

Kempeleen kunnantalon ja Ollakan asemakaava

Tärinäselvitys

1612883.2

29.7.2019

TIIVISTELMÄ

Tässä selvityksessä tutkitaan raideliikenteen aiheuttamia värinätaasoja Kempeleen kunnantalon ja Ollakan alueelle suunnitellun kaavanmuutosten osalta. Kohteet sijaitsevat Oulu-Liminka rataosuuden varrella sen länsipuolella Kempeleen rautatieaseman kohdalla. Lähin mittauspiste oli kunnantalon alueella noin 50 metrin etäisyydellä ja Ollakan alueella noin 150 metrin etäisyydellä lähimmän raiteen keskilinjasta.

Kohteen tavoitearvona asuntojen osalta käytetään värinän tunnuslukua $v_{w,95}$ enintään 0,30 mm/s, joka vastaa värinäluokituksen luokka C. Kunnantalon alueelle mahdollisesti sijoittuvien toimistojen tai muiden vähemmän värinälle herkkien toimintojen osalta voidaan soveltaa tunnuslukua $v_{w,95}$ enintään 0,60 mm/s, joka vastaa värinäluokituksen luokka D.

Rataosan liikennetiedot ja alueen maaperä on kuvattu kappaleessa 4. Käytetty mittausmenetelmä perustuu VTT:n ohjeistuksiin ja on kuvattu tarkemmin kappaleessa 5. Mittaustulosten perusteella on suoritettu laskennallinen arvio kohteessa saavutettavista värinätaasoista kappaleessa 6 esitettyjen arviointimenetelmien mukaisesti.

Kappaleessa 7 on esitetty tulokset värinän osalta sekä liitteessä 1 tulokset laskettuna 15 merkitsevimmän junan ohituksen perusteella sekä keskiarvospektrit terssikaistoittain värinän osalta. Lisäksi kappaleessa 7 on esitetty kuvaajina laskentamallin avulla arvioidut värinätasot eri etäisyyksillä nykytilanteessa, ilman raskaimpien tavarajunien liikennöintiä sekä tilanteessa, jossa on toteutettu uusi lisäraide, jolle raskaimpien tavarajunien liikennöinti on siirtynyt.

Nykytilanteessa kunnantalon alueen osalta värinäluokan D ylärajaa vastaava etäisyys on n. 40 metriä, luokan C ylärajaa vastaava etäisyys n. 90 metriä ja luokan B ylärajaa vastaava etäisyys n. 200 metriä. Skenaarioissa ilman raskaimpia tavarajunia tai uuden lisäraiteen toteutuksen jälkeen värinäluokan C ylärajaa vastaava etäisyys on enimmillään noin 20 metriä.

Ollakan alueen osalta nykytilanteessa värinäluokan D ylärajaa vastaava etäisyys on n. 80 metriä, luokan C ylärajaa vastaava etäisyys n. 180 metriä ja luokan B ylärajaa vastaava etäisyys n. 380 metriä. Skenaarioissa ilman raskaimpia tavarajunia tai uuden lisäraiteen toteutuksen jälkeen värinäluokan C ylärajaa vastaava etäisyys on enimmillään noin 50 metriä.

Raskaimpien tavarajunien siirtäminen kulkemaan paalulaatan päällä kulkevaa raidetta pitkin vaikuttaa huomattavasti värinään. Samoin värinätasot alenevat merkittävästi myös tilanteessa, jossa raskaimpien tavarajunien liikennöinti on alueelta loppunut. Tässä tapauksessa merkittäväksi etäisyydeksi tulee nykyistä raidetta kulkevat kevyemmät tavarajunat, kuten kappaleissa 7.1.2. ja 7.2.2. voi nähdä. Lisäksi liitteen 2 yhteenvetokartoista on nähtävissä kyseisen tilanteen mukaiset värinäluokat.

Em. toimenpiteiden lisäksi värinää on yksittäisillä tonteilla tai hieman laajemmilla alueilla mahdollista torjua radan ja kohteen välille toteutettaviin värinäntorjuntaratkaisuihin, joita ovat kalkkistabilointirakenteet sekä teräsponttiseinät. Näiden ratkaisujen toteutuskelpoisuus ja kustannukset riippuvat oleellisesti pehmeimpien maalajien paksuudesta. Teräsponttiseinät ovat stabilointirakenteita kalliimpia ja niillä saavutetaan pienempi vaimennus. Stabilointirakenteita tai teräsponttiseiniä käyttäen on mahdollista pienentää värinän riskialueita. Stabilointirakenteella voidaan parhaimmillaan saavuttaa noin 50 % vaimennus, jolloin em. värinäluokkien etäisyydet karkeasti puoliintuvat.

Raideliikenteen aiheuttama värinä on nykytilanteessa tutkimusalueilla merkittävää, joten on suositeltavaa asettaa värinätorjunnan osalta kaavavaatimus. Rakennussuunnittelussa tulee liikennetärinän torjunta ottaa huomioon ja varmistua, että rakenteiden resonanssi ei voimista värinätasoa rakennuksessa. Rakennusten perustuksiin on myös mahdollista toteuttaa värinäeristysratkaisuja mutta värinän merkittävimmän taajuusisällön ollessa alhainen (noin 8...12,5 Hz), nämä eivät ole teknistaloudellisesti järkeviä pienimuotoisessa rakentamisessa. Näin ollen Ollakan alueen osalta on ensisijaisesti suositeltavaa sijoittaa uutta rakentamista vain etäisyyksille, joilla värinän tavoitearvot on mahdollista saavuttaa vallitsevassa liikennöintitilanteessa.

Mittausuloksista lasketut arviot värinätasosta perustuvat mittausajankohdan olosuhteisiin ja liikennöintiin. Mikäli esimerkiksi liikennöivässä kalustossa, radan kunnossa, ratarakenteessa, maaperässä tai rakennusten perustamistavassa tapahtuu muutoksia, niiden vaikutukset värinätasoihin tulee tarkistaa.

Tampereella 29.7.2019

A-INSINÖÖRIT SUUNNITTELU OY



Saveli Valjakka, suunnitteluavustaja



Timo Huhtala, suunnittelujohtaja

Kempeleen kunnantalon ja Ollakan asemakaava

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	2
1 JOHDANTO	5
1.1 Tilaaaja	5
1.2 Tekijä	5
1.3 Kohde ja selvityksen tarkoitus	5
2 TÄRINÄN LEVIÄMINEN MAA- JA KALLIOPERÄSSÄ	5
3 TÄRINÄÄ KOSKEVAT OHJEARVOT	6
3.1 Kohteessa sovellettavat vaatimukset	7
4 LÄHTÖTIEDOT	7
4.1 Maaperä	7
4.2 Rata ja liikennöinti	8
5 MITTAUKSET	8
6 ARVIOINTIMENTELMÄ	9
6.1 Mittaustulokset	9
6.2 Laskentamalli	10
7 TULOKSET JA PÄÄTELMÄT	10
7.1 Kunnantalon alueen asemakaava	10
7.1.1 Nykytilanne	11
7.1.2 Nykytilanne ilman raskaimpia tavarajunia	12
7.1.3 Tärinän vaimennus paalulaatalla	13
7.2 Ollakan alueen asemakaava	14
7.2.1 Nykytilanne	15
7.2.2 Nykytilanne ilman raskaimpia tavarajunia	16
7.2.3 Tärinän vaimennus paalulaatalla	17
7.3 Tärinätorjunta	18
LIITTEET	19
LÄHTEET	19

1 JOHDANTO

1.1 Tilaaja

Kempeleen kunta
Asemantie 1, PL 12
90440 Kempele

Kaija Muraja
kaija.muraja@kempele.fi

p. 050 316 3769

1.2 Tekijä

A-Insinöörit Suunnittelu Oy
Puutarhakatu 10, 33210 Tampere
puh. 0207 911 888, fax. 0207 911 778

Saveli Valjakka
saveli.valjakka@ains.fi

p. 0207 917 232

Timo Huhtala
timo.huhtala@ains.fi

p. 0207 911 560

1.3 Kohde ja selvityksen tarkoitus

Rakennuskohde: Kempeleen kunnantalon ja Ollakan asemakaava
Osoite: 90440 Kempele

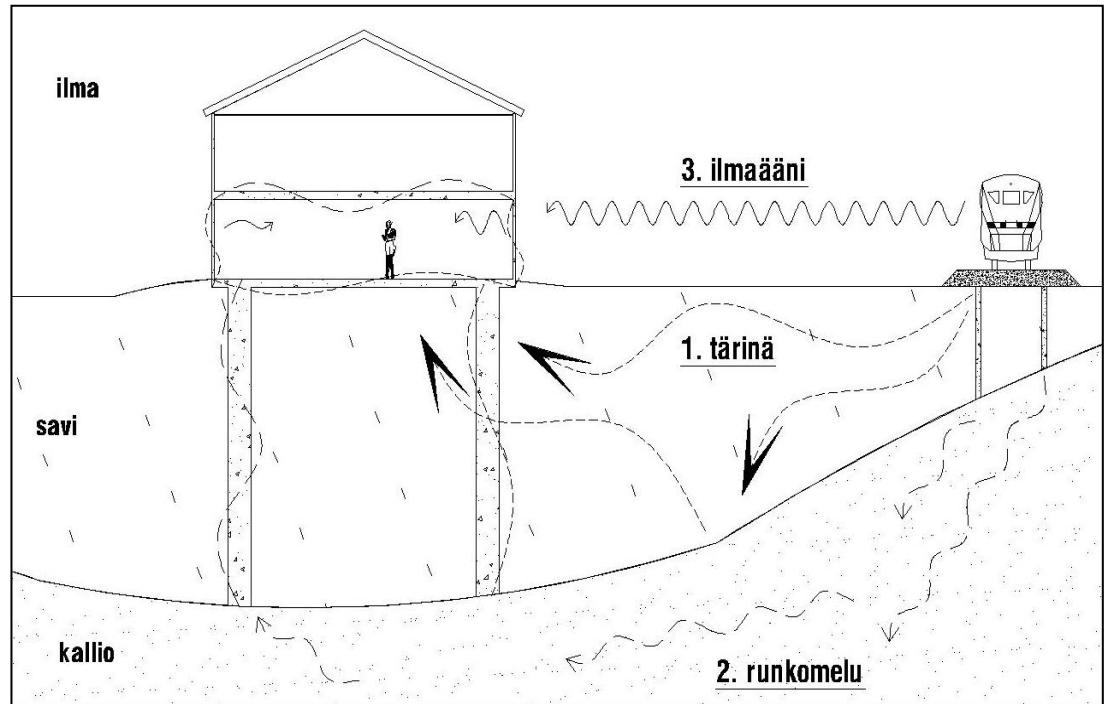
Tehtävä: Tärinäselvitys

Tässä selvityksessä arvioidaan raideliikenteen tuottamia tärinätasoja Kempeleen kunnantalon ja Ollakan asemakaavan osalta. Selvitys perustuu suunnittelualueella 18.6.2019 tehtyihin värähtelymittauksiin. Arviointi perustuu VTT:n ohjeessa *Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa* esitettyyn arviointitasoon 2 [1].

2 TÄRINÄN LEVIÄMINEN MAA- JA KALLIOPERÄSSÄ

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

Maaperän lisäksi tärinätasoihin 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 värinän ja runkomelun etenemisestä eri maalajeissa.

3 TÄRINÄÄ KOSKEVAT OHJEARVOT

Rakennusten ääniympäristöä koskevassa asetuksessa [2] todetaan, että rakennuksen suunnittelussa ja toteutuksessa on otettava huomioon rakennuspaikan melu- ja värinäolosuhteet. Rakennuksen ääniympäristöä koskeva olennainen tekninen vaatimus täyttyy, jos rakennuksen melun- ja värinäntorjunta sekä ääniolosuhteet suunnitellaan ja toteutetaan tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen asetuksen mukaisesti.

Asetuksen sovellusohjeessa [3] on annettu asuntojen, majoitus- ja potilashuoneiden osalta värinän $v_{w,95}$ ohjearvoksi enintään 0,30 mm/s, joka vastaa VTT:n luokituksessa [4] luokkaa C. Rakennusten värinäluokittelun raja-arvot sekä kuvaukset häiritsevyydestä on esitetty taulukossa 3.1. Tunnusluku $v_{w,95}$ on määritelty tilastollisesti siten, että satunnaisesti ohi ajavan junan aiheuttama värähtely ei ylitä ylärajaa 95 % todennäköisyydellä.

Taulukko 3.1. VTT:n värinäluokitus sekä kuvaus olosuhteista [4].

Värähtelyluokka	Kuvaus olosuhteista	$v_{w,95}$ [mm/s]
A	Hyvät asuinolosuhteet. <i>Ihmiset eivät yleensä havaitse värinää.</i>	≤ 0,10
B	Suhteellisen hyvät asuinolosuhteet. <i>Ihmiset voivat havaita värinän, mutta se ei ole yleensä häiritsevää.</i>	≤ 0,15
C	Suositus uusien rakennusten ja väylien suunnittelussa. <i>Keskimäärin 15 % asukkaista pitää värinää häiritsevänä ja voi valittaa häiriöstä.</i>	≤ 0,30
D	Olosuhteet, joihin pyritään vanhoilla asuinalueilla. <i>Keskimäärin 25 % asukkaista pitää värinää häiritsevänä ja voi valittaa häiriöstä.</i>	≤ 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 [4]

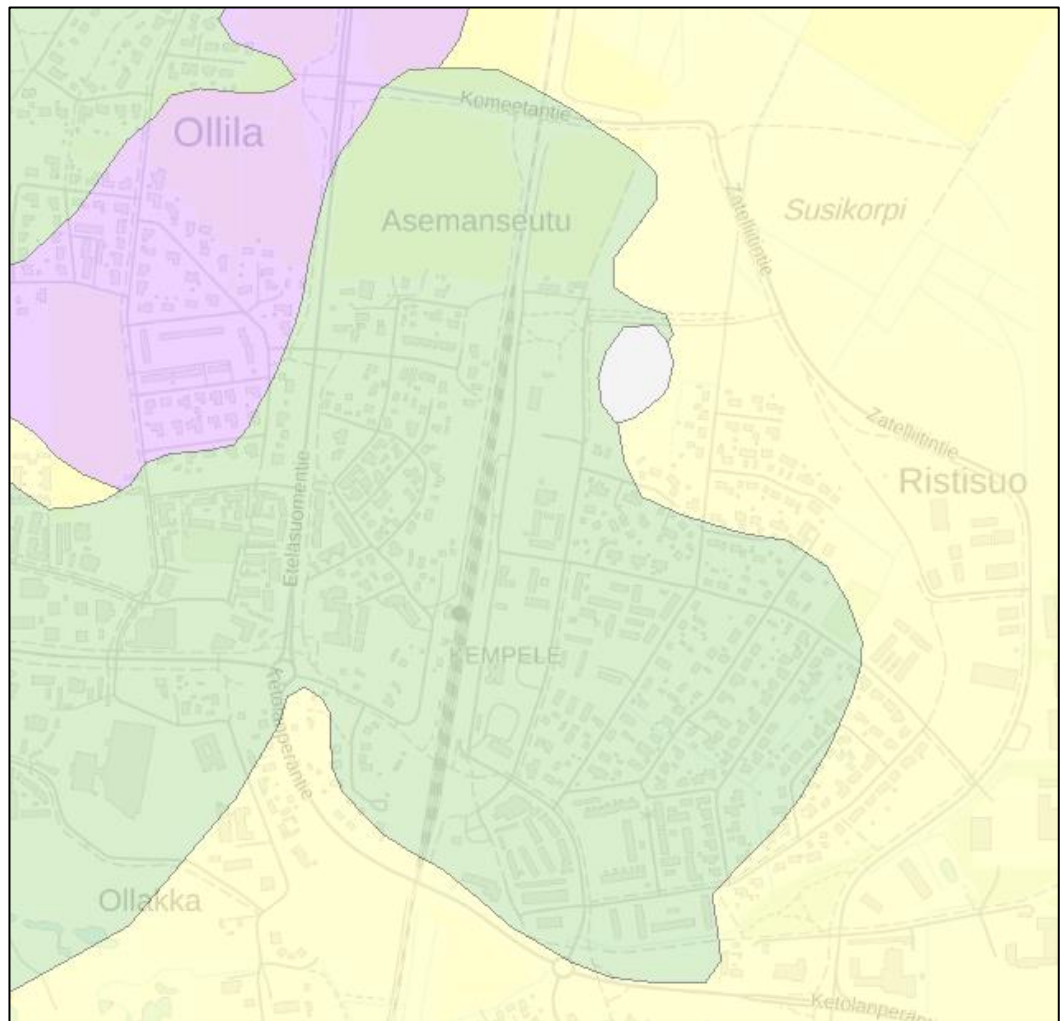
3.1 Kohteessa sovellettavat vaatimukset

Tärinän osalta sovelletaan ääniympäristöasetuksen sovellusohjeen mukaisia ohjearvoja, jolloin tärinän tunnusluku $v_{w,95}$ saa olla enintään 0,30 mm/s asuintiloissa. Kunnantalon alueelle mahdollisesti sijoittuvien toimistojen tai muiden vähemmän tärinälle herkkien toimintojen osalta voidaan soveltaa tunnuslukua $v_{w,95}$ enintään 0,60 mm/s, joka vastaa tärinäluokituksen luokkaa D.

4 LÄHTÖTIEDOT

4.1 Maaperä

GTK-maaperäkartojen mukaan maaperä alueella on kunnantalon alueella (MP 1-3) hiekkaa ja Ollakan alueella (MP 4-6) karkeaa hietaa. Nämä alueet näkyvät kuvassa 4.1 väreillä eroteltuna: hiekka vihreä, karkea hietä keltainen.



Kuva 5.1. Mittausalueen GTK-maaperäkarta. Vihreä hiekkaa, keltainen karkeaa hietaa, violetti hieno hietaa.

4.2 Rata ja liikennöinti

Kohteet sijaitsevat Oulu-Liminka rataosuuden länsipuolella Kempeleen rautatieaseman kohdalla. Rataosalla on Kempeleen aseman kohdalla vaihteita ja alikulku. Nämä näkyvät kuvassa 5.1.

Rataosalla on säännöllistä tavaraliikennettä sekä kaukoliikenteen matkustajajunia. Mittaushetkellä kaukoliikenteen matkustajajunista suurin osa pysähtyi Kempeleen asemalle. Aseman ohi pysähtymättä ajaneiden kaukojunien ajonopeudeksi arvioitiin enimmillään n. 140 km/h ja tavarajunilla n. 80 km/h.

5 MITTAUKSET

Mittaukset suoritettiin VTT:n suositusten mukaisesti [4], [5], 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 merkitsevimmiksi 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. Mittarit olivat asennettu maaperään betonilaatan päälle. Mittauspisteet 1-3 olivat kunnantalon alueella ja mittauspisteet 4-6 Ollakan alueella. Mittauspisteiden sijainnit on esitetty kuvassa 5.1. Mittaukset suoritettiin miehitettynä, jolloin mittauksien tulosten voitiin varmistua aiheutuvan raideliikenteestä.



Kuva 5.1. Mittauspisteiden, alikulun ja vaihteiden sijainnit. Kaikissa mittauspisteissä mitattiin värähtelyä kolmeen suuntaan. Lähin mittauspiste (MP3) oli noin 50 metrin etäisyydellä lähimmän raiteen keskilinjasta. (Kuva: GTK Maankamara 2019)

6 ARVIointimentelmä

6.1 Mittaustulokset

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 he-rätetaajuus osuu rakenteen ominaistajuudelle, jolloin rakenne värähtelee voimakkaasti. Edellä kuvatut ilmiöt ovat voimakkaasti taajuudesta riippuvaisia. Maaperästä mitatuista tä-rinätasoista laskettiin rakennuksissa saavutettavat tärinätasot taajuuskaistoittain ottaen hu-mioon tärinän vaimentuminen perustuksiin siirryttäessä sekä voimistuminen edettäessä perus-tuksista rakennuksen runkoon ja lattioihin. Arviointi tehtiin VTT:n ohjeen *Rakennukseen siirty-vän liikennetärinän arviointi* mukaisesti taajuuskaistoittain [7].

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

6.2 Laskentamalli

Tärinätasojen arvioinnissa hyödynnetään julkaisussa *Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa* esitettyä laskentamallia [1]. Laskentamalli arvioi pystysuuntaisen heilahdusnopeuden maksimin odotusarvon maaperässä kaavalla

$$v_{z,\max} = v_{z,15} k_D k_S k_G k_R k_B \quad (1)$$

jossa $v_{z,15}$ on pystysuora vertailuheilahdusnopeus maassa etäisyydellä $D=15\text{m}$ raiteen keski-linjasta, k_D on etäisyyskerroin, k_S on nopeudesta riippuva kerroin, k_G on painosta riippuva ker-roin ja k_R on radan kunnosta riippuva kerroin. Osalle parametreista laskentamalli antaa ylä- ja alarajan, jolloin myös laskennan tuloksena saadaan arvioidulle heilahdusnopeudelle ylä- ja ala-raja.

Laskentamallin nopeuskertoimen k_S ja massakerroimen k_G perusteella mitoittavampia junia ovat raskaimmat tavarajunat huolimatta nopeusrajoituksesta 50 km/h. Niiden yhteiskerroin muodos-tuu suuremmaksi kuin jopa 1000 tonnia painavien henkilöjunien tai 100 km/h tunnissa kulke-vien 3000 tonnin painoisten tavarajunien.

7 TULOKSET JA PÄÄTELMÄT

7.1 Kunnantalon alueen asemakaava

Mittaustulosten perusteella lasketut tärinätasot maaperässä on esitetty taulukossa 7.1.1 sekä 15 merkitsevimmän osalta liitteessä 1. Liitteessä on lisäksi esitetty keskiarvospektrit terssikais-toittain.

Taulukko 7.1.1. Tärinän tunnusluvut maaperässä mittauspisteittäin.

Mittauspiste	Tärinän tunnusluku maaperässä $v_{w,95,maa}$ [mm/s]		
	Radansuuntaisesti	Rataa vasten kohtisuoraan	Pystysuuntaan
MP1	0,11 (luokka B)	0,09 (luokka A)	0,18 (luokka C)
MP2	0,12 (luokka B)	0,12 (luokka B)	0,19 (luokka C)
MP3	0,29 (luokka C)	0,32 (luokka D)	0,37 (luokka D)

Rakennuksessa resonanssitarkastelun perusteella arvioitujen värinätunnusluvut on esitetty taulukossa 7.1.2. Lisäksi liitteessä 1 on esitetty 15 merkittävimmän ohiajon perusteella lasketut värinän keskiarvospektrit rakennuksen rungon ja lattioiden osalta.

Taulukko 7.1.2. Värinän tunnusluvut rakennuksessa mittauspisteittäin.

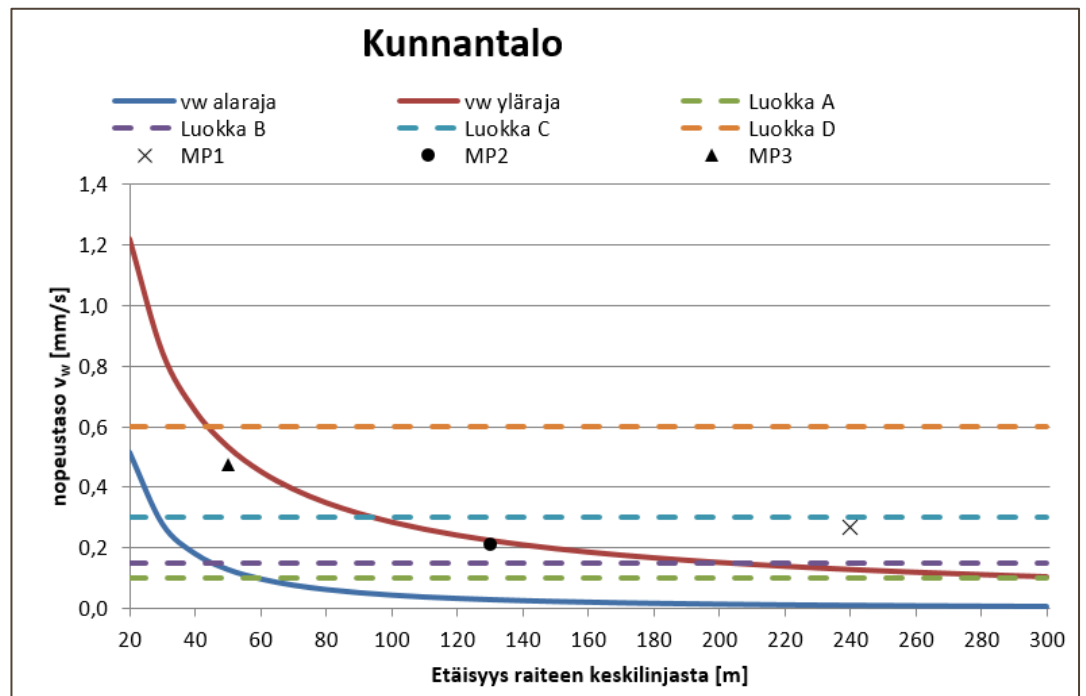
Mittauspiste	Värinän tunnusluku rakennuksessa		
	$V_{w,95,runko}$ [mm/s]		$V_{w,95,lattia}$ [mm/s]
	Radansuuntaisesti	Rataa vasten kohtisuoraan	Pystysuuntaan
MP1	0,17 (luokka C)	0,15 (luokka B)	0,49 (luokka D)
MP2	0,19 (luokka C)	0,17 (luokka C)	0,50 (luokka D)
MP3	0,24 (luokka C)	0,32 (luokka D)	0,86 (luokka >D)

Rakennuksen rungon sekä lattioiden osalta korkeimmat värinätasot saavutettiin mittauspisteessä 3. Pahimmassa tapauksessa eli resonanssin voimistaessa värinätasoja rungon osalta sijoitetaan värinäluokkaan D ja lattioiden osalta värinäluokkaan, joka on suurempi kuin D. Liitteessä 1 esitettyjen keskiarvospektrien perusteella voidaan todeta, että rungon osalta värinän merkittävin taajuussisältö osuu 8...10 Hz terssikaistoille ja lattian osalta 8...12,5 Hz terssikaistoille. Käytännössä rakennusten rungon ominaistajuus laskee korkeuden kasvaessa ja on enimmillään matalilla 1-2 kerroksisilla pientaloilla noin 10 Hz. Näin ollen tullaan liitteen 1 keskiarvospektrien perusteella aina saavuttamaan resonanssinkin tapauksessa värinäluokka C rakennuksen rungon osalta.

7.1.1 Nykytilanne

Mittauspisteiden 1-3 alueelle maalajikartassa merkitty hiekka kuuluu laskentamallin luokituksessa karkearakenteisiin maalajeihin. Raskain mitattu tavarajuna (n. 5600 tonnia) tuotti suurimmat tasot huolimatta kevyempien junien suuremmista ohitusnopeuksistaan. Raskain tavarajuna osoittautui siis mitoitettavimmaksi, kuten laskentamallikin ennustaa.

Kuvassa 7.1.1 on esitetty raskaimman mitatun tavarajunan (n. 5600 tonnia) mittaustulokset, sekä mittaustulosten perusteella säädetyn laskentamallin antamat tulokset. Värinäluokkien rajat määritettiin kuvan sovitetusta vaimenemiskäyrästä, joka antaa samanlaisia tuloksia kuin laskentamallin ylärajakäyrä. Värinäluokan D ylärajaa vastaava etäisyys on n. 40 m, luokan C ylärajaa vastaava etäisyys n. 90 m ja luokan B ylärajaa vastaava etäisyys n. 200 m.

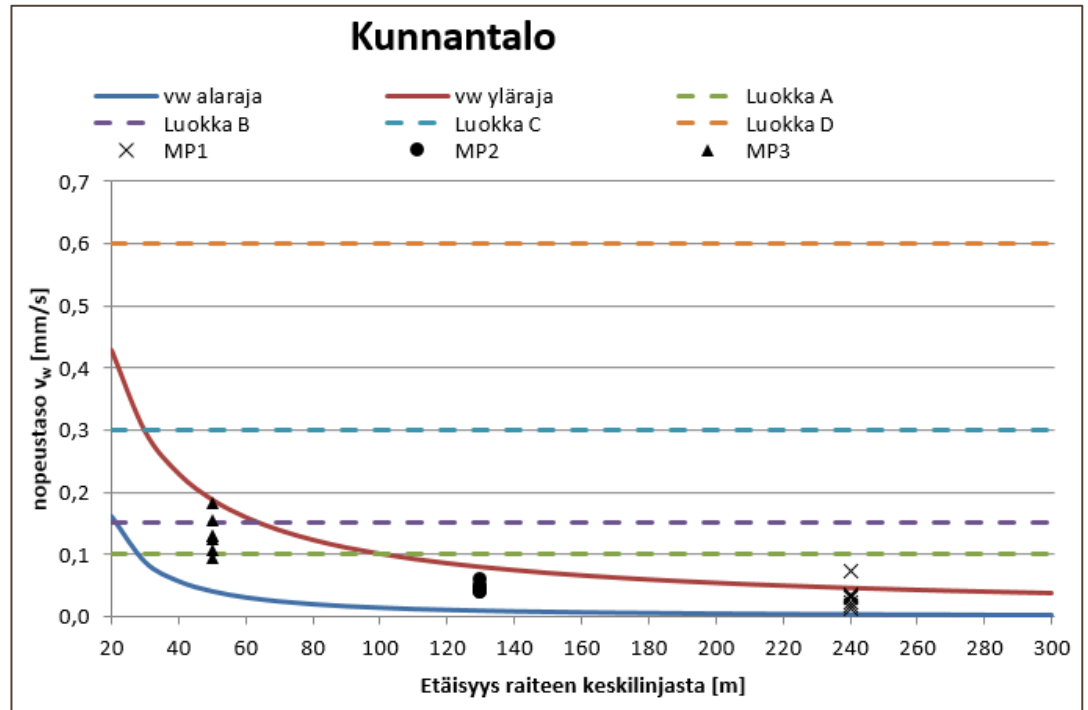


Kuva 7.1.1. Mittauspisteissä 1-3 mitatun raskaimman tavarajunan (n. 5600 tonnia) taajuuspainotetun tehollisarvon enimmäistasojen mittaustulokset kunnantalon alueella sekä laskentamallin antamat ala- ja ylärajat. Laskentamallin maalajina on ”karkearakenteinen maalaji”.

7.1.2 Nykytilanne ilman raskaimpia tavarajunia

Kun massaltaan raskaimmat (pitkät täydet sekä tyhjät) tavarajunat jätetään huomioimatta, tarkastellaan tilannetta vain ohiajaneiden kevyempien tavarajuna- sekä IC-junien tapauksessa. Suurimmat tasot tuotti tavarajuna, joka ajoi Kempeleen aseman ohi pysähtymättä n. 80 km/h nopeudella. Suurin osa ohi ajaneista matkustajajunista pysähtyi Kempeleen asemalle ja nämä on otettu pois laskentamallista.

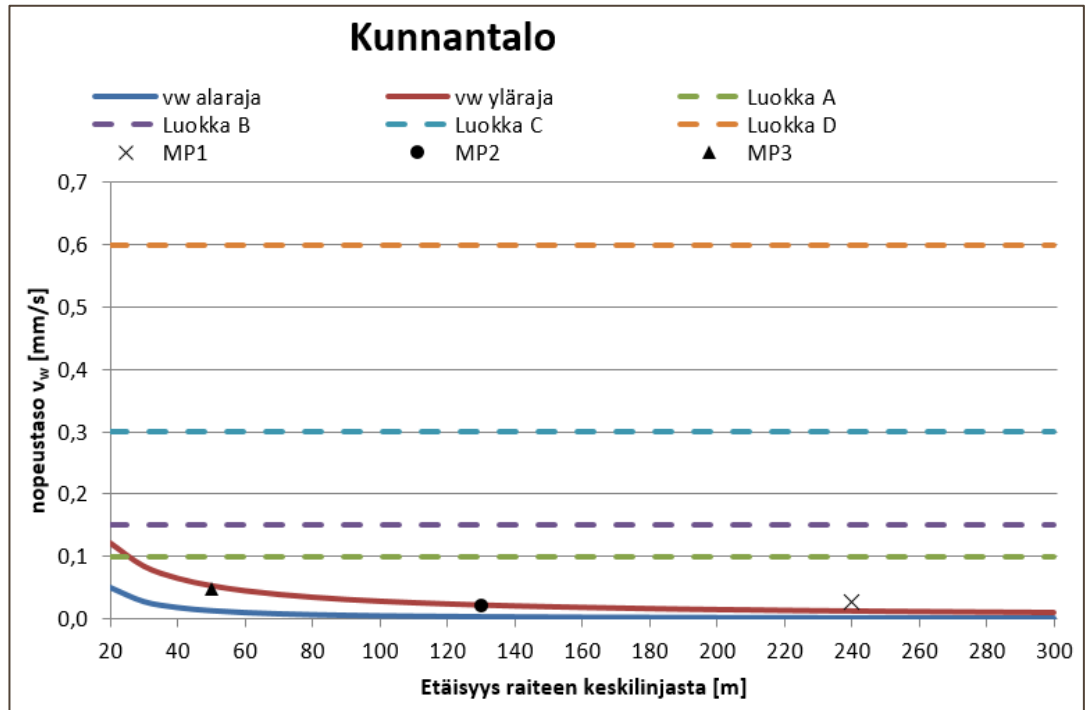
Kuvassa 7.1.2 on esitetty ohi ajaneiden tavarajuna- ja IC-junien mittaustulokset sekä mittaustulosten perusteella säädetyn laskentamallin antamat tulokset. Tärinäluokkien rajat määritettiin kuvan sovitetusta vaimenemiskäyrästä, joka antaa samanlaisia tuloksia kuin laskentamallin yläraajakäyrä. Tärinäluokan C ylärajaa vastaava etäisyys on n. 30 m ja B ylärajan etäisyys on n. 70 m.



Kuva 7.1.2. Mittauspisteissä 1-3 mitattujen tavara- ja IC-junien taajuuspainotetun tehollisarvon enimmäistasojen mittaustulokset kunnantalon alueella sekä laskentamallin antamat ala- ja ylärajat. Laskentamallin maalajina on "karkearakenteinen maalaji".

7.1.3 Tärinän vaimennus paalulaatalla

Aikaisemmissa tutkimuksissa [8] on arvioitu, että radan perustaminen paalulaatalle vähentää tärinätasoa noin 90%. Kuvassa 7.1.3 on esitetty arvio raskaimman mitatun tavarajunan (n. 5600t) tärinätasoista kun huomioidaan paalulaatalle perustetun radan vaimennus tärinätasoihin, sekä mittaustulosten perusteella säädetyn laskentamallin antamat tulokset. Tärinäluokkien rajat määritettiin kuvan sovitetusta vaimenemiskäyrästä, joka antaa samanlaisia tuloksia kuin laskentamallin ylärajakäyrä. Tärinäluokan A ylärajaa vastaava etäisyys on n. 30 m eikä muita tärinäluokkia näin saavuteta. Jos raskaimpien tavarajunien liikennöinti siirretään paalulaatan päälle rakennetulle raiteelle, kappaleessa 7.1.2 esitetyt tärinätasot pätsivät muilla raiteilla, jotka eivät ole paalulaatan päällä.



Kuva 7.1.3. Mittauspisteissä 1-3 mitatun raskaimman tavarajunan (n. 5600 tonnia) taajuuspainotetun tehollisarvon enimmäistasojen mittaustulokset kunnantalon alueella, joissa on huomioitu paalulaatalla saavutettava värinävaimennus sekä laskentamallin antamat ala- ja ylärajat. Laskentamallin maalajina on ”karkearakenteinen maalaji”.

7.2 Ollakan alueen asemakaava

Mittaustulosten perusteella lasketut värinätasot maaperässä on esitetty taulukossa 7.2.1 sekä 15 merkittävimmän osalta liitteessä 1. Liitteessä on lisäksi esitetty keskiarvospektrit terssikaisesti.

Taulukko 7.2.1. Värinän tunnusluvut maaperässä mittauspisteittäin.

Mittauspiste	Värinän tunnusluku maaperässä $v_{w,95,maa}$ [mm/s]		
	Radansuuntaisesti	Rataa vasten kohtisuoraan	Pystysuuntaan
MP4	0,08 (luokka A)	0,07 (luokka A)	0,11 (luokka B)
MP5	0,10 (luokka A)	0,09 (luokka A)	0,12 (luokka B)
MP6	0,19 (luokka C)	0,17 (luokka C)	0,26 (luokka C)

Rakennuksessa resonanssitarkastelun perusteella arvioidut värinätunnusluvut on esitetty taulukossa 7.2.2. Lisäksi liitteessä 1 on esitetty 15 merkittävimmän ohiajon perusteella lasketut värinän keskiarvospektrit rakennuksen rungon ja lattioiden osalta.

Taulukko 7.2.2. Tärinän tunnusluvut rakennuksessa mittauspisteittäin.

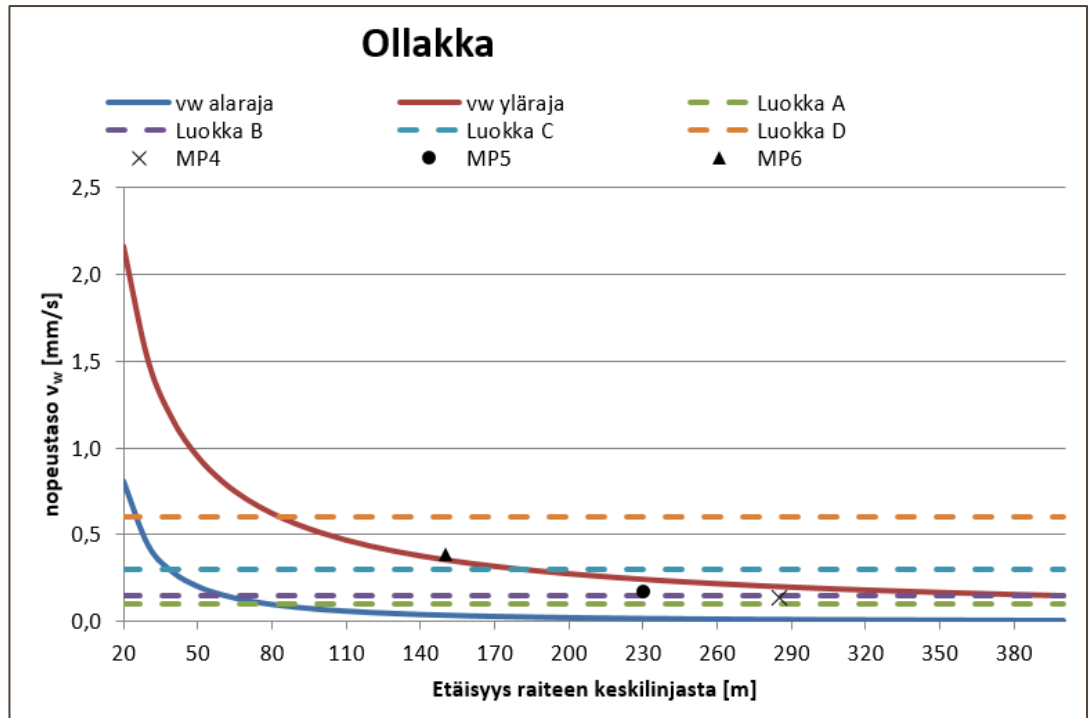
Mittauspiste	Tärinän tunnusluku rakennuksessa		
	$v_{w,95,runko}$ [mm/s]		$v_{w,95,lattia}$ [mm/s]
	Radansuuntaisesti	Rataa vasten kohtisuoraan	Pystysuuntaan
MP4	0,08 (luokka A)	0,11 (luokka B)	0,24 (luokka C)
MP5	0,14 (luokka B)	0,09 (luokka A)	0,22 (luokka C)
MP6	0,31 (luokka D)	0,29 (luokka C)	0,79 (luokka >D)

Rakennuksen rungon sekä lattioiden osalta korkeimmat tärinätasot saavutettiin mittauspisteessä 6. Pahimmassa tapauksessa eli resonanssin voimistaessa tärinätasoja rungon osalta sijoitetaan tärinäluokkaan D ja lattioiden osalta ylitetään tärinäluokan D yläraja. Liitteessä 1 esitettyjen keskiarvospektrien perusteella voidaan todeta, että rungon osalta tärinän merkitsevin taajuussisältö osuu 8...12,5 Hz terssikaistoille ja lattian osalta 8...12,5 Hz terssikaistoille. Rungon osalta tärinäluokka D saavutetaan vain 1-2 kerroksisten pientalojen osalta.

7.2.1 Nykytilanne

Mittauspisteiden 4-6 alueelle maalajikartassa merkitty karkea hieta kuuluu laskentamallin luokituksessa välimaalajeihin. Raskain mitattu tavarajuna (n. 5600 tonnia) tuotti suurimmat tasot huolimatta kevyempien junien suuremmista ohitusnopeuksistaan kuten kunnantalon alueella

Kuvassa 7.2.1. on esitetty raskaimman mitatun tavarajunan (n. 5600 tonnia) mittaustulokset, sekä mittaustulosten perusteella säädetyn laskentamallin antamat tulokset. Tärinäluokkien rajat määritettiin kuvan sovitetusta vaimenemiskäyrästä, joka antaa samanlaisia tuloksia kuin laskentamallin ylärajakäyrä. Tärinäluokan D ylärajaa vastaava etäisyys on n. 80 m, luokan C ylärajaa vastaava etäisyys n. 180 m ja luokan B ylärajaa vastaava etäisyys n. 390 m.

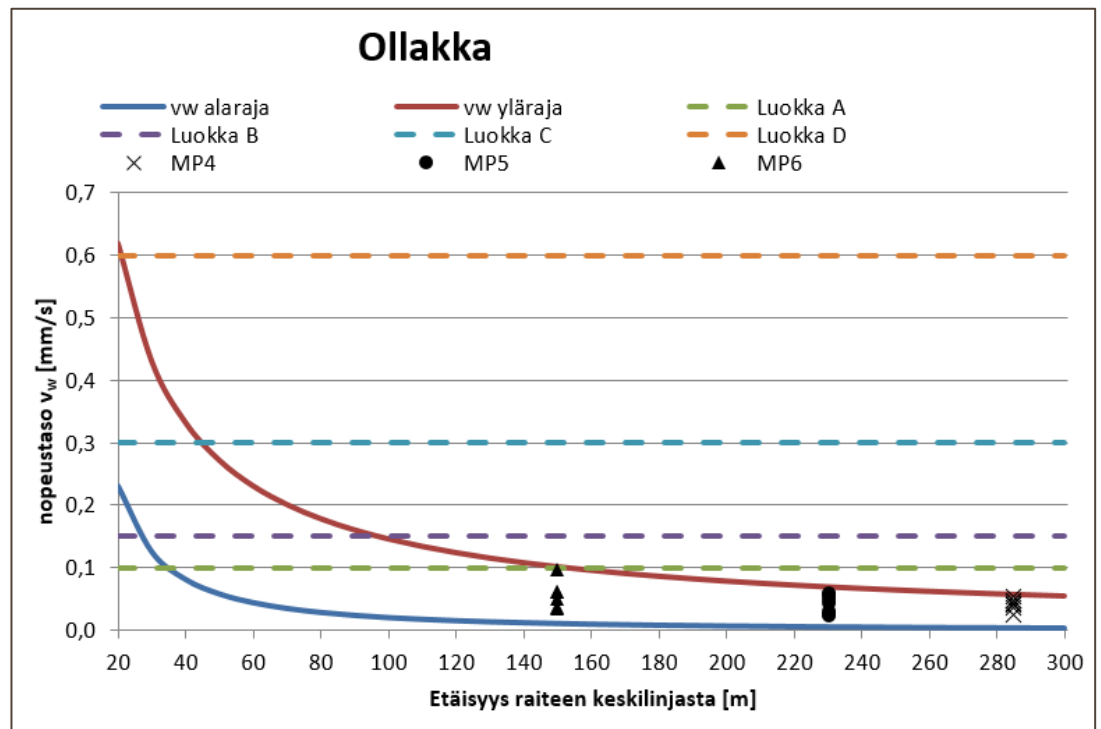


Kuva 7.2.1. Mittauspisteissä 4-6 mitatun raskaimman tavarajunan (n. 5600 tonnia) taajuuspainotetun tehollisarvon enimmäistasojen mittaustulokset Ollakan alueella sekä laskentamallin antamat ala- ja ylärajat. Laskentamallin maalajina on "välimaalaji".

7.2.2 Nykytilanne ilman raskaimpia tavarajunia

Kun massaltaan raskaimmat (pitkät täydet sekä tyhjät) tavarajunat jätetään huomioimatta, tarkastellaan tilannetta vain ohiajaneiden kevyempien tavara- sekä IC-junien tapauksessa. Suurimmat tasot tuotti tavarajuna, joka ajoi Kempeleen aseman ohi pysähtymättä n. 80 km/h nopeudella. Suurin osa ohi ajaneista matkustajajunista pysähtyi Kempeleen asemalle ja nämä on otettu pois laskentamallista.

Kuvassa 7.2.2. on esitetty ohiajaneiden tavara- ja IC-junien mittaustulokset sekä mittaustulosten perusteella säädetyn laskentamallin antamat tulokset. Tärinäluokkien rajat määritettiin kuvan sovitetusta vaimenemiskäyrästä, joka antaa samanlaisia tuloksia kuin laskentamallin ylärajakäyrä. Tärinäluokan D ylärajaa vastaava etäisyys on n. 20 m, C ylärajaa vastaava etäisyys on n. 50 m ja B ylärajan etäisyys on n. 100 m.

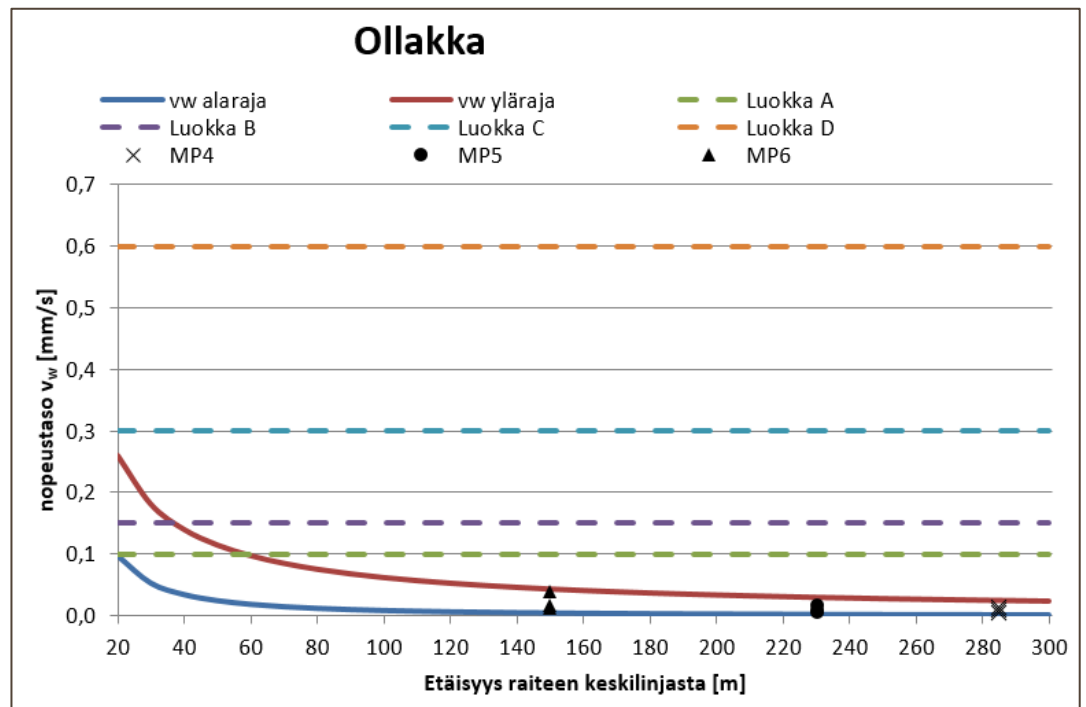


Kuva 7.2.2. Mittauspisteissä 4-6 mitattujen tavara- ja IC-junien taajuuspainotetun tehollisarvon enimmäistasojen mittaustulokset Ollakan alueella sekä laskentamallin antamat ala- ja ylärajat. Laskentamallin maalajina on "välimaalaji".

7.2.3 Tärinän vaimennus paalulaatalla

Mittaustulosten perusteella säädetyn laskentamallin tuloksista vähennettiin taulukon 7.1.3 mukaisesti 90 %, kun tarkastellaan tilannetta, jossa rata on perustettu paalulaatalle.

Kuvassa 7.2.3 on esitetty raskaimman mitatun tavarajunan (n. 5600 tonnia) mittaustulokset ja siitä vähennetty paalulaatalle perustetun radan mukainen tärinä, sekä mittaustulosten perusteella säädetyn laskentamallin antamat tulokset. Tärinäluokkien rajat määritettiin kuvan sovite-tusta vaimenemiskäyrästä, joka antaa samanlaisia tuloksia kuin laskentamallin yläraajakäyrä. Tärinäluokan C ylärajaa vastaava etäisyys on < 20 m ja B ylärajaa vastaava etäisyys on n. 40 m. Kappaleessa 7.2.2 esitetyt tärinätasot päteisivät tässä tapauksessa muilla raiteilla.



Kuva 7.2.3. Mittauspisteissä 4-6 mitatun raskaimman tavarajunan (n. 5600 tonnia) taajuuspai-
notetun tehollisarvon enimmäistasojen mittaustulokset Ollakan alueella, joissa on huomioitu
paalulaatalla saavutettava värinävimennus sekä laskentamallin antamat ala- ja ylärajat. Las-
kentamallin maalajina on "välimalajii".

7.3 Tärinätorjunta

Raskaimpien tavarajunien vaikutus värinätasoihin on merkittävä. Näin ollen skenaario, jossa näiden liikennöiminen alueelta on poistunut, pienentää huomattavasti värinäluokkien etäisyyksiä. Samoin mahdollisen lisäraiteen toteuttaminen paalulaatalla ja raskaimpien tavarajunien siirtyminen tälle. Näissä tapauksissa merkittäväksi etäisyydeksi tulee nykyistä raidetta kulkevat kevyemmät tavarajunat, kuten kappaleissa 7.1.2 ja 7.2.2 esitetyistä tuloksista voidaan nähdä. Ollakan alueen tilanteen takia voisi harkita kaikkien tavarajunien siirtämistä paalulaatan päällä kulkevalle raiteelle.

Em. toimenpiteiden lisäksi värinää on yksittäisillä tonteilla tai hieman laajemmilla alueilla mahdollista torjua radan ja kohteen välille toteutettaviin värinätorjuntaratkaisuihin, joita ovat kalkkistabilointirakenteet sekä teräsponttiseinät. Näiden ratkaisujen toteutuskelpoisuus ja kustannukset riippuvat oleellisesti pehmeimpien maalajien paksuudesta [9]. Teräsponttiseinät ovat stabilointirakenteita kalliimpia ja niillä saavutetaan pienempi vaimennus. Stabilointirakenteita tai teräsponttiseiniä käyttäen on mahdollista pienentää värinän riskialueita. Stabilointirakenteella voidaan parhaimmillaan saavuttaa noin 50 % vaimennus, jolloin em. värinäluokkien etäisyydet karkeasti puoliintuvat.

Raideliikenteen aiheuttama värinä on nykytilanteessa tutkimusalueilla merkittävää, joten on suositeltavaa asettaa värinätorjunnan osalta kaavavaatimus. Rakennussuunnittelussa tulee liikennetärinän torjunta ottaa huomioon ja varmistua, että rakenteiden resonanssi ei voimista värinätasoa rakennuksessa. Rakennusten perustuksiin on myös mahdollista toteuttaa värinäeristysratkaisuja [10] mutta värinän merkittävimmän taajuussisällön ollessa alhainen (noin 8...12,5 Hz), nämä eivät ole teknistaloudellisesti järkeviä pienimuotoisessa rakentamisessa.

LIITTEET

1. Mittaustulokset mittauspisteittäin (12 s.)
2. Yhteenvetokartat (2 s.)

LÄHTEET

1. Törnqvist, J. ja Talja, A. 2006. Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa. Espoo, VTT Working papers 50.
2. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä, nro 796/2017.
3. Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. 2018. Helsinki, ympäristöministeriö.
4. Talja, A. 2004. Suositus liikennetärinän mittaamista ja luokituksesta. Espoo, VTT Tiedotteita 2278.
5. Talja, A. ja Saarinen, A. 2009. Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi. Esiselvitys. Espoo, VTT Tiedotteita 2468.
6. Huhtala, T. 2006. Mittausjakson pituuden vaikutus maaperästä mitatun maaperästä mitatun raideliikenteen värähtelyn asuntoihin aiheuttaman haitan arvioinnissa. Teknillinen korkeakoulu, Sähkö- ja tietoliikennetekniikan osasto.
7. Talja, A., Vepsä, A., Kurkela, J. ja Halonen, M. 2008. Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi. Espoo, VTT tiedotteita 2425.
8. Hakulinen, M. 1999. Rautatietärinän mittauskäytäntö pohjoismaissa, Ratahallintokeskuksen julkaisuja A5/1999.
9. Huhtala, T., Ruohonen, M. ja Kylliäinen, M. 2017. AINS 1610169.3 Stabilointirakenteen teknistaloudellinen toimivuus liikennetärinän torjunnassa – Tutkimushankkeen loppuraportti. Espoo, A-Insinöörit.
10. Huhtala T. 2009. Raideliikenteen tärinä- ja runkomeluselivityksiä sekä vaimennusratkaisuja. Akustiikkapäivät 2009. Vaasa, 14.-15.5., Akustinen Seura ry, s. 80-85.

Mittaustulokset, tärinä MP1

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 240 m

Liite 1.1 s.1

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaus-suunta x (radansuuntaisesti).

aika	$v_{w,rms,max}$	junatyyppi	suunta
19.29.08	0,15	Tavara	E
17.05.00	0,10	Tavara	P
16.19.50	0,07	Tavara	E
18.51.31	0,07	Tavara	P
13.39.51	0,03	Tavara	P
18.08.06	0,02	IC	E
15.06.14	0,02	IC	P
09.59.26	0,02	Tavara	E
12.17.22	0,02	IC	E
14.34.13	0,02	Veturi	E
11.07.50	0,02	IC	P
12.08.19	0,02	IC	P
17.27.37	0,01	Veturi	E
07.57.02	0,01	IC	P
08.46.32	0,01	IC	E

 tärinän tunnusluku $w_{v,95,ma}$: 0,11 mm/s
 tärinäluokka B

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaus-suunta y (rataa vasten kohtisuoraan).

aika	$v_{w,rms,max}$	junatyyppi	suunta
19.29.08	0,10	Tavara	E
17.05.00	0,09	Tavara	P
18.51.31	0,07	Tavara	P
16.19.50	0,05	Tavara	E
13.39.51	0,04	Tavara	P
12.17.22	0,04	IC	E
18.08.06	0,04	IC	E
15.06.14	0,03	IC	P
11.07.50	0,03	IC	P
09.59.26	0,02	Tavara	E
12.08.19	0,02	IC	P
14.34.13	0,02	Veturi	E
18.30.32	0,01	IC	P
17.27.37	0,01	Veturi	E
07.57.02	0,01	IC	P

 tärinän tunnusluku $w_{v,95,ma}$: 0,09 mm/s
 tärinäluokka A

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaus-suunta z (pystysuunta).

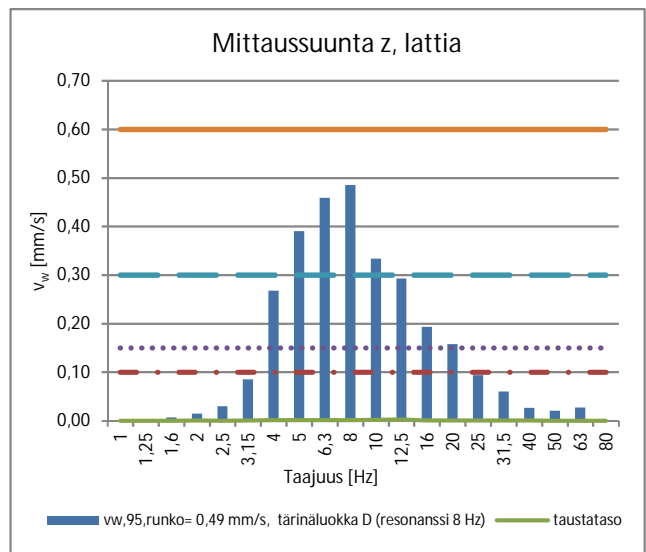
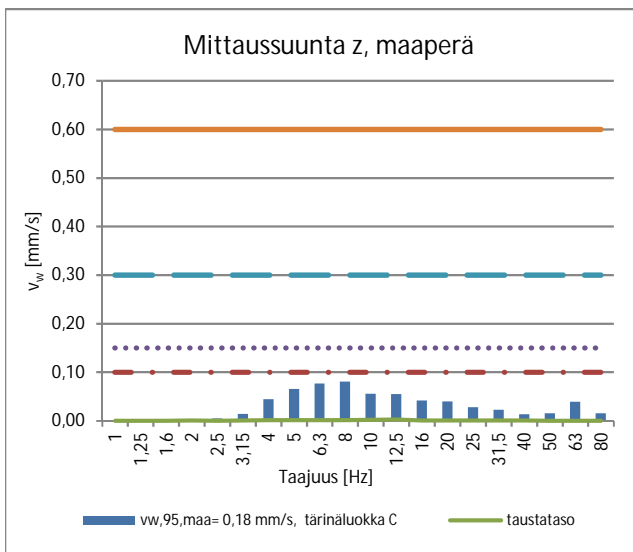
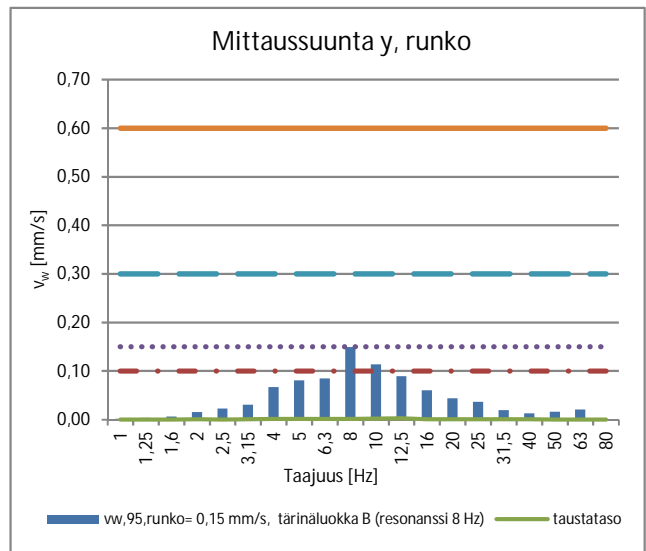
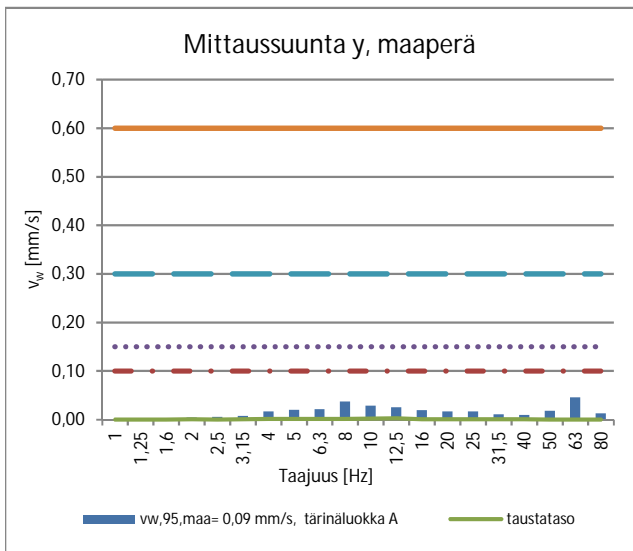
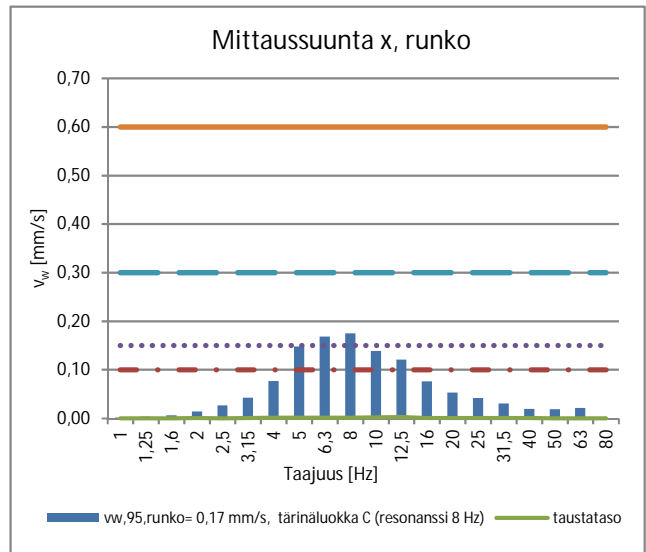
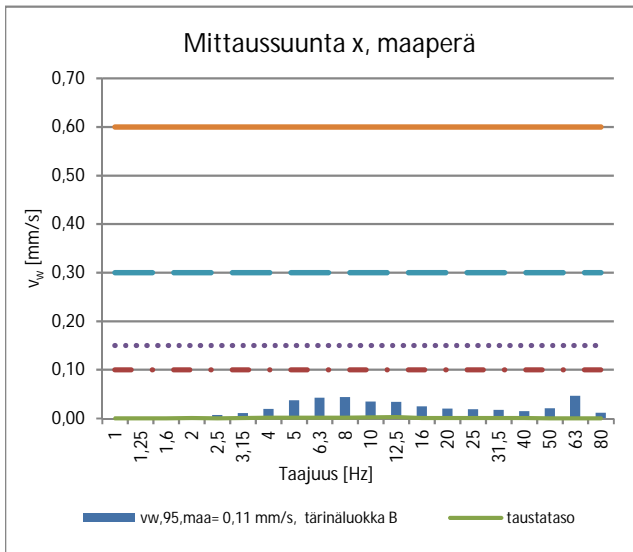
aika	$v_{w,rms,max}$	junatyyppi	suunta
19.29.08	0,27	Tavara	E
17.05.00	0,12	Tavara	P
18.51.31	0,10	Tavara	P
16.19.50	0,07	Tavara	E
09.59.26	0,04	Tavara	E
13.39.51	0,03	Tavara	P
15.06.14	0,03	IC	P
12.08.19	0,02	IC	P
12.17.22	0,02	IC	E
17.27.37	0,02	Veturi	E
14.34.13	0,02	Veturi	E
18.08.06	0,02	IC	E
07.57.02	0,02	IC	P
08.46.32	0,01	IC	E
11.07.50	0,01	IC	P

 tärinän tunnusluku $w_{v,95,ma}$: 0,18 mm/s
 tärinäluokka C

Mittaustulokset, tärinä MP1

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 240 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, tärinä MP2

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 130 m

Liite 1.2 s.1

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaus-suunta x (radansuuntaisesti).

aika	$v_{w,rms,max}$	junatyyppi	suunta
17.05.00	0,15	Tavara	P
19.29.08	0,11	Tavara	E
16.19.50	0,08	Tavara	E
18.51.31	0,08	Tavara	P
13.39.51	0,05	Tavara	P
11.07.50	0,03	IC	P
14.34.13	0,03	Veturi	E
09.59.26	0,03	Tavara	E
15.06.14	0,03	IC	P
12.17.22	0,03	IC	E
18.08.06	0,03	IC	E
17.27.37	0,02	Veturi	E
07.57.02	0,01	IC	P
14.44.28	0,01	IC	E
08.00.40	0,01	IC	P

 tärinän tunnusluku $w_{v,95,ma}$: 0,12 mm/s
 tärinäluokka B

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaus-suunta y (rataa vasten kohtisuoraan).

aika	$v_{w,rms,max}$	junatyyppi	suunta
17.05.00	0,14	Tavara	P
19.29.08	0,13	Tavara	E
18.51.31	0,08	Tavara	P
16.19.50	0,06	Tavara	E
09.59.26	0,04	Tavara	E
14.34.13	0,03	Veturi	E
11.07.50	0,03	IC	P
13.39.51	0,03	Tavara	P
12.17.22	0,03	IC	E
18.08.06	0,03	IC	E
15.06.14	0,03	IC	P
14.44.28	0,02	IC	E
17.27.37	0,02	Veturi	E
18.33.04	0,01	IC	P
07.57.02	0,01	IC	P

 tärinän tunnusluku $w_{v,95,ma}$: 0,12 mm/s
 tärinäluokka B

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaus-suunta z (pystysuunta).

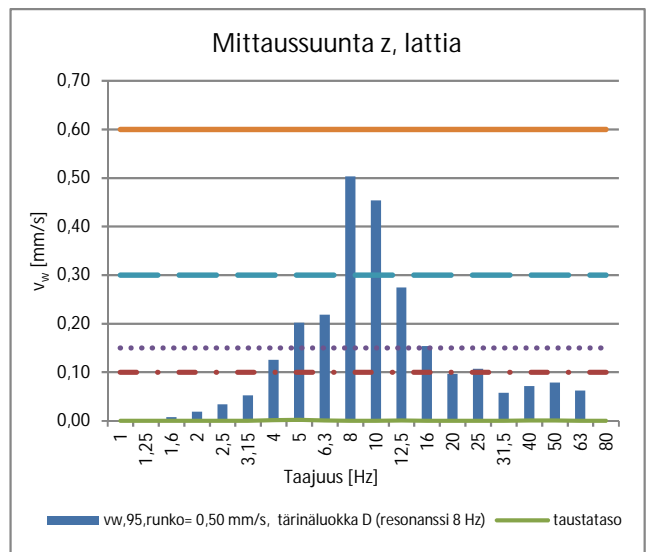
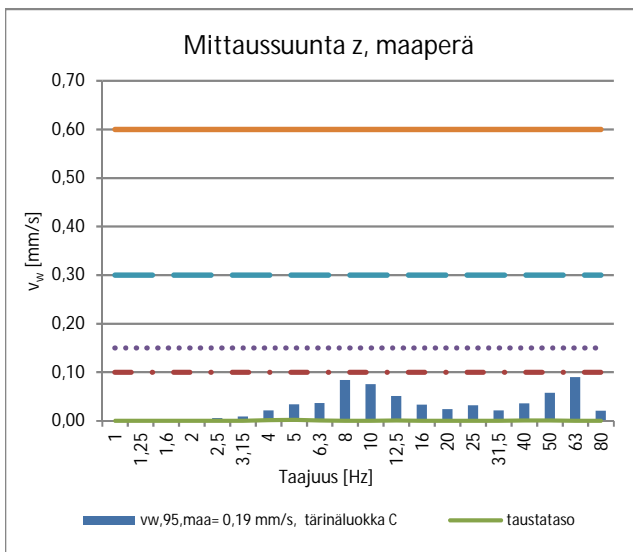
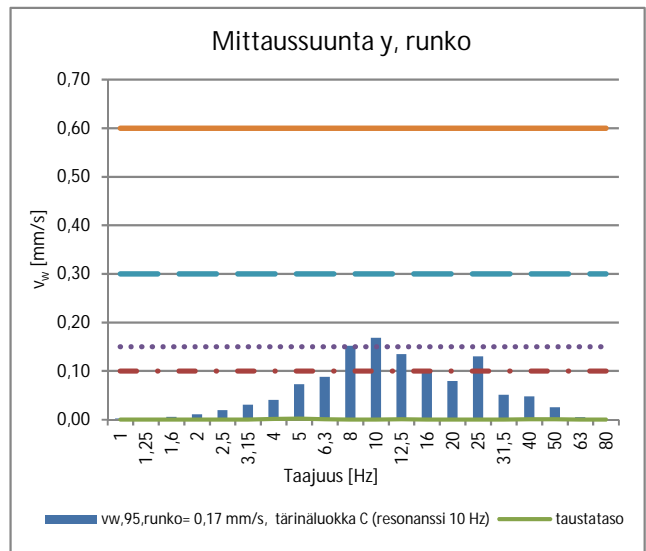
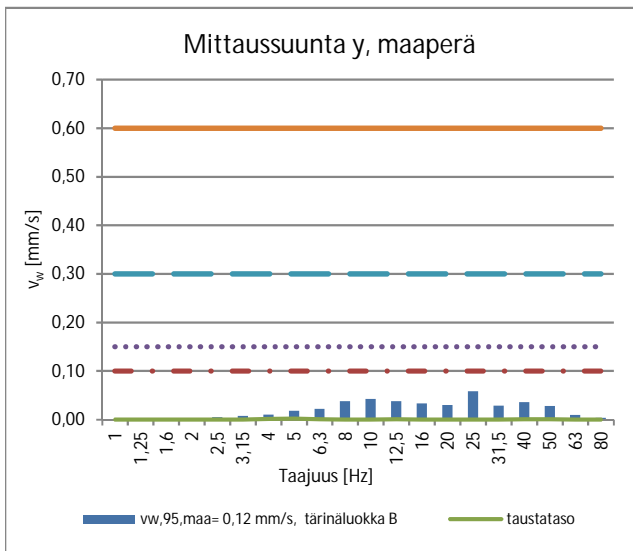
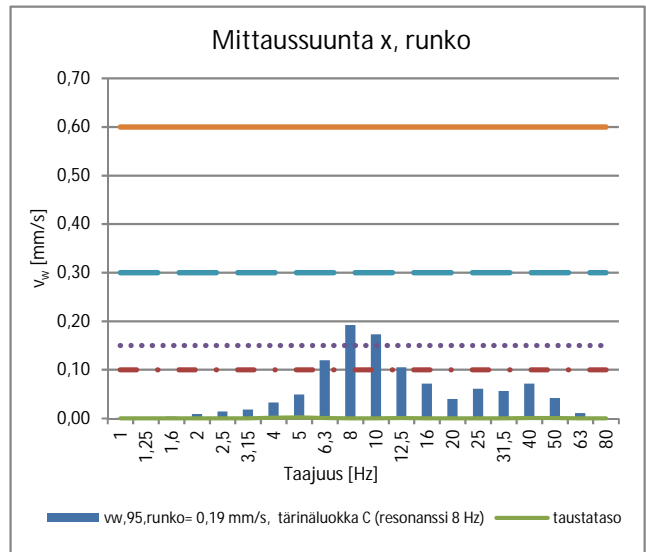
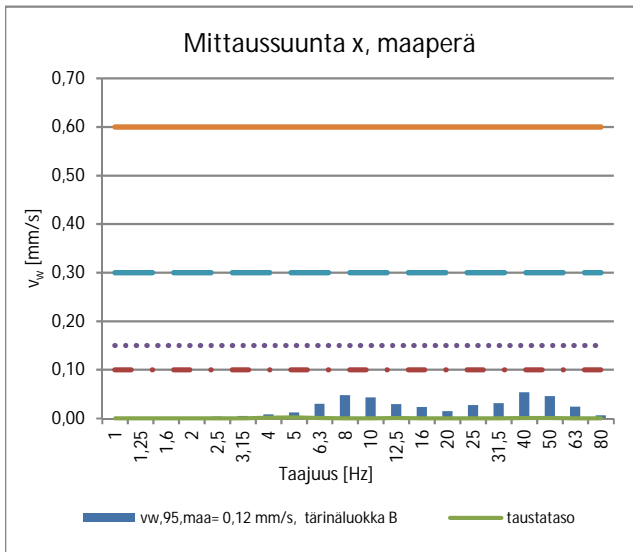
aika	$v_{w,rms,max}$	junatyyppi	suunta
19.29.08	0,21	Tavara	E
17.05.00	0,20	Tavara	P
16.19.50	0,12	Tavara	E
18.51.31	0,11	Tavara	P
13.39.51	0,06	Tavara	P
09.59.26	0,05	Tavara	E
18.08.06	0,05	IC	E
12.17.22	0,04	IC	E
11.07.50	0,04	IC	P
15.06.14	0,04	IC	P
14.34.13	0,03	Veturi	E
17.27.37	0,02	Veturi	E
07.57.02	0,01	IC	P
08.00.40	0,01	IC	P
08.44.22	0,01	IC	E

 tärinän tunnusluku $w_{v,95,ma}$: 0,19 mm/s
 tärinäluokka C

Mittaustulokset, tärinä MP2

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 130 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, tärinä MP3

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 50 m

Liite 1.3 s.1

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta x (radansuuntaisesti).

aika	$v_{w,rms,max}$	junatyyppi	suunta
17.05.00	0,36	Tavara	P
19.29.08	0,29	Tavara	E
18.51.31	0,19	Tavara	P
12.17.22	0,13	IC	E
11.07.50	0,12	IC	P
18.08.06	0,12	IC	E
15.06.14	0,11	IC	P
14.34.13	0,11	Veturi	E
16.19.50	0,10	Tavara	E
09.59.26	0,08	Tavara	E
13.39.51	0,07	Tavara	P
17.27.37	0,05	Veturi	E
12.01.50	0,05	IC	P
07.57.02	0,04	IC	P
08.44.22	0,03	IC	E

 tärinän tunnusluku $w_{v,95,ma}$: 0,29 mm/s
 tärinäluokka C

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

aika	$v_{w,rms,max}$	junatyyppi	suunta
17.05.00	0,44	Tavara	P
19.29.08	0,25	Tavara	E
18.51.31	0,22	Tavara	P
14.34.13	0,15	Veturi	E
12.17.22	0,13	IC	E
16.19.50	0,13	Tavara	E
11.07.50	0,11	IC	P
15.06.14	0,10	IC	P
18.08.06	0,10	IC	E
17.27.37	0,09	Veturi	E
09.59.26	0,09	Tavara	E
13.39.51	0,09	Tavara	P
07.57.02	0,05	IC	P
12.01.50	0,04	IC	P
14.44.28	0,03	IC	E

 tärinän tunnusluku $w_{v,95,ma}$: 0,32 mm/s
 tärinäluokka D

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta z (pystysuunta).

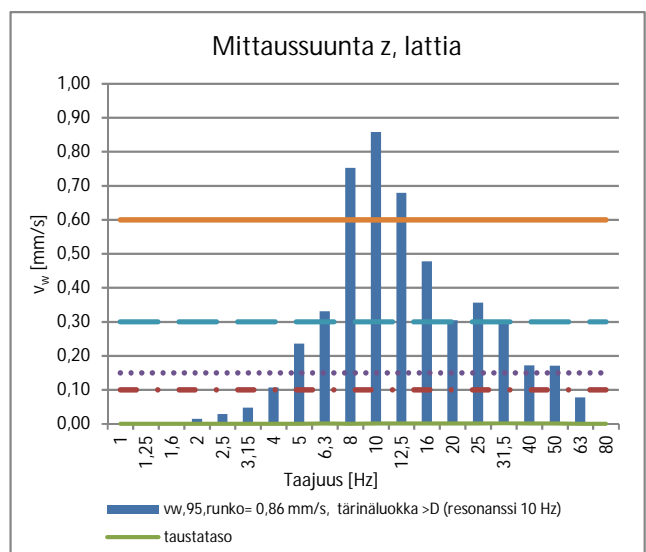
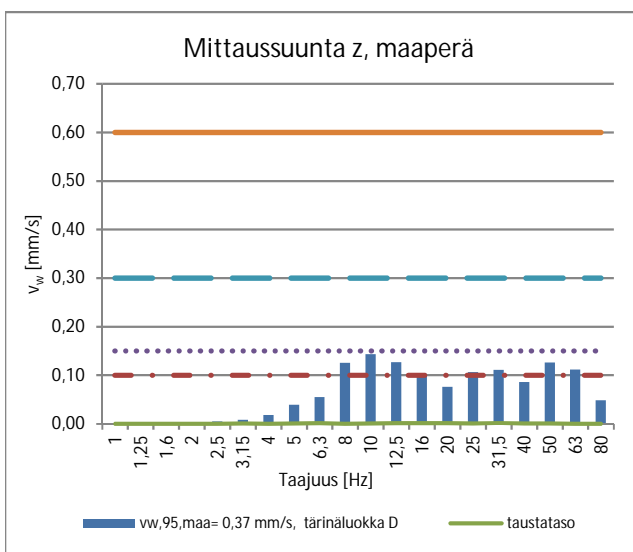
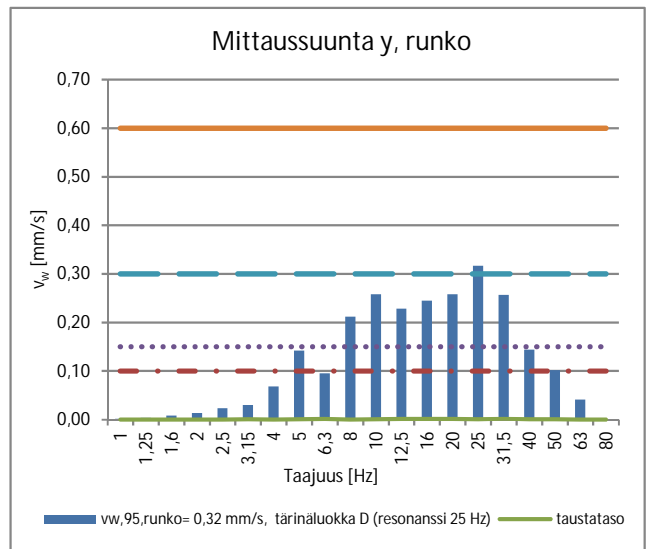
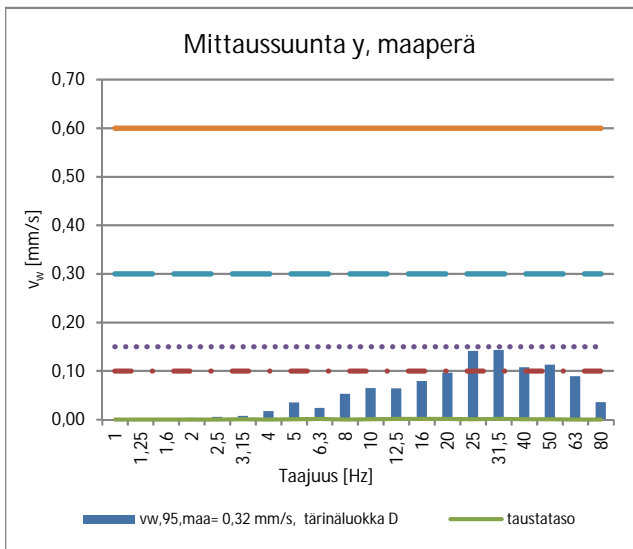
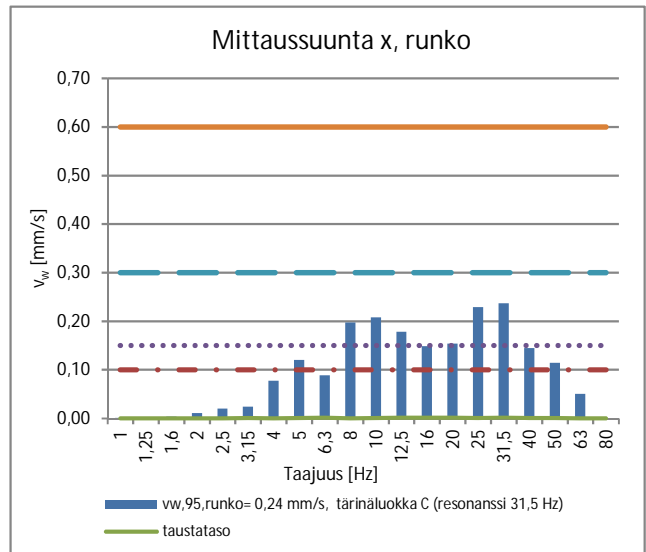
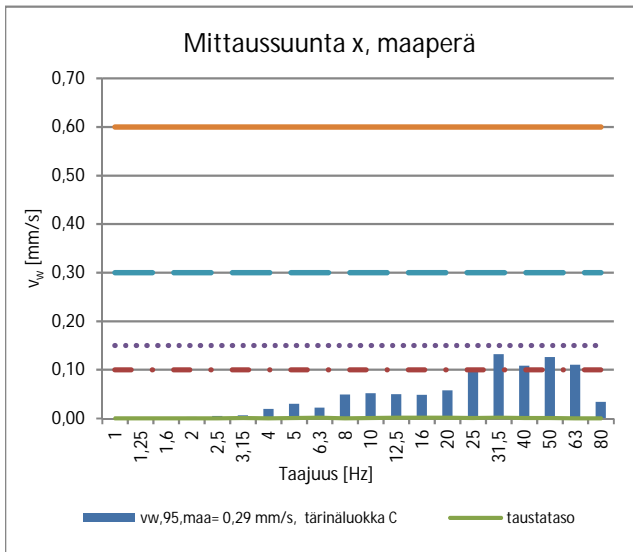
aika	$v_{w,rms,max}$	junatyyppi	suunta
17.05.00	0,48	Tavara	P
18.51.31	0,27	Tavara	P
19.29.08	0,26	Tavara	E
16.19.50	0,18	Tavara	E
14.34.13	0,16	Veturi	E
13.39.51	0,16	Tavara	P
18.08.06	0,13	IC	E
09.59.26	0,13	Tavara	E
12.17.22	0,12	IC	E
11.07.50	0,11	IC	P
15.06.14	0,10	IC	P
17.27.37	0,08	Veturi	E
07.57.02	0,05	IC	P
12.01.50	0,03	IC	P
14.44.28	0,03	IC	E

 tärinän tunnusluku $w_{v,95,ma}$: 0,37 mm/s
 tärinäluokka D

Mittaustulokset, tärinä MP3

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 50 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, tärinä MP4

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 285 m

Liite 1.4 s.1

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaus-suunta x (radansuuntaisesti).

aika	$v_{w,rms,max}$	junatyyppi	suunta
19.29.08	0,11	Tavara	E
17.05.00	0,07	Tavara	P
09.59.26	0,04	Tavara	E
18.51.31	0,04	Tavara	P
11.07.50	0,04	IC	P
16.19.50	0,03	Tavara	E
15.06.14	0,03	IC	P
12.08.19	0,03	IC	P
13.39.51	0,02	Tavara	P
18.08.06	0,02	IC	E
08.46.32	0,02	IC	E
19.14.39	0,02	IC	E
17.27.37	0,02	Veturi	E
12.17.22	0,02	IC	E
18.30.32	0,02	IC	P

 tärinän tunnusluku $w_{v,95,ma}$: 0,08 mm/s
 tärinäluokka A

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaus-suunta y (rataa vasten kohtisuoraan).

aika	$v_{w,rms,max}$	junatyyppi	suunta
19.29.08	0,10	Tavara	E
17.05.00	0,06	Tavara	P
13.39.51	0,05	Tavara	P
15.06.14	0,04	IC	P
18.51.31	0,04	Tavara	P
16.19.50	0,03	Tavara	E
08.46.32	0,03	IC	E
12.08.19	0,03	IC	P
11.07.50	0,03	IC	P
12.17.22	0,03	IC	E
09.59.26	0,03	Tavara	E
18.08.06	0,02	IC	E
17.27.37	0,02	Veturi	E
18.30.32	0,01	IC	P
19.14.39	0,01	IC	E

 tärinän tunnusluku $w_{v,95,ma}$: 0,07 mm/s
 tärinäluokka A

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaus-suunta z (pystysuunta).

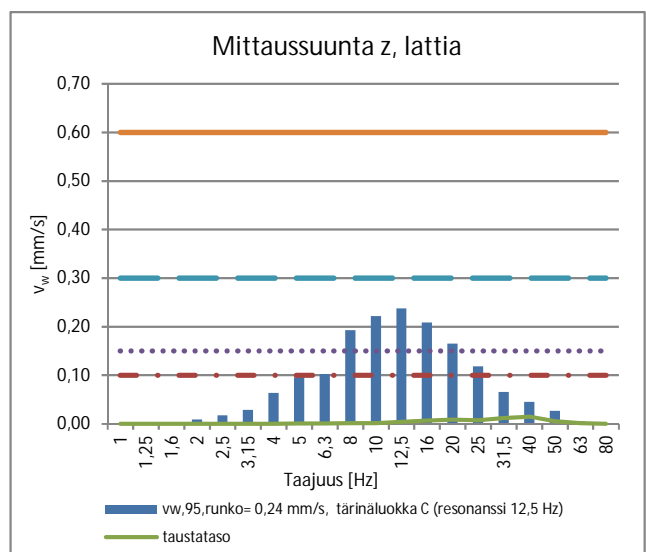
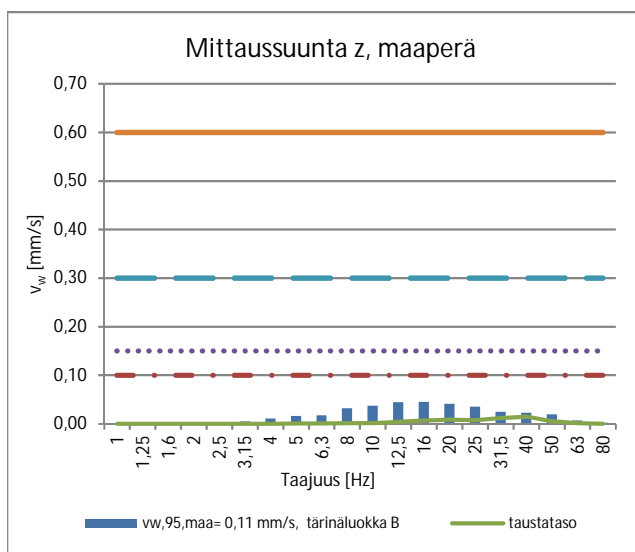
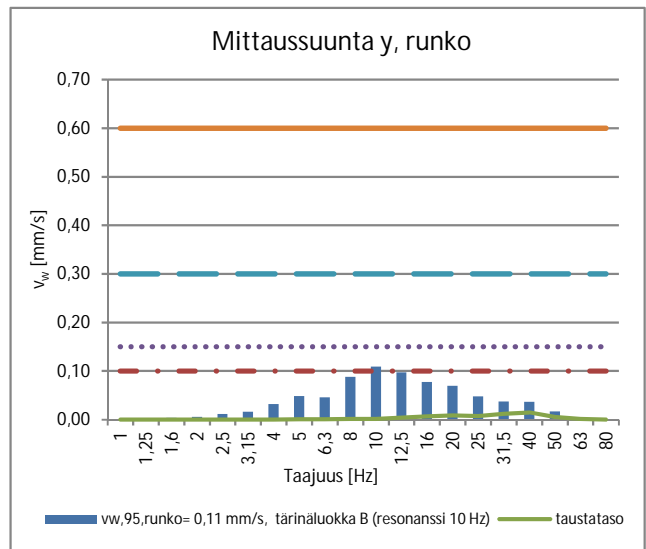
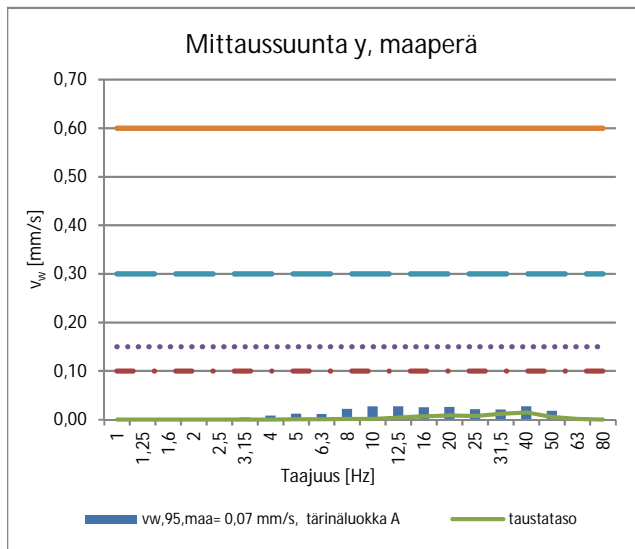
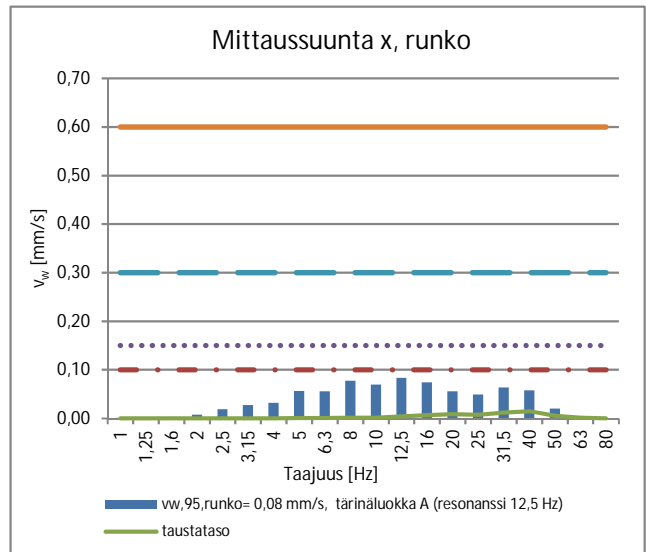
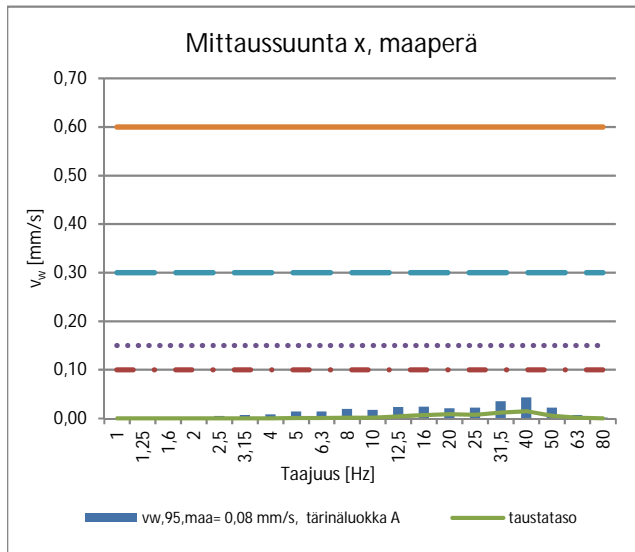
aika	$v_{w,rms,max}$	junatyyppi	suunta
19.29.08	0,14	Tavara	E
17.05.00	0,10	Tavara	P
15.06.14	0,05	IC	P
18.51.31	0,05	Tavara	P
16.19.50	0,05	Tavara	E
09.59.26	0,05	Tavara	E
12.08.19	0,04	IC	P
11.07.50	0,04	IC	P
13.39.51	0,04	Tavara	P
08.46.32	0,04	IC	E
12.17.22	0,04	IC	E
18.08.06	0,02	IC	E
17.27.37	0,02	Veturi	E
18.30.32	0,02	IC	P
19.14.39	0,02	IC	E

 tärinän tunnusluku $w_{v,95,ma}$: 0,11 mm/s
 tärinäluokka B

Mittaustulokset, tärinä MP4

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 285 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, tärinä MP5

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 230 m

Liite 1.5 s.1

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta x (radansuuntaisesti).

aika	$v_{w,rms,max}$	junatyyppi	suunta
11.07.50	0,11	IC	P
19.29.08	0,10	Tavara	E
09.59.26	0,08	Tavara	E
17.05.00	0,08	Tavara	P
12.17.22	0,05	IC	E
18.51.31	0,05	Tavara	P
08.46.32	0,05	IC	E
18.08.06	0,05	IC	E
14.34.13	0,05	Veturi	E
16.19.50	0,04	Tavara	E
18.30.32	0,04	IC	P
15.06.14	0,04	IC	P
13.39.51	0,04	Tavara	P
19.14.39	0,04	IC	E
14.46.49	0,03	IC	E

 tärinän tunnusluku $w_{v,95,ma}$: 0,10 mm/s
 tärinäluokka A

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

aika	$v_{w,rms,max}$	junatyyppi	suunta
19.29.08	0,11	Tavara	E
17.05.00	0,08	Tavara	P
09.59.26	0,06	Tavara	E
18.51.31	0,05	Tavara	P
11.07.50	0,05	IC	P
08.46.32	0,04	IC	E
16.19.50	0,03	Tavara	E
12.17.22	0,03	IC	E
14.46.49	0,03	IC	E
15.06.14	0,03	IC	P
14.34.13	0,03	Veturi	E
13.39.51	0,02	Tavara	P
19.14.39	0,02	IC	E
18.30.32	0,02	IC	P
18.08.06	0,02	IC	E

 tärinän tunnusluku $w_{v,95,ma}$: 0,09 mm/s
 tärinäluokka A

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta z (pystysuunta).

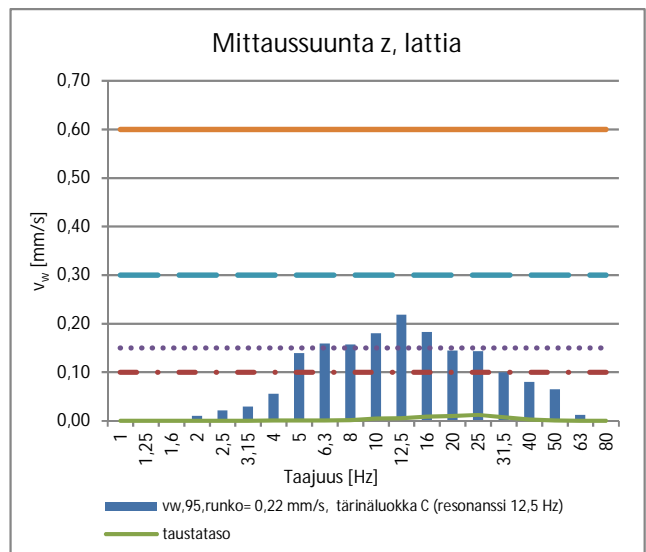
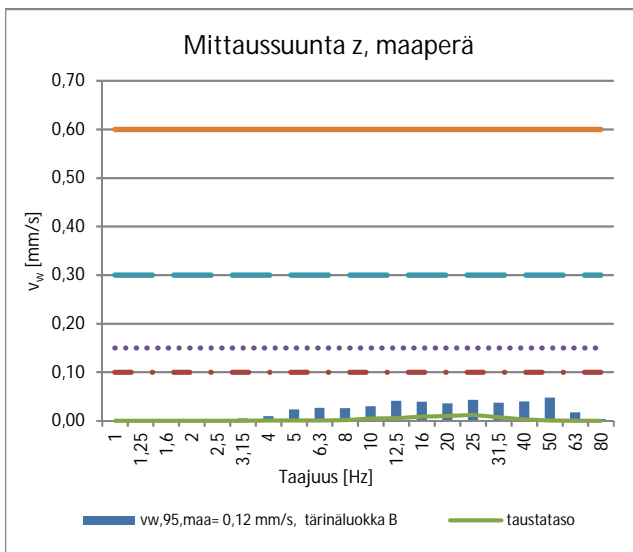
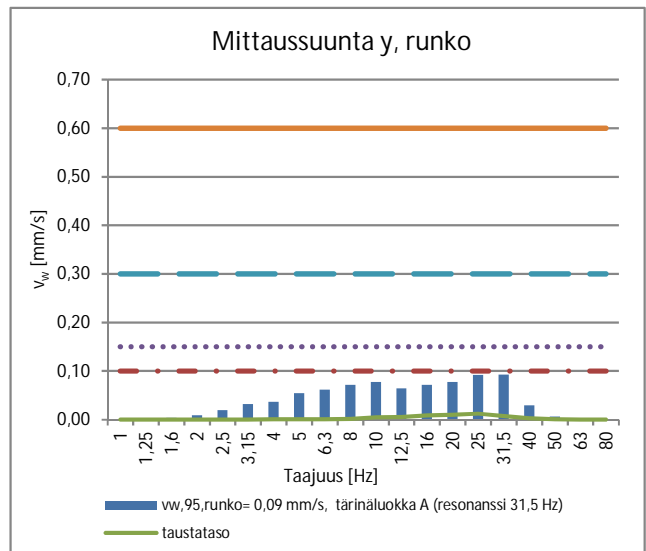
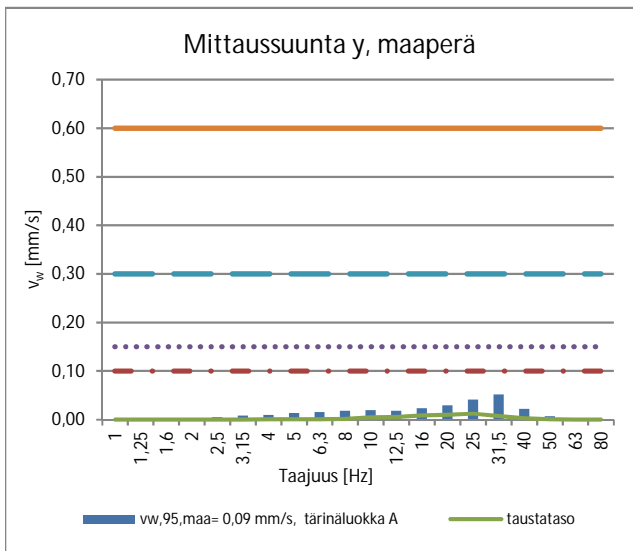
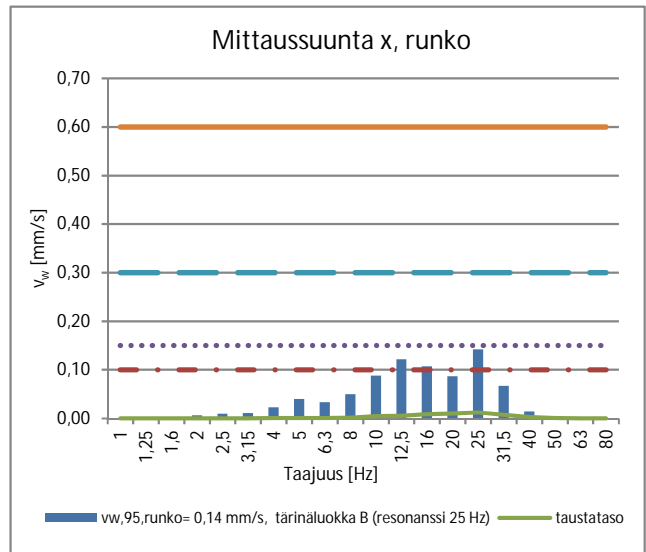
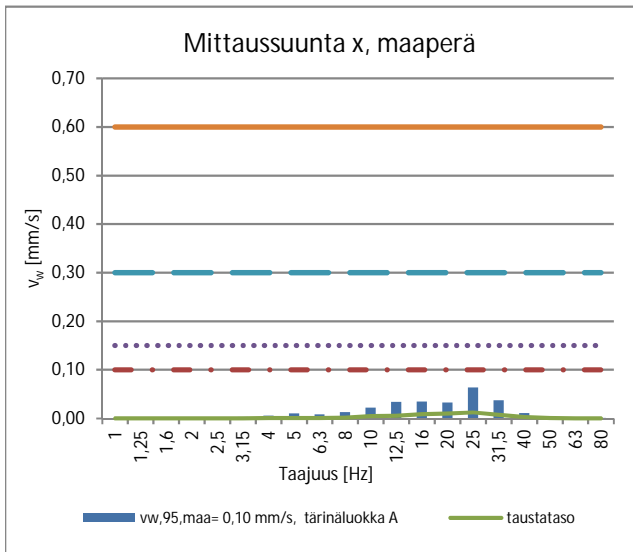
aika	$v_{w,rms,max}$	junatyyppi	suunta
19.29.08	0,17	Tavara	E
17.05.00	0,08	Tavara	P
18.51.31	0,06	Tavara	P
09.59.26	0,06	Tavara	E
11.07.50	0,06	IC	P
12.17.22	0,05	IC	E
16.19.50	0,04	Tavara	E
08.46.32	0,04	IC	E
18.30.32	0,04	IC	P
18.08.06	0,03	IC	E
14.34.13	0,03	Veturi	E
15.06.14	0,03	IC	P
13.39.51	0,02	Tavara	P
19.14.39	0,02	IC	E
14.46.49	0,02	IC	E

 tärinän tunnusluku $w_{v,95,ma}$: 0,12 mm/s
 tärinäluokka B

Mittaustulokset, tärinä MP5

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 230 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, tärinä MP6

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 150 m

Liite 1.6 s.1

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta x (radansuuntaisesti).

aika	$v_{w,rms,max}$	junatyyppi	suunta
17.05.00	0,23	Tavara	P
19.29.08	0,21	Tavara	E
18.51.31	0,11	Tavara	P
16.19.50	0,09	Tavara	E
14.34.13	0,06	Veturi	E
11.07.50	0,06	IC	P
15.06.14	0,05	IC	P
13.39.51	0,04	Tavara	P
17.27.37	0,04	Veturi	E
18.30.32	0,04	IC	P
18.08.06	0,04	IC	E
09.59.26	0,03	Tavara	E
08.46.32	0,03	IC	E
07.57.02	0,03	IC	P
12.01.50	0,03	IC	P

 tärinän tunnusluku $w_{v,95,ma}$: 0,19 mm/s
 tärinäluokka C

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

aika	$v_{w,rms,max}$	junatyyppi	suunta
19.29.08	0,23	Tavara	E
17.05.00	0,14	Tavara	P
18.51.31	0,10	Tavara	P
14.34.13	0,06	Veturi	E
16.19.50	0,06	Tavara	E
17.27.37	0,04	Veturi	E
11.07.50	0,04	IC	P
15.06.14	0,04	IC	P
13.39.51	0,03	Tavara	P
18.30.32	0,03	IC	P
18.08.06	0,03	IC	E
09.59.26	0,03	Tavara	E
07.57.02	0,02	IC	P
08.46.32	0,02	IC	E
12.01.50	0,02	IC	P

 tärinän tunnusluku $w_{v,95,ma}$: 0,17 mm/s
 tärinäluokka C

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta z (pystysuunta).

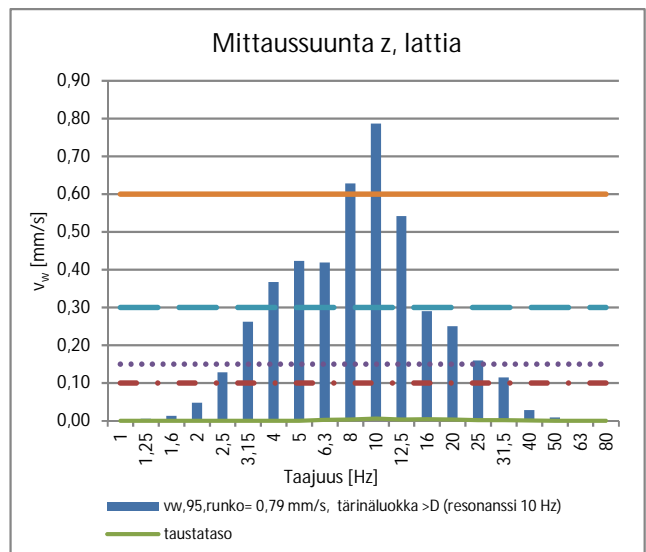
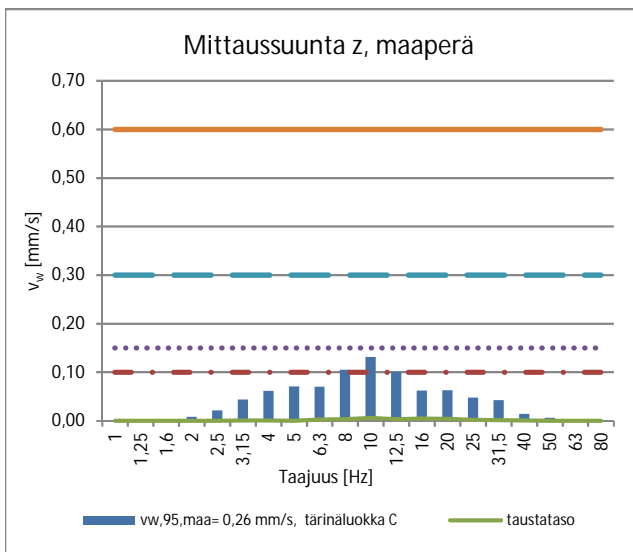
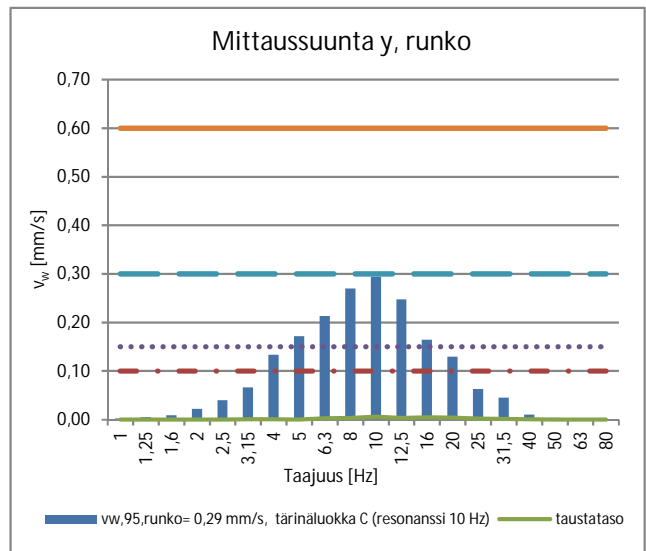
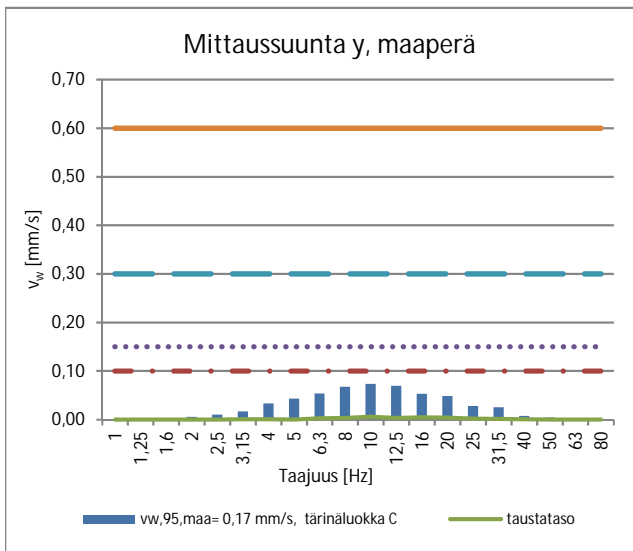
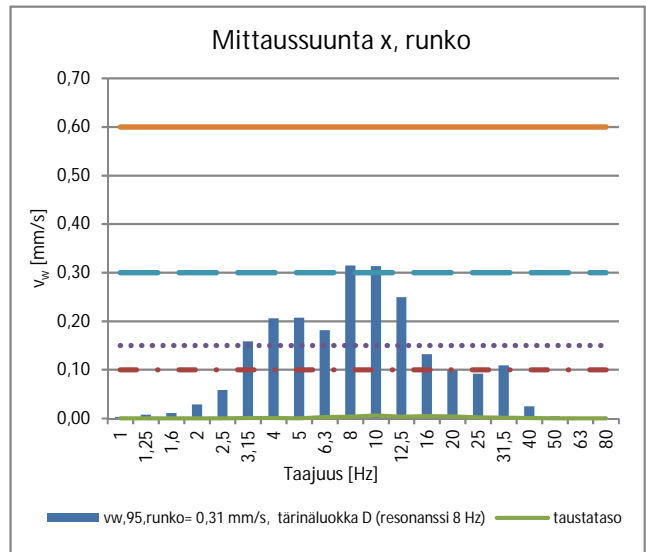
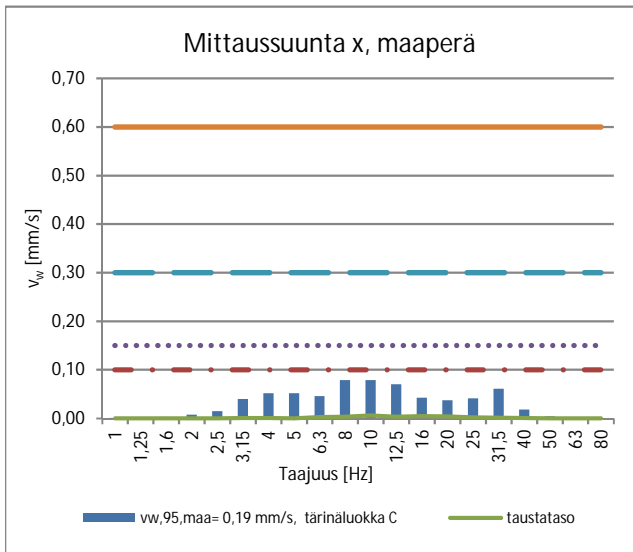
aika	$v_{w,rms,max}$	junatyyppi	suunta
19.29.08	0,39	Tavara	E
17.05.00	0,17	Tavara	P
18.51.31	0,12	Tavara	P
16.19.50	0,10	Tavara	E
14.34.13	0,09	Veturi	E
11.07.50	0,06	IC	P
15.06.14	0,06	IC	P
13.39.51	0,05	Tavara	P
17.27.37	0,04	Veturi	E
18.30.32	0,04	IC	P
09.59.26	0,04	Tavara	E
18.08.06	0,03	IC	E
07.57.02	0,02	IC	P
08.46.32	0,02	IC	E
12.01.50	0,02	IC	P

 tärinän tunnusluku $w_{v,95,ma}$: 0,26 mm/s
 tärinäluokka C

Mittaustulokset, tärinä MP6

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 150 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 $\leq 0,6\text{mm/s}$

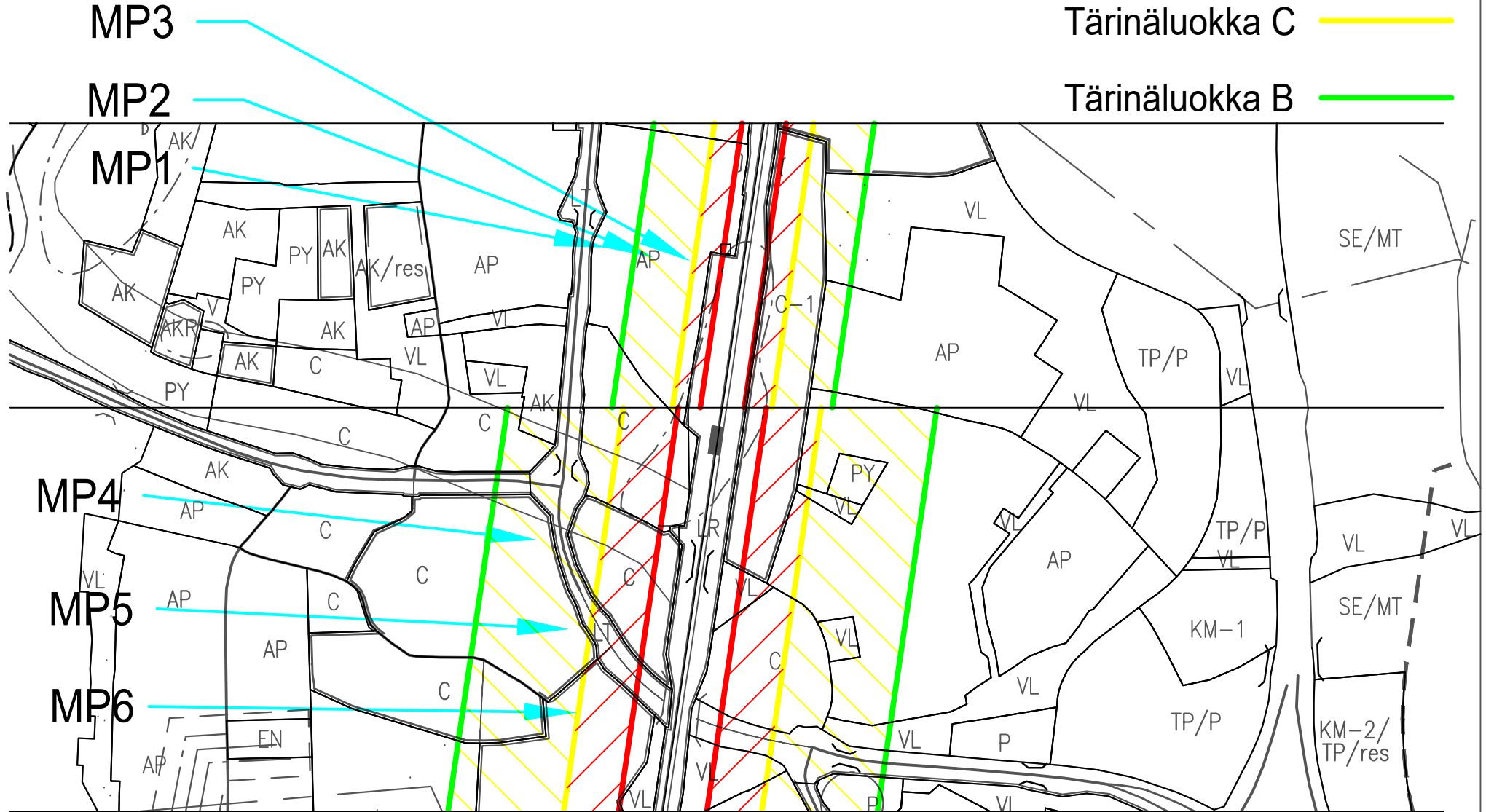


NYKYTILANNE

Tärinäluokka D 

Tärinäluokka C 

Tärinäluokka B 



AINS 1612883.2

KEMPELEEN KUNNANTALON JA OLLAKAN ASEMAKAAVA
TÄRINÄSELVITYS - YHTEENVETOKARTTA NYKYTILANNE

1:1

1:100

 **A-INSINÖÖRIT**

Päiväys
29.7.2019

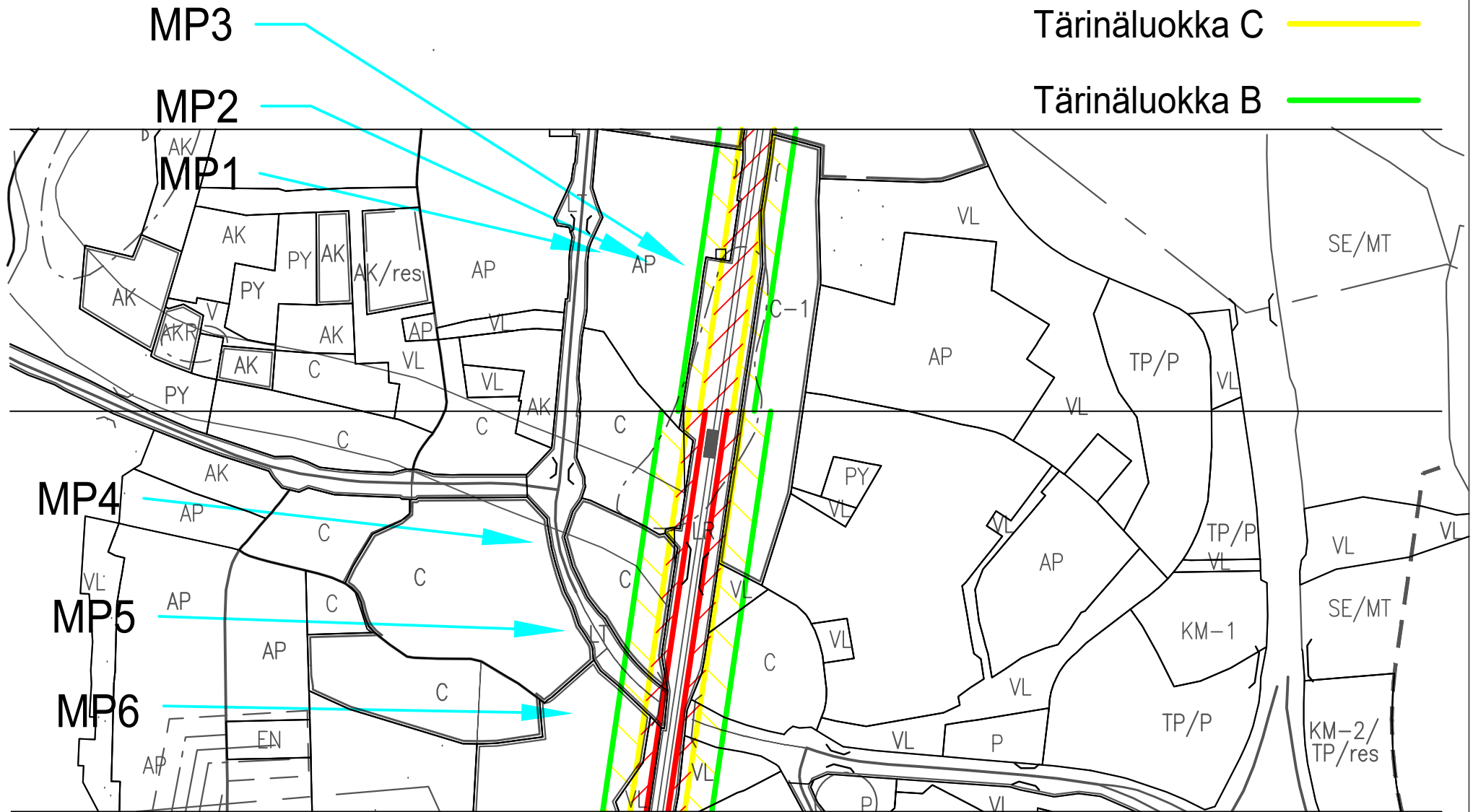
LIITE 2.1

PAALULAATTA

Tärinäluokka D 

Tärinäluokka C 

Tärinäluokka B 



AINS 1612883.2

KEMPELEEN KUNNANTALON JA OLLAKAN ASEMAKAAVA
TÄRINÄSELVITYS - YHTEENVETOKARTTA PAALULAATTA

1:1

1:100

A-INSINÖÖRIT

Päiväys
29.7.2019

LIITE 2.2