



10



Kalasadaman keskuksen sosiaali- ja terveysaseman tärinä
ja runkomeluserivitys

KALASATAMAN KESKUS
Asemakaavan muutoksen nro 12070 selvitys



KALASATAMAN KESKUS
Asemakaavan muutoksen nro 12070 selvitys

10

**Kalatataman keskuksen sosiaali- ja terveysaseman
tärinä- ja runkomeluserivitys**

Tilaaaja:

Helsingin kaupungin kiinteistövirasto
Tilakeskus
Erja Erra
PL 2213
00099 HELSINGIN KAUPUNKI
erja.erra@hel.fi
09-31039997

Kalasadaman sosiaali- ja terveysasema, tärinä- ja runkomeluselitys

1 Kohde

Helsingin kaupungin kiinteistövirasto (Erja Erra) on tilannut tärinä- ja runkomeluselityksen Helsingin Kalasatamaan suunnitteilla olevaan sosiaali- ja terveysasemaan liittyen. Kohde tulee sijoittumaan Kalasadaman metroaseman läheisyyteen, jolloin rakennuksen metrorataa lähin julkisivu sijoittuu lähimmillään noin 7 metrin etäisyydelle lähimmän raiteen keskilinjasta (asemakaavaote 14.2.2008). Rakennus on korkeimmillaan 14 kerroksinen ja kaksi alinta kerrosta käsittävät liiketiloja sekä neuvolatiloja. Kerrokset 3-6 käsittävät lähinnä sairaanhoitoon, hammashoittoon, kotihoitoon liittyviä tiloja, laboratoriotiloja, A-klinikan tiloja sekä sosiaaliaseman tiloja. Kerrokset 7-14 käsittävät ainoastaan toimistotiloja.

2 Värähtelymittaus

Mittaukset kohteessa suoritettiin 11.5.2009, jolloin värähtelyä mitattiin alueella suoraan peruskalliosta. Kaikissa mittauspisteissä mitattiin värähtelyä pystysuunnan lisäksi myös toiseen vaakasuuntaan. Mittaus toteutettiin VTT:n julkaiseman Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta mukaisesti [Talja, A. 2004], sillä erotuksella, että nyt käytettiin vain yhden päivän mittaista mittausjaksoa. VTT:n suosituksen mukaisessa tärinäselvityksessä edellytetään viikon mittaista seurantamittausta. Lyhyemmälläkin mittausjaksolla on mahdollista arvioida tärinähaitan mahdollisuus luotettavasti [Huhtala. 2006]. Lyhyemmällä arviointi jaksolla saatava tulos on luotettavampi, mikäli liikennöivä kalusto saadaan edustavasti sisällytettyä mittausjaksoon ja liikennöinti toistuu samanlaisena päivästä toiseen. Metroliikenteen tapauksessa nämä kriteerit täyttyvät myös lyhyemmällä mittausjaksolla. Runkomelun arvioinnissa ei ole esitetty tarvittavaksi yhtä pitkää mittausjaksoa.

Mittauspisteet sekä antureiden sijoitus on esitetty taulukossa 1. Mittausjaksolta tallennettiin noin 100 metron ohitusta. Tärinän tunnuslukuja maaperästä määriteltäessä on käytetty kerrointa 1. Mittaukset suoritettiin miehitettyinä, jolloin pystyttiin varmistamaan jokaisen mittaustuloksen aiheuttaja.

Tämän asiakirjan osittainen julkaiseminen tai kopiointi on sallittua vain Insinööritoimisto Heikki Helimäki Oy:n kirjallisella luvalla. Omistusoikeus myytyyn palveluun siirtyy vastaanottajalle kun tilaus on maksettu.

Insinööritoimisto Heikki Helimäki Oy HELIMÄKI AKUSTIKOT - Helsinki HELIMÄKI AKUSTIKOT - Tampere

ALV-REK FI1042841-4 KOTIPAIIKKA
Y-TUNNUS 1042841-4 Virrat

Tempelkatu 6 B
00100 Helsinki
Tel +358 20 7118 590
Fax +358 9 5893 3861

Pinninkatu 58 A
33100 Tampere
Tel +358 20 7118 590
Fax +358 3 3180 121

etunimi.sukunimi@helimaki.fi
www.helimaki.fi

Taulukko 1. Värähtelymittauksissa käytetyt mittauspisteet ja –suunnat sekä anturien asennuspaikat.

Mittauspiste	Etäisyys lähimmästä raiteesta	Anturin sijoitus	Mittaussuunnat
MP1	n. 7m	kiinnitys peruskallioon samalla puolella rataa kuin suunniteltu rakennus, n. 62 m metroaseman seinästä kohti kulosaaren siltaa	pystysuunta
			rataa vasten kohtisuoraan
MP2	n. 7m	kiinnitys peruskallioon samalla puolella rataa kuin suunniteltu rakennus, n. 91m metroaseman seinästä kohti kulosaaren siltaa	pystysuunta
			rataa vasten kohtisuoraan
MP3	n. 7m	kiinnitys peruskallioon samalla puolella rataa kuin suunniteltu rakennus, n. 9m kulosaaren sillan päädyistä kohti metroasemaa	pystysuunta
			rataa vasten kohtisuoraan
			radan suuntaisesti

2.1 Määräykset

Raideliikenteen aiheuttama värähtely aiheuttaa kahdenlaista haittaa rakennuksissa 1) tärinää, jonka käyttäjät aistivat liikkeenä ja 2) runkomelua, jolloin värähtely aiheuttaa korvin kuultavaa ääntä tilaan. Runkomelu on matalataajuisia ääntä, joka muistuttaa esimerkiksi etäistä ukkosen jylinää. Kovilla maaperillä ja matkustajajunilla ongelmaksi yleensä muodostuu runkomelu, kun taas pehmeillä maaperillä ja raskailla junilla ongelma on yleensä tärinä.

2.1.1 Tärinä

Ympäristösuojelulaki [Ympäristönsuojelulaki n:o 86. 2000] ja ympäristöministeriön asetus pohjarakenteista [SRakMK, B3. 2004] edellyttävät liikennetärinästä aiheutuvat ympäristöhaitat otettaviksi huomioon. Edellä mainitun asetuksen mukaan liikennetärinä ei saa aiheuttaa vaurioita rakennukselle, eikä kohtuutonta häiriötä rakennuksessa oleville ihmisille.

Edellä mainitussa VTT:n ohjeessa on annettu Norjan standardiin perustuvat ohjeet tärinän raja-arvoiksi. Taulukossa 2 on esitetty eri tärinäluokkien ylärajat kiihtyvyydelle sekä kuvaus luokkaan kuuluvan värähtelyn häiritsevyydestä. Yläraja on taajuuspainotetuista kiihtyvyyssignaaleista laskettu tilastollinen tunnusluku rakennuksessa. Luokka C edustaa minimitasoa, johon tulee pyrkiä uusien rakennusten suunnittelussa. Tilastollinen tunnusluku on määritelty siten, että satunnaisesti ohiajava juna ei 95 prosentin todennäköisyydellä ylitä kyseistä arvoa.

Taulukossa 2 esitetyt luokan C arvot koskevat normaaleja asuinrakennuksia. Mikäli halutaan suunnitella korkeampi tasoinen rakennus (esim. häiriöttömämpi lepokoti, sairaala), tulee pyrkiä yhtä luokkaa parempaan tasoon.

Tämän asiakirjan osittainen julkaiseminen tai kopiointi on sallittua vain Insinööritoimisto Heikki Helimäki Oy:n kirjallisella luvalla. Omistusoikeus myytyyn palveluun siirtyy vastaanottajalle kun tilaus on maksettu.

Insinööritoimisto Heikki Helimäki Oy HELIMÄKI AKUSTIKOT - Helsinki HELIMÄKI AKUSTIKOT - Tampere

ALV-REK FI1042841-4 KOTIPAIKKA
Y-TUNNUS 1042841-4 Virrat

Tempelikatu 6 B Tel +358 20 7118 590
00100 Helsinki Fax +358 9 5893 3861

Pinninkatu 58 A Tel +358 20 7118 590
33100 Tampere Fax +358 3 3180 121

etunimi.sukunimi@helimaki.fi
www.helimaki.fi

Taulukko 2. Värähtelyluokat, kiihtyvyys $a_{w,95}$ on taajuuspainotetun kiihtyvyyden tilastollinen tunnusluku kyseisen luokan ylärajalla [Talja, A. 2004].

Tärinäluokka	Kiihtyvyyden tunnusluku $a_{w,95}$ [mm/s ²]	Kuvaus häiritsevyydestä
Luokka A	≤ 3,6	Hyvät asuinolosuhteet. Ihmiset eivät yleensä havaitse värähtelyitä.
Luokka B	≤ 5,4	Suhteellisen hyvät asuinolosuhteet. Ihmiset voivat havaita värähtelyt, mutta ne eivät ole häiritseviä.
Luokka C	≤ 11,0	Suositus uusien rakennusten ja väylien suunnittelussa. Keskimäärin 15 % asukkaista pitää värähtelyitä häiritsevinä ja voi valittaa häiriöistä.
Luokka D	≤ 21,0	Olosuhteet, joihin pyritään vanhoilla asuinalueilla. Keskimäärin 25 % asukkaista voi pitää värähtelyitä häiritsevinä ja voi valittaa häiriöistä.

2.1.2 Runkomelu

Runkomelua arvioidaan määrittämällä rakennukseen värähtelystä aiheutuva hetkellinen enimmäisäänitaso $L_{A,S,max}$. Äänitason määrittelemisessä käytetään SLOW-aikapainotusta ja A-taajuuspainotusta. Runkomelun suhteen Suomessa ei toistaiseksi ole olemassa virallisia viranomaismääräyksiä. Avoradalla, jolla on suhteellisen paljon liikennettä voidaan asunnoissa ja yksittäisissä toimistohuoneissa raja-arvona pitää arvoa $L_{A,S,max} \leq 35$ dB. Liike- ja avotoimistotiloille voidaan raja-arvona pitää arvoa $L_{A,S,max} \leq 45$ dB. Mikäli huiput ovat hyvin satunnaisia, voidaan raja-arvona pitää Sosiaali- ja terveysministeriön julkaiseman Asumisterveysohjeen terveyshaitan ylärajaa $L_{A,F,max} \leq 45$ dB [Asumisterveysohje. 2003]. Koska FAST- ja SLOW-aikapainotuksella saatavien äänitasojen ero on yleensä noin 2 dB, voidaan asumisterveysohjeen ylärajan tulkita junaliikenteen aiheuttamalle runkomelulle olevan noin $L_{A,S,max} \leq 43$ dB. Mikäli tavoitellaan häiriöttömpiä olosuhteita voidaan runkomelutason rajana pitää vaatimustasosta riippuen esim. $L_{A,S,max} \leq 25-30$ dB.

VTT:n tiedotteessa 2468 Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi [Talja, A. & Saarinen, A. 2009] on annettu suositukset runkomelutasojen raja-arvoiksi (taulukko 3).

Taulukko 3. VTT:n suositukset runkomelun raja-arvoiksi.

Rakennustyyppi	Runkomelutaso L_{prm} [dB]
Radio-, tv- ja äänitysstudiot, konserttisalit	25-30
Asuinhuoneistot	30/35*
Hoito- ja sosiaalihuollon laitokset, majoitustilat <ul style="list-style-type: none"> • potilashuoneet, majoitustilat • päiväkodit, lasten ja henkilökunnan oleskeluun tarkoitetut huoneet 	30/35*
Kokoontumis- ja opetustilat <ul style="list-style-type: none"> • luokkahuoneet, luentosalit, kirkot ja muut huonetilat, joissa edellytetään yleisön saavan hyvin puheesta selvän ilman äänentoistolaitteiden käyttöä • muut kokoontumistilat kuten teatterit ja kirjastot 	35
Toimistot, kaupat, näyttelytilat, museot	40/45*

Tämän asiakirjan osittainen julkaiseminen tai kopiointi on sallittua vain Insinööritoimisto Heikki Helimäki Oy:n kirjallisella luvalla. Omistusoikeus myytyyn palveluun siirtyä vastaanottajalle kun tilaus on maksettu.

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

Tässä lausunnossa sovelletaan taulukon 3 suositusarvoja. Koska rakennus tulee hyvin lähelle tiuhaan liikenneitä metrorataa ja itäväylää, on rakennuksen julkisivun ääneneristävyden oltava riittävä ja siten on suositeltavaa käyttää tiukempia raja-arvoja (30 dB/40 dB) runkomelun osalta.

3 Tulokset

Mittauksista kiihtyvyyssignaaleista laskettiin ja arvioitiin tärinä- sekä runkomelutasot suunnitellussa rakennuksessa. Mittaustulosten värähtelylähteenä oli metroliikenne.

3.1 Tärinän tunnusluvut maaperässä

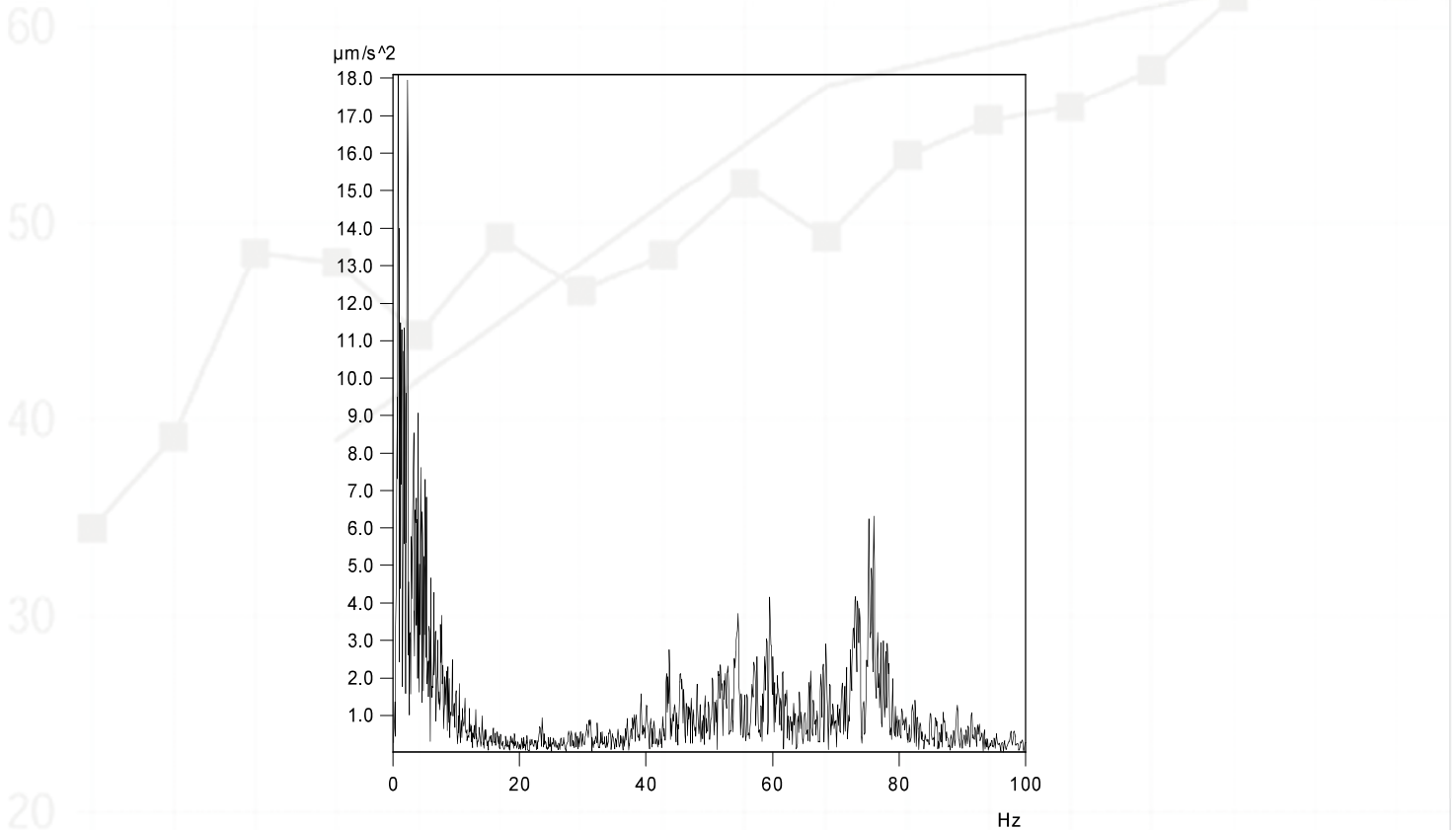
Kaikki mittaustulokset analysoitiin VTT:n julkaiseman ohjeen mukaisesti [Talja, A. 2004]. Menetelmässä jokainen mitattu lineaarinen kiihtyvyyssignaali ensin käsitellään vastaamaan ihmisen kokemaa tärinän häiritsevyyttä käyttäen taajuuspainotusta [ISO 2631-2. 2003]. Tämän jälkeen taajuuspainotetusta signaalista määritetään yhden sekunnin aikavakiota käyttämällä tehollisarvo. Tehollisarvojen huippuarvoista 15 merkitsevintä (=suurinta) valitaan tunnusluvun laskentaan. Tunnusluku saadaan lisäämällä 15 merkitsevimmän tuloksen keskiarvoon keskihajonta 1,8-kertaisena. Näin saatua tunnuslukua voidaan verrata VTT:n ohjeen mukaisiin suosituksiin. Tunnusluvun tilastollinen määrittely on, että se 95 prosentin todennäköisyydellä edustaa kaikkia liikennevälineitä. Toisin sanoen satunnaisesti mitattu ohitus ei 95 prosentin todennäköisyydellä ylitä kyseistä arvoa.

Taulukossa 4 on esitetty kiihtyvyyden tilastolliset tunnusluvut $a_{w,95}$ mittaajaksolta määritettynä. Taulukossa on lisäksi esitetty suurin mitattu yksittäisen ohituksen painotetun kiihtyvyyden tehollisarvon huippuarvo $\hat{a}_{w,RMS}$ eri mittauspisteissä. Tunnusluvun määrittelyssä on käytetty kerrointa 1.

Taulukko 4. Mittausalueelta eri mittauspisteissä määritetyt tunnusluvut $a_{w,95}$, suurimmat huippuarvot $\hat{a}_{w,RMS}$ sekä tärinäluokat taulukon 2 mukaan.

Mittaus-piste	Mittaus-suunnat	Tunnusluku $a_{w,95}$ mittaajaksolta määritettynä	Suurin taajuuspainotetun kiihtyvyyden tehollisarvon huippuarvo $\hat{a}_{w,RMS}$ mittaajaksolla	Tärinäluokka VTT:n suosituksen mukaan
MP1	pystysuunta	0,1 mm/s ²	0,1 mm/s ²	A
	rataa vasten kohtisuoraan	0,3 mm/s ²	0,4 mm/s ²	A
MP2	pystysuunta	0,2 mm/s ²	0,3 mm/s ²	A
	rataa vasten kohtisuoraan	0,3 mm/s ²	0,3 mm/s ²	A
MP3	pystysuunta	0,2 mm/s ²	0,2 mm/s ²	A
	rataa vasten kohtisuoraan	0,7 mm/s ²	1,0 mm/s ²	A
	radan suuntaisesti	0,5 mm/s ²	0,5 mm/s ²	A

Tämän asiakirjan osittainen julkaiseminen tai kopiointi on sallittua vain Insinööritoimisto Heikki Helimäki Oy:n kirjallisella luvalla. Omistusoikeus myytyyn palveluun siirtyy vastaanottajalle kun tilaus on maksettu.



Kuva 1. Kiihtyvyyden $\hat{a}_{w,RMS} = 1,0 \text{ mm/s}^2$ tuottaneen metron ohituksesta mitatun signaalin spektri. Mittaustulos on mittauspisteestä 3 rataa vasten kohtisuoraan.

3.2. Tärinän tunnusluvut rakennuksessa

Maaperästä mitatut mittaustulokset analysoitiin lisäksi VTT:n ohjeen 2425 "Rakennuksiin siirtyvän liikennetärinän arviointi" mukaisesti. Menetelmässä lasketaan maaperästä määritetyn tunnusluvun laskennassa käytettyjen 15 merkitsevimmän ohituksen perusteella tärinän kytkeytyminen taajuuskaistoittain rakennuksen perustuksiin. Alle 10 Hz taajuuksilla sekä pysty- että vaakasuuntaisen tärinän oletetaan kytkeytyvän vaimentumatta perustuksiin. Koska kohteessa tärinän hallitsevat komponentit ovat pääasiassa alle 10 Hz taajuuksilla, värähtelyn tunnusluku perustuksissa on lähes yhtä suuri kuin maaperässä.

Perustuksista vaakasuuntaisen tärinän oletetaan kytkeytyvän ja vahvistuvan rakennuksen rungossa. Rakennuksen rungolle lasketaan tärinän tunnusluku sekä yleistä voimistumista noudattaen ($a_{w,1,runko}$) että resonanssitarkastelun perusteella ($a_{w,2,runko}$). Tärinä taajuussisällön osuessa rungon ominaistajuudelle tärinä voimistuu huomattavasti. Rungon ominaistajuuden arvioinnissa ei määritetä tarkkaa resonanssitaajuutta, vaan resonanssin arvioidaan aina sijoittuvan tietyille taajuusvälille rakennuksen korkeudesta riippuen. Kyseisellä taajuusvälillä tärinän voimistuminen lasketaan terssikaistoittain. Lopulliseksi rakennuksessa esiintyvän vaakasuuntaisen tärinän tunnusluvuksi käytetään tunnuslukua ($a_{w,95,runko}$), joka on edellä mainituista rungon tunnusluvuista suurempi.

Perustuksista pystysuuntaisen tärinän oletetaan kytkeytyvän ja vahvistuvan rakennuksen lattioissa. Rakennuksen lattioille lasketaan tärinän tunnusluku rungon tapaan sekä yleistä voimistumista noudattaen ($a_{w,1,lattia}$) että resonanssitarkastelun perusteella ($a_{w,2,lattia}$). Tärinän taajuussisällön keskittyessä lattian ominaistajuuden läheisyyteen tärinä voimistuu huomattavasti kyseisillä taajuuksilla. Lattian resonanssitarkastelussa

Tämän asiakirjan osittainen julkaiseminen tai kopiointi on sallittua vain Insinööritoimisto Heikki Helimäki Oy:n kirjallisella luvalla. Omistusoikeus myytyyn palveluun siirtyä vastaanottajalle kun tilaus on maksettu.

oletetaan, että laskennan epätarkkuuksista johtuen, resonanssi voi esiintyä arvioidun terssikaistan lisäksi myös vierekkaisilla terssikaistoilla. Lopulliseksi rakennuksessa esiintyvän pystysuuntaisen värinän tunnusluvuksi käytetään tunnuslukua ($a_{w,95,lattia}$), joka on edellä mainituista lattian tunnusluvuista suurempi.

Taulukossa 5 on esitetty värinän tunnusluvut sekä rakennuksen rungolle että lattialle. Rungon ja lattian tunnusluvut on arvioitu ns. pahimmassa tapauksessa, jolloin siis värinä voimistuu rungon ja lattian resonanssin seurauksena. Tuloksista havaita, että rakennus tulee sijoittumaan luokkaan A, vaikka lattioissa värinä voimistuisi resonanssin seurauksena. Mikäli runkomelun vaimennukseen käytetään eristinkaistoja, tulee niiden vaikutus värinätasoihin huomioida.

Taulukko 5. Arvioidut värinän tunnusluvut rakennuksen rungolle sekä lattialle mittauspisteittäin. Uudisrakennuksissa tavoitteena on värinäluokka C, jonka korkein sallittu tunnusluku $a_{w,95}=11\text{mm/s}^2$.

mittauspiste	$a_{w,95,runko}$ [mm/s^2] ja värinäluokka	$a_{w,95,lattia}$ [mm/s^2] ja värinäluokka
MP1	0,4: luokka A	0,2: luokka A
MP2	0,3: luokka A	0,2: luokka A
MP3	1,0: luokka A	0,1: luokka A

3.3 Runkomelu rakennuksissa

Mitattujen kiihtyvyyssignaalin perusteella laskettiin värähtelynopeudet terssikaistoittain. Näistä arvoista laskettiin nopeustasot ($v_{ref}=50\text{nm/s}$), joiden perusteella arvioitiin rakennuksissa esiintyvän äänitason A-taajuuspainotetut SLOW-aikavakiolla määritetyt huippuarvot $L_{A,S,max}$. Maaperästä mitatuista arvoista saadaan arvioitua rakennuksissa esiintyvä äänitaso lisäämällä niihin 15 dB. Menettelytapa on ns. perinteinen tapa ja ollut yleisesti käytössä jo pitkään. Yksityiskohtainen runkomelutasojen laskenta edellyttäisi huoneen kaikkien pintojen sekä niiden ominaisuuksien taajuuskaistaista huomioimista, ja johtaisi siten tarkoituksettoman monimutkaiseen laskentaan.

VTT:n tiedotteessa 2468 Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi on kuvattu menetelmä runkomelutasojen laskennalliseen arviointiin. Menetelmässä nopeuden referenssitasona v_{ref} käytetään 1nm/s ja lopputuloksena saadaan runkomelutasolle tilastollinen tunnusluku L_{prm} . Tunnusluvun määritelmä on, että satunnaisen ohituksen aiheuttama mittaustulos 95% todennäköisyydellä alittaa kyseisen tunnusluvun. Laskentamenetelmä perustuu yhdysvalloissa kehitettyihin laskentamalleihin [FRA. 2005], [FTA. 2006] ja siinä huomioidaan mm. etäisyys, liikennöivä kalusto, ajonopeus, ajoneuvon ominaisuudet, väylän kunto, radan mahdollinen eristys, väylän sijainti, rakennuksen tyyppi, tarkasteltava kerros, rakennusosien resonanssin vaikutus sekä värähtelyn taajuusjakauma. Koska nyt maaperästä saatuihin mittaustuloksiin sisältyvät jo laskentamenetelmän muuttujat lukuun ottamatta rakennuksen tyyppiä, tarkasteltavaa kerrosta, rakennusosien resonanssin vaikutusta ja värähtelyn taajuusjakamaa, laskettiin mittaustuloksista myös laskentamenetelmän mukaiset runkomelutasot huomioimalla puuttuvat muuttujat laskentamenetelmän mukaisesti.

Taulukossa 6 on esitetty eri mittauspisteissä rakennuksissa arvioidut runkomelutasot molemmilla menetelmillä.

Tämän asiakirjan osittainen julkaiseminen tai kopiointi on sallittua vain Insinööritoimisto Heikki Helimäki Oy:n kirjallisella luvalla. Omistusoikeus myytyyn palveluun siirtyy vastaanottajalle kun tilaus on maksettu.

Taulukko 6. Mittauspisteittäin arvioidut runkomelutasot rakennuksessa. Arvot on määritetty ns. perinteisen menetelmän mukaisesti ($L_{A,S,max}$) sekä VTT:n esittämän laskentamallin mukaisesti arvioitu runkomelun tilastollinen tunnusluku (L_{prm}). Arviot on esitetty rakennuksen alimpaa kerrosta koskien mittauspisteen kohdalla.

Mittauspiste	Mittaus-suunnat	Runkomelutaso $L_{A,S,max}$	Runkomelun tilastollinen tunnusluku L_{prm}
MP1	pystysuunta	47 dB	48 dB
	rataa vasten kohtisuoraan	45 dB	46 dB
MP2	pystysuunta	50 dB	50 dB
	rataa vasten kohtisuoraan	45 dB	45 dB
MP3	pystysuunta	47 dB	48 dB
	rataa vasten kohtisuoraan	45 dB	45 dB
	radan suuntaisesti	49 dB	49 dB

Taulukon 6 arvioidut runkomelutasot koskevat rakennuksen alinta kerrosta. Taulukossa 7 on esitetty taulukossa 6 esitettyjen mittaustulosten perusteella lasketut etäisyydet, joilla eri runkomelun raja-arvot arvioidaan saavutettavan ensimmäisessä eri kerroksissa, jossa sijaitsee runkomelun kannalta oleellisia toimintoja. Raja-arvot on määritelty määrävimpien mittaustulosten perusteella. Tässä tapauksessa määrävvin mittaustulos on mittauspisteestä 2 pystysuuntaan saatu tulos. Taulukossa 7 esitettyjen etäisyyksien perusteella voidaan todeta, että rakennuksen ensimmäisessä kerroksessa, jossa sijaitsee liiketiloja, ylitetään 45 dB runkomelun tunnusluku pienellä osaa rakennusta ja 40 dB ylitetään aina 23 metrin etäisyydelle asti. Toisessa kerroksessa, jossa sijaitsee liiketilojen lisäksi neuvolatiloja, ylitetään 35 dB runkomelun tunnusluku 41 metrin etäisyydelle ja 30 dB tunnusluku 73 metrin etäisyydelle. Kaikissa toimistotiloissa alitetaan 40 dB runkomelun tunnusluku.

Taulukossa 3 esitetyistä raja-arvoista tilat, joilta edellytetään runkomelun tunnuslukua 30 dB, voidaan yleensä tulkita tarkoittavan tiloja, joissa vaaditaan riittävää häiriöttömyyttä levon ja unen kannalta. Tilat, joissa jo tilojen toiminnoista johtuen on paljon taustamelua esim. kaupat, avotoimistot voidaan soveltaa runkomelun tunnusluvun raja-arvoa 40 dB tai 45 dB. Yhden hengen toimistohuoneet, joilta edellytetään suhteellisen häiriöttömiä olosuhteita mutta, joilta ei kuitenkaan ole kohtuullista edellyttää yhtä häiriöttömiä olosuhteita kuin lepäämiseen ja nukkumiseen käytettäviltä tiloilta, voidaan edellyttää runkomelun tunnuslukua 35 dB. Näin ollen nyt kyseessä olevan kohteen neuvotteluhuoneille, vastaanottohuoneille jne. voidaan soveltaa runkomelun tunnusluvun osalta 35 dB vaatimusta. Taulukossa 7 esitettyjen arvioiden perusteella tämä vaatimus tullaan ylittämään suuressa osassa rakennusta. Mikäli esim. liikennöivässä kalustossa, ajonopeuksissa tai väylän kunnossa tapahtuu muutoksia, voivat runkomelutasot olla korkeampia kuin tässä on arvioitu.

Tämän asiakirjan osittainen julkaiseminen tai kopiointi on sallittua vain Insinööritoimisto Heikki Helimäki Oy:n kirjallisella luvalla. Omistusoikeus myytyyn palveluun siirtyy vastaanottajalle kun tilaus on maksettu.

Insinööritoimisto Heikki Helimäki Oy HELIMÄKI AKUSTIKOT - Helsinki HELIMÄKI AKUSTIKOT - Tampere

ALV-REK FI1042841-4 KOTIPAIKKA
Y-TUNNUS 1042841-4 Virrat

Tempellicatu 6 B Tel +358 20 7118 590
00100 Helsinki Fax +358 9 5893 3861

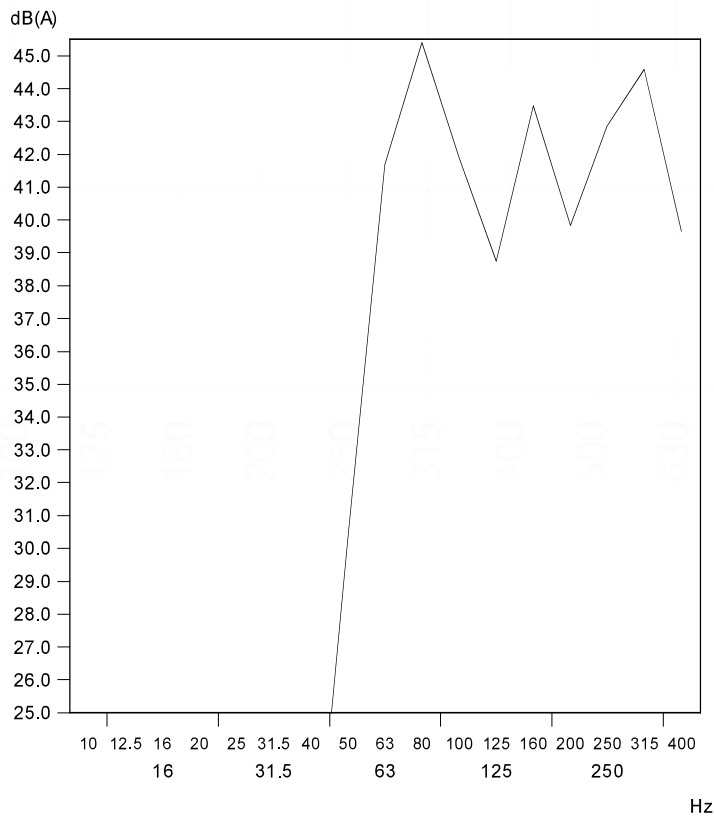
Pinninkatu 58 A Tel +358 20 7118 590
33100 Tampere Fax +358 3 3180 121

etunimi.sukunimi@helimaki.fi
www.helimaki.fi

Taulukko 7. Runkomelulle arvioidut etäisyydet, joilla saavutetaan eri raja-arvot eri kerroksissa.

	arvioitu etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta, jolla saavutetaan				
	$L_{prn} > 45dB$	$L_{prn} < 40dB$	$L_{prn} < 35dB$	$L_{prn} < 30dB$	$L_{prn} < 25dB$
1. krs	<13m	>23m	>41m	>73m	>131m
2. krs	<10m	>18m	>33m	>58m	>104m
3. krs	<8m	>15m	>26m	>46m	>82m
4. krs	<7m	>12m	>21m	>37m	>66m
5. krs	<5m	>9m	>16m	>29m	>52m
6. krs	<5m	>8m	>15m	>26m	>46m
7. krs	<4m	>7m	>13m	>23m	>41m
8. krs	<4m	>7m	>12m	>21m	>37m
9. krs	<3m	>6m	>10m	>18m	>33m
10. krs	<3m	>5m	>9m	>16m	>29m
11. krs	<3m	>5m	>8m	>15m	>26m
12. krs	<2m	>4m	>7m	>13m	>23m
13. krs	<2m	>4m	>7m	>12m	>21m
14. krs	<2m	>3m	>6m	>10m	>18m

Kuvassa 2 on esitetty suurimman runkomelutason tuottaneen mittaustuloksen terssikaistaiset arvot. Kuvasta voidaan havaita, että runkomelu on voimakkaimmillaan taajuusalueella 63...400 Hz.



Kuva 2. Runkomelutason $L_{A,S,max}=50dB$ tuottaneen metron ohituksen terssikaistaiset arvot. Mittaustulos on mittauspisteestä 2 pystysuuntaan.

Tämän asiakirjan osittainen julkaiseminen tai kopiointi on sallittua vain Insinööritoimisto Heikki Helimäki Oy:n kirjallisella luvalla. Omistusoikeus myytyyn palveluun siirtyä vastaanottajalle kun tilaus on maksettu.

4 Yhteenveto ja suositukset

Mittaustulosten perusteella rakennus tulee sijoittumaan tärinäluokkaan A, vaikka latioissa ja rungossa tärinä voimistuisi resonanssin seurauksena. Tärinäluokituksessa käsittää luokat A, B, C ja D, luokka A ollessa paras mahdollinen. Vähimmäistavoitteena uudisrakennuksissa käytetään tärinäluokkaa C. Mikäli runkomelun vaimennukseen käytetään eristinkaistoja, tulee niiden vaikutus tärinätasoihin huomioida.

Runkomelun osalta suurimmalle osalle tiloista ehdotetaan sovellettavaksi runkomelun tunnusluvun ylärajaa $L_{prm}=30\text{dB}$. Taulukossa 7 esitettyjen eri kerroksissa arvioitujen runkomelun raja-arvojen perusteella 30dB raja-arvo ylitetään suuressa osassa rakennusta.

Runkomelua on mahdollista vaimentaa joko metroradan rakenteita eristämällä tai eristämällä rakennus tai sen osia. Koska metroradan eristäminen edellyttää radan nykyisten rakenteiden osittaista purkamista ja aiheuttaa liikennöintiin haittoja, on luultavasti helpompaa ja halvempaa suorittaa eristys rakennuksessa. Rakennuksessa eristäminen on mahdollista tehdä eristämällä koko rakennus maaperästä eristinkaistoin, jolloin vaimennusrakenteet sijoitetaan perustusten ja rungon väliin tai vaihtoehtoisesti eristämällä rakennuksessa raja-arvot ylittävällä osalla kyseiset huonetilat huonehuoneessa ratkaisulla. Käytännössä tämä tarkoittaa kyseisten huonetilojen osalta kaikkien rakenteiden rakentamista rungosta irrotetun kelluvan pintalaatan päältä ja alaslaskettujen kattorakenteiden tekoa jokaiseen huonetilaan.

Oletettavasti kohteessa kustannustehokkain ja järkevin tapa toteuttaa runkomelun vaimennus on eristää koko rakennus maaperästä, koska eristettäviä huonetiloja on todennäköisesti paljon (vrt. taulukko 7). Voimme tarvittaessa suunnitella tarvittavat eristysrakenteet yhteistyössä muiden suunnittelijoiden kanssa.


Taulukko 8. Kustannusarvioita eristimien osalta eri vaimennusvaihtoehdoille.

Eristinratkaisu	Kustannusarvio
Rata eristetty teräsousien varaan rakennetulla kelluvalla betonilaatalla	n. 500€/m/raide
Rata eristetty ratapölkkyjen alle asennettavin vaimentimin	n. 100€/m/raide
Rata eristetty sepelikerroksen alle asennettavalla vaimennuserroksella	n. 220€/m/raide
Rakennus eristetty 12,5mm eristin kerroksella (Sylomer...Sylodyn))	n. 5...6€/tonni
Rakennus eristetty 25mm eristin kerroksella (Sylomer...Sylodyn))	n. 10...12€/tonni
Rakennus eristetty 50mm eristin kerroksella (Sylomer...Sylodyn))	n. 20...24€/tonni
Rakennus eristetty teräsousin	n. 30...35€/tonni
huone-huoneessa lattian eristinmateriaali (eristin koko pinta-asennuksena)	n. 50€/m ²

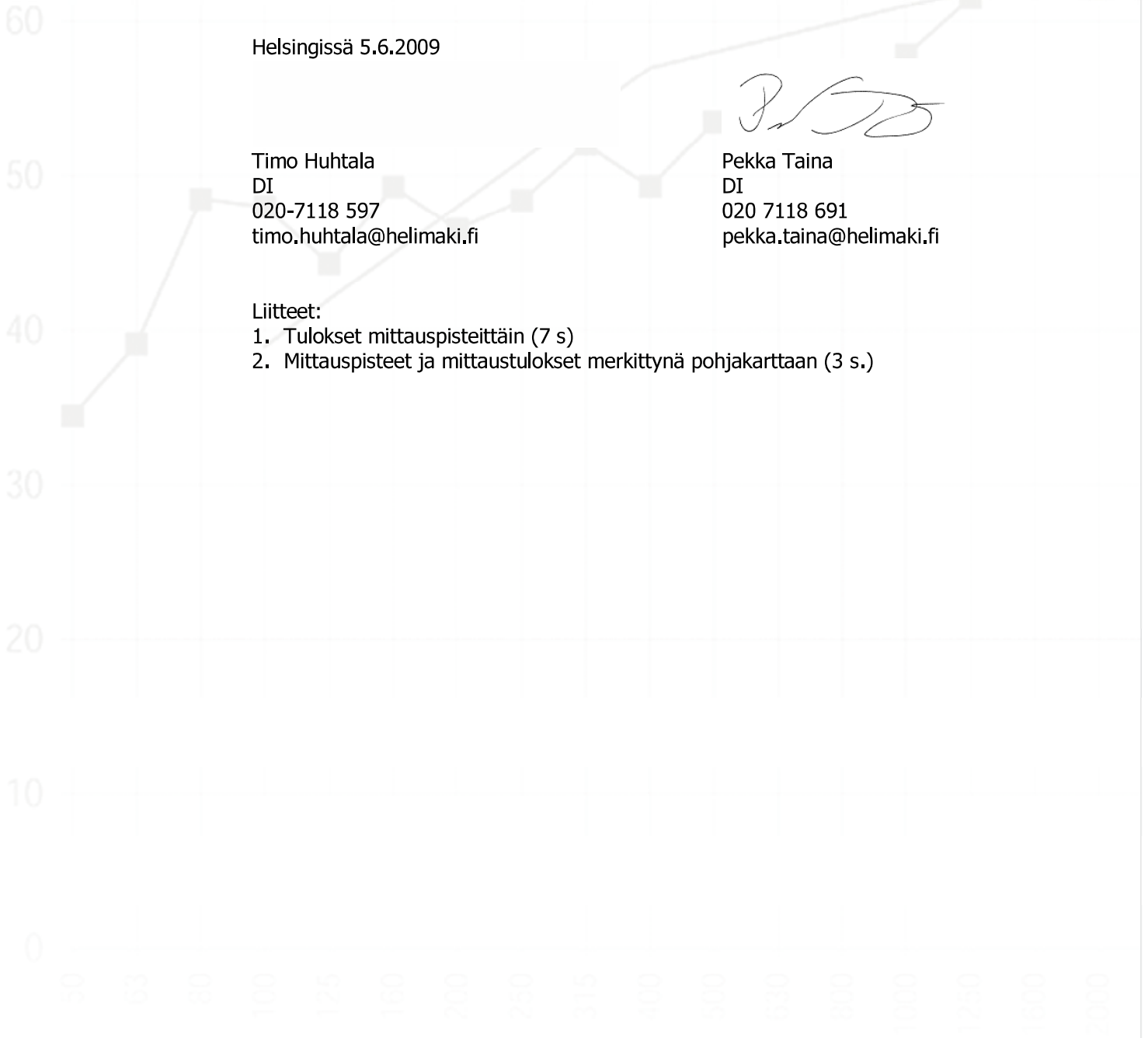
Tämän asiakirjan osittainen julkaiseminen tai kopiointi on sallittua vain Insinööritoimisto Heikki Helimäki Oy:n kirjallisella luvalla. Omistusoikeus myytyyn palveluun siirtyy vastaanottajalle kun tilaus on maksettu.

Helsingissä 5.6.2009

Timo Huhtala
DI
020-7118 597
timo.huhtala@helimaki.fi


Pekka Taina
DI
020 7118 691
pekka.taina@helimaki.fi

- Liitteet:
1. Tulokset mittauspisteittäin (7 s)
2. Mittauspisteet ja mittaustulokset merkittynä pohjakarttaan (3 s.)



Tämän asiakirjan osittainen julkaiseminen tai kopiointi on sallittua vain Insinööritoimisto Heikki Helimäki Oy:n kirjallisella luvalla.
Omistusoikeus myytyyn palveluun siirtyä vastaanottajalle kun tilaus on maksettu.

Insinööritoimisto Heikki Helimäki Oy HELIMÄKI AKUSTIKOT - Helsinki HELIMÄKI AKUSTIKOT - Tampere

ALV-REK FI1042841-4	KOTIPAIKKA	Tempellicatu 6 B	Tel +358 20 7118 590	Pinninkatu 58 A	Tel +358 20 7118 590	etunimi.sukunimi@helimaki.fi
Y-TUNNUS 1042841-4	Virrat	00100 Helsinki	Fax +358 9 5893 3861	33100 Tampere	Fax +358 3 3180 121	www.helimaki.fi

mittauspiste= MP1
mittaussuunta= pystysuunta
etäisyys lähimmästä raiteesta= 7m
anturin sijoitus= kallio

15 merkitsevintä tulosta tärinän osalta

mittaus pvm	mittausaika	$\dot{a}_{w,RMS}$ [mm/s ²]	junan kulkusuunta	junatyppi	yksiköiden lkm	nopeus [km/h]	akseleiden lkm	paino [t]	muuta
11.5.2009	11:34:28	0,14	L	M100	6	64			
11.5.2009	13:54:47	0,13	I	M100	6	57			
11.5.2009	13:44:38	0,13	L	M100	6	58			
11.5.2009	11:05:09	0,12	L	M100	6	52			
11.5.2009	13:30:06	0,12	L	M100	6	60			
11.5.2009	13:20:06	0,12	L	M100	6	62			
11.5.2009	14:00:38	0,12	I	M100	6	56			
11.5.2009	13:10:24	0,12	L	M100	6	53			
11.5.2009	14:08:20	0,10	L	M100	6	58			
11.5.2009	14:11:07	0,10	L	M100	6	56			
11.5.2009	11:54:34	0,10	L	M100	6	61			
11.5.2009	13:15:29	0,10	L	M100	6	58			
11.5.2009	10:59:11	0,10	I	M200	6	58			
11.5.2009	11:40:22	0,10	L	M100	6	57			
11.5.2009	13:40:15	0,09	I	M100	6	56			

keskiarvo 0,11 mm/s²
keskihajonta 0,02 mm/s²
kerroin 1
tunnusluku $a_{w,95}$ 0,14 mm/s² Luokka A

15 merkitsevintä tulosta runkomelun osalta

mittaus pvm	mittausaika	$L_{A,S,max}$ (dB) ¹⁾	$L_{p,A,S,max}$ (dB) ²⁾	junan kulkusuunta	junatyppi	yksiköiden lkm	nopeus [km/h]	akseleiden lkm	paino [t]	muuta
11.5.2009	13:10:24	47	47	L	M100	6	53			
11.5.2009	13:20:06	46	47	L	M100	6	62			
11.5.2009	13:30:06	46	47	L	M100	6	60			
11.5.2009	11:29:58	46	47	I	M100	6	55			
11.5.2009	11:54:34	46	47	L	M100	6	61			
11.5.2009	11:34:28	46	46	L	M100	6	64			
11.5.2009	12:24:49	46	47	L	M100	6	60			
11.5.2009	13:24:45	46	46	I	M200	6	65			
11.5.2009	13:44:38	46	46	L	M100	6	58			
11.5.2009	13:54:47	46	46	I	M100	6	57			
11.5.2009	12:55:12	46	46	I	M100	6	60			
11.5.2009	14:19:08	45	46	L	M100	6	51			
11.5.2009	13:05:10	44	45	L	M100	6	62			
11.5.2009	12:04:27	44	45	L	M100	6	63			
11.5.2009	12:40:28	44	45	L	M100	6	60			

Runkomelutaso $L_{p,m}$ = 48 dB

1) Runkomelutaso perinteisellä menetelmällä ja 2) Runkomelutaso VTT:n arviointi ohjeen mukaan

mittauspiste= MP1
mittaussyunta= rataa vasten kohtisuoraan
etäisyys lähimmästä raiteesta= 7m
anturin sijoitus= kallio

15 merkittävintä tulosta tärinän osalta

mittaus pvm	mittausaika	$\dot{a}_{w,RMS}$ [mm/s ²]	junan kulkusuunta	junatyyppi	yksiköiden lkm	nopeus [km/h]	akselien lkm	paino [t]	muuta
11.5.2009	11:40:22	0,43	L	M100	6	57			
11.5.2009	11:00:22	0,27	L	M200	6	47			
11.5.2009	12:35:13	0,18	L	M100	6	58			
11.5.2009	13:15:29	0,17	L	M100	6	58			
11.5.2009	11:05:09	0,15	L	M100	6	52			
11.5.2009	12:24:49	0,14	L	M100	6	60			
11.5.2009	11:14:45	0,14	L	M100	6	60			
11.5.2009	12:16:02	0,13	L	M100	6	60			
11.5.2009	11:20:20	0,13	L	M100	6	59			
11.5.2009	12:46:29	0,13	L	M100	6	59			
11.5.2009	13:24:45	0,12	I	M200	6	65			
11.5.2009	11:34:28	0,12	L	M100	6	64			
11.5.2009	11:29:58	0,11	I	M100	6	55			
11.5.2009	14:08:20	0,11	L	M100	6	58			
11.5.2009	11:54:34	0,10	L	M100	6	61			

keskiarvo 0,16 mm/s²
keskihajonta 0,08 mm/s²
kerroin 1
tunnusluku $a_{w,95}$ 0,31 mm/s² Luokka A

15 merkittävintä tulosta runkomelun osalta

mittaus pvm	mittausaika	$L_{A,S,max}$ (dB)	$L_{p,A,S,max}$ (dB ²)	junan kulkusuunta	junatyyppi	yksiköiden lkm	nopeus [km/h]	akselien lkm	paino [t]	muuta
11.5.2009	13:30:06	45	45	L	M100	6	60			
11.5.2009	13:20:06	45	45	L	M100	6	62			
11.5.2009	11:54:34	44	45	L	M100	6	61			
11.5.2009	11:29:58	44	45	I	M100	6	55			
11.5.2009	11:34:28	44	45	L	M100	6	64			
11.5.2009	13:24:45	44	45	I	M200	6	65			
11.5.2009	12:55:12	44	45	I	M100	6	60			
11.5.2009	13:10:24	44	45	L	M100	6	53			
11.5.2009	12:24:49	44	45	L	M100	6	60			
11.5.2009	13:54:47	44	45	I	M100	6	57			
11.5.2009	13:44:38	44	45	L	M100	6	58			
11.5.2009	14:19:08	44	44	L	M100	6	51			
11.5.2009	13:04:20	42	43	I	M100	6	56			
11.5.2009	13:34:38	42	43	I	M100	6	56			
11.5.2009	12:34:45	42	43	I	M100	6	56			

Runkomelutaso $L_{p,rm}$ = 46 dB

1) Runkomelutaso perinteisellä mentelmällä ja 2) Runkomelutaso VTT:n arviointi ohjeen mukaan

mittauspiste= MP2
mittaussuunta= pystysuunta
etäisyys lähimmästä raiteesta= 7m
anturin sijoitus= kallio

15 merkitsevintä tulosta tärinän osalta

mittaus pvm	mittausaika	$\hat{a}_{w,RMS}$ [mm/s ²]	junan kulkusuunta	junatyyppi	yksiköiden lkm	nopeus [km/h]	akseleiden lkm	paino [t]	muuta
11.5.2009	11:39:28	0,26	I	M100	6	57			
11.5.2009	11:34:28	0,22	L	M100	6	64			
11.5.2009	11:05:09	0,22	L	M100	6	52			
11.5.2009	13:54:47	0,18	I	M100	6	57			
11.5.2009	13:35:06	0,18	L	M100	6	58			
11.5.2009	14:03:05	0,17	L	M100	6	64			
11.5.2009	12:40:28	0,17	L	M100	6	60			
11.5.2009	13:05:10	0,17	L	M100	6	62			
11.5.2009	11:40:22	0,17	L	M100	6	57			
11.5.2009	11:24:43	0,17	L	M100	6	61			
11.5.2009	12:16:02	0,17	L	M100	6	60			
11.5.2009	12:04:27	0,17	L	M100	6	63			
11.5.2009	13:44:38	0,17	L	M100	6	58			
11.5.2009	13:20:06	0,17	L	M100	6	62			
11.5.2009	11:20:20	0,17	L	M100	6	59			

keskiarvo 0,18 mm/s²
keskihajonta 0,03 mm/s²
kerroin 1
tunnusluku $a_{w,95}$ 0,23 mm/s² Luokka A

15 merkitsevintä tulosta runkomelun osalta

mittaus pvm	mittausaika	$L_{A,S,max}$ (dB)	$L_{p,A,S,max}$ (dB) ²⁾	junan kulkusuunta	junatyyppi	yksiköiden lkm	nopeus [km/h]	akseleiden lkm	paino [t]	muuta
11.5.2009	13:20:06	50	51	L	M100	6	62			
11.5.2009	11:54:34	50	50	L	M100	6	61			
11.5.2009	11:34:28	50	50	L	M100	6	64			
11.5.2009	13:30:06	49	50	L	M100	6	60			
11.5.2009	13:54:47	49	50	I	M100	6	57			
11.5.2009	13:44:38	49	50	L	M100	6	58			
11.5.2009	13:10:24	49	50	L	M100	6	53			
11.5.2009	12:24:49	49	50	L	M100	6	60			
11.5.2009	11:29:58	49	50	I	M100	6	55			
11.5.2009	14:19:08	49	50	L	M100	6	51			
11.5.2009	13:24:45	49	50	I	M200	6	65			
11.5.2009	12:55:12	49	49	I	M100	6	60			
11.5.2009	13:35:06	49	49	L	M100	6	58			
11.5.2009	13:05:10	48	49	L	M100	6	62			
11.5.2009	14:03:05	48	49	L	M100	6	64			

Runkomelutaso L_{pm} = 50 dB

1) Runkomelutaso perinteisellä mentelmällä ja 2) Runkomelutaso VTT:n arviointi ohjeen mukaan

mittauspiste= MP2
mittaussuunta= rataa vasten kohtisuoraan
etäisyys lähimmästä raiteesta= 7m
anturin sijoitus= kallio

15 merkitevintä tulosta tärinän osalta

mittaus pvm	mittausaika	$\hat{a}_{w,RMS}$ [mm/s ²]	junan kulkusuunta	junatyyppi	yksiköiden lkm	nopeus [km/h]	akselien lkm	paino [t]	muuta
11.5.2009	11:39:28	0,30	I	M100	6	57			
11.5.2009	11:14:45	0,23	L	M100	6	60			
11.5.2009	12:24:49	0,17	L	M100	6	60			
11.5.2009	11:24:43	0,17	L	M100	6	61			
11.5.2009	13:05:10	0,17	L	M100	6	62			
11.5.2009	13:20:06	0,17	L	M100	6	62			
11.5.2009	11:34:28	0,16	L	M100	6	64			
11.5.2009	13:10:24	0,15	L	M100	6	53			
11.5.2009	13:30:06	0,14	L	M100	6	60			
11.5.2009	11:09:57	0,14	L	M100	6	57			
11.5.2009	12:35:13	0,14	L	M100	6	58			
11.5.2009	13:24:45	0,14	I	M200	6	65			
11.5.2009	12:10:24	0,14	L	M100	6	61			
11.5.2009	13:54:47	0,14	I	M100	6	57			
11.5.2009	14:03:05	0,14	L	M100	6	64			

keskiarvo 0,17 mm/s²
keskihajonta 0,04 mm/s²
kerroin 1
tunnusluku $a_{w,95}$ 0,25 mm/s² Luokka A

15 merkitevintä tulosta runkomelun osalta

mittaus pvm	mittausaika	$L_{A,S,max}$ (dB)	$L_{p,A,S,max}$ (dB) ²⁾	junan kulkusuunta	junatyyppi	yksiköiden lkm	nopeus [km/h]	akselien lkm	paino [t]	muuta
11.5.2009	13:20:06	45	45	L	M100	6	62			
11.5.2009	13:54:47	44	44	I	M100	6	57			
11.5.2009	11:34:28	44	44	L	M100	6	64			
11.5.2009	11:54:34	44	44	L	M100	6	61			
11.5.2009	13:44:38	44	44	L	M100	6	58			
11.5.2009	13:30:06	44	44	L	M100	6	60			
11.5.2009	12:24:49	44	44	L	M100	6	60			
11.5.2009	13:10:24	44	44	L	M100	6	53			
11.5.2009	14:19:08	44	44	L	M100	6	51			
11.5.2009	12:55:12	44	43	I	M100	6	60			
11.5.2009	11:29:58	44	43	I	M100	6	55			
11.5.2009	13:24:45	44	44	I	M200	6	65			
11.5.2009	13:35:06	43	43	L	M100	6	58			
11.5.2009	13:05:10	43	43	L	M100	6	62			
11.5.2009	12:46:29	43	43	L	M100	6	59			

Runkomelutaso L_{pm} = 45 dB

1) Runkomelutaso perinteisellä mentelmällä ja 2) Runkomelutaso VTT:n arviointi ohjeen mukaan

mittauspiste= MP3
mittaussuunta= pystysuunta
etäisyys lähimmästä raiteesta= 7m
anturin sijoitus= kallio

15 merkitevintä tulosta tärinän osalta

mittaus pvm	mittausaika	$\hat{a}_{w,RMS}$ [mm/s ²]	junan kulkusuunta	junatyyppi	yksiköiden lkm	nopeus [km/h]	akselien lkm	paino [t]	muuta
11.5.2009	13:44:38	0,16	L	M100	6	58			
11.5.2009	11:34:28	0,16	L	M100	6	64			
11.5.2009	12:40:28	0,16	L	M100	6	60			
11.5.2009	12:24:49	0,16	L	M100	6	60			
11.5.2009	13:54:47	0,16	I	M100	6	57			
11.5.2009	13:20:06	0,16	L	M100	6	62			
11.5.2009	12:04:27	0,15	L	M100	6	63			
11.5.2009	11:14:45	0,15	L	M100	6	60			
11.5.2009	11:40:22	0,15	L	M100	6	57			
11.5.2009	14:08:20	0,15	L	M100	6	58			
11.5.2009	11:54:34	0,15	L	M100	6	61			
11.5.2009	11:29:58	0,15	I	M100	6	55			
11.5.2009	12:10:24	0,15	L	M100	6	61			
11.5.2009	11:50:42	0,14	L	M200	6	61			
11.5.2009	11:44:37	0,14	I	M100	6	56			

keskiarvo 0,15 mm/s²
keskihajonta 0,01 mm/s²
kerroin 1
tunnusluku $a_{w,95}$ 0,16 mm/s² Luokka A

15 merkitevintä tulosta runkomelun osalta

mittaus pvm	mittausaika	$L_{A,S,max}$ (dB)	$L_{p,A,S,max}$ (dB) ²⁾	junan kulkusuunta	junatyyppi	yksiköiden lkm	nopeus [km/h]	akselien lkm	paino [t]	muuta
11.5.2009	11:29:58	47	48	I	M100	6	55			
11.5.2009	11:54:34	47	48	L	M100	6	61			
11.5.2009	13:30:06	47	47	L	M100	6	60			
11.5.2009	13:20:06	47	47	L	M100	6	62			
11.5.2009	12:24:49	47	47	L	M100	6	60			
11.5.2009	11:34:28	47	47	L	M100	6	64			
11.5.2009	13:44:38	47	47	L	M100	6	58			
11.5.2009	13:54:47	46	47	I	M100	6	57			
11.5.2009	12:04:27	46	47	L	M100	6	63			
11.5.2009	13:10:24	46	47	L	M100	6	53			
11.5.2009	14:19:08	46	47	L	M100	6	51			
11.5.2009	12:55:12	46	47	I	M100	6	60			
11.5.2009	12:40:28	46	47	L	M100	6	60			
11.5.2009	12:10:24	46	47	L	M100	6	61			
11.5.2009	14:03:05	46	47	L	M100	6	64			

Runkomelutaso L_{pm} = 48 dB

1) Runkomelutaso perinteisellä menetelmällä ja 2) Runkomelutaso VTT:n arviointi ohjeen mukaan

mittauspiste= MP3
mittaussuunta= rataa vasten kohtisuoraan
etäisyys lähimmästä raiteesta= 7m
anturin sijoitus= kallio

15 merkitevintä tulosta tärinän osalta

mittaus pvm	mittausaika	$\hat{a}_{w,RMS}$ [mm/s ²]	junan kulkusuunta	junatyyppi	yksiköiden lkm	nopeus [km/h]	akselien lkm	paino [t]	muuta
11.5.2009	14:11:07	1,00	L	M100	6	56			
11.5.2009	14:47:12	0,56	L	M100	6	60			
11.5.2009	14:52:26	0,48	L	M200	6	60			
11.5.2009	11:14:45	0,48	L	M100	6	60			
11.5.2009	11:04:26	0,45	I	M100	6	51			
11.5.2009	14:00:38	0,43	I	M100	6	56			
11.5.2009	11:24:16	0,42	I	M200	6	63			
11.5.2009	14:34:53	0,41	I	M100	6	56			
11.5.2009	12:55:12	0,40	I	M100	6	60			
11.5.2009	11:20:20	0,38	L	M100	6	59			
11.5.2009	11:39:28	0,38	I	M100	6	57			
11.5.2009	11:09:57	0,38	L	M100	6	57			
11.5.2009	11:40:22	0,37	L	M100	6	57			
11.5.2009	13:15:29	0,36	L	M100	6	58			
11.5.2009	11:29:58	0,35	I	M100	6	55			

keskiarvo 0,46 mm/s²
keskihajonta 0,16 mm/s²
kerroin 1
tunnusluku $a_{w,95}$ 0,74 mm/s² Luokka A

15 merkitevintä tulosta runkomelun osalta

mittaus pvm	mittausaika	$L_{A,S,max}$ (dB)	$L_{p,A,S,max}$ (dB) ²⁾	junan kulkusuunta	junatyyppi	yksiköiden lkm	nopeus [km/h]	akselien lkm	paino [t]	muuta
11.5.2009	13:44:38	45	46	L	M100	6	58			
11.5.2009	13:20:06	44	45	L	M100	6	62			
11.5.2009	13:30:06	44	45	L	M100	6	60			
11.5.2009	13:54:47	44	45	I	M100	6	57			
11.5.2009	13:10:24	44	45	L	M100	6	53			
11.5.2009	12:46:29	44	45	L	M100	6	59			
11.5.2009	14:19:08	43	44	L	M100	6	51			
11.5.2009	13:15:29	43	44	L	M100	6	58			
11.5.2009	12:55:12	43	44	I	M100	6	60			
11.5.2009	12:24:49	43	44	L	M100	6	60			
11.5.2009	14:03:05	43	44	L	M100	6	64			
11.5.2009	12:40:28	43	44	L	M100	6	60			
11.5.2009	13:39:31	43	44	L	M100	6	58			
11.5.2009	13:05:10	43	44	L	M100	6	62			
11.5.2009	13:24:45	43	44	I	M200	6	65			

Runkomelutaso L_{pm} = 45 dB

1) Runkomelutaso perinteisellä menetelmällä ja 2) Runkomelutaso VTT:n arviointi ohjeen mukaan

mittauspiste= MP3
mittaussuunta= radan suuntaisesti
etäisyys lähimmästä raiteesta= 7m
anturin sijoitus= kallio

15 merkitevintä tulosta tärinän osalta

mittaus pvm	mittausaika	$\hat{a}_{w,RMS}$ [mm/s ²]	junan kulkusuunta	junatyyppi	yksiköiden lkm	nopeus [km/h]	akseleiden lkm	paino [t]	muuta
11.5.2009	13:30:06	0,49	L	M100	6	60			
11.5.2009	14:47:12	0,47	L	M100	6	60			
11.5.2009	11:00:22	0,42	L	M200	6	47			
11.5.2009	14:54:51	0,41	L	M100	6	56			
11.5.2009	11:14:45	0,39	L	M100	6	60			
11.5.2009	11:09:57	0,36	L	M100	6	57			
11.5.2009	14:44:25	0,35	L	M200	6	61			
11.5.2009	13:05:10	0,34	L	M100	6	62			
11.5.2009	11:44:37	0,32	I	M100	6	56			
11.5.2009	14:15:45	0,31	L	M100	6	57			
11.5.2009	12:24:49	0,31	L	M100	6	60			
11.5.2009	12:04:27	0,31	L	M100	6	63			
11.5.2009	13:10:24	0,31	L	M100	6	53			
11.5.2009	10:59:11	0,30	I	M200	6	58			
11.5.2009	11:05:09	0,30	L	M100	6	52			

keskiarvo 0,36 mm/s²
keskihajonta 0,06 mm/s²
kerroin 1
tunnusluku $a_{w,95}$ 0,47 mm/s² Luokka A

15 merkitevintä tulosta runkomelun osalta

mittaus pvm	mittausaika	$L_{A,S,max}$ (dB)	$L_{p,A,S,max}$ (dB) ²⁾	junan kulkusuunta	junatyyppi	yksiköiden lkm	nopeus [km/h]	akseleiden lkm	paino [t]	muuta
11.5.2009	11:34:28	49	49	L	M100	6	64			
11.5.2009	13:10:24	48	49	L	M100	6	53			
11.5.2009	13:44:38	48	49	L	M100	6	58			
11.5.2009	13:20:06	48	49	L	M100	6	62			
11.5.2009	13:30:06	48	49	L	M100	6	60			
11.5.2009	14:19:08	48	49	L	M100	6	51			
11.5.2009	11:54:34	48	49	L	M100	6	61			
11.5.2009	11:29:58	48	48	I	M100	6	55			
11.5.2009	13:54:47	48	49	I	M100	6	57			
11.5.2009	12:55:12	48	48	I	M100	6	60			
11.5.2009	13:24:45	48	48	I	M200	6	65			
11.5.2009	13:39:31	47	48	L	M100	6	58			
11.5.2009	12:46:29	47	48	L	M100	6	59			
11.5.2009	13:05:10	47	48	L	M100	6	62			
11.5.2009	12:24:49	47	48	L	M100	6	60			

Runkomelutaso L_{pm} = 49 dB

1) Runkomelutaso perinteisellä mentelmällä ja 2) Runkomelutaso VTT:n arviointi ohjeen mukaan



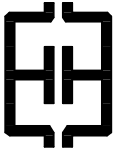
Mittauspisteissä mitattiin värähtelyä sekä pysty- että vaakasuuntiin. Mittauspisteiden etäisyydet lähimmästä raiteesta olivat:

MP1=7m

MP2=7m

MP3=7m





INSINÖÖRITOIMISTO HEIKKI HELIMÄKI OY
Temppellikatu 6 B, 00100 Helsinki
Puh. 020-7118 590, fax 09-589 33861
S-posti info@helimaki.fi

4274-2 Metron tärinä- ja runkomeluselvytys,
Kalasataman sosiaali- ja terveysasema

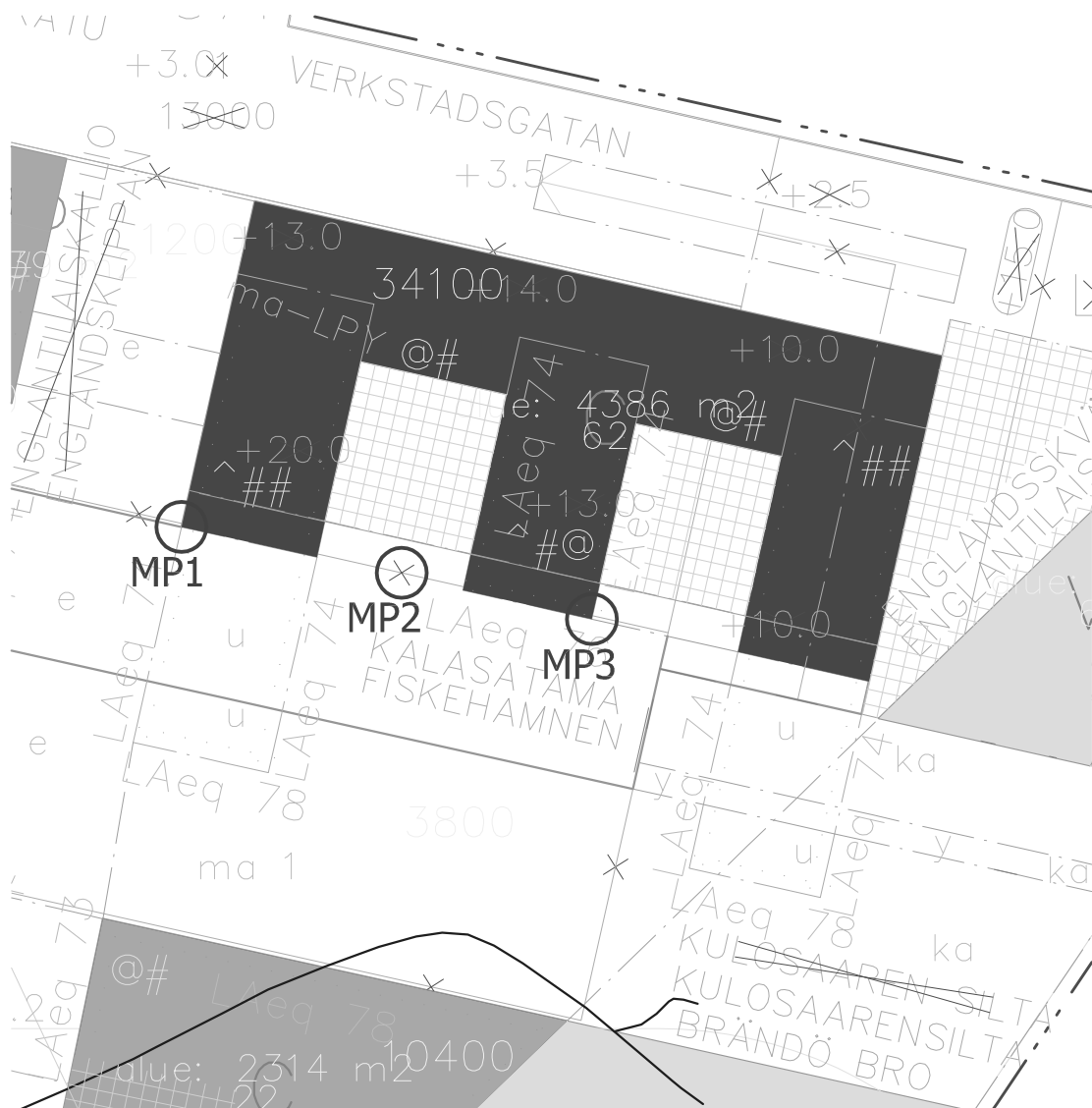
Tulokset tärinän osalta

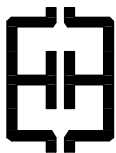
Liite 2
2(3)

2.6.2009

Eri mittauspisteissä maaperästä saadut kiihtyvyyden tilastolliset tunnusluvut $a_{w,95}$ (suluissa värähtelyluokka) sekä suurimmat yksittäisen ohituksen aiheuttamat kiihtyvyyden huippuarvot $\hat{a}_{w,RMS}$. Arvoista ensimmäinen on pystysuuntaan, toinen rataa kohtisuoraan ja kolmas radan suuntaisesti.

MP1	$a_{w,95}=0,1/0,3/-$ mm/s ² (A/A/-)	$\hat{a}_{w,RMS}=0,1/0,4/-$ mm/s ²
MP2	$a_{w,95}=0,2/0,3/-$ mm/s ² (A/A/-)	$\hat{a}_{w,RMS}=0,3/0,3/-$ mm/s ²
MP3	$a_{w,95}=0,2/0,7/0,5$ mm/s ² (A/A/A)	$\hat{a}_{w,RMS}=0,2/1,0/0,5$ mm/s ²





INSINÖÖRITOIMISTO HEIKKI HELIMÄKI OY
Temppelekatu 6 B, 00100 Helsinki
Puh. 020-7118 590, fax 09-589 33861
S-posti info@helimaki.fi

4274-2 Metron tärinä- ja runkomeluselvytys,
Kalasataman sosiaali- ja terveysasema

Tulokset runkomelun osalta

Liite 2
3(3)

2.6.2009

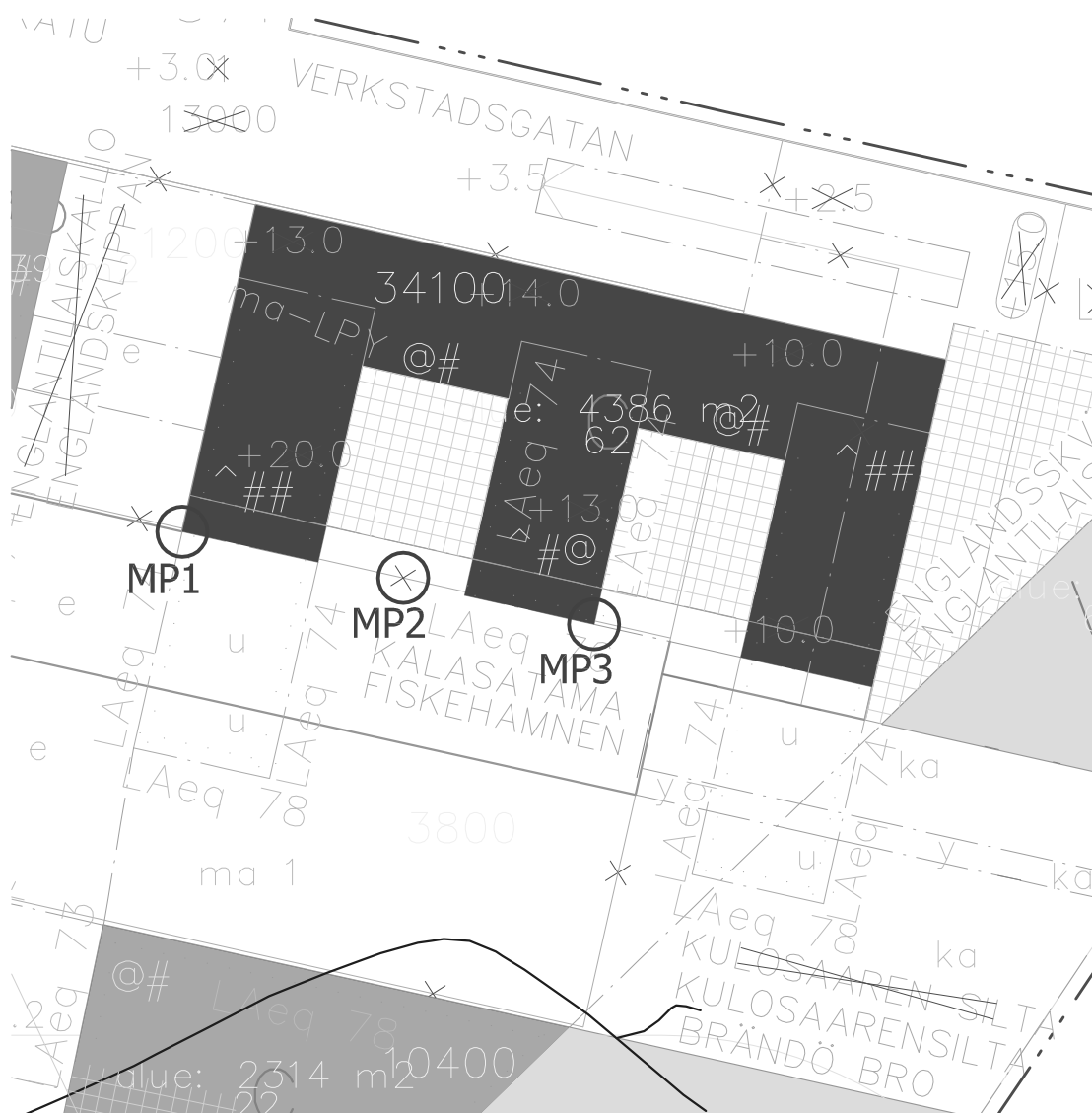
Eri mittauspisteissä saadut laskennalliset runkomelutasot $L_{A,S,max}$, sekä VTT:n mallin mukaan arvioidut tilastolliset tunnusluvut L_{prm} .

Arvoista ensimmäinen on pystysuuntaan, toinen rataa kohtisuoraan ja kolmas radan suuntaisesti.

MP1 $L_{A,S,max}=47/45/-$ dB $L_{prm}=48/46/-$ dB

MP2 $L_{A,S,max}=50/45/-$ dB $L_{prm}=50/45/-$ dB

MP3 $L_{A,S,max}=47/45/49$ dB $L_{prm}=48/45/49$ dB



KALASATAMAN KESKUS, ASEMAKAAVAN nro 12070 SELVITYKSET:

- 1 Kalasataman keskuksen toteutus sopimus
- 2 Kalasataman keskuksen kaupallinen selvitys
- 3 Korkea rakentaminen Helsingissä
- 4 Kalasataman keskuksen vaikutukset kaupunkikuvaan, maisemaan ja kulttuuriympäristöön
- 5 Kalasataman keskuksen varjostus selvitys
- 6 Kalasataman joukkoliikenneselvitys 2011
- 7 Kalasataman korkeiden rakennusten vaikutukset lintuihin, erityisesti Vanhankaupunginlahden Natura-alueen linnustoon
- 8 Kalasataman keskuksen palotekninen suunnitelma kaavoituksen tarpeisiin
- 9 Kalasataman keskuksen tuulisuusselvitys
- 10 Kalasataman keskuksen sosiaali- ja terveysaseman tärinä- ja runkomeluselvitys
- 11 Kalasataman keskuksen asemakaavan meluselvitys
- 12 Kalasataman kaava-alueelle suunnitellun viherkannan ympäristön liikenteen ja pysäköintilaitoksen ilmanlaatuvaikutukset
- 13 Helsingin Energian Hanasaaren B-voimalaitoksen ja huippulämpökeskuksen päästöjen leviämismalliselvitys
- 14 Kalasataman keskuksen toteutuksen kestävä kehittäminen
- 15 Kalasataman keskus - Ekotehokkuuden arviointi
- 16 Kalasataman keskus, Maaperän kunnostuksen yleissuunnitelma
- 17 Kalasataman keskus, Maaperän kunnostussuunnitelman täydennys
- 18 Kalasataman keskus, Pohjaveden tila, raportti 1

