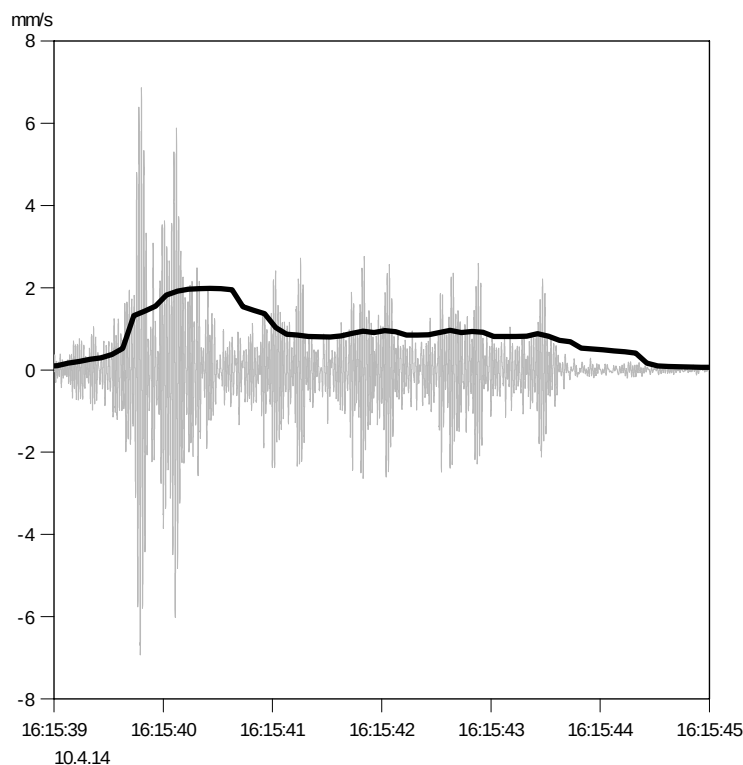
Taulukko 5.1: Tärinän tunnusluvut maaperässä mittauspisteittäin.

Mittauspiste	Tärinän tunnusluku maaperässä $v_{w,95,maa}$ [mm/s]		
	Radansuuntaisesti	Rataa vasten kohtisuoraan	Pystysuuntaan
MP1, 13m	1,54 (ylittää luokan D)	1,97 (ylittää luokan D)	0,50 (luokka D)
MP2, 26m	0,23 (luokka C)	0,29 (luokka C)	0,20 (luokka C)
MP3, 13m	1,85 (ylittää luokan D)	1,80 (ylittää luokan D)	0,37 (luokka D)
MP4, 26m	1,94 (ylittää luokan D)	1,76 (ylittää luokan D)	0,24 (luokka C)

Maaperässä tärinän tunnuslukujen osalta korkeimmat tulokset saavutettiin mittauspisteessä 4. Vaakasuuntaiset tärinäkomponentit olivat huomattavasti voimakkaampia kuin pystysuuntainen tärinäkomponentti. Mittauspisteessä 2 saavutettiin vaakasuuntaisen tärinän osalta huomattavasti pienemmät tärinätasot kuin muissa mittauspisteissä. Tämä johtuu oletettavasti siitä, että kyseinen mittauspiste oli ainoa,

joka jouduttiin sijoittamaan paikkaan, jossa pintamaakerrokset eivät olleet luonnontilaisia vaan koostuivat lähinnä täytemaakerroksista, jolloin tulos ei kuvaa luotettavasti luonnontilaisissa ja pehmeämissä maakerroksissa siirtyvää tärinää.

Korkein yksittäisen ohituksen aikainen tärinätaso mitattiin mittauspisteestä 4 radansuuntaisesti. Kuvassa 5.2 on esitetty kyseisen junan ohituksen ajalta taajuuspainotettu nopeustaso sekä siitä laskettu tehollisarvo ajan funktiona.



Kuva 5.2: Korkeimman yksittäisen tärinätason maaperässä aiheuttanut junan ohitus mitattiin mittauspisteessä 4 radansuuntaisesti. Taajuuspainotetun nopeuden tehollisarvon hetkelliseksi enimmäistasoksi $\hat{v}_{w,RMS}$ mitattiin 1,99 mm/s. Mittaustulos on länteenpäin kulkeneen taajamajunan ohituksen ajalta.

5.2 Tärinätasot rakennuksissa

Maaperässä mitatut tärinätasot eivät edusta rakennuksessa saavutettavia tärinätasoja. Tärinä vaimenee jonkin verran perustuksiin siirryttäessä mutta voi toisaalta voimistua rakennuksen rungossa ja lattioissa resonanssin seurauksena. Edellä kuvatut ilmiöt ovat voimakkaasti taajuudesta riippuvaisia. Maaperästä mitatuista tärinätasoista laskettiin rakennuksissa saavutettavat tärinätasot taajuuskais-toittain huomioiden tärinän vaimentumien perustuksiin siirryttäessä sekä voimistuminen edettäessä perustuksista rakennuksen runkoon ja lattioihin. Arviointi tehtiin VTT:n ohjeen *Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi* mukaisesti taajuuskais-toittain [10].

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. Liitteessä 2 on esitetty 15 merkitsevimmän osalta laske-

tut keskiarvospektrit tärinän osalta rakennuksen perustuksissa sekä rungossa että lattioissa. Keskiarvospektrien määrittely on tehty VTT:n ohjeen *Ohjeita liikennetärinän arviointiin* mukaisesti [11].

Taulukossa 5.2 on esitetty eri etäisyyksillä sijaitsevilla rakennuksissa arvioidut tärinätunnusluvut jokaisesta mittauspisteestä saatujen tulosten avulla. Etäisyyden muutoksen vaikutus on arvioitu VTT:n ohjeessa *Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa* esitetyn laskentamallin mukaisesti [1]. Lisäksi rungon tärinätasoa laskettaessa on huomioitu suunniteltu asuinrakennusten korkeus eli yhdeksän kerrosta. Mikäli rakennukset madaltuvat suunnittelun edetessä, tulee arvioidut tärinätasot runkojen resonanssitarkastelun osalta tarkastaa.

Etäisyydelle 31 metriä radasta suunniteltujen rakennusten osalta rungon vaakasuuntaiset tunnusluvut ylittävät tavoitearvot kaikkien mittauspisteiden perusteella laskettuna. Mittauspisteiden 1 ja 2 perusteella arvioituna lattioiden tunnusluvut ylittävät kyseisellä etäisyydellä tavoitearvot, jos tärinä voimistuu resonanssin seurauksena välipohjissa. Mikäli välipohjien ominaistuuudet mitoitetaan siten, että ne eivät osu tärinän kannalta merkittävimmille taajuuksalueille, on mahdollista saavuttaa tavoitearvot lattioiden osalta.

Etäisyydelle 63 metriä radasta suunniteltujen rakennusten osalta rungon vaakasuuntaiset tunnusluvut ylittävät tavoitearvot mittauspisteiden 1, 3 ja 4 perusteella laskettuna. Mittauspisteiden 1 ja 2 perusteella arvioituna lattioiden tunnusluvut ylittävät tavoitearvot, jos tärinä voimistuu resonanssin seurauksena välipohjissa. Mikäli välipohjien ominaistuuudet mitoitetaan siten, että ne eivät osu tärinän kannalta merkittävimmille taajuuksalueille, on mahdollista saavuttaa tavoitearvot lattioiden osalta.

Etäisyydelle 97 metriä radasta suunniteltujen rakennusten osalta rungon vaakasuuntaiset tunnusluvut ylittävät tavoitearvot mittauspisteiden 1 ja 4 perusteella laskettuna. Mittauspisteiden 1 perusteella arvioituna lattioiden tunnusluvut ylittävät tavoitearvot, jos tärinä voimistuu resonanssin seurauksena välipohjissa. Mikäli välipohjien ominaistuuudet mitoitetaan siten, että ne eivät osu tärinän kannalta merkittävimmille taajuuksalueille, on mahdollista saavuttaa tavoitearvot lattioiden osalta.

Liitteessä 2 esitettyjen keskiarvokuvaajien perusteella rataa lähemmissä mittauspisteissä on havaittavissa voimakkaita tärinäkomponentteja suhteellisen korkeilla taajuuksilla. Yleensä nämä taajuudet vaimenevat nopeammin kuin pienet taajuudet etäisyyden kasvaessa. Laskentamalli ei tätä kuitenkaan huomioi ja näin ollen laskentatulokset vaakasuuntaisten tärinätasojen osalta saattavat olla yliarvioituja.

Verrattaessa tärinätasoa vaakasuuntien osalta MP3 ja MP4 välillä alueen itäreunalla havaitaan, että vaimentumista ei juuri ole tapahtunut. Tämä johtuu luultavasti rautatiesillasta jolloin muutos alustassa siltarakenteen loppuessa kasvattaa tärinätasoa. Muutoskohdan etäisyys mittauspisteisiin ei välttämättä muutu yhtä paljon kuin mittauspisteiden etäisyys rataa, koska mittauspisteet eivät sijaitse alustarakenteen muutoskohdassa.

Taulukko 5.2: Tärinän tunnusluvut eri etäisyyksillä sijaitsevien rakennusten osalta arvioituna. Rungon tarkastelussa on käytetty suunniteltua rakennuskorkeutta (9 kerrosta). Suluissa oleva kirjain kertoo onko tulos seurausta yleisestä vai resonanssin seurauksena tapahtuvasta voimistumisesta. Punaisella merkityissä kohdissa ylitetään tavoitetaso (luokka C) ja oranssilla merkityissä kohdissa on mahdollista saavuttaa tavoitetaso mitoittamalla välipohjien resonanssit siten, että tärinä ei voimistu lattioissa.

Mttaus- piste	Tärinän tunnusluku rakennuksessa		
	$V_{w,95,runko}$ [mm/s]		$V_{w,95,lattia}$ [mm/s]
	Radan suuntaisesti	Rataa vasten kohtisuoraan	Pystysuuntaan
MP1			
13m mitattu	1,17 (y) (ylittää luokan D)	1,57 (y) (ylittää luokan D)	1,16 (r) / 0,49 (y) (ylittää luokan D / luokka D)
31m laskettu	0,71 (y) (ylittää luokan D)	0,95 (y) (ylittää luokan D)	0,70 (r) / 0,30 (y) (ylittää luokan D / luokka C)
63m laskettu	0,49 (y) (luokka D)	0,66 (y) (ylittää luokan D)	0,49 (r) / 0,21 (y) (luokka D / luokka C)
97m laskettu	0,40 (y) (luokka D)	0,54 (y) (luokka D)	0,40 (r) / 0,17 (y) (luokka D / luokka C)
MP2			
26m mitattu	0,32 (y) (luokka D)	0,42 (y) (luokka D)	0,52 (r) / 0,22 (y) (luokka D / luokka C)
31m laskettu	0,29 (y) (luokan C)	0,38 (y) (luokka D)	0,48 (r) / 0,20 (y) (luokka D / luokka C)
63m laskettu	0,20 (y) (luokka C)	0,27 (y) (luokka C)	0,33 (r) / 0,14 (y) (luokka D / luokka B)
97m laskettu	0,16 (y) (luokka C)	0,22 (y) (luokka C)	0,27 (r) / 0,12 (y) (luokka C / luokka B)
MP3			
13m mitattu	0,70 (y) (ylittää luokan D)	0,88 (y) (ylittää luokan D)	0,49 (r) / 0,23 (y) (luokka D / luokka C)
31m laskettu	0,42 (y) (luokka D)	0,53 (y) (luokka D)	0,30 (r) / 0,14 (y) (luokka C / luokka B)
63m laskettu	0,30 (y) (luokka C)	0,37 (y) (luokka D)	0,21 (r) / 0,10 (y) (luokka C / luokka A)
97m laskettu	0,24 (y) (luokka C)	0,30 (y) (luokka C)	0,17 (r) / 0,08 (y) (luokka C / luokka A)
MP4			
26m mitattu	0,83 (y) (ylittää luokan D)	0,72 (y) (ylittää luokan D)	0,27 (r) / 0,13 (y) (luokka C / luokka B)
31m laskettu	0,76 (y) (ylittää luokan D)	0,66 (y) (ylittää luokan D)	0,24 (r) / 0,12 (y) (luokka C / luokka B)
63m laskettu	0,53 (y) (luokka D)	0,46 (y) (luokka D)	0,17 (r) / 0,09 (y) (luokka C / luokka A)
97m laskettu	0,43 (y) (luokka D)	0,37 (y) (luokka D)	0,14 (r) / 0,09 (y) (luokka B / luokka A)

5.3 Runkomelutasot rakennuksissa

Maaperästä mitatuista nopeustasoista laskettiin A-painotetut runkomelutasot VTT:n ohjeen *Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi* mukaisesti [6]. Laskennassa huomioitiin rakennustyyppi, rakennusten perustamistapa, resonanssin vaikutus sekä turvamarginaali. Turvamarginaalina käytettiin ehdotetun 6 dB sijaan 3 dB, koska maaperän mittaustulokseen sisältyy jo suuri osa laskentamenetelmän muutujista. 15 merkitsevimmän junan ohituksen osalta laskettiin runkomelun tilastollinen tunnusluku L_{prm} , jonka määritelmä on, että satunnaisesti mitattu junan ohitus ei 95% todennäköisyydellä ylitä kyseistä arvoa. Taulukossa 5.3 on esitetty arvioidut runkomelutasot eri etäisyyksillä sijaitsevilla rakennuksissa mittauspisteittäin saatujen tulosten perusteella arvioituna. Liitteessä 2 on esitetty 15 merkitsevimmän junan ohituksen ajalta arvioidut runkomelun enimmäistasot alimmassa kerroksessa mittauspisteessä.

Taulukko 5.3: Runkomelun tilastolliset tunnusluvut L_{prm} mittauspisteittäin eri kerroksissa. Raja-arvon $L_{prm}=35\text{dB}$ ylittävät arvot on merkitty punaisella ja raja-arvon $L_{prm}=30\text{dB}$ ylittävät oranssilla.

Arviointipiste	Mittaussuunta	Runkomelun tilastollinen tunnusluku						
		L_{prm} [dB(A)]						
		1.krs	2.krs	3.krs	4.krs	5.krs	7.krs	9.krs
MP1								
13m mittauspiste	radansuuntaisesti	63	61	59	57	55	53	51
	rataa vasten kohtisuoraan	64	62	60	58	56	54	52
	pystysuuntaan	54	52	50	48	46	44	42
31m laskentapiste	radansuuntaisesti	56	54	52	50	48	46	44
	rataa vasten kohtisuoraan	57	55	53	51	49	47	45
	pystysuuntaan	47	45	43	41	39	37	35
63m laskentapiste	radansuuntaisesti	49	47	45	43	41	39	37
	rataa vasten kohtisuoraan	50	48	46	44	42	40	38
	pystysuuntaan	40	38	36	34	32	30	28
97m laskentapiste	radansuuntaisesti	44	42	40	38	36	34	32
	rataa vasten kohtisuoraan	45	43	41	39	37	35	33
	pystysuuntaan	35	33	31	29	27	25	23
MP2								
23m mittauspiste	radansuuntaisesti	51	49	47	45	43	41	39
	rataa vasten kohtisuoraan	56	54	52	50	48	46	44
	pystysuuntaan	45	43	41	39	37	35	33
31m laskentapiste	radansuuntaisesti	49	47	45	43	41	39	37
	rataa vasten kohtisuoraan	54	52	50	48	46	44	42
	pystysuuntaan	43	41	39	37	35	33	31
63m laskentapiste	radansuuntaisesti	43	41	39	37	35	33	31
	rataa vasten kohtisuoraan	48	46	44	42	40	38	36
	pystysuuntaan	37	35	33	31	29	27	25
97m	radansuuntaisesti	37	35	33	31	29	27	25

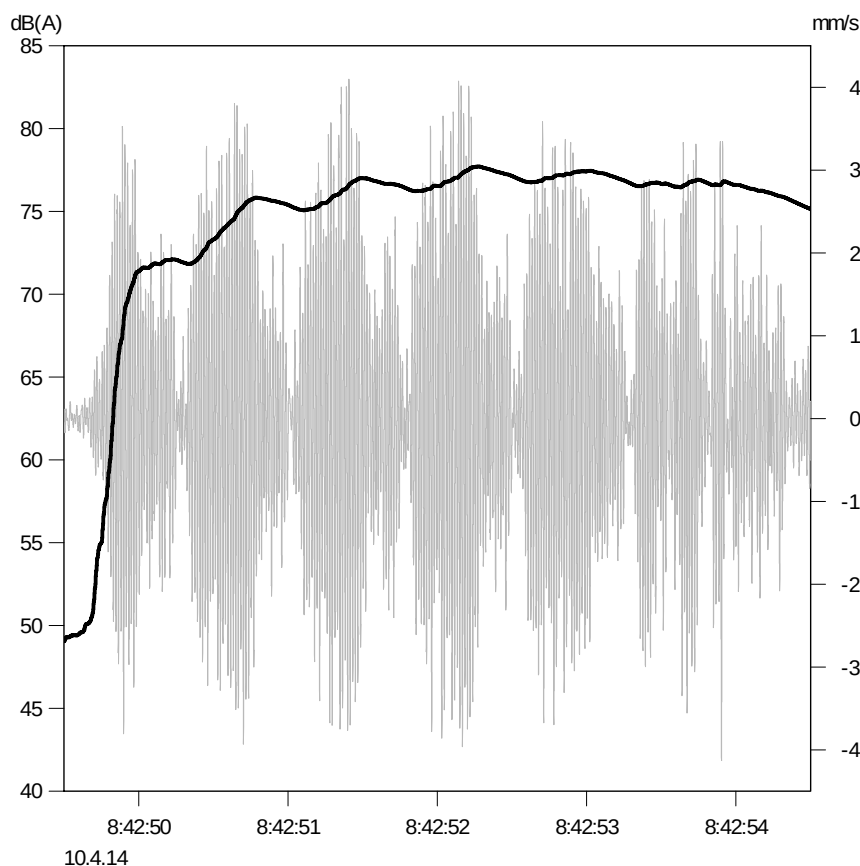
laskentapiste	rataa vasten kohtisuoraan	42	40	38	36	34	32	30
	pystysuuntaan	31	29	27	25	23	21	19
MP3								
13m mittauspiste	radansuuntaisesti	78	76	74	72	70	68	66
	rataa vasten kohtisuoraan	77	75	73	71	69	67	65
	pystysuuntaan	62	60	58	56	54	52	50
31m laskentapiste	radansuuntaisesti	71	69	67	65	63	61	59
	rataa vasten kohtisuoraan	70	68	66	64	62	60	58
	pystysuuntaan	55	53	51	49	47	45	43
63m laskentapiste	radansuuntaisesti	64	62	60	58	56	54	52
	rataa vasten kohtisuoraan	63	61	59	57	55	53	51
	pystysuuntaan	48	46	44	42	40	38	36
97m laskentapiste	radansuuntaisesti	59	57	55	53	51	49	47
	rataa vasten kohtisuoraan	58	56	54	52	50	48	46
	pystysuuntaan	43	41	39	37	35	33	31
MP4								
26m mittauspiste	radansuuntaisesti	74	72	70	68	66	64	62
	rataa vasten kohtisuoraan	76	74	72	70	68	66	64
	pystysuuntaan	58	56	54	52	50	48	46
31m laskentapiste	radansuuntaisesti	72	70	68	66	64	62	60
	rataa vasten kohtisuoraan	74	72	70	68	66	64	62
	pystysuuntaan	56	54	52	50	48	46	44
63m laskentapiste	radansuuntaisesti	66	64	62	60	58	56	54
	rataa vasten kohtisuoraan	68	66	64	62	60	58	56
	pystysuuntaan	50	48	46	44	42	40	38
97m laskentapiste	radansuuntaisesti	55	53	51	49	47	45	43
	rataa vasten kohtisuoraan	57	55	53	51	49	47	45
	pystysuuntaan	39	37	35	33	31	29	27

Mittaustulosten perusteella runkomelutasot ylittivät tavoitetason $L_{pm}=30$ dB kaikilla suunnitelluilla rakennusten etäisyyksillä. Vaakasuuntaan mitatut runkomelutasot ovat keskimäärin noin 10 dB korkeampia kuin pystysuuntaan mitatut. Arvioidut runkomelutasot ovat huomattavan suuria ja johtuvat todennäköisesti alueella sijaitsevista pintamaakerroksista, jotka välittävät tehokkaasti korkeampia taajuuksia. Lisäksi taajuussisällön osalta oli havaittavissa suhteellisen korkeita komponentteja johtuen lyhyestä etäisyydestä rataa. Korkeammat taajuuskomponentit vaimenevat pieniä taajuuksia voimakkaammin siirryttäessä kauemmas radasta mutta arviointimenetelmä ei huomioi tätä.

Lisäksi arviointimenetelmä ei huomioi eri maalajeista perustuksiin siirtyvän runkomelun vaimentumista kovin tarkasti. Yleensä vaakasuuntainen värähtelykomponentin on havaittu vaimenevan perustuksiin siirryttäessä huomattavasti enemmän kuin pystysuuntaisen komponentin. Alueen itäreunalla arvioituja runkomelu-

tasoja kasvatti todennäköisesti myös rautatiesilta, jonka päättymiskohdassa alustarakenteen jäykkyys muuttuu ja tärinätasot paikallisesti kasvavat etenkin korkeammilla taajuuksilla.

Kuvassa 5.3 on esitetty korkeimman yksittäisen runkomelutason aiheuttaneen junan ohitus. Liitteessä 2 on esitetty runkomelun osalta 15 merkitsevimmän junan ohituksen ajalta lasketut keskiarvospektrit mittauspisteissä.



Kuva 5.3: Korkein yksittäisen junan ohituksen aiheuttama runkomelun enimmäisarvo L_{pASmax} 78 dB mitattiin mittauspisteessä 3 radansuuntaisesti. Mittaustulos on itäänpäin kulkeneen ic2-junan ohituksen ajalta.

6 Yhteenveto

6.1 Tulokset ja jatkosuositukset tärinän osalta

Maaperästä rakennusten radan puoleisilta julkisivuilta mitattujen tärinätasojen perusteella arvioitiin rakennuksessa saavutettavat tärinätasot VTT:n ohjeen *Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi* mukaisesti [10]. Arvioinnissa huomioitiin terssikaistoittain tärinän siirtyminen perustuksiin sekä voimistuminen rakennuksen rungossa ja latioissa. Rungon tarkastelu resonanssin osalta tehtiin käyttäen yleisuunnitelman mukaisia rakennuskorkeuksia (9 kerrosta). Lattioiden osalta arvioitiin sekä pahin mahdollinen tilanne, jolloin välipohjien resonanssi voimistaa tärinätasoa sekä yleistä voimistumista kuvaava tilanne, jolloin välipohjien ominaistaajuuksia on mitoitettu siten, että tärinä ei voimistu välipohjissa resonanssin seurauksena.

Kaikista mittauspisteistä saatujen pystysuuntaisten tulosten perusteella eri etäisyyksille suunniteltujen rakennusten osalta on mahdollista saavuttaa lattioiden osalta tavoiteltava tärinätaso (tärinäluokka C). Tämä edellyttää välipohjien ominaisuuksien huolellista mitoittamista kaikkien rakennusten osalta siten, että tärinän voimistuminen resonanssin seurauksena välipohjissa vältetään. Vaakasuurtaisten tulosten perusteella tavoitetaso ylitetään kaikissa rakennuksissa mutta saatuja mitaustuloksia oletettavasti korottaa se, että alueen nykyisestä maankäytöstä johtuen mittauspisteet jouduttiin sijoittamaan paljon lähemmäs rataa kuin suunnitellut rakennukset. Lähellä rataa korostuvat korkeammat taajuudet, jotka vaimenevat nopeammin kuin laskentamalli olettaa siirryttäessä kauemmas radasta. Alueen itäreunalla tuloksiin vaikuttaa oletettavasti myös radan alustarakenteen jäykkyyden muutos siirryttäessä sillalta maanvaraiselle rataosalle. Alustavien maaperätietojen perusteella pehmeimmät maalajit ovat paksuimmillaan radan lähellä ja ohenevat alueen pohjoisreunalle siirryttäessä. Tämä saattaa aiheuttaa tavanomaista suuremman etäisyysvaimennuksen siirryttäessä kauemmas radasta. Toisaalta tämä voi myös tarkoittaa, että kalliopinta nousee radasta pois päin siirryttäessä, jolloin on mahdollista, että tärinäolosuhteet paikallisesti huononevat suoraan edenneen ja heijastuneiden värähtelykomponenttien interferenssin seurauksena.

Jotta suunniteltujen rakennusten paikoilla vallitsevat tärinäolosuhteet saadaan varmistettua, on suositeltavaa suorittaa lisämittauksia suunniteltujen rakennusten paikalla, kunhan nykyiset pintarakenteet on poistettu. Mikäli tärinätasot lisäselvityksien perusteella ylittävät tavoitetasot on tärinätasojäähä mahdollista vaimentaa maaperään asennettavien vaimennusrakenteiden (esim. kalkkisementtistabilointi) tai rakennuksen perustuksiin sijoitettavien vaimentimien. Maaperän vaimennusrakenteita on myös mahdollista pyrkiä toteuttamaan yhdessä uusien liikenneväylien tai muiden rakennusten perustuksia.

6.2 Tulokset ja jatkosuositukset runkomelun osalta

Maaperästä mitattujen nopeustasojen perusteella arvioitiin rakennuksissa saavutettavat runkomelutasot VTT:n ohjeen *Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi* mukaisesti [6]. Eri etäisyyksillä arvioitujen runkomelutasot pääsääntöisesti ylittivät tavoitearvot ($L_{prm}=30\text{dB}$, mikäli ulkovaipalle asetetaan ääneneristävyyksivaatimus, muulloin $L_{prm}=35\text{dB}$) sekä pysty- että vaakasuurtaisten osalta arvioituna. Vaakasuurtaiset mitaustulokset olivat pääsääntöisesti noin 10 dB korkeammat kuin pystysuuntaan mitatut. Kokemusperäisesti voidaan todeta, että arviointimenetelmä ei huomioi riittävästi vaimennusta siirryttäessä maaperästä perustuksiin. Erityisesti tämä vaikuttaa vaakasuurtaisiin komponentteihin. Lähellä rataa saaduissa tuloksissa etenkin itäreunalla rautatiesillan lähellä oli havaittavissa myös korkeampia taajuuskomponentteja, jotka vaimenevat yleensä etäisyyden kasvaessa nopeammin kuin laskentamalli olettaa.

Suunniteltujen rakennusten paikoilla on suositeltavaa suorittaa lisämittauksia, kunhan nykyiset pintarakenteet on poistettu. Maaperän osalta tulisi selvittää myös missä koroissa kalliopinta alueella kulkee ja miten lähelle perustuksia se tulee sijoittumaan. Vaihtoehtoisesti nykyisissä rakennuksissa voidaan pyrkiä suorittamaan melutasomittauksia runkomelutason arvioimiseksi. Tämä edellyttää kuitenkin mitaustilan huolellista valintaa, jotta ilmaaänenä tiloihin kantautuva melu ei vaikuta tuloksiin. Tarvittaessa runkomelua voidaan vaimentaa rakennuksen perustuksiin sijoitettavien eristimien.

Kaikki tässä raportissa esitetyt mittaustulokset edustavat mittaushetken olosuhteita sekä liikennöintiä. Mikäli liikennöinnissä, maaperässä tai muissa olosuhteissa tapahtuu muutoksia, voivat ne vaikuttaa saavutettaviin tärinä- ja runkomelutasoihin.

Tampereella 9.5.2014

A-INSINÖÖRIT SUUNNITTELU OY

Timo Huhtala, projektipäällikkö
Mikko Kylliäinen, suunnittelujohtaja

Liitteet:

1. Mittauspisteet merkittynä asemapiirrookseen (1 s.)
2. Mittaustulokset mittauspisteittäin (16 s.)

Lähteet:

1. Törnqvist, J. ja Talja, A. 2006. Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa. VTT Working papers 50. Espoo: VTT. 46 + 33 s.
2. Ympäristönsuojelulaki n:o 86. 2000.
3. Suomen Rakentamismääräyskokoelma, osa B3. 2004. Pohjarakenteet, määräykset ja ohjeet.
4. Talja, A. 2004. Suositus liikennetärinän mittaamista ja luokituksesta. VTT Tiedotteita 2278. Espoo: VTT. 50 s. + liitt. 15 s.
5. NS 8176E. 1999. Vibration and shock. Measurement of vibration in buildings from landbased transport guidance to evaluation of its effects on human beings. Oslo: Norges Standardiseringsförbund (NSF). 27 s.
6. Talja, A. ja Saarinen, A. 2009. Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi. Esiselvitys. VTT Tiedotteita 2468. Espoo: VTT. 56 + 11 s.
7. Ratahallintokeskus. 2003. Espoon kaupunkirata – Yleissuunnitelma. 31 s.
8. Ratahallintokeskuksen julkaisuja A11/2001. Pääkaupunkiseudun rautateiden meluntorjuntaohjelma vuosille 2001-2020. 26 + 43 s.
9. Huhtala, T. 2006. Mittausjakson pituuden vaikutus maaperästä mitatun maaperästä mitatun raideliikenteen värähtelyn asuntoihin aiheuttaman haitan arvioinnissa. 105-29 s.
10. Talja, A., Vepsä, A., Kurkela, J. ja Halonen, M. 2008. Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi, VTT tiedotteita 2425. 95+69 s.
11. Talja, A. 2011. Ohjeita liikennetärinän arviointiin. VTT Tiedotteita 2569. Espoo: VTT. 35 + 9 s.

Mittauspisteiden 1 ja 3 etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta oli n. 13 metriä ja mittauspisteiden 2 ja 4 noin 26 metriä. Kahden rataa lähimmän asuinrakennuksen etäisyys raiteen keskilinjasta n. 31 metriä, toiseksi lähimmän n. 63 metriä ja kauimmaisena n. 97 metriä.

1:500



Mittaustulokset, tärinä MP1

Liite 2.1. s.1

Etäisyys lähimmän raitaan keskilinjasta n. 13m

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta x (radansuuntaisesti).

aika	$V_{w,rms,max}$	junatyyppi	suunta	massa [t]	pituus [m]
19:27:36	1,60	tavarajuna	itä	1329	746
18:21:42	1,47	taajamajuna	länsi	317	151
19:42:21	1,26	tavarajuna	länsi	577	157
13:53:22	1,21	tavarajuna	itä	595	278
14:14:30	1,09	taajamajuna	länsi	271	125
15:29:28	1,09	taajamajuna	itä	265	125
11:31:40	1,06	taajamajuna	itä	271	125
17:30:56	1,02	taajamajuna	itä	271	125
13:09:48	0,89	tavarajuna	länsi	849	199
20:30:34	0,88	ic2	länsi	357	152
16:15:39	0,87	taajamajuna	länsi	271	125
14:57:08	0,69	tavarajuna	itä	215	109
13:36:50	0,67	huoltoveturi	itä	86	19
19:33:59	0,66	taajamajuna	itä	271	125
11:45:45	0,58	tavarajuna	länsi	1303	290

tärinän tunnusluku $w_{v,95,maa}$ 1,54 mm/s

tärinäluokka >D

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

aika	$V_{w,rms,max}$	junatyyppi	suunta	massa [t]	pituus [m]
13:09:48	1,97	tavarajuna	länsi	849	199
18:21:42	1,90	taajamajuna	länsi	317	151
15:29:28	1,81	taajamajuna	itä	265	125
20:30:34	1,77	ic2	länsi	357	152
11:31:40	1,71	taajamajuna	itä	271	125
14:14:30	1,65	taajamajuna	länsi	271	125
17:30:56	1,56	taajamajuna	itä	271	125
19:27:36	1,51	tavarajuna	itä	1329	746
13:53:22	1,47	tavarajuna	itä	595	278
16:15:39	1,41	taajamajuna	länsi	271	125
19:33:59	1,21	taajamajuna	itä	271	125
19:42:21	1,11	tavarajuna	länsi	577	157
14:57:08	1,03	tavarajuna	itä	215	109
13:36:50	0,96	huoltoveturi	itä	86	19
12:16:33	0,92	taajamajuna	länsi	265	125

tärinän tunnusluku $w_{v,95,maa}$ 2,10 mm/s

tärinäluokka >D

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta z (pystysuunta).

aika	$V_{w,rms,max}$	junatyyppi	suunta	massa [t]	pituus [m]
17:30:56	0,47	taajamajuna	itä	271	125
11:31:40	0,46	taajamajuna	itä	271	125
15:29:28	0,45	taajamajuna	itä	265	125
18:21:42	0,42	taajamajuna	länsi	317	151
14:14:30	0,41	taajamajuna	länsi	271	125
16:15:39	0,35	taajamajuna	länsi	271	125
13:09:48	0,32	tavarajuna	länsi	849	199
20:30:34	0,31	ic2	länsi	357	152
19:33:59	0,29	taajamajuna	itä	271	125
19:27:36	0,29	tavarajuna	itä	1329	746
14:57:08	0,25	tavarajuna	itä	215	109
12:16:33	0,22	taajamajuna	länsi	265	125
13:53:22	0,22	tavarajuna	itä	595	278
11:45:45	0,20	tavarajuna	länsi	1303	290
19:42:21	0,20	tavarajuna	länsi	577	157

tärinän tunnusluku $w_{v,95,maa}$ 0,50 mm/s

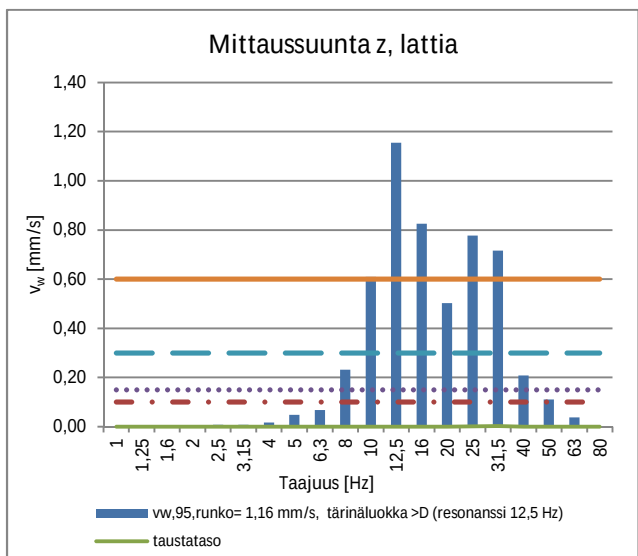
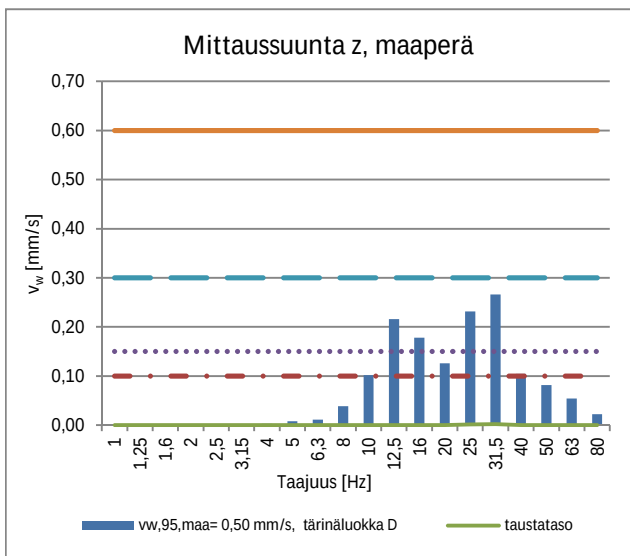
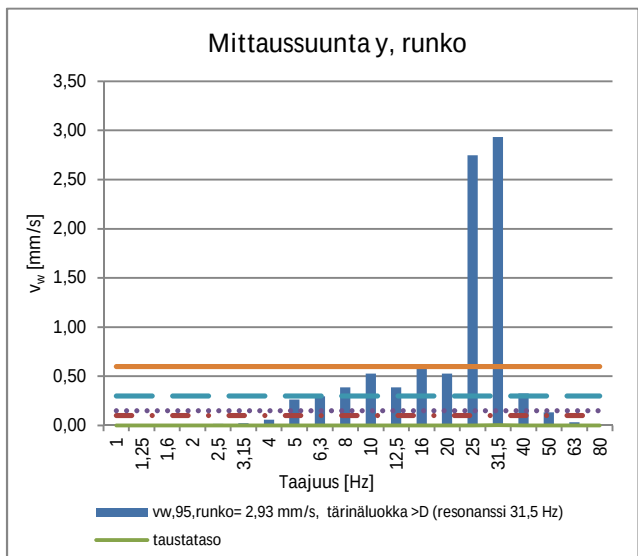
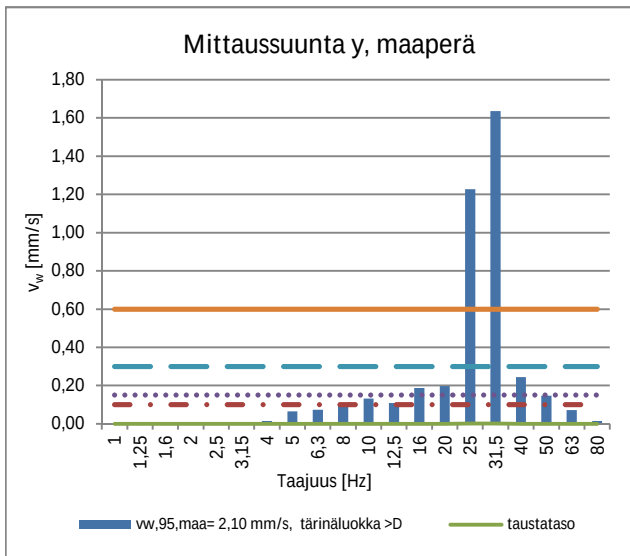
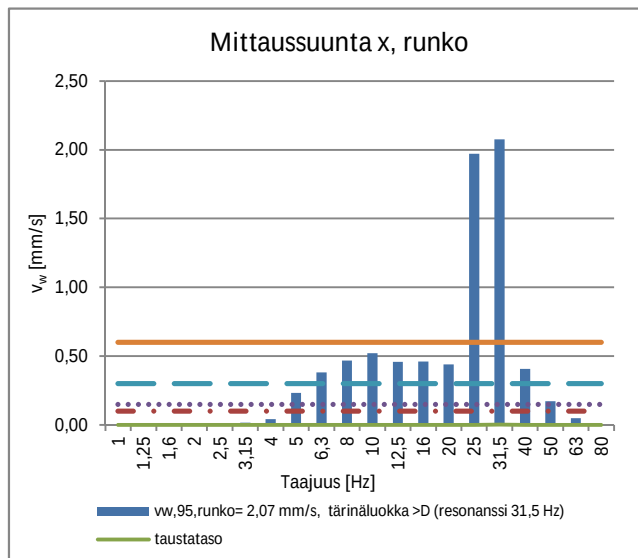
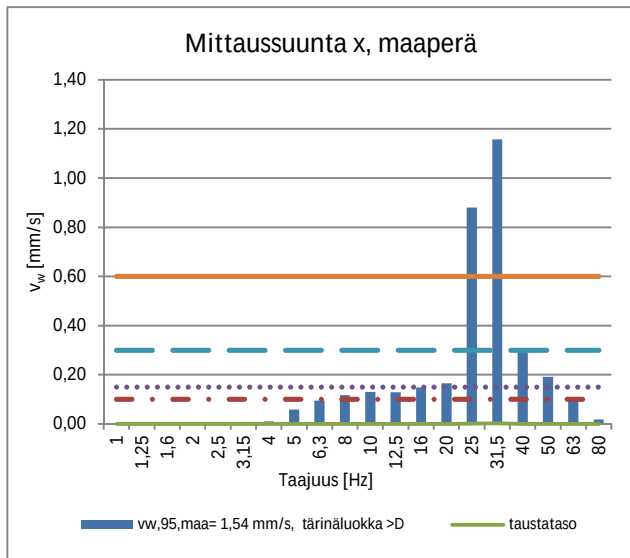
tärinäluokka D

Mittaustulokset, värinä MP1

Liite 2.1. s.2

Etäisyys lähimmän raitaan keskilinjasta n. 13m

Värinäluokkien 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

Liite 2.1. s.3

Etäisyys lähimmän raitaan keskilinjasta n. 13m

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta x (radansuuntaisesti).

aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	junatyyppi	suunta	massa [t]	pituus [m]
18:21:42	62	taajamajuna	länsi	317	151
19:27:36	61	tavarajuna	itä	1329	746
16:15:39	60	taajamajuna	länsi	271	125
14:14:30	60	taajamajuna	länsi	271	125
15:29:28	60	taajamajuna	itä	265	125
19:42:21	60	tavarajuna	länsi	577	157
17:30:56	60	taajamajuna	itä	271	125
11:31:40	59	taajamajuna	itä	271	125
20:30:34	58	ic2	länsi	357	152
13:53:22	58	tavarajuna	itä	595	278
19:33:59	58	taajamajuna	itä	271	125
13:09:48	57	tavarajuna	länsi	849	199
14:57:08	57	tavarajuna	itä	215	109
13:36:50	55	huoltoveturi	itä	86	19
11:45:45	55	tavarajuna	länsi	1303	290

Ohjearvoon verrannollinen

runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	63
+ 1 krs	61
+2 krs	59
+ 3krs	57
+ 4krs	55
+ 5krs	54
+ 6krs	53
+ 7krs	52
+ 8krs	51
+ 9krs	50
+ 10krs	49

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

aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	junatyyppi	suunta	massa [t]	pituus [m]
13:09:48	64	tavarajuna	länsi	849	199
18:21:42	63	taajamajuna	länsi	317	151
14:14:30	63	taajamajuna	länsi	271	125
15:29:28	62	taajamajuna	itä	265	125
20:30:34	62	ic2	länsi	357	152
16:15:39	62	taajamajuna	länsi	271	125
11:31:40	61	taajamajuna	itä	271	125
17:30:56	61	taajamajuna	itä	271	125
19:27:36	61	tavarajuna	itä	1329	746
13:53:22	61	tavarajuna	itä	595	278
19:33:59	60	taajamajuna	itä	271	125
19:42:21	59	tavarajuna	länsi	577	157
14:57:08	58	tavarajuna	itä	215	109
12:16:33	58	taajamajuna	länsi	265	125
13:36:50	58	huoltoveturi	itä	86	19

Ohjearvoon verrannollinen

runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	64
+ 1 krs	62
+2 krs	60
+ 3krs	58
+ 4krs	56
+ 5krs	55
+ 6krs	54
+ 7krs	53
+ 8krs	52
+ 9krs	51
+ 10krs	50

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta z (pystysuunta)

aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	junatyyppi	suunta	massa [t]	pituus [m]
18:21:42	54	taajamajuna	länsi	317	151
20:30:34	53	ic2	länsi	357	152
15:29:28	52	taajamajuna	itä	265	125
11:31:40	52	taajamajuna	itä	271	125
19:27:36	52	tavarajuna	itä	1329	746
14:14:30	52	taajamajuna	länsi	271	125
17:30:56	52	taajamajuna	itä	271	125
16:15:39	51	taajamajuna	länsi	271	125
19:33:59	50	taajamajuna	itä	271	125
13:09:48	49	tavarajuna	länsi	849	199
12:16:33	49	taajamajuna	länsi	265	125
14:57:08	49	tavarajuna	itä	215	109
11:45:45	49	tavarajuna	länsi	1303	290
19:42:21	49	tavarajuna	länsi	577	157
13:53:22	49	tavarajuna	itä	595	278

Ohjearvoon verrannollinen

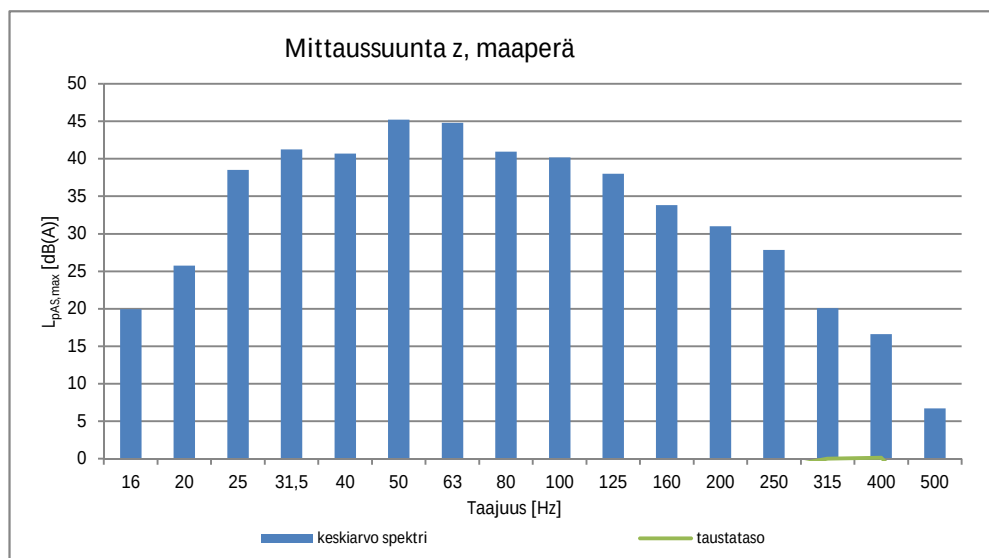
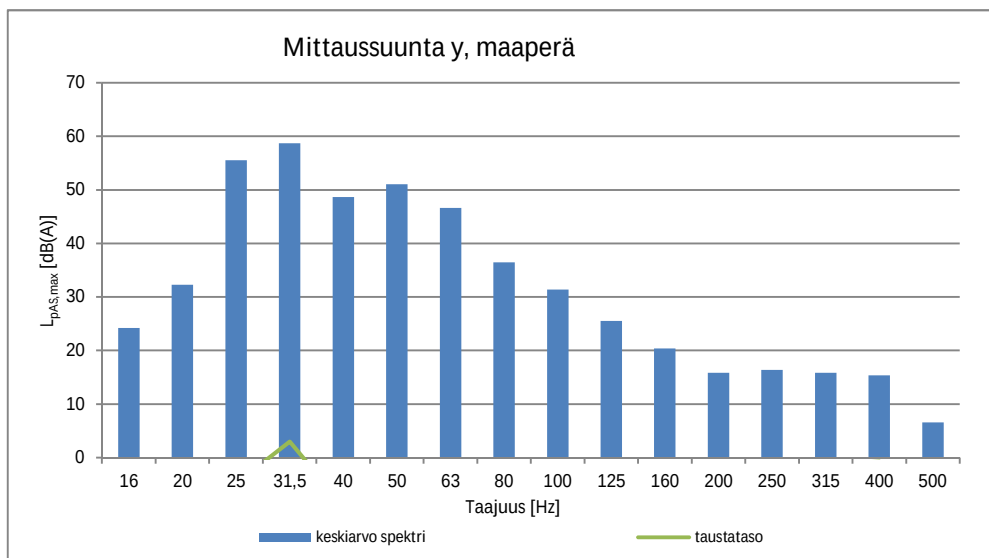
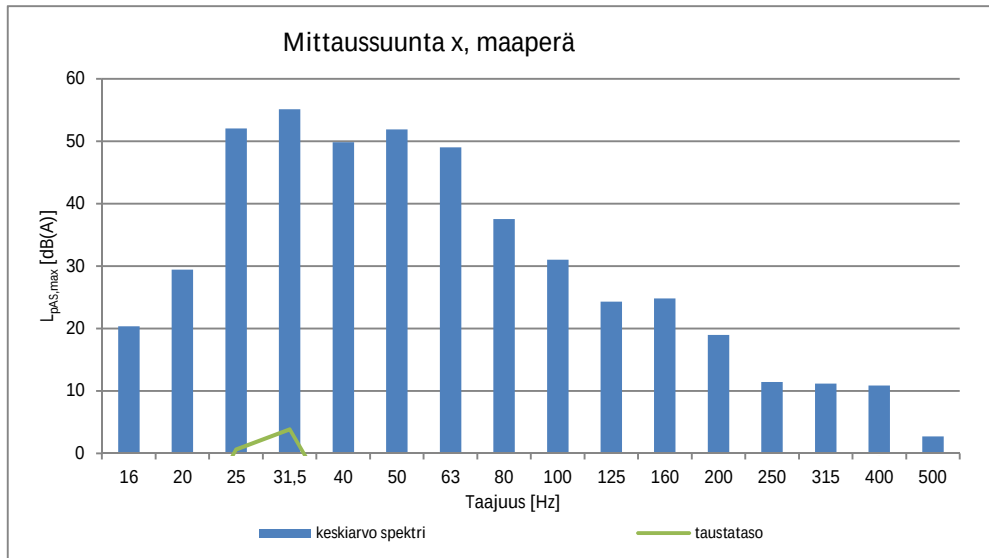
runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	54
+ 1 krs	52
+2 krs	50
+ 3krs	48
+ 4krs	46
+ 5krs	45
+ 6krs	44
+ 7krs	43
+ 8krs	42
+ 9krs	41
+ 10krs	40

Mittaustulokset, runkomelu MP1

Liite 2.1. s.4

Etäisyys lähimmän raitaan keskilinjasta n. 13m



Mittaustulokset, tärinä MP2

Liite 2.2. s.1

Etäisyys lähimmän raitaan keskilinjasta n. 26m

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta x (radansuuntaisesti).

aika	$V_{w,rms,max}$	junatyyppi	suunta	massa [t]	pituus [m]
18:21:41	0,22	taajamajuna	länsi	317	151
14:14:30	0,21	taajamajuna	länsi	271	125
11:31:40	0,20	taajamajuna	itä	271	125
8:16:07	0,20	taajamajuna	länsi	271	125
13:09:47	0,20	tavarajuna	länsi	849	199
17:30:56	0,19	taajamajuna	itä	271	125
15:29:28	0,18	taajamajuna	itä	265	125
16:15:39	0,16	taajamajuna	länsi	271	125
20:30:34	0,15	ic2	länsi	357	152
11:45:45	0,14	tavarajuna	länsi	1303	290
19:42:24	0,14	tavarajuna	länsi	577	157
19:27:36	0,14	tavarajuna	itä	1329	746
13:53:26	0,14	tavarajuna	itä	595	278
19:33:58	0,14	taajamajuna	itä	271	125
8:42:42	0,13	ic2	itä	357	152

tärinän tunnusluku $w_{v,95,maa}$ 0,23 mm/s

tärinäluokka C

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

aika	$V_{w,rms,max}$	junatyyppi	suunta	massa [t]	pituus [m]
11:45:45	0,31	tavarajuna	länsi	1303	290
11:31:40	0,28	taajamajuna	itä	271	125
15:29:28	0,24	taajamajuna	itä	265	125
19:27:36	0,24	tavarajuna	itä	1329	746
8:16:07	0,23	taajamajuna	länsi	271	125
17:30:56	0,23	taajamajuna	itä	271	125
13:09:47	0,22	tavarajuna	länsi	849	199
14:57:04	0,22	tavarajuna	itä	215	109
16:15:39	0,21	taajamajuna	länsi	271	125
14:14:30	0,20	taajamajuna	länsi	271	125
19:33:58	0,20	taajamajuna	itä	271	125
18:21:41	0,19	taajamajuna	länsi	317	151
20:30:34	0,18	ic2	länsi	357	152
19:42:24	0,17	tavarajuna	länsi	577	157
11:54:20	0,16	toveturi + vau	länsi	225	98

tärinän tunnusluku $w_{v,95,maa}$ 0,29 mm/s

tärinäluokka C

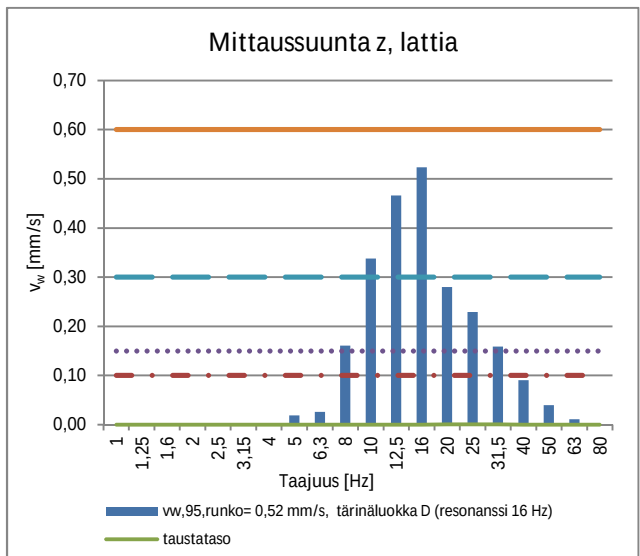
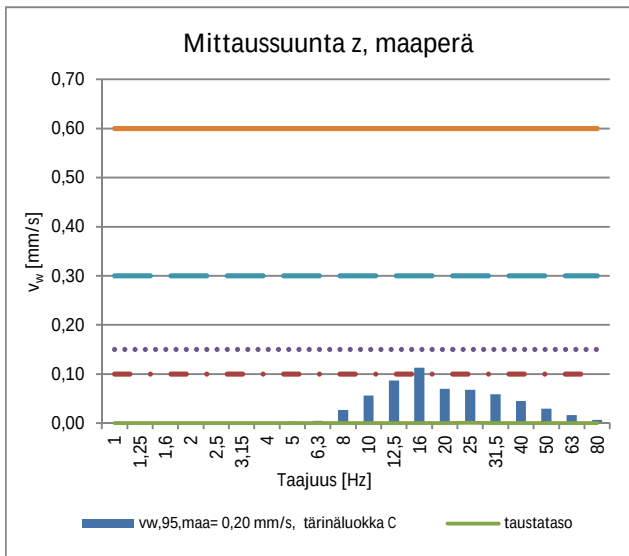
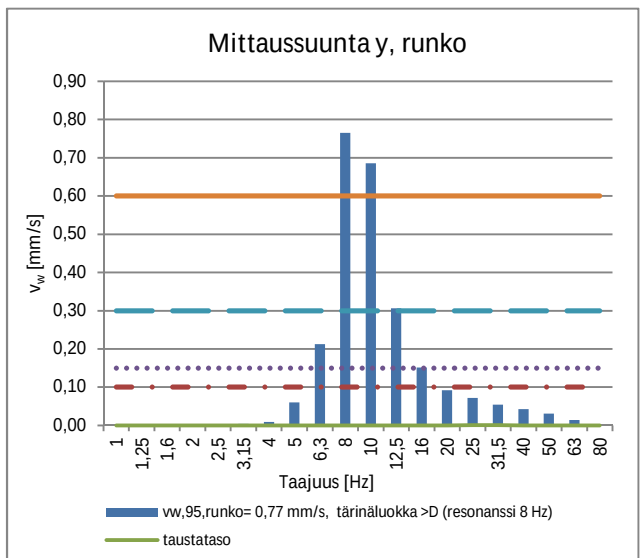
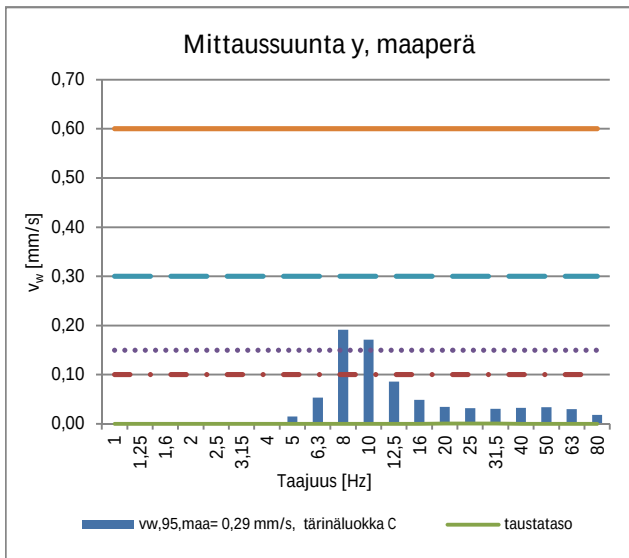
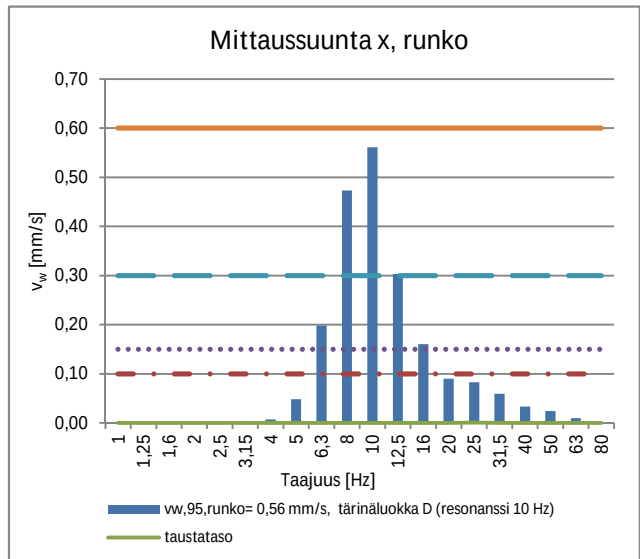
15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta z (pystysuunta).

aika	$V_{w,rms,max}$	junatyyppi	suunta	massa [t]	pituus [m]
8:16:07	0,19	taajamajuna	länsi	271	125
15:29:28	0,19	taajamajuna	itä	265	125
18:21:41	0,18	taajamajuna	länsi	317	151
8:42:42	0,17	ic2	itä	357	152
11:31:40	0,16	taajamajuna	itä	271	125
14:14:30	0,15	taajamajuna	länsi	271	125
20:30:34	0,14	ic2	länsi	357	152
17:30:56	0,14	taajamajuna	itä	271	125
13:09:47	0,14	tavarajuna	länsi	849	199
16:15:39	0,14	taajamajuna	länsi	271	125
14:57:04	0,13	tavarajuna	itä	215	109
19:33:58	0,12	taajamajuna	itä	271	125
19:27:36	0,09	tavarajuna	itä	1329	746
11:45:45	0,09	tavarajuna	länsi	1303	290
12:16:33	0,09	taajamajuna	länsi	265	125

tärinän tunnusluku $w_{v,95,maa}$ 0,20 mm/s

tärinäluokka C

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

Liite 2.2. s.3

Etäisyys lähimmän raitaan keskilinjasta n. 26m

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta x (radansuuntaisesti).

aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	junatyyppi	suunta	massa [t]	pituus [m]
19:27:36	50	tavarajuna	itä	1329	746
11:45:45	50	tavarajuna	länsi	1303	290
20:30:34	50	ic2	länsi	357	152
19:42:24	49	tavarajuna	länsi	577	157
13:09:47	49	tavarajuna	länsi	849	199
18:21:41	48	taajamajuna	länsi	317	151
8:42:42	48	ic2	itä	357	152
13:53:26	47	tavarajuna	itä	595	278
8:16:07	47	taajamajuna	länsi	271	125
14:14:30	47	taajamajuna	länsi	271	125
11:31:40	46	taajamajuna	itä	271	125
19:33:58	46	taajamajuna	itä	271	125
17:30:56	46	taajamajuna	itä	271	125
12:16:33	46	taajamajuna	länsi	265	125
15:29:28	46	taajamajuna	itä	265	125

Ohjearvoon verrannollinen

runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	51
+ 1 krs	49
+2 krs	47
+ 3krs	45
+ 4krs	43
+ 5krs	42
+ 6krs	41
+ 7krs	40
+ 8krs	39
+ 9krs	38
+ 10krs	37

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

aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	junatyyppi	suunta	massa [t]	pituus [m]
19:27:36	56	tavarajuna	itä	1329	746
13:53:26	55	tavarajuna	itä	595	278
11:45:45	55	tavarajuna	länsi	1303	290
20:30:34	53	ic2	länsi	357	152
13:09:47	53	tavarajuna	länsi	849	199
19:42:24	53	tavarajuna	länsi	577	157
12:16:33	53	taajamajuna	länsi	265	125
11:31:40	52	taajamajuna	itä	271	125
14:14:30	52	taajamajuna	länsi	271	125
15:29:28	52	taajamajuna	itä	265	125
18:21:41	52	taajamajuna	länsi	317	151
8:42:42	52	ic2	itä	357	152
17:30:56	52	taajamajuna	itä	271	125
19:33:58	51	taajamajuna	itä	271	125
16:15:39	51	taajamajuna	länsi	271	125

Ohjearvoon verrannollinen

runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	56
+ 1 krs	54
+2 krs	52
+ 3krs	50
+ 4krs	48
+ 5krs	47
+ 6krs	46
+ 7krs	45
+ 8krs	44
+ 9krs	43
+ 10krs	42

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta z (pystysuunta)

aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	junatyyppi	suunta	massa [t]	pituus [m]
19:27:36	45	tavarajuna	itä	1329	746
11:31:40	45	taajamajuna	itä	271	125
17:30:56	45	taajamajuna	itä	271	125
8:42:42	45	ic2	itä	357	152
8:16:07	45	taajamajuna	länsi	271	125
11:45:45	44	tavarajuna	länsi	1303	290
13:53:26	44	tavarajuna	itä	595	278
15:29:28	44	taajamajuna	itä	265	125
14:14:30	44	taajamajuna	länsi	271	125
16:15:39	43	taajamajuna	länsi	271	125
18:21:41	43	taajamajuna	länsi	317	151
19:42:24	42	tavarajuna	länsi	577	157
12:16:33	42	taajamajuna	länsi	265	125
13:09:47	42	tavarajuna	länsi	849	199
20:30:34	42	ic2	länsi	357	152

Ohjearvoon verrannollinen

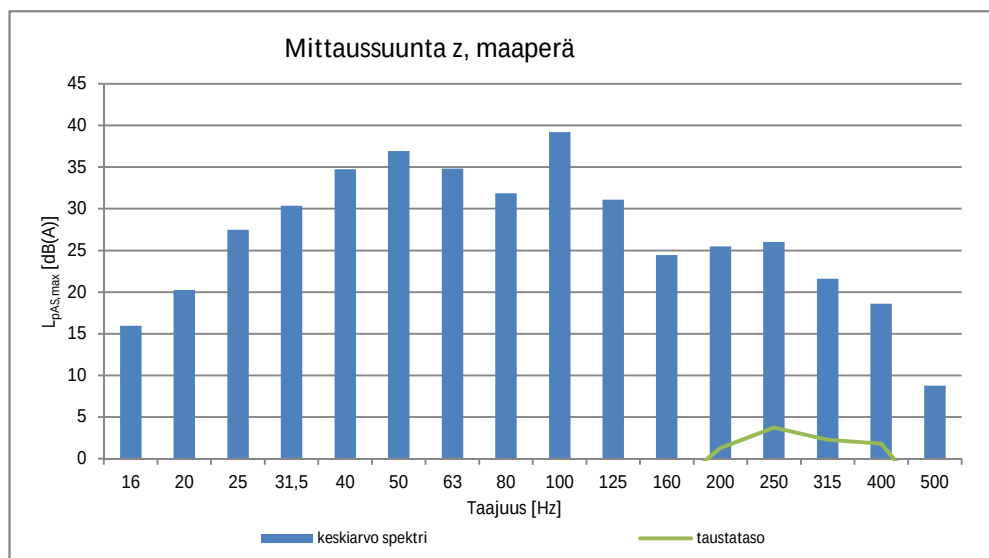
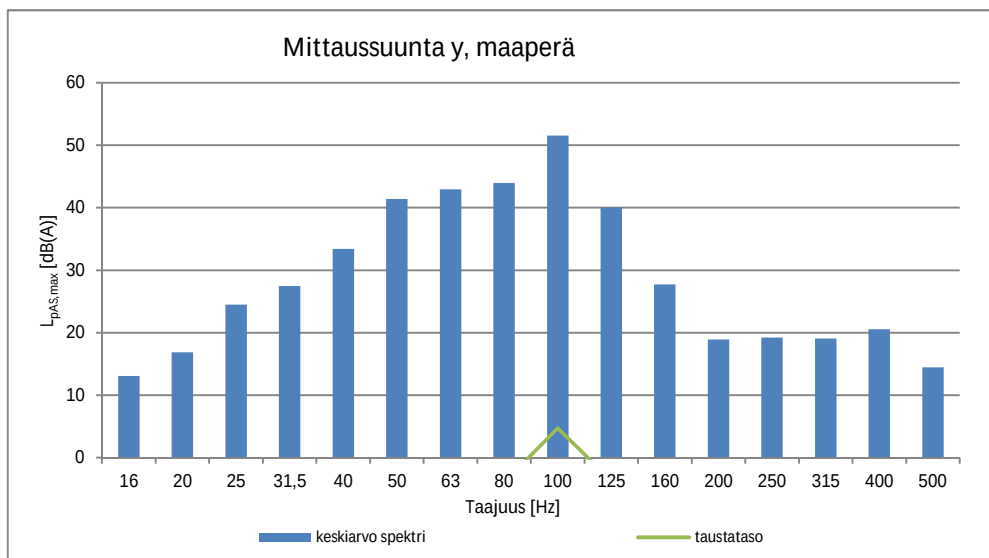
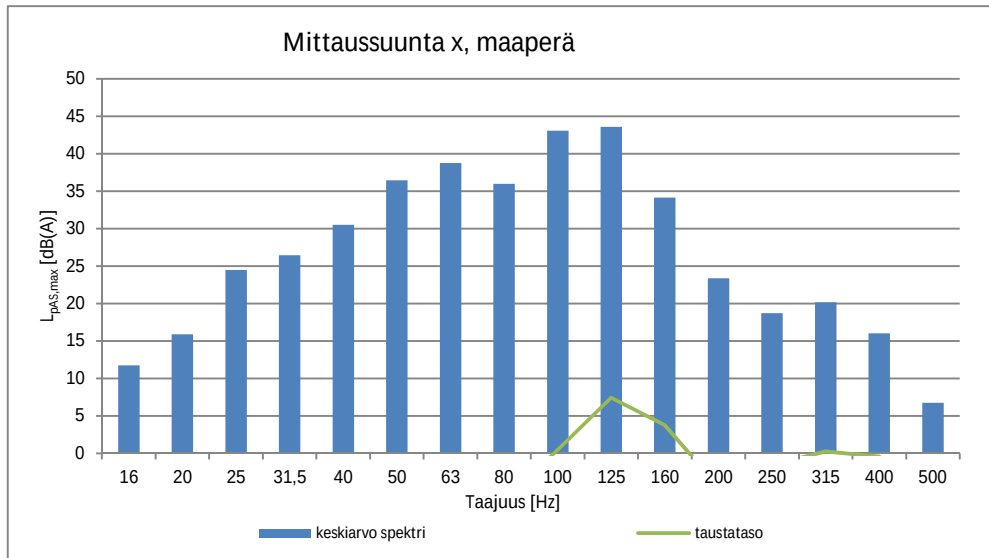
runkomelutaso L_{prm}

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

Mittaustulokset, runkomelu MP2

Liite 2.2. s.4

Etäisyys lähimmän raitaan keskilinjasta n. 26m



Mittaustulokset, tärinä MP3

Liite 2.3. s.1

Etäisyys lähimmän raitaan keskilinjasta n. 13m

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta x (radansuuntaisesti).

aika	$V_{w,rms,max}$	junatyyppi	suunta	massa [t]	pituus [m]
8:42:45	1,85	ic2	itä	357	152
15:29:33	1,55	taajamajuna	itä	265	125
11:31:45	1,54	taajamajuna	itä	271	125
17:31:02	1,49	taajamajuna	itä	271	125
8:16:03	1,41	taajamajuna	länsi	271	125
16:15:36	1,38	taajamajuna	länsi	271	125
14:14:26	1,38	taajamajuna	länsi	271	125
18:21:39	1,31	taajamajuna	länsi	317	151
19:34:05	1,23	taajamajuna	itä	271	125
20:30:31	1,15	ic2	länsi	357	152
12:16:29	0,91	taajamajuna	länsi	265	125
14:57:15	0,80	tavarajuna	itä	215	109
11:45:41	0,76	tavarajuna	länsi	1303	290
13:09:44	0,75	tavarajuna	länsi	849	199
19:27:45	0,69	tavarajuna	itä	1329	746

tärinän tunnusluku $w_{v,95,maa}$ 1,85 mm/s

tärinäluokka >D

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

aika	$V_{w,rms,max}$	junatyyppi	suunta	massa [t]	pituus [m]
8:16:03	1,61	taajamajuna	länsi	271	125
11:31:45	1,57	taajamajuna	itä	271	125
18:21:39	1,55	taajamajuna	länsi	317	151
17:31:02	1,53	taajamajuna	itä	271	125
15:29:33	1,52	taajamajuna	itä	265	125
14:14:26	1,45	taajamajuna	länsi	271	125
16:15:36	1,35	taajamajuna	länsi	271	125
20:30:31	1,27	ic2	länsi	357	152
8:42:45	1,23	ic2	itä	357	152
19:34:05	1,23	taajamajuna	itä	271	125
12:16:29	1,14	taajamajuna	länsi	265	125
13:09:44	0,88	tavarajuna	länsi	849	199
14:57:15	0,84	tavarajuna	itä	215	109
11:45:41	0,81	tavarajuna	länsi	1303	290
19:27:45	0,72	tavarajuna	itä	1329	746

tärinän tunnusluku $w_{v,95,maa}$ 1,80 mm/s

tärinäluokka >D

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta z (pystysuunta).

aika	$V_{w,rms,max}$	junatyyppi	suunta	massa [t]	pituus [m]
19:34:05	0,36	taajamajuna	itä	271	125
16:15:36	0,35	taajamajuna	länsi	271	125
18:21:39	0,34	taajamajuna	länsi	317	151
11:31:45	0,31	taajamajuna	itä	271	125
8:16:03	0,30	taajamajuna	länsi	271	125
15:29:33	0,30	taajamajuna	itä	265	125
17:31:02	0,29	taajamajuna	itä	271	125
12:16:29	0,29	taajamajuna	länsi	265	125
14:14:26	0,29	taajamajuna	länsi	271	125
8:42:45	0,28	ic2	itä	357	152
20:30:31	0,27	ic2	länsi	357	152
14:57:15	0,24	tavarajuna	itä	215	109
11:45:41	0,23	tavarajuna	länsi	1303	290
19:42:18	0,21	tavarajuna	länsi	577	157
19:27:45	0,21	tavarajuna	itä	1329	746

tärinän tunnusluku $w_{v,95,maa}$ 0,37 mm/s

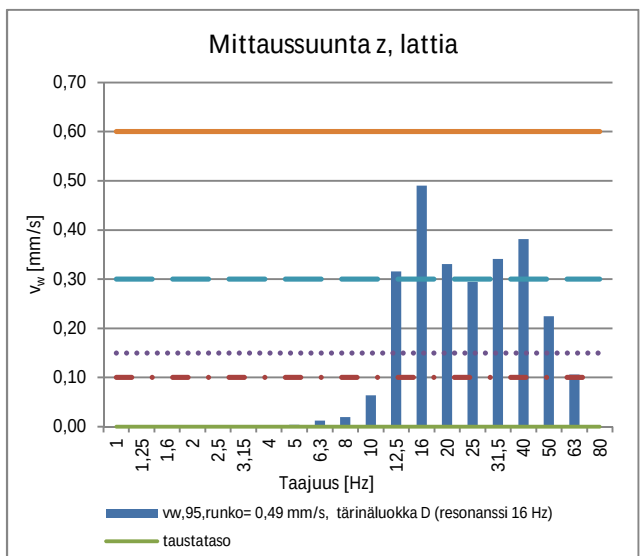
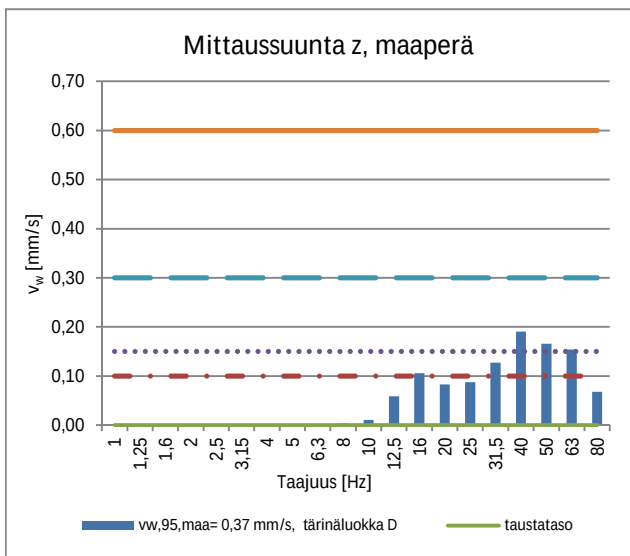
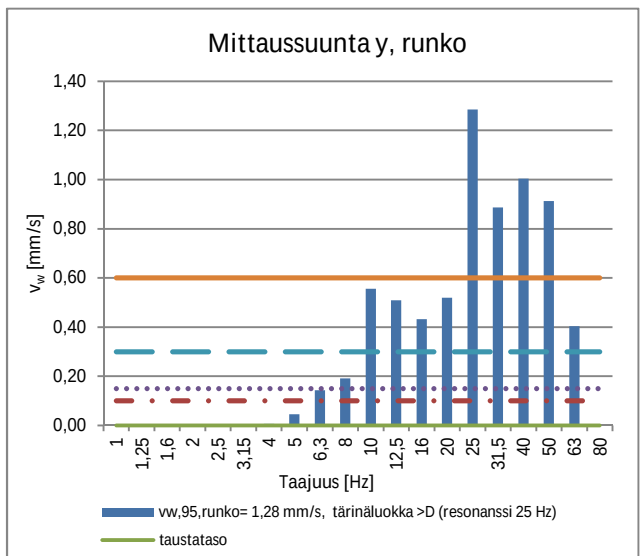
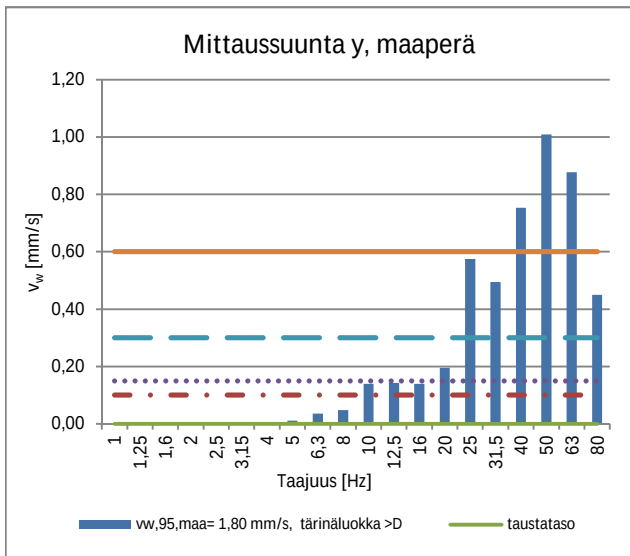
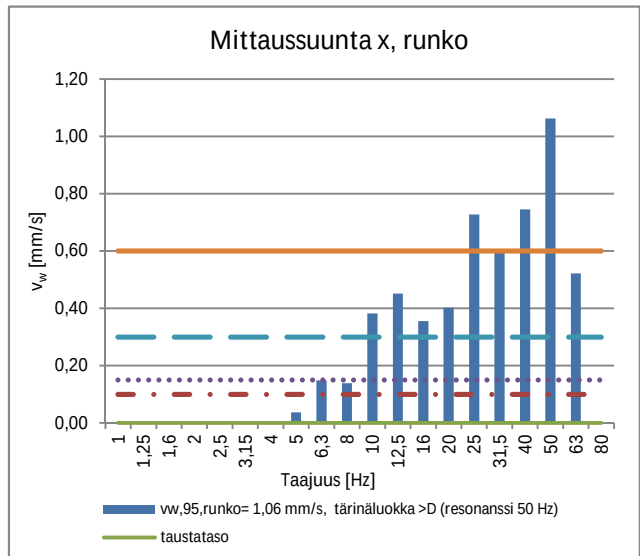
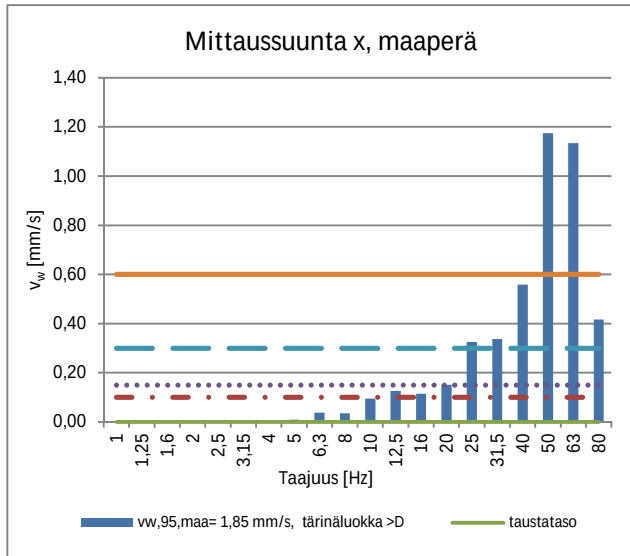
tärinäluokka D

Mittaustulokset, värinä MP3

Liite 2.3. s.2

Etäisyys lähimmän raitaan keskilinjasta n. 13m

Värinäluokkien 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

Liite 2.3. s.3

Etäisyys lähimmän raitaan keskilinjasta n. 13m

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta x (radansuuntaisesti).

aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	junatyyppi	suunta	massa [t]	pituus [m]
8:42:45	78	ic2	itä	357	152
15:29:33	75	taajamajuna	itä	265	125
11:31:45	75	taajamajuna	itä	271	125
20:30:31	75	ic2	länsi	357	152
14:14:26	74	taajamajuna	länsi	271	125
8:16:03	74	taajamajuna	länsi	271	125
17:31:02	74	taajamajuna	itä	271	125
18:21:39	74	taajamajuna	länsi	317	151
16:15:36	74	taajamajuna	länsi	271	125
19:27:45	72	tavarajuna	itä	1329	746
13:09:44	71	tavarajuna	länsi	849	199
19:34:05	71	taajamajuna	itä	271	125
12:16:29	70	taajamajuna	länsi	265	125
11:45:41	70	tavarajuna	länsi	1303	290
14:57:15	68	tavarajuna	itä	215	109

Ohjearvoon verrannollinen

runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	78
+ 1 krs	76
+2 krs	74
+ 3krs	72
+ 4krs	70
+ 5krs	69
+ 6krs	68
+ 7krs	67
+ 8krs	66
+ 9krs	65
+ 10krs	64

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

aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	junatyyppi	suunta	massa [t]	pituus [m]
20:30:31	75	ic2	länsi	357	152
16:15:36	75	taajamajuna	länsi	271	125
18:21:39	74	taajamajuna	länsi	317	151
8:16:03	74	taajamajuna	länsi	271	125
14:14:26	74	taajamajuna	länsi	271	125
11:31:45	74	taajamajuna	itä	271	125
15:29:33	74	taajamajuna	itä	265	125
8:42:45	74	ic2	itä	357	152
17:31:02	73	taajamajuna	itä	271	125
13:09:44	72	tavarajuna	länsi	849	199
12:16:29	71	taajamajuna	länsi	265	125
19:34:05	71	taajamajuna	itä	271	125
19:27:45	70	tavarajuna	itä	1329	746
11:45:41	69	tavarajuna	länsi	1303	290
14:57:15	67	tavarajuna	itä	215	109

Ohjearvoon verrannollinen

runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	77
+ 1 krs	75
+2 krs	73
+ 3krs	71
+ 4krs	69
+ 5krs	68
+ 6krs	67
+ 7krs	66
+ 8krs	65
+ 9krs	64
+ 10krs	63

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta z (pystysuunta)

aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	junatyyppi	suunta	massa [t]	pituus [m]
20:30:31	62	ic2	länsi	357	152
18:21:39	61	taajamajuna	länsi	317	151
15:29:33	61	taajamajuna	itä	265	125
8:42:45	60	ic2	itä	357	152
17:31:02	60	taajamajuna	itä	271	125
11:31:45	60	taajamajuna	itä	271	125
8:16:03	60	taajamajuna	länsi	271	125
16:15:36	60	taajamajuna	länsi	271	125
14:14:26	59	taajamajuna	länsi	271	125
19:34:05	58	taajamajuna	itä	271	125
19:27:45	58	tavarajuna	itä	1329	746
12:16:29	57	taajamajuna	länsi	265	125
13:09:44	57	tavarajuna	länsi	849	199
11:45:41	56	tavarajuna	länsi	1303	290
14:57:15	55	tavarajuna	itä	215	109

Ohjearvoon verrannollinen

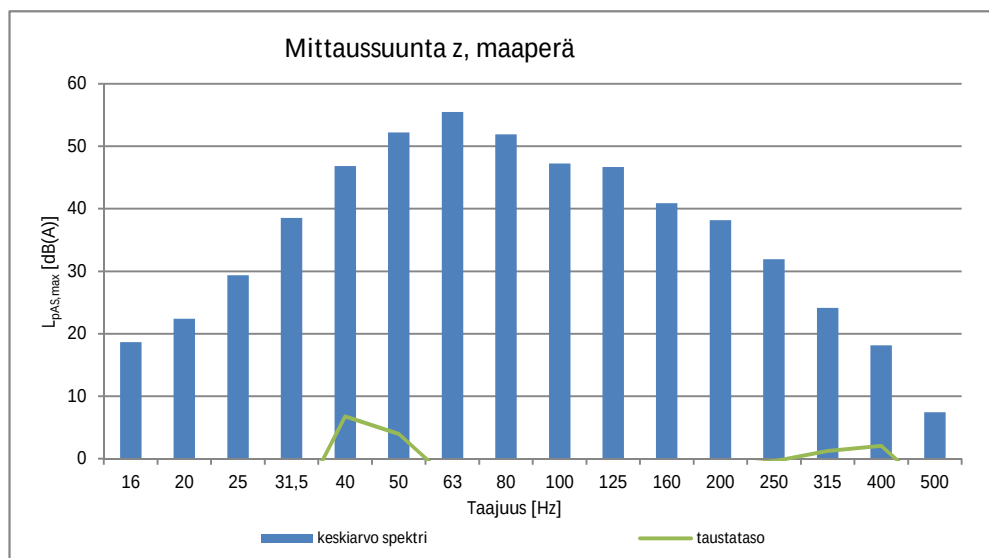
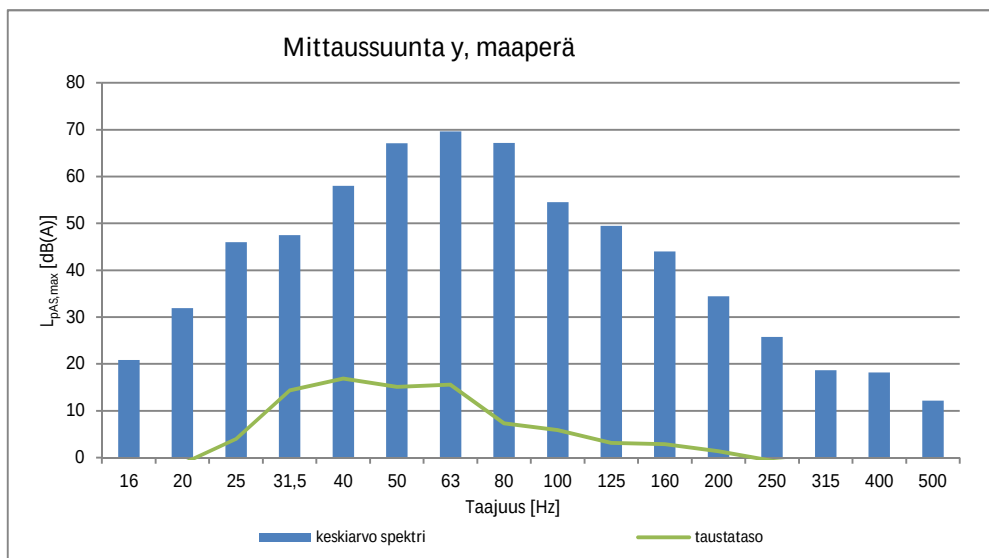
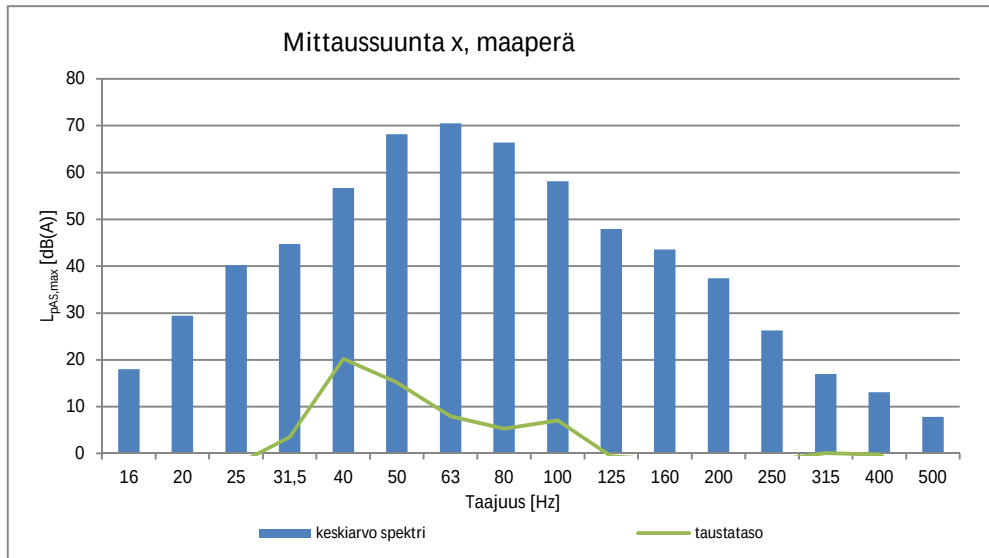
runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	62
+ 1 krs	60
+2 krs	58
+ 3krs	56
+ 4krs	54
+ 5krs	53
+ 6krs	52
+ 7krs	51
+ 8krs	50
+ 9krs	49
+ 10krs	48

Mittaustulokset, runkomelu MP3

Etäisyys lähimmän raitaan keskilinjasta n. 13m

Liite 2.3. s.4



Mittaustulokset, tärinä MP4

Liite 2.4. s.1

Etäisyys lähimmän raitaan keskilinjasta n. 26m

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta x (radansuuntaisesti).

aika	$V_{w,rms,max}$	junatyyppi	suunta	massa [t]	pituus [m]
16:15:35	1,99	taajamajuna	länsi	271	125
18:21:40	1,82	taajamajuna	länsi	317	151
11:31:44	1,67	taajamajuna	itä	271	125
17:31:01	1,56	taajamajuna	itä	271	125
15:29:32	1,52	taajamajuna	itä	265	125
14:14:26	1,45	taajamajuna	länsi	271	125
19:34:05	1,33	taajamajuna	itä	271	125
8:15:08	1,14	taajamajuna	länsi	271	125
11:45:41	1,11	tavarajuna	länsi	1303	290
12:16:29	1,10	taajamajuna	länsi	265	125
20:30:31	1,07	ic2	länsi	357	152
8:42:45	0,99	ic2	itä	357	152
19:27:46	0,91	tavarajuna	itä	1329	746
14:57:14	0,87	tavarajuna	itä	215	109
19:42:18	0,87	tavarajuna	länsi	577	157

tärinän tunnusluku $w_{v,95,maa}$ 1,94 mm/s

tärinäluokka >D

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

aika	$V_{w,rms,max}$	junatyyppi	suunta	massa [t]	pituus [m]
8:42:45	1,63	ic2	itä	357	152
11:31:44	1,63	taajamajuna	itä	271	125
8:15:08	1,43	taajamajuna	länsi	271	125
16:15:35	1,42	taajamajuna	länsi	271	125
17:31:01	1,39	taajamajuna	itä	271	125
15:29:32	1,37	taajamajuna	itä	265	125
14:14:26	1,36	taajamajuna	länsi	271	125
18:21:40	1,15	taajamajuna	länsi	317	151
19:34:05	1,05	taajamajuna	itä	271	125
12:16:29	0,95	taajamajuna	länsi	265	125
11:45:41	0,93	tavarajuna	länsi	1303	290
20:30:31	0,86	ic2	länsi	357	152
14:57:14	0,82	tavarajuna	itä	215	109
19:27:46	0,67	tavarajuna	itä	1329	746
13:09:44	0,61	tavarajuna	länsi	849	199

tärinän tunnusluku $w_{v,95,maa}$ 1,76 mm/s

tärinäluokka >D

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta z (pystysuunta).

aika	$V_{w,rms,max}$	junatyyppi	suunta	massa [t]	pituus [m]
14:14:26	0,22	taajamajuna	länsi	271	125
8:15:08	0,22	taajamajuna	länsi	271	125
16:15:35	0,21	taajamajuna	länsi	271	125
18:21:40	0,19	taajamajuna	länsi	317	151
20:30:31	0,19	ic2	länsi	357	152
11:31:44	0,19	taajamajuna	itä	271	125
19:34:05	0,18	taajamajuna	itä	271	125
17:31:01	0,17	taajamajuna	itä	271	125
15:29:32	0,16	taajamajuna	itä	265	125
8:42:45	0,16	ic2	itä	357	152
19:27:46	0,13	tavarajuna	itä	1329	746
12:16:29	0,12	taajamajuna	länsi	265	125
14:57:14	0,12	tavarajuna	itä	215	109
19:42:18	0,11	tavarajuna	länsi	577	157
11:45:41	0,10	tavarajuna	länsi	1303	290

tärinän tunnusluku $w_{v,95,maa}$ 0,24 mm/s

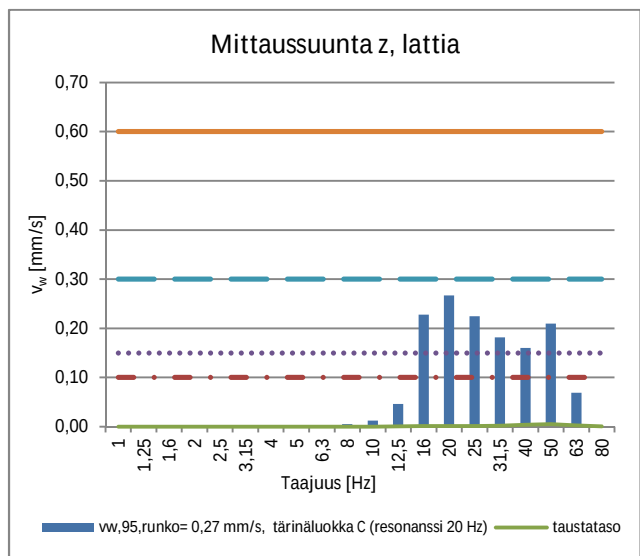
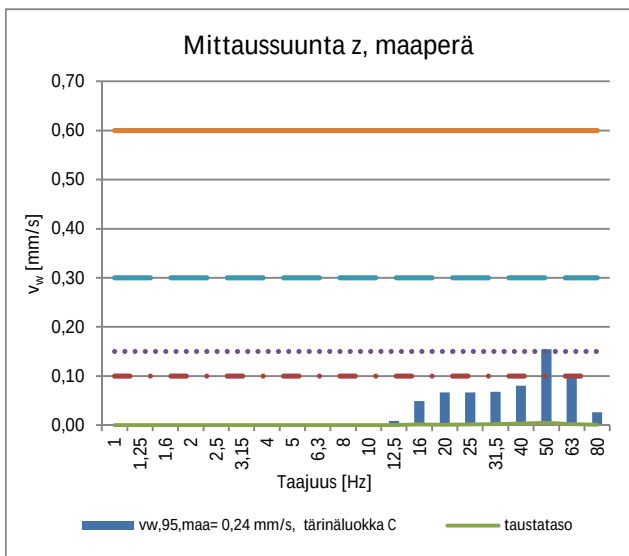
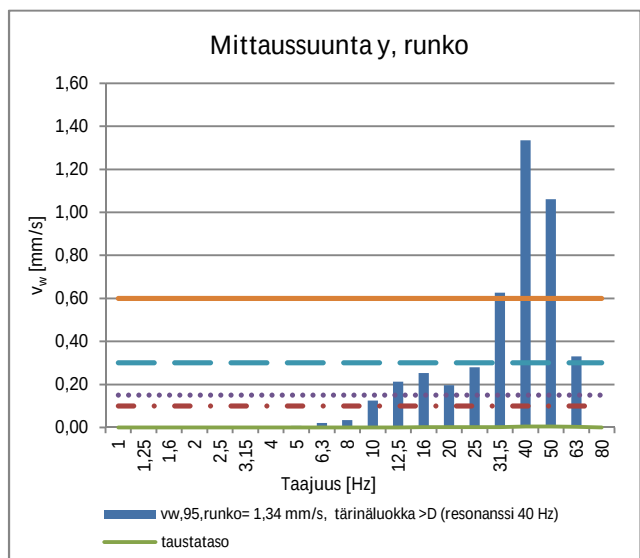
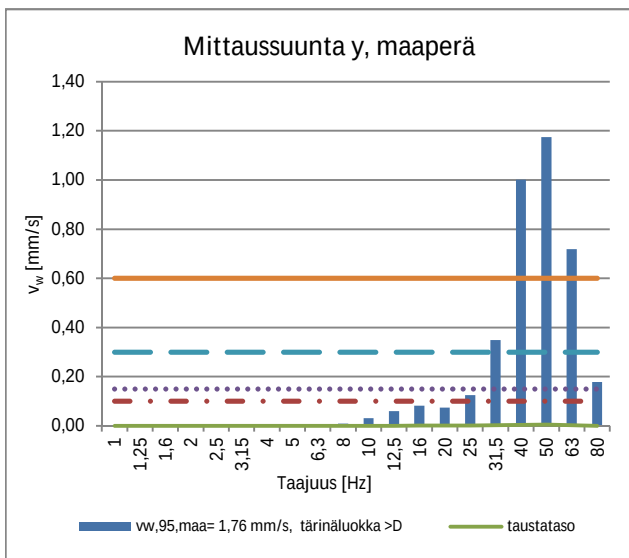
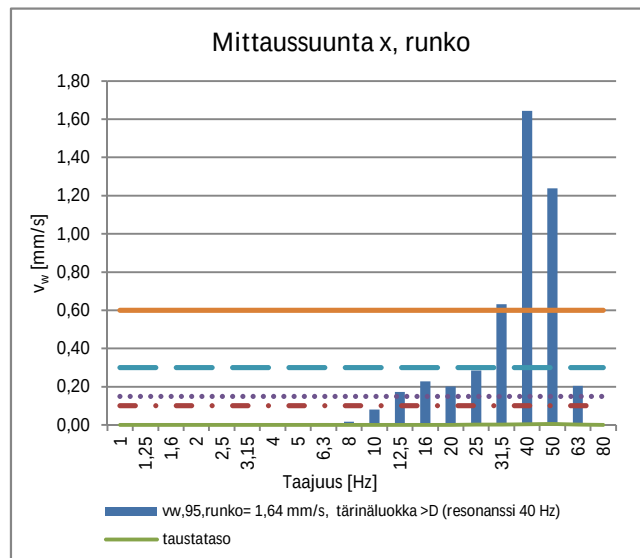
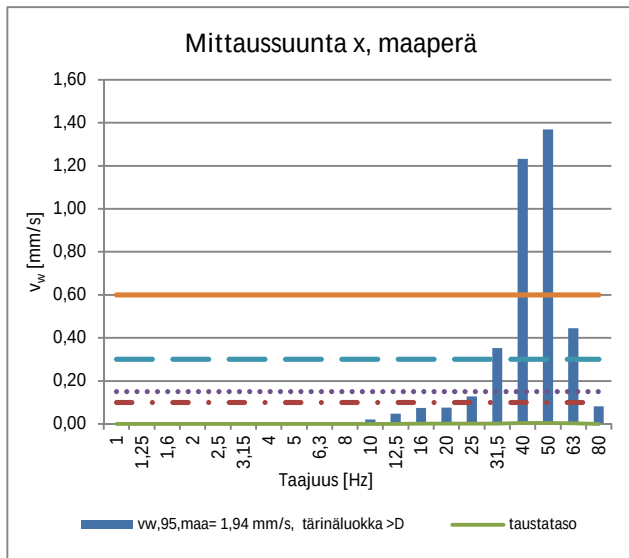
tärinäluokka C

Mittaustulokset, värinä MP4

Liite 2.4. s.2

Etäisyys lähimmän raitaan keskilinjasta n. 26m

Värinäluokkien 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

Liite 2.4. s.3

Etäisyys lähimmän raitaan keskilinjasta n. 26m

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta x (radansuuntaisesti).

aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	junatyyppi	suunta	massa [t]	pituus [m]
16:15:35	73	taajamajuna	länsi	271	125
18:21:40	72	taajamajuna	länsi	317	151
11:31:44	72	taajamajuna	itä	271	125
14:14:26	71	taajamajuna	länsi	271	125
15:29:32	71	taajamajuna	itä	265	125
17:31:01	71	taajamajuna	itä	271	125
20:30:31	70	ic2	länsi	357	152
19:34:05	70	taajamajuna	itä	271	125
8:15:08	70	taajamajuna	länsi	271	125
8:42:45	70	ic2	itä	357	152
12:16:29	67	taajamajuna	länsi	265	125
11:45:41	67	tavarajuna	länsi	1303	290
19:27:46	66	tavarajuna	itä	1329	746
14:57:14	66	tavarajuna	itä	215	109
19:42:18	65	tavarajuna	länsi	577	157

Ohjearvoon verrannollinen

runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	74
+ 1 krs	72
+2 krs	70
+ 3krs	68
+ 4krs	66
+ 5krs	65
+ 6krs	64
+ 7krs	63
+ 8krs	62
+ 9krs	61
+ 10krs	60

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

aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	junatyyppi	suunta	massa [t]	pituus [m]
8:42:45	77	ic2	itä	357	152
11:31:44	72	taajamajuna	itä	271	125
15:29:32	71	taajamajuna	itä	265	125
17:31:01	71	taajamajuna	itä	271	125
14:14:26	71	taajamajuna	länsi	271	125
8:15:08	71	taajamajuna	länsi	271	125
16:15:35	71	taajamajuna	länsi	271	125
20:30:31	70	ic2	länsi	357	152
18:21:40	70	taajamajuna	länsi	317	151
19:34:05	68	taajamajuna	itä	271	125
12:16:29	67	taajamajuna	länsi	265	125
11:45:41	67	tavarajuna	länsi	1303	290
13:09:44	66	tavarajuna	länsi	849	199
14:57:14	66	tavarajuna	itä	215	109
19:27:46	65	tavarajuna	itä	1329	746

Ohjearvoon verrannollinen

runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	76
+ 1 krs	74
+2 krs	72
+ 3krs	70
+ 4krs	68
+ 5krs	67
+ 6krs	66
+ 7krs	65
+ 8krs	64
+ 9krs	63
+ 10krs	62

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta z (pystysuunta)

aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	junatyyppi	suunta	massa [t]	pituus [m]
20:30:31	57	ic2	länsi	357	152
14:14:26	57	taajamajuna	länsi	271	125
8:15:08	56	taajamajuna	länsi	271	125
8:42:45	56	ic2	itä	357	152
16:15:35	55	taajamajuna	länsi	271	125
11:31:44	55	taajamajuna	itä	271	125
18:21:40	55	taajamajuna	länsi	317	151
17:31:01	54	taajamajuna	itä	271	125
15:29:32	53	taajamajuna	itä	265	125
19:34:05	52	taajamajuna	itä	271	125
19:27:46	51	tavarajuna	itä	1329	746
13:09:44	51	tavarajuna	länsi	849	199
14:57:14	50	tavarajuna	itä	215	109
11:45:41	50	tavarajuna	länsi	1303	290
12:16:29	50	taajamajuna	länsi	265	125

Ohjearvoon verrannollinen

runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	58
+ 1 krs	56
+2 krs	54
+ 3krs	52
+ 4krs	50
+ 5krs	49
+ 6krs	48
+ 7krs	47
+ 8krs	46
+ 9krs	45
+ 10krs	44

Mittaustulokset, runkomelu MP4

Liite 2.4. s.4

Etäisyys lähimmän raitaan keskilinjasta n. 26m

