

16.4.2020

Kuopion kaupunki
Kaupunkiympäristön palvelualue
Alueelliset ympäristönsuojelupalvelut

Ympäristönsuojelutarkastaja Erkki Pärjälä
erkki.parjala@kuopio.fi

Täydennys ympäristölupahakemukseen / Hepomäki, Kuopio

Kuopion kaupungin alueelliset ympäristöpalvelut on pyytänyt 7.4.2020 pidetyssä lupaneuvottelussa täydennystä Rudus Oy:n Hepomäen betonijätteen kierrätys- ja hyödyntämistoimintaa koskevan ympäristölupahakemuksen tietoihin. Hakemusta pyydetään täydentämään seuraavilta osin:

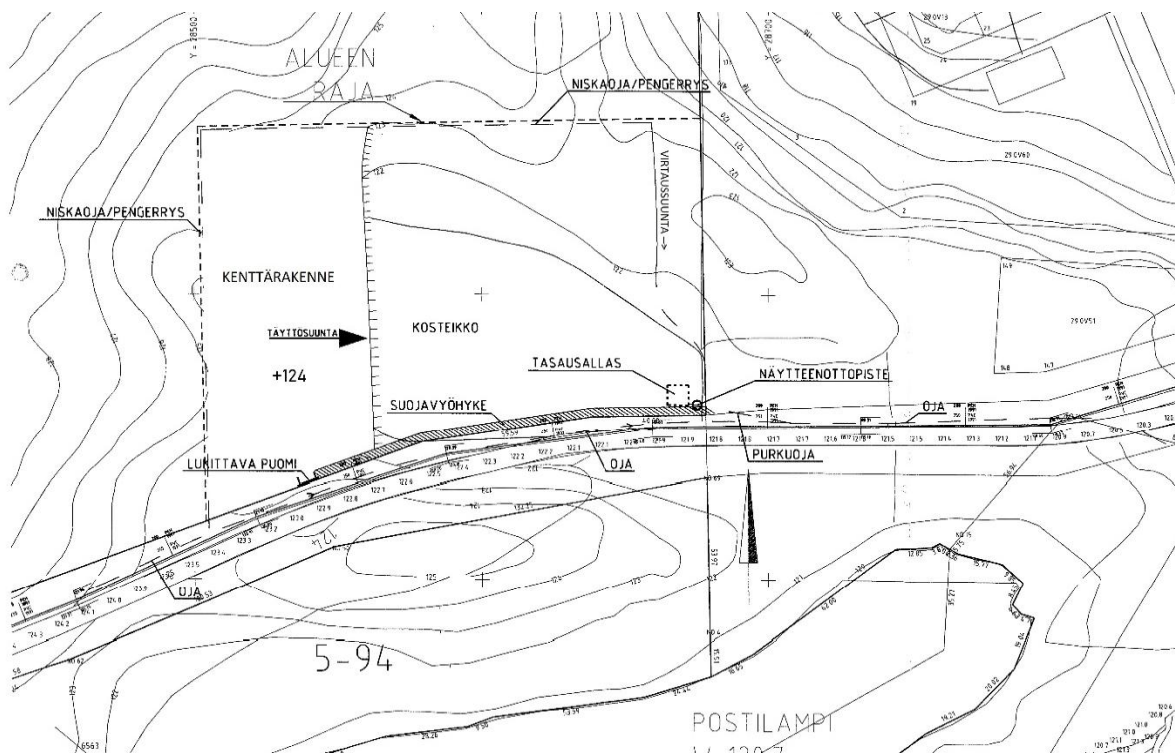
1. suunnitelma/piirustus täyttöalueen vesien johtamisesta (ojitukset, tasausallas jne.)
2. parhaan käyttökelpoisen tekniikan soveltamisen käytännöistä/ratkaisuista alueella
3. toiminnanharjoittajan käytössä olevasta asiantuntemuksesta jätteenkäsittelytoimintaan ja täytön rakentamiseen/valvontaan
4. toiminnan ympäristöön aiheuttamia melutasoja koskevalla arviolla/selvityksellä.

Lisäksi sovittiin, että ympäristönsuojelutarkastaja liittää hakemukseen Heinälamminrinteen ja Hepomäen alueen jäte-, pinta- ja pohjavesitarkkailun vuosiyhteenvedot vuosilta 2018 ja 2019.

1. Suunnitelma täyttöalueen vesien johtamisesta

Täyttöalueen rakenne etenee aloitetulla tavalla voimassa olevan luvan mukaisesti täyttöpenkereenä. Ulkopuoliset vedet ohjautuvat poispäin alueelta ympäröivien niskaojien kautta. Alueelta muodostuvat vedet johdetaan kaakkoiskulman tasausaltaan kautta tienvarsiojaan. Oja yhtyy noin puolen kilometrin jälkeen Matkusjärvestä Haminanlahteen laskevaan uomaan.

Vesien johtaminen on esitetty kuvassa 1 olevassa piirustuksessa.



Kuva 1. Suunnitelma alueen vesien johtamisesta. Niskaojat johtavat alueen ulkopuoliset vedet pois päin täyttöalueelta. Täyttö puskee kosteikkoalueen vesiä kohti kaakkoiskulman tasausallasta. Altaasta vedet johdetaan Kaatopaikantien tienvarsiojaan, joka laskee idän suuntaan.

2. Parhaan käyttökelpoisen tekniikan soveltaminen

Käytettävät murskaus- ja seulantakalusto sekä pyöräkuormaajat ovat nykyaikaisia ja parhaan käyttökelpoisen tekniikan mukaisia.

Betonijäte murskataan siirrettävällä iskupalkkimurskaimella, johon on liitetty seulasto halutun raekoon tuottamiseksi. Pienempi murskauslaitos, erilainen toimintaperiaate ja murskattava materiaali aiheuttavat kiviaineksen murskaukseen verrattuna pienemmät melupäästöt. Betoroc-murskeen valmistuksessa syntyvät pölypäästöt ovat myös huomattavasti pienemmät kuin kivenmurskauksen päästöt, koska murskattavaa ainesta voidaan kastella enemmän.

3. Asiantuntemus jätteenkäsittelytoiminnassa sekä rakentamisessa ja sen valvonnassa

Rudus Oy on johtava kivipohjaisia rakennusmateriaaleja valmistava yhtiö. Yhtiön palveluksessa on useita maarakentamisen ammattilaisia mm. kiviainesliiketoiminnan tuotantopäälliköinä.

Kierrätysliiketoimintaa Rudus Oy on harjoittanut vuodesta 1993 lähtien. Vuosittain yhtiön toimipisteissä eri puolella Suomea käsitellään yhteensä noin 1 000 000 tonnia ylijäämämaita sekä betoni- ja tiilijätettä.

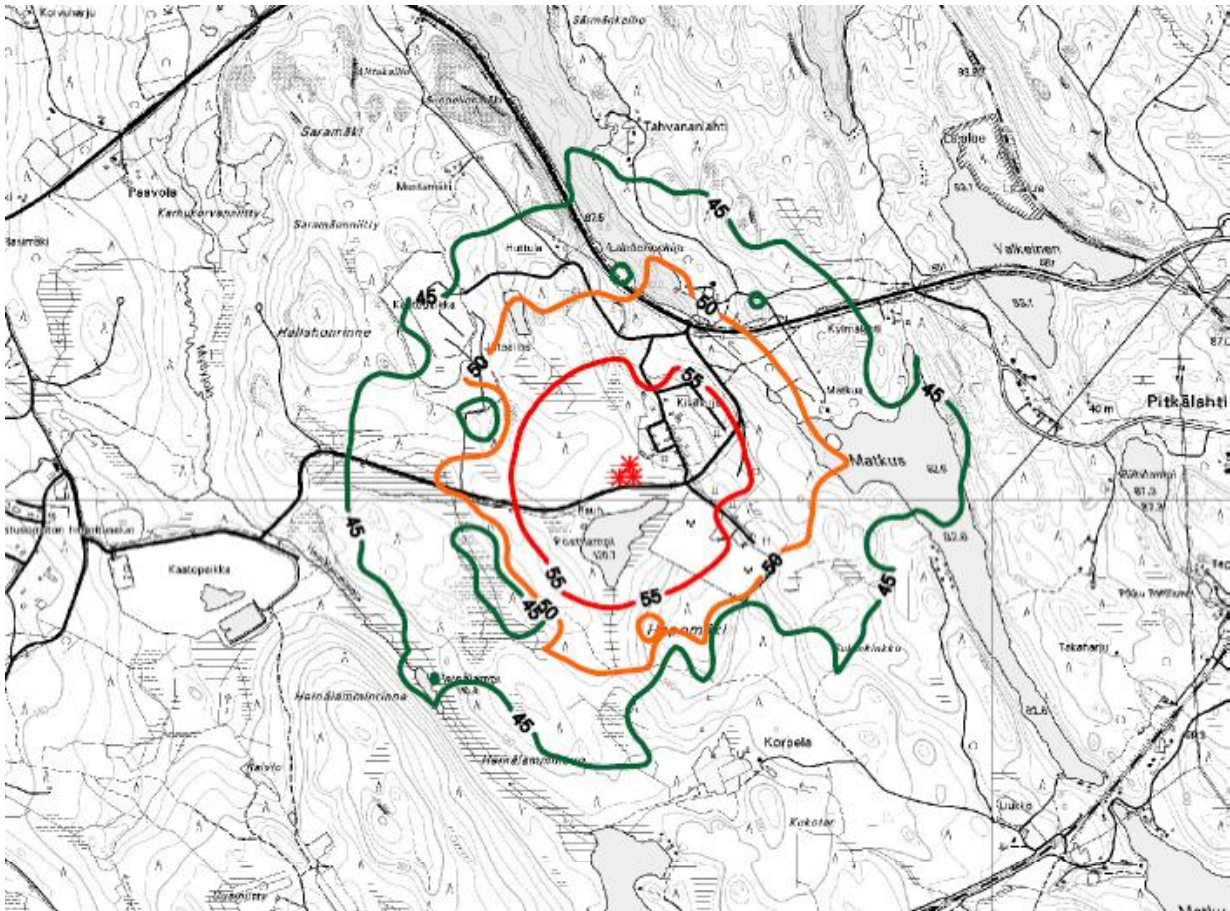


Betoni- ja tiilijätteen kierrätyksen lopputuotteena syntyy Rudus Oy:n tuotteistamaa CE-merkittyä Betoroc-mursketta. Rudus Oy:llä on Betoroc-murskeen käytöstä pitkä kokemus ja tarkat seurantatutkimukset. Ensimmäiset Betoroc-kohteet rakennettiin jo heti kierrätysliiketoiminnan alettua 1990-luvulla.

4. Arvio toiminnan aiheuttamasta melusta

Toiminnan aiheuttamaa melua on arvioitu vuonna 2006 tehdyssä Hepomäen meluselvityksessä. Äänilähteinä selvityksen laskennassa käytettiin mobiilimurskainta sekä kahta pyörökonetta. Meluvyöhykkeet laskettiin ns. meluisimmalle tunnille eli huipputunnille ($L_{Aeq} 1h$). Huipputunnin keskiäänitaso ei ole suoraan verrannollinen ohjearvoihin, vaan antaa pääsääntöisesti korkeamman tuloksen kuin käytettäessä ohjearvoihin vertailukelpoisia päiväajan keskiäänitasoja ($L_{Aeq} 7-22$).

Melualueet huipputunnille on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Kierrätysalueen toiminnan huipputunnin melualueet. LÄHDE: Hepomäen meluselvitys, Kuopio; Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy, 2006.



Laskennan mukaan huipputunnin 55 dB melualue ulottuu noin 400–450 m etäisyydelle kierrätysasemasta. Lähimpien asuintalojen kohdalla huipputunnin melutaso on 48–49 dB. Matkusjärven rannassa olevien loma-asuntojen kohdalla huipputunnin melutaso on noin 41–43 dB.

Vuoden 2006 selvityksessä oleva toimijoiden yhteinen yhteismelunmallinnus ei ole vertailukelpoinen tämän hetkiseen tilanteeseen. Hepomäen alueelle on tullut uusia toimijoita ja mallinnuksessa mukana ollut Rudus Oy:n betonijätteen käsittely Kaatopaikantien toisella puolella on käytännössä loppunut.

Kiinteistöllä suoritettava toiminta on nykyisen luvan aikana ollut vähäistä, eikä siitä syystä ole ollut vuoden 2006 jälkeen mukana Hepomäen toimijoiden yhteismelutarkkailuissa. Kun toiminta käynnistyy uuden luvan myötä, toiminnan aiheuttamat meluvaikutukset tulevat olemaan mukana tarkkailuun liittyvissä mittauksissa. Tarvittaessa toiminnan meluvaikutuksia voidaan selvittää myös erikseen tehtävällä melumittauksella.

Raportti Hepomäen meluselvityksestä vuodelta 2006 on liitteenä 1.

Jani Pieksemä

Kierrätysliiketoiminnan johtaja
Rudus Oy

LIITTEET

Liite 1 Hepomäen meluselvitys 2006



19927

OY LOHJA RUDUS AB

JÄTEKUKKO OY

SKANSKA ASFALTTI OY

MAAMERKKI OY

PELASTUSOPISTO

HEPOMÄEN MELUSELVITYS

KUOPIO

20.10.2006



19927

OY LOHJA RUDUS AB

JÄTEKUKKO OY

SKANSKA ASFALTTI OY

MAAMERKKI OY

PELASTUSOPISTO

HEPOMÄEN MELUSELVITYS

KUOPIO

2006

SISÄLLYS

1	HEPOMÄEN ALUE	1
1.1	Oy Lohja Rudus Ab	1
1.2	Jäte kukko Oy.....	2
1.3	Skanska Asfaltti Oy	2
1.4	Maamerkki Oy.....	2
1.5	Pelastusopisto	2
2	MELUN OHJEARVOT	3
2.1	Ohje arvot ulkona	3
2.2	Ohje arvot sisällä	3
3	MELUMITTAUKSET	4
3.1	Olosuhteet	4
3.2	Menetelmät ja laitteet.....	5
3.3	Kohteet ja mittauspisteet.....	6
3.4	Mitatut melutasot.....	6
3.5	Mittausepävarmuus.....	8
4	MELUNLASKENTA	8
4.1	Melunlaskentaohjelma.....	8
4.2	Laskenta oletukset	9
4.3	Laskenta epävarmuus.....	10
4.4	Tulokset	11
5	IMPULSSIMAI SUUSTARKASTELU	14
6	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET.....	14

LIITTEET

1/19927	Melumittaustulokset Hepomäen alueen ympäristössä mittauspisteittäin
2/19927	Melumittaustulokset murskauslaitoksen ympäristössä
3/19927	Melumittaustulokset Pelastusopiston harjoitusalueella
4/19927	Säätiedot mittausaikoina
5/19927	Taustatietoa melusta

PIIRUSTUKSET

19927.1	Melumittauspisteiden sijainti Hepomäen alueen ympäristössä
19927.2	Melumittauspisteiden sijainti murskauslaitoksen ympäristössä
19927.3	Melumittauspisteiden sijainti Pelastusopiston harjoitusalueella
19927.4	Hepomäen alueen yhteismeluvyöhykkeet, päiväajan L_{Aeq} (7-22) , kaikki nykyisten lupien mukaiset toiminnot
19927.5	Hepomäen alueen yhteismeluvyöhykkeet, päiväajan L_{Aeq} (7-22) , keskimääräinen tilanne
19927.6	Hepomäen alueen yhteismeluvyöhykkeet, huipputunnin L_{Aeq} , kaikki nykyisten lupien mukaiset toiminnot
19927.7	Hepomäen alueen yhteismeluvyöhykkeet, huipputunnin L_{Aeq} , keskimääräinen tilanne
19927.8	Oy Lohja Rudus Ab:n murskauslaitoksen aiheuttamat meluvyöhykkeet, huipputunnin L_{Aeq} , keskimääräinen tilanne
19927.9	Oy Lohja Rudus Ab:n murskauslaitoksen aiheuttamat meluvyöhykkeet, huipputunnin L_{Aeq} , kaikki nykyisten lupien mukaiset toiminnot
19927.10	Jätekuukko Oy:n aiheuttamat meluvyöhykkeet, huipputunnin L_{Aeq} , keskimääräinen tilanne
19927.11	Jätekuukko Oy:n aiheuttamat meluvyöhykkeet, huipputunnin L_{Aeq} , kaikki nykyisten lupien mukaiset toiminnot
19927.12	Skanska Asfaltti Oy:n aiheuttamat meluvyöhykkeet, huipputunnin L_{Aeq} , keskimääräinen tilanne
19927.13	Skanska Asfaltti Oy:n aiheuttamat meluvyöhykkeet, huipputunnin L_{Aeq} , asfaltin murskaus
19927.14	Maamerkki Oy:n aiheuttamat meluvyöhykkeet, huipputunnin L_{Aeq} , kaikki nykyisten lupien mukaiset toiminnot
19927.15	Pelastusopiston aiheuttamat meluvyöhykkeet, huipputunnin L_{Aeq} , keskimääräinen tilanne

19927**OY LOHJA RUDUS AB****JÄTEKUKKO OY****SKANSKA ASFALTTI OY****MAAMERKKI OY****PELASTUSOPISTO****HEPOMÄEN MELUSELVITYS****KUOPIO****2006**

1 HEPOMÄEN ALUE

Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy on selvittänyt Kuopion Hepomäen alueen melua mittauksin ja laskennallisesti. Selvityksessä mitattiin ympäristömelua sekä laskettiin Hepomäen toimintojen aiheuttamat meluvyöhykkeet.

Hepomäen alueella sijaitsee mm. Oy Lohja Rudus Ab:n kiviaineksen ottoalue ja murskauslaitos, Jäte kukko Oy:n jätteenkäsittelyalue, Skanska Asfaltti Oy:n asfalttiasema sekä Pelastusopiston harjoitusalue. Lisäksi alueelle on suunnitteilla Maamerkki Oy:n maa- ja kiviainesten sekä energiajätteen kierrätys-, käsittely- ja hyödyntämisalue.

1.1 Oy Lohja Rudus Ab

Oy Lohja Rudus Ab:lla on nykyisin Hepomäen alueella kiviaineksen ottoalue ja murskauslaitos. Lisäksi alueella otetaan vastaan ja murskataan ajoittain betonijätettä. Alueella on myös lupa asfalttiasemalle.

Alueella on ollut kiviaineksen louhintaa ja murskausta.1990-luvun alkupuolelta lähtien. Vuosittain otettu kiviainesmäärä on ollut 150 00 - 185 000 m³. Louhinnalle ja murskaukselle ympäristöluvassa myönnetty päivittäinen toiminta-aika louhinnalle ja murskaukselle on klo 7-22 ja myyntikuormauksen ja -kuljetusten osalta 6-22. Hepomäessä louhitaan ja murskataan kiviaineksia läpi vuoden lukuun ottamatta heinäkuuta.

Betonijätettä otetaan vastaan ympäri vuoden ja vastaanotettu jäte murskataan kerran vuodessa 1-2 viikon aikana.

Oy Lohja Rudus Ab:lla ei ole Hepomäessä nykyisin asfalttiasemaa, Koska sille on voimassaoleva ympäristölupa, asfalttiasema otettiin mukaan meluselvitykseen.

1.2 Jätekkukko Oy

Selvitysalueella sijaitsee Jätekkukko Oy:n Kuopion jätekeskus. Jätekeskuksessa olevia toimintoja ovat mm. jätteen vastaanotto, käsittely, loppusijoitus, sekä toimittaminen muualle käsittelyä varten (mm. hyötyjätteet). Melun kannalta oleellisia toimintoja ovat jätteen kuljetukset (liikenne), loppusijoitus (kaatopaikkajyrä), puu- ja risujätteen käsittely (haketus), sekä betoni- ja tiilijätteen sekä asfaltin ja kiviaineksen käsittely (murskaus ja seulonta). Murskausta tehdään tarpeen mukaan, yleensä parin viikon ajan kesällä, jolloin murskattava materiaali on joko betoni- tai tiilijätettä, asfalttia tai kiviainesta. Puu- ja risujätettä haketetaan noin 4 kertaa vuodessa. Vuosittain käsitelty jätemäärä on noin 140 000 t. Jätekeskus on avoinna klo 7-19.

1.3 Skanska Asfaltti Oy

Hepomäen alueella sijaitsee Skanska Asfaltti Oy:n asfalttiasema, jonka toiminta-aika on klo 6-16. Vuosittain myyty asfalttimäärä on ollut noin 25 000 – 30 000 t ja vuosittainen käyttöaika on noin 120 päivää.

Skanska Asfaltti on hakemassa lupaa asfalttiaseman yhteydessä toimivalle asfaltin murskauspaikalle, jossa kierrätysasfaltti murskattaisiin asfalttiaseman raaka-aineeksi. Asfaltin murskaus on suunniteltu tehtäväksi talviaikaan (asfaltinkappaleissa olevan bitumin takia), jolloin asfalttiasema ei ole käynnissä.

1.4 Maamerkki Oy

Maamerkki Oy:llä ei tällä hetkellä ole vielä toimintaa Hepomäen alueella, mutta toiminnalle on voimassaoleva ympäristölupa. Luvan mukaan alueella saa harjoittaa maa- ja kiviainesten sekä energijätteen käsittelyä ja hyödyntämistä. Melun kannalta oleellisia toimintoja ovat jätteen kuljetukset (liikenne), tontin täyttäminen/esirakentaminen, kiviainesten käsittely sekä betoni- ja tiilijätteen käsittely (murskaus), energijätteen käsittely (puuaineksen haketus) sekä mullan seulonta. Lupahakemuksen mukainen toiminta-aika on klo 7-22.

1.5 Pelastusopisto

Selvitysalueella sijaitsee Pelastusopiston harjoitusalue, jossa harjoitellaan erilaisia pelastustoimintaan liittyviä tehtäviä. Alueen normaali käyttö tuottaa raskaalle ajoneuvokalustolle tyypillistä melua. Melua aiheutuu paitsi liikkuvista ajoneuvoista, myös sammutus- ja raivausautojen käyttämisestä paikallaan pyörittämässä pelastustoiminnassa tarvittavaa kalustoa (mm. vesipumput, voimatyökalut). Lisäksi ajoittaista melua syntyy hälytysajoneuvojen sireeniäänistä ja hetkittäin erilaisista räjähdysdemonstraatioista (mm. "tyhjän tynnyrin" räjähdys, "nestehapiräjähdys", räjähdäaineet).

2 MELUN OHJEARVOT

2.1 Ohjearvot ulkona

Valtioneuvosto on antanut melutason yleiset ohjearvot (Valtioneuvoston päätös 993/92). Päätöstä sovelletaan meluhaittojen ehkäisemiseksi ja ympäristön viihtyvyyden turvaamiseksi maankäytön, liikenteen ja rakentamisen suunnittelussa sekä rakentamisen lupamenettelyssä. Päätös ei koske ampuma- ja moottoriurheiluratojen melua. Päätöstä ei myöskään sovelleta teollisuus-, katu- ja liikennealueilla eikä melusuoja-alueiksi tarkoitetuilla alueilla. Taulukossa 1 on esitetty päivä- ja yöajan ohjearvot ulkona.

Jos melu sisältää impulsseja tai ääneksiä tai on kapeakaistaista, mittaus-tuloksiin lisätään 5 dB ennen niiden vertaamista ohjearvoihin.

Taulukko 1. Melun ohjearvot ulkona

Alue ja käyttötarkoitus	L _{Aeq} , enintään	
	07-22	22-07
Asumiseen käytettävät alueet	55 dB	50 dB
Virkistysalueet taajamissa ja niiden välittömässä läheisyydessä	55 dB	50 dB
Hoito- tai oppilaitoksia palvelevat alueet	55 dB	50 dB ¹⁾
Uudet asuinalueet, virkistysalueet taajamissa ja niiden välittömässä läheisyydessä sekä hoito- tai oppilaitoksia palvelevat alueet	55 dB	45 dB ¹⁾
Loma-asumiseen käytettävät alueet, leirintäalueet ja virkistysalueet taajamien ulkopuolella sekä luonnonsuojelu-alueet	45 dB	40 dB ²⁾

¹⁾ Oppilaitoksia palvelevilla alueilla ei sovelleta yöohjearvoa.

²⁾ Yöohjearvoa ei sovelleta sellaisilla luonnonsuojelualueilla, joita ei yleisesti käytetä oleskeluun tai luonnon havainnointiin yöllä.

L_{Aeq} = melun A-painotettu keskiäänitaso (ekvivalenttitaso)

2.2 Ohjearvot sisällä

Sosiaali- ja terveysministeriö julkaisi terveydensuojelulain (734/94) nojalla alkuvuodesta 1997 sisätilojen melutasojen ohjearvot. Seuraavassa taulukossa on esitetty päivä- ja yöajan ohjearvot sisätiloissa.

Taulukko 2. Asuntojen ja muiden oleskelutilojen melutason ohjearvot

Huoneisto ja huonetila	L _{Aeq} , enintään	
	07-22	22-07
Asuinhuoneet, paitsi keittiö	35 dB	30 dB
Asunnon muut tilat ja keittiö	40 dB	40 dB
Hoito- ja sosiaalihuollon laitokset, majoitustilat potilashuoneet	35 dB	30 dB
Päiväkodit, lastentarhat, lapsien ja henkilökunnan oleske- luun tarkoitettut huoneet	40 dB	30 dB
Kokoontumis- ja opetushuoneistot luokkahuoneet, luentosalit, kirkot ja muut huonetilat, joissa edellytetään yleisön saavan puheesta hyvin selvän ilman äänenvahvistuslaitteiden käyttöä.	35 dB	-
Muut kokoontumistilat	40 dB	-
Työhuoneistot (yleisön kannalta) yleisön vastaanottotilat ja toimistohuoneet)	35 dB	-

L_{Aeq} = melun A-painotettu keskiäänitaso (ekvivalenttitaso)

3 MELUMITTAUKSET

Hepomäen alueella ja sen ympäristössä mitattiin melua kahteen ottee-
seen kesällä 2006. Toukokuussa Hepomäen alueella oli toiminnassa Oy
Lohja Rudus Ab:n kiviaineksen louhinta ja murskaus, Skanska Asfaltti
Oy:n asfalttiasema sekä Jätekuikko Oy:n jätekeskuksessa jätteen käsit-
telyä ja loppusijoittamista. Elokuun mittauksessa em. toimintojen lisäk-
si Pelastusopiston harjoitusalueella oli ns. normaali harjoituspäivä ja
toimintaa noin klo 10-15. Harjoituksista olivat menossa ns. "rajatun ti-
lan palo"-harjoitus sekä liikenneonnettomuusharjoituksia. Harjoituksis-
sa käytettiin päivän aikana yhteensä seitsemää sammutusautoa. Harjoi-
tuksista ei aiheutunut tavanomaista voimakkaampaa melua, paitsi ns.
tyhjän tynnyrin räjäytys.

3.1 Olosuhteet

Hepomäen alueella ja sen ympäristössä mitattiin melua 18.-19.5.2006
sekä 14.-15.8.2006. Sääolosuhteet mittausajankohtina on esitetty tau-
lukossa 3 ja liitteessä 4/19927.

Taulukko 3. Sääolosuhteet mittausten aikana

Pvm	Säätila	Lämpötila	Tuulen suunta	Tuulen nopeus
18.5.2006	Poutainen (1/8)	+7...+12°C	idästä ja kaakosta (80-130°)	2-4 m/s
19.5.2006	Poutainen (1/8)	+5...+16°C	yö ja aamu: idästä ja kaakosta (100-140°) päivä: kaakosta (110-150°)	1-4 m/s 3-8 m/s
14.8.2006	Pilvinen (6/8)	+17...+19°C	idästä (70-110°)	1-2 m/s
15.8.2006	Pilvipoutainen (2/8)	+17...+25°C	yö ja aamu: idästä ja koillisesta (50-110°) päivä: itäkaakosta (100-140°)	1-4 m/s 3-8 m/s

Ympäristöministeriön vuonna 1995 julkaiseman ympäristömelun mittausohjeen mukaan melumittauksia voidaan tehdä, kun tuuli on heikkoa ja suunta on melulähteestä mittauspisteeseen päin, tai tuulta ei ole ollenkaan. Ympäristömelun mittauksissa mittausolosuhteet olivat hyvät mittauspisteiden 3-5 osalta. Pisteiden 1-2 osalta tuuli oli mittausaikana sivutuuli tai vastainen, mikä on vaikuttanut mittaustulokseen melutasoa alentavasti. Sekä 18.-19.5.2006 että 14.-15.8.2006 tuuli oli lähes tyynä tai heikkoa yöllä ja aamulla, mutta voimistui päivällä.

Ympäristömelun mittausohjeen mukaan ympäristömelua tulisi mitata heikosti vaimentavissa olosuhteissa kuten keväällä, kun maa on paljas ja lehtiä ei ole puissa, tai loppusyksyllä vastaavassa tilanteessa. Mittausajankohtina olosuhteet olivat kesäiset.

Taustamelua aiheutui mm. lintujen laulusta (erityisesti toukokuussa), liikenteestä (erityisesti pisteet 3-4), sekä asukkaiden äänistä.

3.2 Menetelmät ja laitteet

Ympäristömelun mittauksissa käytettiin Brüel & Kjær 2260 ja Rion NL-32 – tarkkuusäänitasomittareita.

Taulukko 4. Melumittareiden ominaisuudet

	Brüel & Kjær 2260	Rion NL-32
Luokka	1 (tarkkuusäänitasomittari)	1 (tarkkuusäänitasomittari)
Standardit	- IEC 60651 - IEC 60804 - IEC 61260	- IEC 60651 - IEC 60804 - IEC 61672-1 - JIS C1505
Lämpötila-alue	-10...+50 °C	-10...+50 °C
Tallennusväli	1 s	1 s

3.3 Kohteet ja mittauspisteet

Jatkuvan tasaisen tai vain vähän vaihtelevan melun mittaukseen riittää useimmiten 5-10 minuutin kokonaismittausaika. Mitä laajemmin ja satunnaisemmin melu vaihtelee ja mitä lähempänä ohjearvoa melutaso on, sitä pidempi yhtenäinen mittausjakso tai useampi lyhytaikainen näytejakso tarvitaan.

Hepomäen ympäristössä mitattiin ympäristömelua kuudessa pisteessä. Mittausajat vaihtelivat välillä 3 h 47 min – 16,5 h. Ympäristömelun mittauspisteiden sijainti on esitetty piirroksessa 19927.1. Ympäristön mittauspisteet 2 ja 3 ovat samoja kuin Oy Lohja Rudus Ab:n lupaehtojen mukaiset melun tarkkailupisteet. Ympäristön mittauspiste 5 on sama kuin Jätekuikko Oy:n melun tarkkailupiste.

Ympäristömelun lisäksi mitattiin melua Oy Lohja Rudus Ab:n murskauskaitoksen läheisyydessä yhdeksässä pisteessä eri puolilla laitosta noin 25 - 150 m etäisyydellä laitoksesta sekä 3 pisteessä pelastusopiston harjoitusalueella. Mittausajat vaihtelivat välillä 1,5 min – 10 min. Murskausaseman melumittauspisteet on esitetty piirroksessa 19927.2.

3.4 Mitatut melutasot

Hepomäen ympäristössä tehtyjen melumittausten tulokset vaihtelivat välillä L_{Aeq} 34...55 dB. Murskauskaitoksen lähimittausten tulokset vaihtelivat välillä L_{Aeq} 61...82 dB.

Elokuun mittauksen yhteydessä Pelastusopiston harjoitusalueen räjäytyssimulaattorissa tehtiin koe, jossa tilkan bensiiniä sisältänyt teräksinen 200 l tynnyri räjäytettiin tulipalon seurauksena. Harjoitusalueetta lähinnä olleen talon pihassa mitattiin L_{AImax} 74,0 dB melutaso.

Melumittaustulokset on esitetty taulukoissa 5 -7 sekä mittauspistekohdasta liitteissä 1-3/19927.

Taulukko 5. Melumittaustulokset Hepomäen ympäristössä

Mittaus- piste	pvm	klo	etäisyys	L_{Aeq} dB	L_{AFmax} dB	Huom.
1	18.5.2006	16:48-22:00	n. 500 m	39,8	61,4	
	18.-19.5.06	22:00-7:00	n. 500 m	43,4	66,5	lintujen laulua
	19.5.2006	7:00-9:22	n. 500 m	44,1	69,8	
2	18.5.2006	17:44-22:00	n. 600 m	40,8	57,8	
2	18.-19.5.06	22:00-7:00	n. 600 m	46,2	77,8	lintuja ja koira
2	18.-19.5.06	22:00-7:00	n. 600 m	41,4	77,8	häiriöäännet poistettu
2	19.5.2006	7:00-10:18	n. 600 m	46,0	74,6	lintuja ja koira
3	18.5.2006	18:08-21:55	n. 1 km	52,4	71,2	Liikenne
4	19.5.2006	10:08-13:26	n. 1,5 km	50,0	75,7	asukkaiden ääniä
4	19.5.2006	10:08-13:26	n. 1,5 km	49,0	59,2	ilman häiriöääniä
4	14.8.2006	22:30-7:00	n. 1,5 km	39,7	55,7	
4	14.8.2006	7:00-14:11	n. 1,5 km	49,0	68,9	
5	14.-15.8.06	22:57-7:00	n. 600 m	34,4	61,0	
5	15.8.2006	7:00-14:44	n. 600 m	43,5	64,3	

 L_{Aeq} = A-painotettu keskiäänitaso mittausaikana

 L_{AFmax} = hetkellinen huippumelutaso mittausaikana

Taulukko 6. Melumittaustulokset murskauslaitoksen ympärillä 19.5.2006

Mittaus- piste	mittausaika	etäisyys	L_{Aeq} dB	L_{AFmax} dB	Huom.
L1	14:45-14:49	28 m	82,3	88,0	
L2	14:37-14:40	42 m	80,0	85,7	
L3	14:31-14:35	25 m	80,2	86,8	
L4	11:52-11:55	35 m	73,9	79,0	
L5	11:45-11:49	n. 35 m	70,7	75,4	
L6	11:27-11:38	n. 75 m	65,3	73,8	
L7	11:18-12:00	120 m	64,4	78,5	
L8	12:29-14:00	n. 150 m	61,3	71,1	
L9	12:05-13:41	95 m	63,4	75,0	

 L_{Aeq} = A-painotettu keskiäänitaso mittausaikana

 L_{AFmax} = hetkellinen huippumelutaso mittausaikana

Taulukko 7. Melumittaustulokset Pelastusopiston harjoitusalueella 15.8.2006

Mittaus- piste	mittausaika	etäisyys	L_{Aeq} dB	L_{AFmax} dB	L_{AImax} dB	Huom.
P1	15:04	40 m	-	105,4	110,5	Räjäytys
P2	15:27-15:29	20 m	89,8	98,0		Pelastusajoneu- von hälytysääntä
P3	15:30-15:32	60 m	83,9	92,0		

 L_{Aeq} = A-painotettu keskiäänitaso mittausaikana

 L_{AFmax} = hetkellinen huippumelutaso mittausaikana

 L_{AImax} = hetkellinen (impulse-aikavakiolla mitattu) huippumelutaso

3.5 Mittausepävarmuus

Mittareiden kokonaisepävarmuudeksi arvioimme ± 1 dB.

Ympäristömelun mittauksissa arvioimme kokonaisepävarmuudet taulukon 9 mukaisesti.

Taulukko 9. Ympäristömelun mittausepävarmuudet.

Mittaus-piste	etäisyys	L_{Aeq} dB	Mittaus- epävarmuus, dB	Huom!
1	n. 500 m	39	± 10 dB	Päivä
1	n. 500 m	43	± 10 dB	Yö
2	n. 600 m	41	± 8 dB	Päivä
2	n. 600 m	41	± 8 dB	Yö
2	n. 600 m	44	± 10 dB	Päivä
3	n. 1 km	52	± 9 dB	
4	n. 1,5 km	49	± 10 dB	Päivä
4	n. 1,5 km	40	± 10 dB	Yö
4	n. 1,5 km	49	± 10 dB	Päivä
5	n. 600 m	34	± 9 dB	Yö
5	n. 600 m	44	± 10 dB	Päivä
6	n. 70-500 m	46	± 6 dB	

4 MELUNLASKENTA

4.1 Melunlaskentaohjelma

Laskennallisissa tarkasteluissa käytettiin Brüel & Kjær Predictor 3.01 – melumallinnusohjelmaa, joka on aidosti 3D-laskentamalli. Louhinnan, jätteenkäsittelyn ja asfaltti- ja betoniasemien melun laskennassa käytettiin ohjelmaan sisällytettyä pohjoismaista teollisuusmelun laskentamallia ja tieliikennemelun laskennassa ohjelmaan sisällytettyä ISO 9613–standardin mukaista tieliikenteen melulaskentamallia. Nykyisin käytettävät melun laskentamallit eivät ota huomioon sääolojen vaihtelun vaikutusta melun leviämiseen. Pohjoismainen teollisuusmelun laskentamalli on säädetty tuottamaan suoraan pitkän ajan keskiäänitaso, joka saataisiin myös pitkällä mittauksella useissa eri sääoloissa. Hetkellisesti malli pätee melun etenemistä lievästi suosivien olosuhteiden aikana.

Mallissa otettiin huomioon mm. maastonmuodot, rakennusten este- ja heijastusvaikutukset sekä maaperän vaimennus. Maaperä oletettiin vaimentavaksi ja rakennukset ja vesialueet ääntä heijastaviksi pinnoiksi.

4.2 Laskentaoletukset

Meluvyöhykkeet laskettiin koko päiväajalle ($L_{Aeq\ 7-22}$) sekä ns. meluisimmalle tunnille eli huipputunnille ($L_{Aeq\ 1h}$). Päiväajan keskiäänitasoja voidaan verrata valtioneuvoston antamiin melutason ohjearvoihin, mutta meluisimman tunnin keskiäänitaso ei ole suoraan verrannollinen ohjearvoihin. Meluisimman tunnin meluvyöhykkeet laskettiin, koska Kuopion kaupungin ympäristötoimiston antamissa ympäristölupapäätöksissä on annettu määräyksiä meluisimman tunnin aikaisista melutasoista lähimmissä häiriintyvissä kohteissa.

Mallissa otettiin huomioon taulukossa 9 esitetyt melulähteet. Päiväajan keskimelutasoja laskettaessa otettiin huomioon myös taulukossa 8 esitetyt päivittäiset toiminta-ajat, mutta huipputunnin meluvyöhykkeitä laskettaessa oletettiin kaikkien melulähteiden olevan toiminnassa yhtä aikaa. Yöajan meluvyöhykkeitä ei laskettu, sillä Hepomäen toiminta keskittyy päiväaikaan. Ainoastaan Skanska Asfaltti Oy:n asfalttiasema ja osa jätekuljetuksista toimii klo 22-7 välisenä aikana.

Työkoneiden, lohkareiden rikotuksen ja murskauslaitosten (kiinteä laitos sekä mobiilimurskaimet) äänitehotasot arvioitiin Hepomäessä ja aiemmin vastaavista kohteista tehtyjen mittausten perusteella. Asfalttiaseman äänitehotaso laskettiin Tielaitoksen julkaisun ”Asfalttiasemien ja kivenmurskaamojen ympäristönsuojelu, 1994” perusteella.

Taulukko 9. Laskennassa käytetyt äänilähteet ja toiminta-ajat

Toimija	Äänilähde	Äänitehotaso L_{WA} , dB	Toiminta- aika h/vrk
Oy Lohja Rudus Ab	Murskauslaitos	120	15
	Poravaunu	123	8
	Työkoneet (kaivinkone ja pyöräkuormaajat) yht. 5 kpl	110	15
	Lohkareiden rikotus	116	8
	Mobiilimurskain (betonin murskaus)	119	15
	Asfalttiasema	115	5
Jätekukko Oy	Kaatopaikkajyrä (tana)	110	12
	Mobiilimurskain (risujen haketus)	118	12
	Mobiilimurskain (betonin murskaus)	119	12
	Työkoneet 2 kpl	110	12
Skanska Asfaltti Oy	Mobiilimurskain (asfaltin murskaus)	119	15
Maamerkki Oy	Mobiilimurskain (betonin ym. murskaus)	120	15
	Työkoneet (pyöräkuormaajat) 2 kpl	110	15
Pelastusopisto	Sammutusautot 4 kpl	108	7

L_{WA} = melulähteen A-painotettu äänitehotaso

Äänilähteet mallinnettiin ja äänitehotasot syötettiin malliin oktaavikaistoittain. Kaikki melulähteet mallinnettiin ympärisäteilevinä äänilähteinä. Maaperä mallinnettiin vaimentavaksi ja rakennukset sekä vesialueet mallinnettiin ääntä heijastaviksi pinnoiksi.

Keskimääräinen tilanne

Meluvyöhykkeet laskettiin sekä meluisimmassa tilanteessa että ns. keskimääräisessä tilanteessa. Meluisimmassa tilanteessa oletettiin kaikkien olemassa olevien ja lupahakemusten mukaisten melulähteiden olevan toiminnassa yhtä aikaa. Keskimääräisessä tilanteessa laskennassa huomioitiin yrityskohtaisesti melulähteet taulukon 10 mukaisesti.

Taulukko 10. Keskimääräisessä tilanteessa huomioidut melulähteet

Toimija	Äänilähde	Äänitehotaso L_{WA} , dB
Oy Lohja Rudus Ab	Murskauslaitos	120
	Poravaunu	123
	Työkoneet (kaivinkone ja pyöräkuormaajat) yht. 5 kpl	110
	Lohkareiden rikotus	116
Jätekuikko Oy	Kaatopaikkajyrä (tana)	110
	Työkone 1 kpl	110
Skanska Asfaltti Oy	Asfalttiasema	115
Maamerkki Oy	Mobiilimurskain (betonin ym. murskaus)	120
	Työkoneet (pyöräkuormaajat) 2 kpl	110
Pelastusopisto	Sammutusautot 4 kpl	108

L_{WA} = melulähteen A-painotettu äänitehotaso

Myös Kaatopaikantien liikenteen aiheuttama melu mallinnettiin. Liikennemäärät on poimittu JP-Transplan Oy:n laatimasta Heinälammintien jätekeskuksen kehittämisen YVA-selostuksesta. Ajonopeudeksi oletettiin koko Kaatopaikantien matkalla 60 km/h. Laskennassa käytetyt liikennemäärät on esitetty taulukossa 11.

Taulukko 11. Liikennemelun laskennassa käytetyt liikennemäärät

Tieosuus	KVL	KVL Ras
Kaatopaikantie (MT 551 - Kiviharju)	349	210
Kaatopaikantie (Kiviharju - Jätekeskus)	280	150
Kaatopaikantie (Jätekeskus – Pelastusop.)	68	15

4.3 Laskentaepävarmuus

Melulaskennassa epävarmuustekijöitä ovat mm. maastomallin luotettavuus, käytettyjen laskentaoletusten edustavuus sekä epävarmuus äänitehotason määrittämisessä. Em. syistä arvioimme melumallin laskentaepävarmuudeksi ± 3 dB.

4.4 Tulokset

4.4.1 Yhteismelu

Hepomäen toimintojen yhdessä aiheuttamat (kaikki lupahakemusten mukaiset toiminnot mukana) päiväajan meluvyöhykkeet ($L_{Aeq\ 7-22}$) on esitetty piirustuksessa 19927.4. Vastaavat huipputunnin meluvyöhykkeet on esitetty piirustuksessa 19927.6 ja 7. Toimijakohtaiset huipputunnin meluvyöhykkeet on esitetty piirustuksissa 19927.8-15.

4.4.1.1 Päiväajan ($L_{Aeq\ 7-22}$) meluvyöhykkeet

Meluisin tilanne (kaikki nykyisten lupien mukaiset toiminnot)

Hepomäen toimintojen yhdessä aiheuttama päiväajan $L_{Aeq\ 7-22}$ 55 dB meluvyöhyke ulottuu asutuksen kohdalle vain Kiviharjun länsipuolella Matkusjärven rannassa olevan asuintalon kohdalla. Muilla suunnilla päiväajan keskimelutasot jäävät vakituisten ja loma-asuntojen kohdalla alle $L_{Aeq\ 7-22}$ 55 dB.

Idän suunnassa päiväajan $L_{Aeq\ 7-22}$ 50 dB meluvyöhyke ulottuu Matkusjärven itäpuolelle ja pohjoisessa noin 500-700 m etäisyydelle Kiviharjun alueesta. Kuopion jätekeskuksen ympäristössä päiväajan $L_{Aeq\ 7-22}$ 50 dB meluvyöhyke ulottuu noin 500-600 m etäisyydelle jätekeskuksesta.

Matkusjärven ja Korsujärven rannassa olevien loma-asuntojen kohdalla päiväajan keskiäänitaso $L_{Aeq\ 7-22}$ on noin 48-52 dB.

Meluisimman tilanteen meluvyöhykkeet on esitetty liitteessä 19927.4.

Keskimääräinen tilanne

Keskimääräisessä tilanteessa Hepomäen toimintojen yhdessä aiheuttama päiväajan $L_{Aeq\ 7-22}$ 55 dB meluvyöhyke ei ulotu asutukseen saakka. Kiviharjun länsipuolella Matkusjärven rannassa olevan asuintalon kohdalla päiväajan melutaso on noin $L_{Aeq\ 7-22}$ 52 dB. Myös lännen suunnassa meluvyöhykkeet ovat olennaisesti pienemmät kuin meluisimmassa tilanteessa.

Keskimääräistä tilannetta kuvaavat meluvyöhykkeet on esitetty liitteessä 19927.5.

4.4.1.2 Huipputunnin meluvyöhykkeet

Meluisin tilanne (kaikki nykyisten lupien mukaiset toiminnot)

Huipputunnin melutasot Hepomäen ympäristössä ovat hieman korkeampia kuin koko päiväajalle lasketut keskiäänitasot, sillä osa toiminnoista on käynnissä vain osan päiväajasta (mm. asfalttiasema ja jätekeskus).

Hepomäen toimintojen yhdessä aiheuttama huipputunnin L_{Aeq} 55 dB meluvyöhyke ulottuu asutuksen kohdalle vain Kiviharjun länsipuolella Matkusjärven rannassa olevan asuintalon kohdalla. Muilla suunnilla

huipputunnin melutasot jäävät vakituisten ja loma-asuntojen kohdalla alle L_{Aeq} 55 dB.

Idän suunnassa huipputunnin 50 dB meluvyöhyke ulottuu Matkusjärven itäpuolelle ja pohjoisessa noin 500-700 m etäisyydelle Kiviharjun alueesta. Kuopion jätekeskuksen ympäristössä huipputunnin 50 dB meluvyöhyke ulottuu noin 500-650 m etäisyydelle jätekeskuksesta.

Matkusjärven ja Korsujärven rannassa olevien loma-asuntojen kohdalla huipputunnin melutaso on noin 48-52 dB.

Meluisinta tilannetta kuvaavat meluvyöhykkeet on esitetty liitteessä 19927.6.

Keskimääräinen tilanne

Laskelmien perusteella keskimääräisesti esiintyvän huipputunnin melutasot ovat pienempiä tarkastelualueen itäpuolella, ja huomattavasti pienempiä alueen länsilaidalla. Alueen länsilaidassa pohjois-eteläsuunnan keskimääräiset huipputunnin melutasot laskevat noin 5 dB meluisimpaan tilanteeseen verrattuna. Länteen leviävän melun muutos on vähäisempää.

Hepomäen alueen itälaidassa L_{Aeq} 55 dB melualueet keskimääräisesti esiintyvän huipputunnin aikana eivät ulotu asutukseen saakka. Korsujärven rannan loma-asutuksen keskimääräisissä huipputuntimelutasoissa ei tapahdu merkittävää muutosta verrattuna huipputuntiin. Matkusjärven loma-asuntojen kohdalla keskimääräiset huipputunnin melutasot ovat noin 45-48 dB.

Keskimäärin esiintyvän huipputunnin tilannetta kuvaavat meluvyöhykkeet on esitetty liitteessä 19927.7.

4.4.2 Oy Lohja Rudus Ab

Meluisin tilanne (kaikki nykyisten lupien mukaiset toiminnot)

Oy Lohja Rudus Ab:n Hepomäen nykyisten lupien mukaisten toimintojen (kiviaineksen louhinta ja murskaus, betonin murskaus sekä asfalttiasema) aiheuttamat meluvyöhykkeet on esitetty liitteessä 19927.9.

Oy Lohja Rudus Ab:n aiheuttama huipputunnin 55 dB melualue ulottuu noin 300-500 m etäisyydelle kiviaineksen ottamisalueesta. Lähimpien asuintalojen kohdalla huipputunnin melutaso on 46-53 dB. Matkusjärven ja Korsujärven rannassa olevien loma-asuntojen kohdalla huipputunnin melutaso on noin 45-49 dB.

Keskimääräinen tilanne

Keskimääräisen tilanteen huipputunnin meluvyöhykkeet ovat pienemmät kuin meluisimmassa tilanteessa. Kun asfalttiasema ja betonin murskaus eivät ole toiminnassa, ovat melutasot alueen pohjois- ja itäpuolella meluisinta tilannetta pienempiä. Sen sijaan louhinta-alueen eteläpuolella ei tilanteilla ole eroa. Keskimääräisen tilanteen huipputunnin melutasot ovat lähimpien asuintalojen kohdalla 44-50 dB. Matkusjärven rannassa

olevien loma-asuntojen kohdalla keskimääräisen tilanteen huipputunnin melutaso on selvästi alle 45 dB. Tilannetta kuvaavat melualueet on esitetty liitteessä 19927.8.

4.4.3 Jätekkukko Oy

Meluisin tilanne (kaikki nykyisten lupien mukaiset toiminnot)

Jätekkukko Oy:n Kuopion jätekeskuksen toimintojen (jätteen vastaanotto ja käsittely sekä betoni- ja tiilijätteen ja asfaltin ja kiviaineksen murskaus ja puujätteen haketus) aiheuttamat meluvyöhykkeet on esitetty liitteessä 19927.6. Huipputunnin L_{Aeq} 55 dB melualue ulottuu noin 200-400 m etäisyydelle jätekeskuksesta. Lähimmän asuintalon kohdalla huipputunnin melutaso on noin 47 dB. Tilannetta kuvaavat melualueet on esitetty liitteessä 19927.11.

Keskimääräinen tilanne

Keskimääräisen tilanteen huipputunnin meluvyöhykkeet ilman murskausta ovat merkittävästi meluisinta tilannetta pienemmät. Laskelmien perustella toiminnan aiheuttamat melutasot ympäristössä laskevat paikoitellen yli 10 dB meluisimpaan tilanteeseen verrattuna. Keskimääräisen huipputunnin L_{Aeq} 55 dB melualueet rajautuvat pääosin jätekeskuksen alueelle tai korkeintaan 100 metrin etäisyydelle jätekeskuksen alueesta. Tilannetta kuvaavat melualueet on esitetty liitteessä 19927.10.

4.4.4 Skanska Asfaltti Oy

Meluisin tilanne

Meluisimmassa tilanteessa on huomioitu asfaltin murskaus, jolle vasta haetaan lupaa. Skanska Asfaltti Oy:n asfaltin murskauksen aiheuttamat meluvyöhykkeet on esitetty piirustuksessa 19927.13. Huipputunnin 55 dB melualue ulottuu noin 300-350 m etäisyydelle murskaimesta. Lähimmän asuintalon kohdalla huipputunnin melutaso on 50 dB. Matkusjärven rannassa olevien loma-asuntojen kohdalla huipputunnin melutaso on 45-47 dB.

Keskimääräinen tilanne

Keskimääräisen huipputunnin tilanteessa melutasot ympäristössä laskevat noin 3 dB. Lähimmän asuintalon kohdalla huipputunnin melutaso on noin 47 dB. Matkusjärven rannassa olevien loma-asuntojen kohdalla huipputunnin melutaso on noin 44-45 dB. Meluvyöhykkeet on esitetty liitteessä 19927.12.

4.4.5 Maamerkki Oy

Maamerkki Oy:n Hepomäen toimintojen aiheuttamat meluvyöhykkeet on esitetty piirustuksessa 19927.14. Huipputunnin 55 dB melualue ulottuu noin 400-450 m etäisyydelle kierrätysasemasta. Lähimpien asuintalojen kohdalla huipputunnin melutaso on 48-49 dB. Matkusjärven rannassa olevien loma-asuntojen kohdalla huipputunnin melutaso on noin 41-43 dB.

4.4.6 Pelastusopisto

Pelastusopiston huipputunnin 55 dB melualue ulottuu pisimmillään 200-300 metrin etäisyydelle harjoitusalueesta. Vastaavasti 50 dB melualue ulottuu noin 500 metrin, ja 45 dB melualue noin 700 metrin päähän harjoitusalueesta. Melualueilla ei ole asuinrakennuksia. Meluvyöhykkeet on esitetty liitteessä 19927.15.

5 IMPULSSIMAISSUUSTARKASTELU

Impulssimainen melu koetaan yleensä häiritsevämmäksi kuin tasainen melu. Valtioneuvoston päätöksessä melutason ohjearvoista (VNP 993/92) tämä on otettu huomioon ns. impulssimaisuuskorjauksena, jossa impulssimaisen melun mitattuun tai laskettuun keskiäänitasoon lisätään + 5 dB ennen tuloksen vertaamista ohjearvoon. Impulssimaisuuskorjaus tehdään sille ajalle, jonka melu on impulssimaista.

Melun impulssimaisuus vähenee etäisyyden kasvaessa ja sellainen melu, joka on impulssimaista lähellä melulähdettä, ei välttämättä ole enää impulssimaista satojen metrien päässä. Erityisesti, jos näköyhteys katkeaa melulahteen ja häiriintyvän kohteen välillä (esim. melueste) on epätodennäköistä että melu on enää satojen metrien etäisyydellä impulssimaista tai kapeakaistaista.

Selvitysalueella impulssimaista eli iskumaista melua aiheutuu mm. murskauksesta ja louhinnasta sekä hyötyjätteen käsittelystä. Murskauksen ja louhinnan melu ei normaalisti sisällä kapeakaistaisia elementtejä, joten kapeakaistaisuuskorjausta ei sovelleta tässä tapauksessa.

Selvitysalueella lähimmät häiriintyvät kohteet sijaitsevat noin 500-1500 m etäisyydellä impulssimaista melua aiheuttavista melulähteistä. Tällä etäisyydellä melun impulssimaisuus vähenee ja jopa häviää. Melumittauksen aikana tehtyjen havaintojen perusteella melu ei ollut impulssimaista missään ympäristön mittauspisteessä. Näin ollen impulssimaisuuskorjausta ei sovelleta tässä tapauksessa.

6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy on selvittänyt Kuopion Hepomäen alueen melua mittauksin ja laskennallisesti. Hepomäen alueella sijaitsee mm. Oy Lohja Rudus Ab:n kiviaineksen ottoalue ja murskauslaitos, Jätekukko Oy:n jätteenkäsittelyalue, Skanska Asfaltti Oy:n asfalttiasema sekä Pelastusopiston harjoitusalue. Lisäksi alueelle on suunnitteilla Maamerkki Oy:n maa- ja kiviainesten sekä energiajätteen kierrätys-, käsittely- ja hyödyntämisalue.

Hepomäen ympäristössä mitattiin ympäristömelua 5 pisteessä, mittaus tulokset vaihtelivat välillä L_{Aeq} 34...52 dB. Räjätyskokeen aikana mitattu impulse-aikavakiolla mitattu huippumelutaso oli lähimmän asuintalon pihassa L_{AImax} 74,0 dB. Pelastusajoneuvojen hälytysäänten ei havaittu nostavan melutasoa lähimmän asuintalon pihassa, vaikka hälytysäännet olivatkin siellä kuultavissa.

Melulaskennan mukaan Hepomäen nykyisten lupien mukaisten toimintojen yhdessä aiheuttama päiväajan $L_{Aeq\ 7-22}$ 55 dB meluvyöhyke ulottuu asutuksen kohdalle vain Kiviharjun länsipuolella Matkusjärven rannassa olevan asuintalon kohdalla. Muilla suunnilla päiväajan keskimelutasot jäävät vakituisten ja loma-asuntojen kohdalla alle $L_{Aeq\ 7-22}$ 55 dB. Matkusjärven ja Korsujärven rannassa olevien loma-asuntojen kohdalla päiväajan keskiäänitaso $L_{Aeq\ 7-22}$ on noin 48-52 dB, mikä ylittää loma-asutusalueille annetun päiväajan ohjearvon $L_{Aeq\ 7-22}$ 45 dB.

Hepomäen nykyisten lupien mukaisten toimintojen yhdessä aiheuttama huipputunnin L_{Aeq} 55 dB meluvyöhyke ulottuu asutuksen kohdalle vain Kiviharjun länsipuolella Matkusjärven rannassa olevan asuintalon kohdalla. Muilla suunnilla huipputunnin melutasot jäävät vakituisten ja loma-asuntojen kohdalla alle L_{Aeq} 55 dB. Matkusjärven ja Korsujärven rannassa olevien loma-asuntojen kohdalla nykyisten lupien mukaisten toimintojen yhdessä aiheuttama huipputunnin melutaso on noin 50-53 dB.

Toimijakohtaisesti lasketut huipputunnin melutasot eivät minkään toimijan osalta ylitä L_{Aeq} 55 dB:ä asuintalojen kohdalla. Skanska Asfaltti Oy:n ja Oy Lohja Rudus Ab:n osalta L_{Aeq} 45 dB ylittyy Matkusjärven rannassa olevien loma-asuntojen kohdalla.

Hollolassa 20. päivänä lokakuuta 2006

INSINÖÖRITOIMISTO PAAVO RISTOLA OY

Janne Ristolainen
tutkimusinsinööri

Eerik Järvinen
tutkija

Asiakas		työ nro		19927	
Mittauskohde		Kuopio, Hepomäki		mitt.piste nro	
				1	
Pvm	mitt.aika	mitt.etäisyys	L_{Aeq} dB ¹	L_{AFmax} dB ²	Huom
18.5.2006	16:48-22:00	n. 500 m	39,8	61,4	
18.-19.5.06	22:00-7:00	n. 500 m	43,4	66,5	lintujen laulua
19.5.2006	7:00-9:22	n. 500 m	44,1	69,8	
Ohjearvoon verrannollinen keskiäänitaso ³					

¹ L_{Aeq} = mitattu ekvivalenttitaso (keskiäänitaso)

² L_{AFmax} = maksimitaso (enimmäisäänitaso), mittausjakson aikana esiintynyt korkein hetkellinen melutaso.

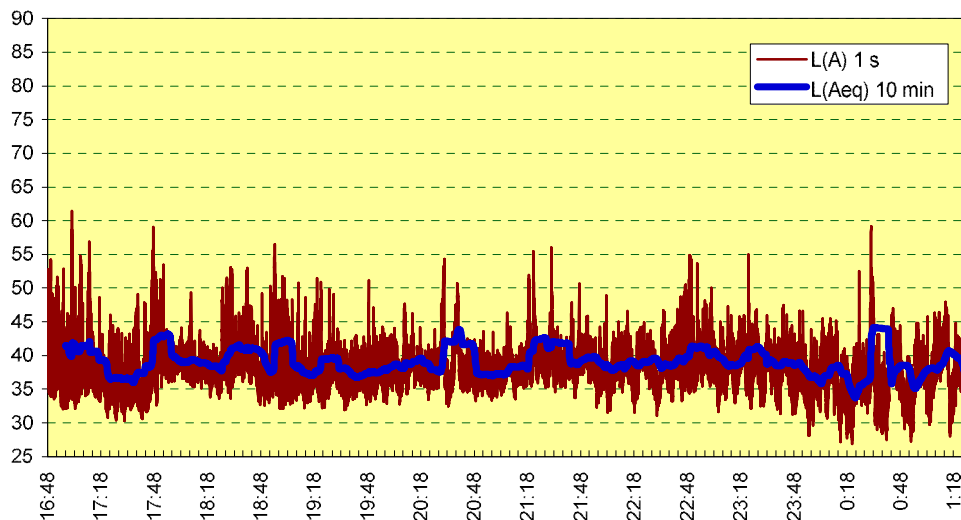
³ Ohjearvoon verrattavissa oleva melutaso, kun mittauksessa otetaan huomioon mahdollisesti tarvittavat korjaukset, kuten impulssimaisuus- tai kapeakaistaisuuskorjaus (+5 dB), tai mittauksesta on vähennetty häiriöäänien osuus

Kuva mittauspaikalta



Melun hetkellisyvaihtelu mittausaikana

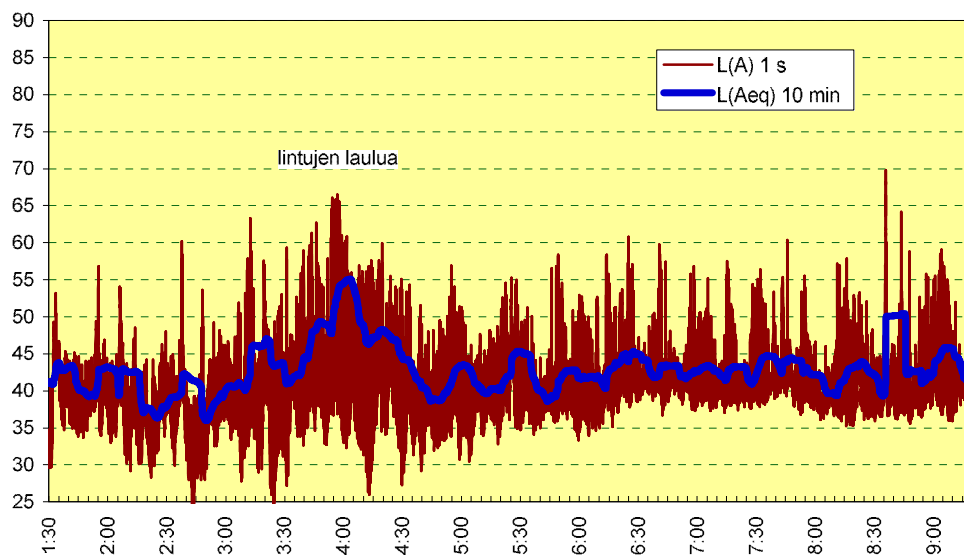
Kuopio Hepomäki. Melumittaus 18.-19.5.2006. Hetkellinen melutason vaihtelu (1 s ja 10 min keskiarvo) mittauspistessä.



Asiakas		työ nro	19927
Mittauskohde	Kuopio, Hepomäki	mitt.piste nro	1
		sivu	2

Melun hetkellisivaihtelu mittausaikana

**Kuopio Hepomäki. Melumittaus 19.5.2006. Hetkellinen melutason vaihtelu
(1 s ja 10 min keskiarvo) mittauspistessä.**



Melun hetkellisivaihtelu mittausaikana

Asiakas			työ nro	19927	
Mittauskohde		Hepomäki, Kuopio	mitt.piste nro	2	
Pvm	mitt.aika	mitt.etäisyys	L_{Aeq} dB ¹	L_{AFmax} dB ²	Huom
18.5.2006	17:44-22:00	n. 600 m	40,8	57,8	
18.-19.5.06	22:00-7:00	n. 600 m	46,2	77,8	lintuja ja koira
18.-19.5.06	22:00-7:00	n. 600 m	41,4	77,8	häir.äänet poistettu
19.5.2006	7:00-10:18	n. 600 m	46,0	74,6	lintuja ja koira
19.5.2006	7:00-10:18	n. 600 m	44,2	74,6	häir.äänet poistettu
Ohjearvoon verrannollinen keskiäänitaso ³					

¹ L_{Aeq} = mitattu ekvivalentitaso (keskiäänitaso)

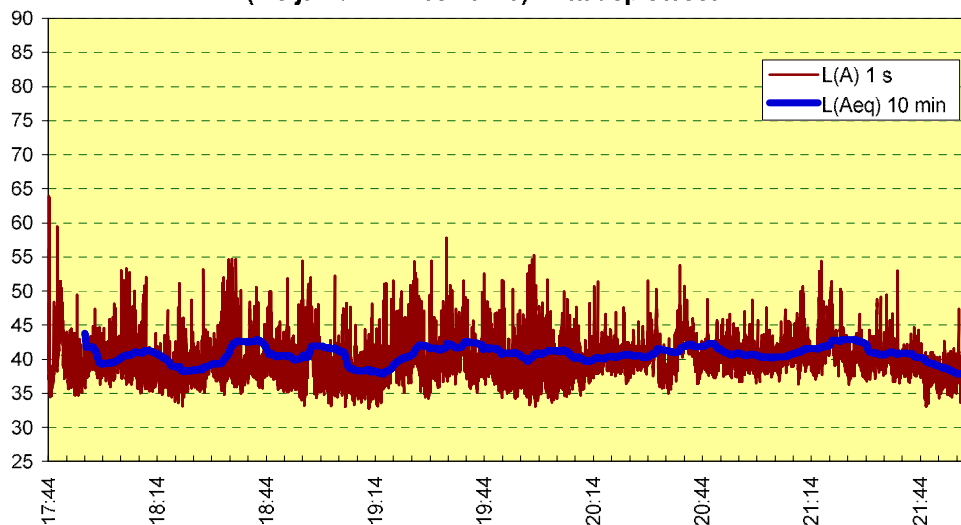
² L_{AFmax} = maksimitaso (enimmäisäänitaso), mittausjakson aikana esiintynyt korkein hetkellinen melutaso.

³ Ohjearvoon verrattavissa oleva melutaso, kun mittauksessa otetaan huomioon mahdollisesti tarvittavat korjaukset, kuten impulssimaisuus- tai kapeakaistaisuuskorjaus (+5 dB), tai mittauksesta on vähennetty häiriöäänien osuus

Kuva mittauspaikalta



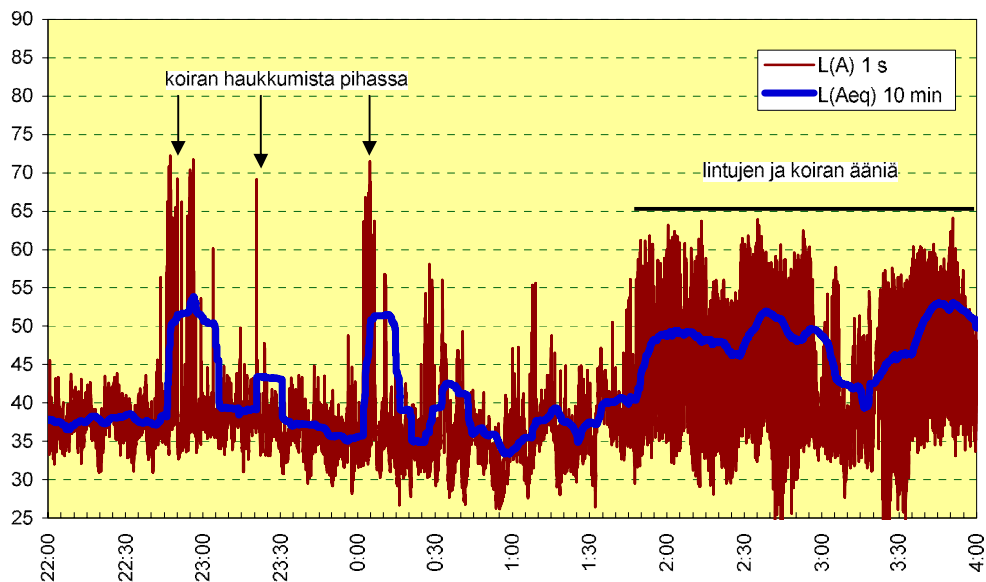
Melun hetkellisivaihtelu mittausaikana

**Kuopio Hepomäki. Melumittaus 18.5.2006. Hetkellinen melutason vaihtelu
(1 s ja 10 min keskiarvo) mittauspistessä.**


Asiakas		työ nro	19927
Mittauskohde	Hepomäki, Kuopio	mitt.piste nro	2
		sivu	2

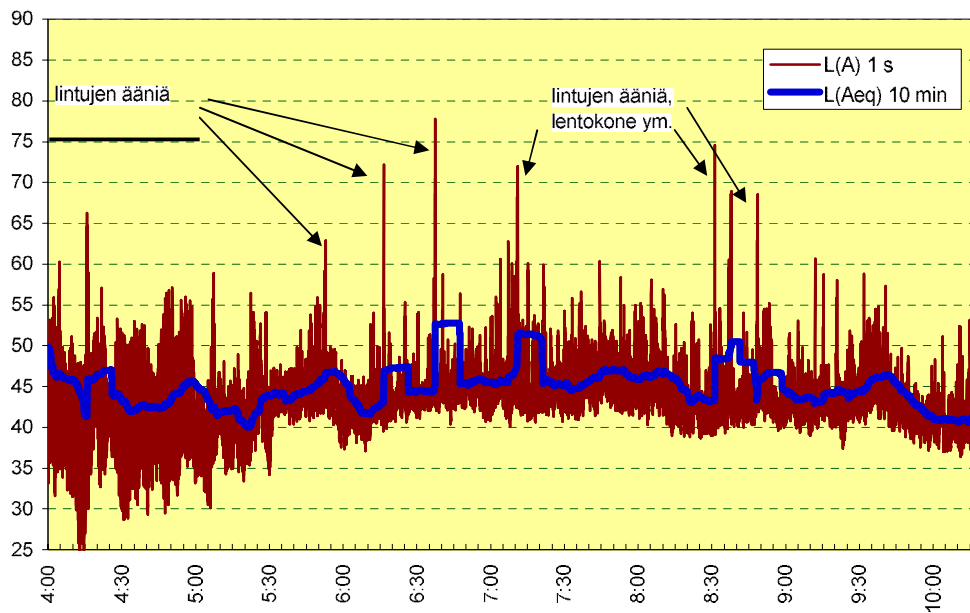
Melun hetkellisivaihtelu mittausaikana

Melumittaus 18.-19.5.2006. Hetkellinen melutason vaihtelu (1 s ja 10 min keskiarvo) mittauspistessä.



Melun hetkellisivaihtelu mittausaikana

Kuopio Hepomäki. Melumittaus 19.5.2006. Hetkellinen melutason vaihtelu (1 s ja 10 min keskiarvo) mittauspistessä.



Asiakas		työ nro		19927	
Mittauskohde		Kuopio, Hepomäki		mitt.piste nro	
				3	
Pvm	mitt.aika	mitt.etäisyys	L_{Aeq} dB ¹	L_{AFmax} dB ²	Huom
18.5.2006	18:08-21:55	n 1 km	52,4	71,2	Liikenne
Ohjearvoon verrannollinen keskiäänitaso ³					

¹ L_{Aeq} = mitattu ekvivalenttitaso (keskiäänitaso)

² L_{AFmax} = maksimitaso (enimmäisäänitaso), mittausjakson aikana esiintynyt korkein hetkellinen melutaso.

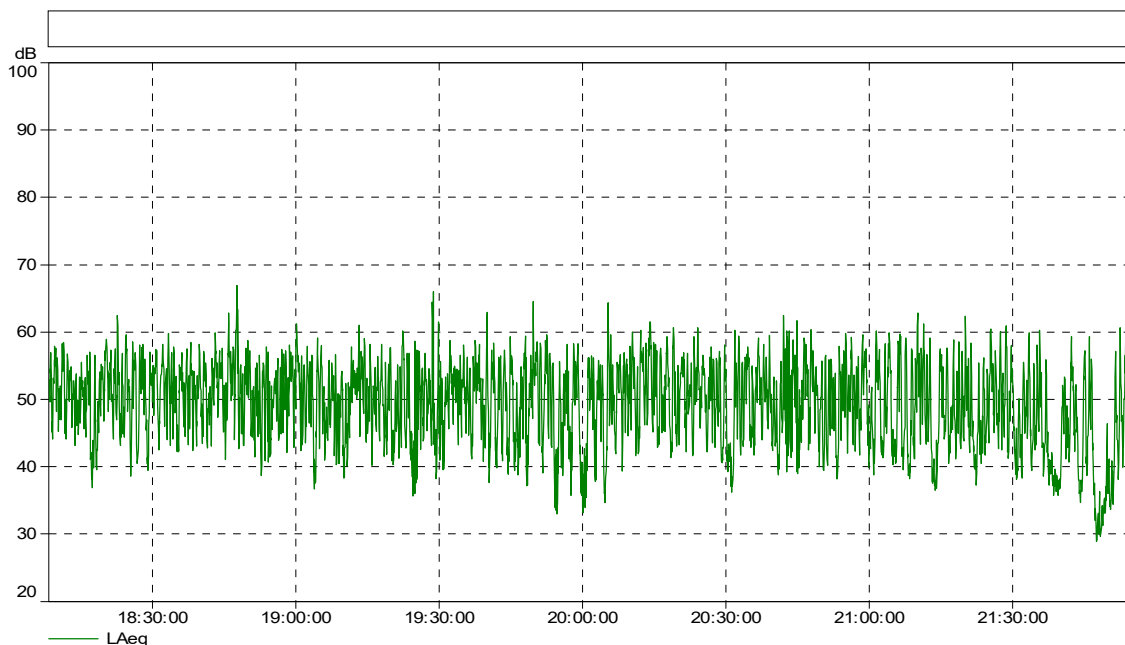
³ Ohjearvoon verrattavissa oleva melutaso, kun mittauksessa otetaan huomioon mahdollisesti tarvittavat korjaukset, kuten impulssimaisuus- tai kapeakaistaisuuskorjaus (+5 dB), tai mittauksesta on vähennetty häiriöäänien osuus

Kuva mittauspaikalta



Melun hetkellisivaihtelu mittausaikana

0028.top



Asiakas		työ nro		19927	
Mittauskohde		Kuopio, Hepomäki		mitt.piste nro	
				4	
Pvm	mitt.aika	mitt.etäisyys	L_{Aeq} dB¹	L_{AFmax} dB²	Huom
19.5.2006	10:08-13:26	n. 1,5 km	50,0	75,7	asukkaiden ääniä
19.5.2006	10:08-13:26	n. 1,5 km	49,0	59,2	ilman häiriöääniä
14.8.2006	22:30-7:00	n. 1,5 km	39,7	55,7	
14.8.2006	7:00-14:11	n. 1,5 km	49,0	68,9	

Ohjearvoon verrannollinen keskiäänitaso³

¹ L_{Aeq} = mitattu ekvivalenttitaso (keskiäänitaso)

² L_{AFmax} = maksimitaso (enimmäisäänitaso), mittausjakson aikana esiintynyt korkein hetkellinen melutaso.

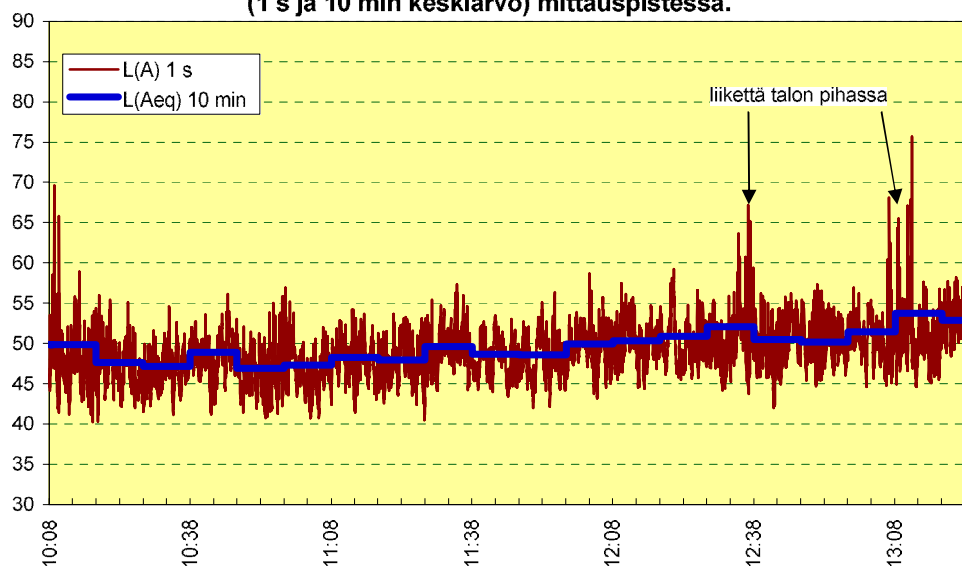
³ Ohjearvoon verrattavissa oleva melutaso, kun mittauksessa otetaan huomioon mahdollisesti tarvittavat korjaukset, kuten impulssimaisuus- tai kapeakaistaisuuskorjaus (+5 dB), tai mittauksesta on vähennetty häiriöäänien osuus

Kuva mittauspaikalta



Melun hetkellisivaihtelu mittausaikana

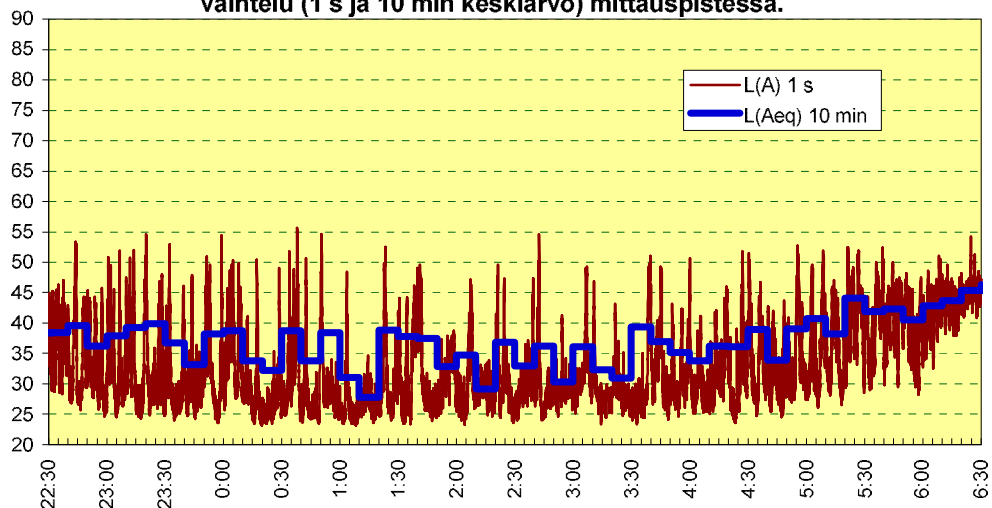
Kuopio Hepomäki. Melumittaus 19.5.2006. Hetkellinen melutason vaihtelu (1 s ja 10 min keskiarvo) mittauspistessä.



Asiakas		työ nro	19927
Mittauskohde	Kuopio, Hepomäki	mitt.piste nro	4
		sivu	2

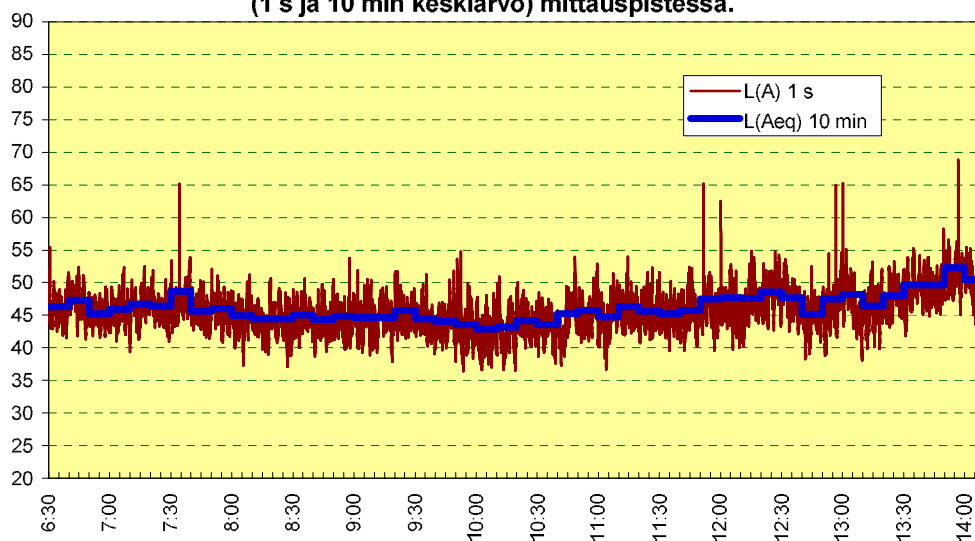
Melun hetkellisivaihtelu mittausaikana

Kuopio Hepomäki. Melumittaus 14.-15.8.2006. Hetkellinen melutason vaihtelu (1 s ja 10 min keskiarvo) mittauspistessä.



Melun hetkellisivaihtelu mittausaikana

Kuopio Hepomäki. Melumittaus 15.8.2006. Hetkellinen melutason vaihtelu (1 s ja 10 min keskiarvo) mittauspistessä.



Asiakas		Oy Lohja Rudus Ab		työ nro		19927	
Mittauskohde		Kuopio, Hepomäki		mitt.piste nro		5	
Pvm	mitt.aika	mitt.etäisyys	L _{Aeq} dB ¹	L _{AFmax} dB ²	Huom		
14.-15.8.06	22:57-7:00	n. 600 m	34,4	61,0			
15.8.2006	7:00-14:44	n. 600 m	43,5	64,3			
Ohjearvoon verrannollinen keskiäänitaso ³							

¹ L_{Aeq} = mitattu ekvivalenttitaso (keskiäänitaso)

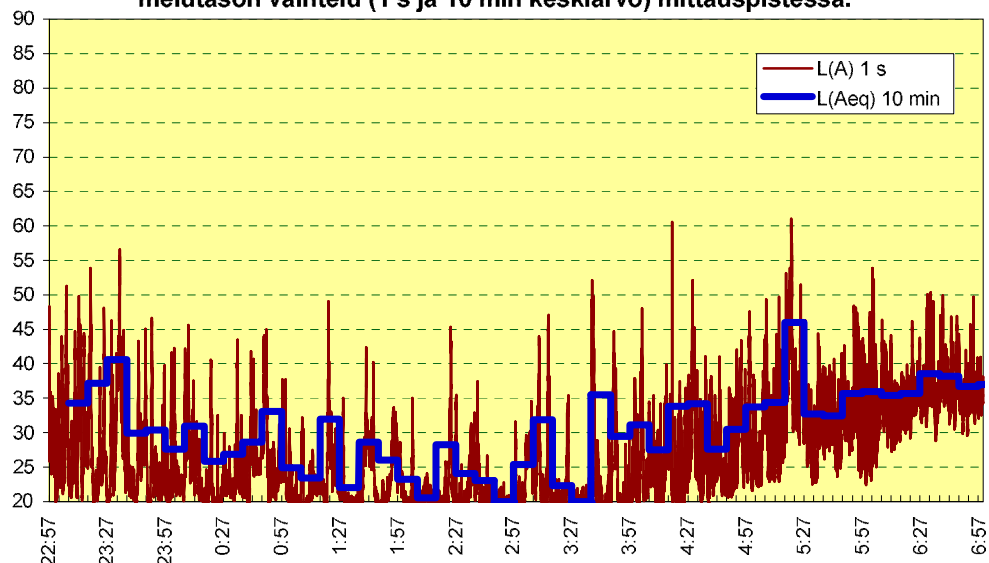
² L_{AFmax} = maksimitaso (enimmäisäänitaso), mittausjakson aikana esiintynyt korkein hetkellinen melutaso.

³ Ohjearvoon verrattavissa oleva melutaso, kun mittaus tuloksessa otetaan huomioon mahdollisesti tarvittavat korjaukset, kuten impulssimaisuus- tai kapeakaistaisuuskorjaus (+5 dB), tai mittaus tuloksesta on vähennetty häiriöäänien osuus

Kuva mittauspaikalta



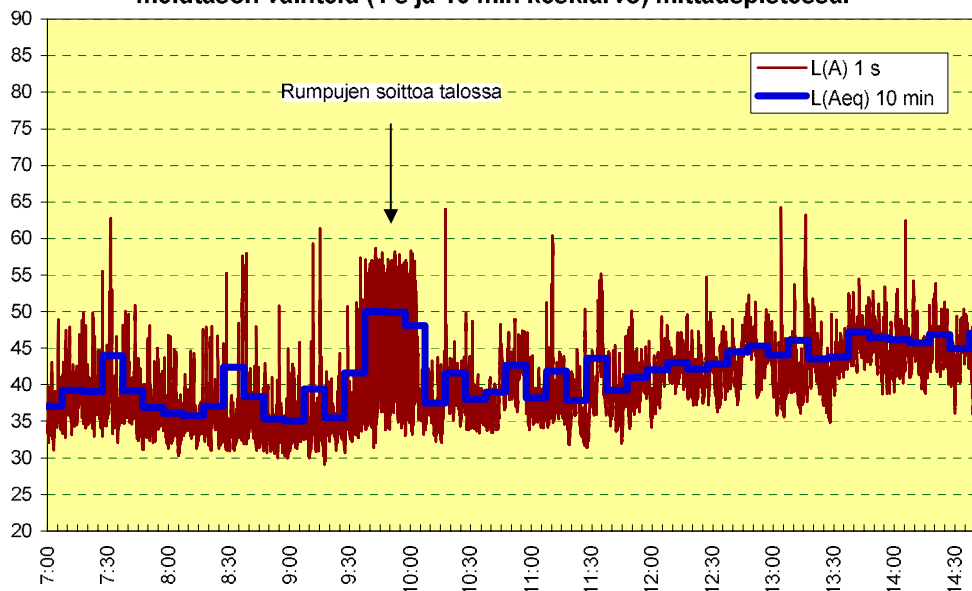
Melun hetkellisyvaihtelu mittausaikana

LohjaRudus Oy, Kuopio Hepomäki. Melumittaus 14.-15.8.2006. Hetkellinen melutason vaihtelu (1 s ja 10 min keskiarvo) mittauspistessä.


Asiakas	Oy Lohja Rudus Ab	työ nro	19927
Mittauskohde	Kuopio, Hepomäki	mitt.piste nro	5
		sivu	2

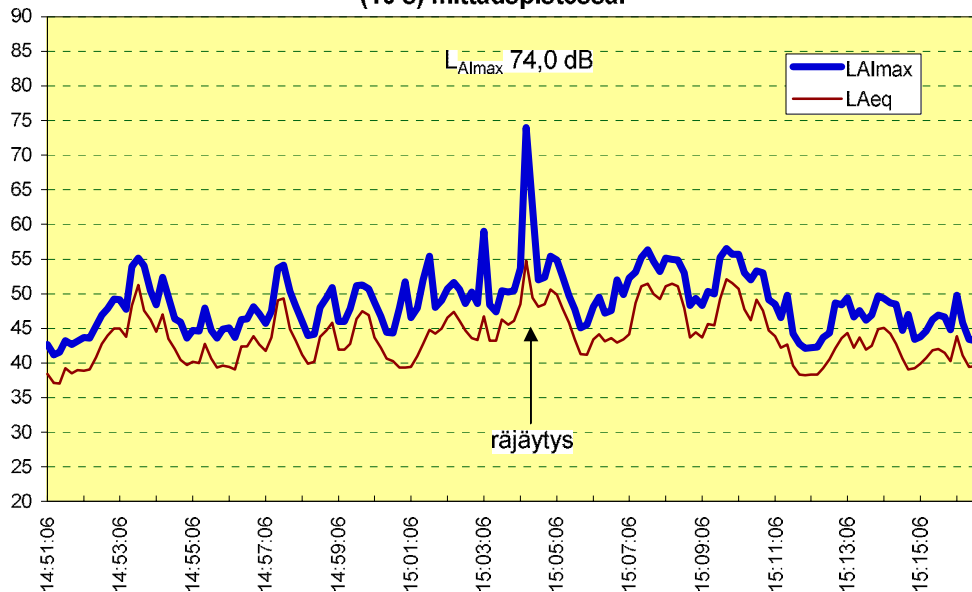
Melun hetkellisvaihtelu mittausaikana

LohjaRudus Oy, Kuopio Hepomäki. Melumittaus 14.-15.8.2006. Hetkellinen melutason vaihtelu (1 s ja 10 min keskiarvo) mittauspistessä.



Melun hetkellisvaihtelu mittausaikana

Kuopio Hepomäki. Melumittaus 15.8.2006. Hetkellinen melutason vaihtelu (10 s) mittauspistessä.



Asiakas				työ nro	19927
Mittauskohde		Kuopio, Hepomäki		mitt.piste nro	6
Pvm	mitt.aika	mitt.etäisyys	L_{Aeq} dB ¹	L_{AFmax} dB ²	Huom
15.8.2006	1 min 39 s	n. 70-500 m	45,5	70,3	

¹ L_{Aeq} = Mitattu keskimelutaso

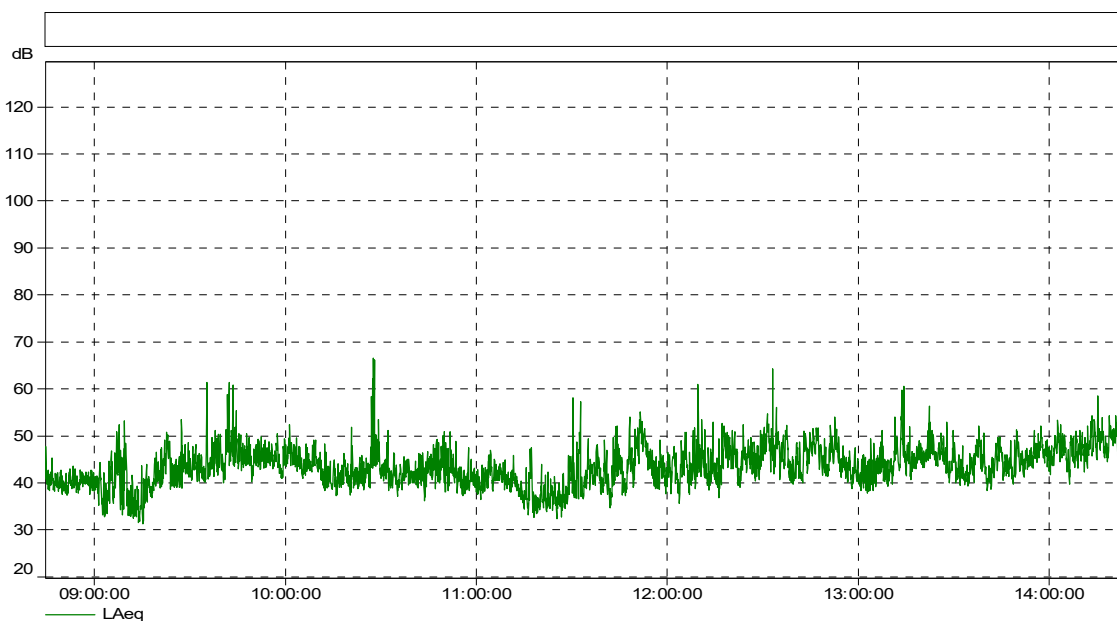
² L_{AFmax} = maksimitaso (enimmäisäänitaso), mittausjakson aikana esiintynyt korkein hetkellinen melutaso.

Kuva mittauspaikalta



Melun hetkellisivaihtelu mittausaikana

0002.top



Asiakas		Oy Lohja Rudus Ab		työ nro	19927
Mittauskohde		Kuopio, Hepomäki		mitt.piste nro	L1-L4
mitt.piste	mitt.aika	mitt.etäisyys	L_{Aeq} dB ¹	L_{AFmax} dB ²	Huom
L1	14:45-14:49	28 m	82,3	88,0	
L2	14:37-14:40	42 m	80,0	85,7	
L3	14:31-14:35	25 m	80,2	86,8	
L4	11:52-11:55	35 m	73,9	79,0	

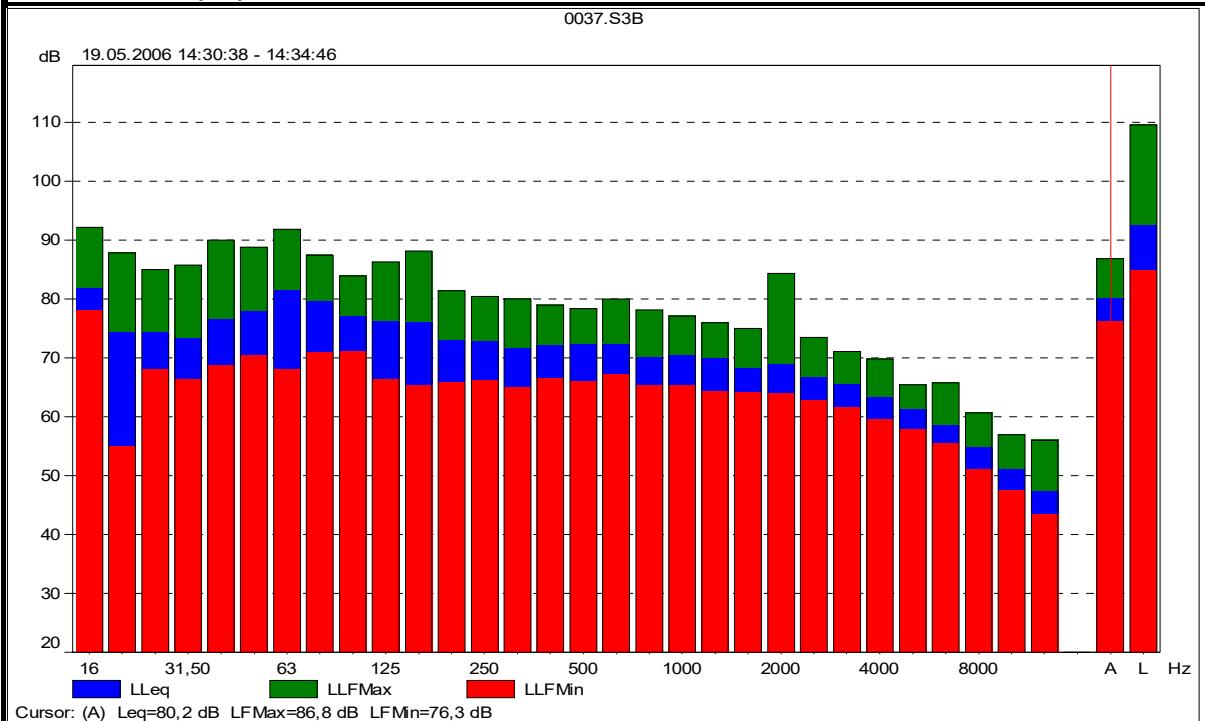
¹ L_{Aeq} = mitattu ekvivalenttitaso (keskiäänitaso)

² L_{AFmax} = maksimitaso (enimmäisäänitaso), mittausjakson aikana esiintynyt korkein hetkellinen melutaso.

Kuva mittauspaikalta



Esimerkki melun taajuusjakaumasta 1/3-oktaavikaistoittain

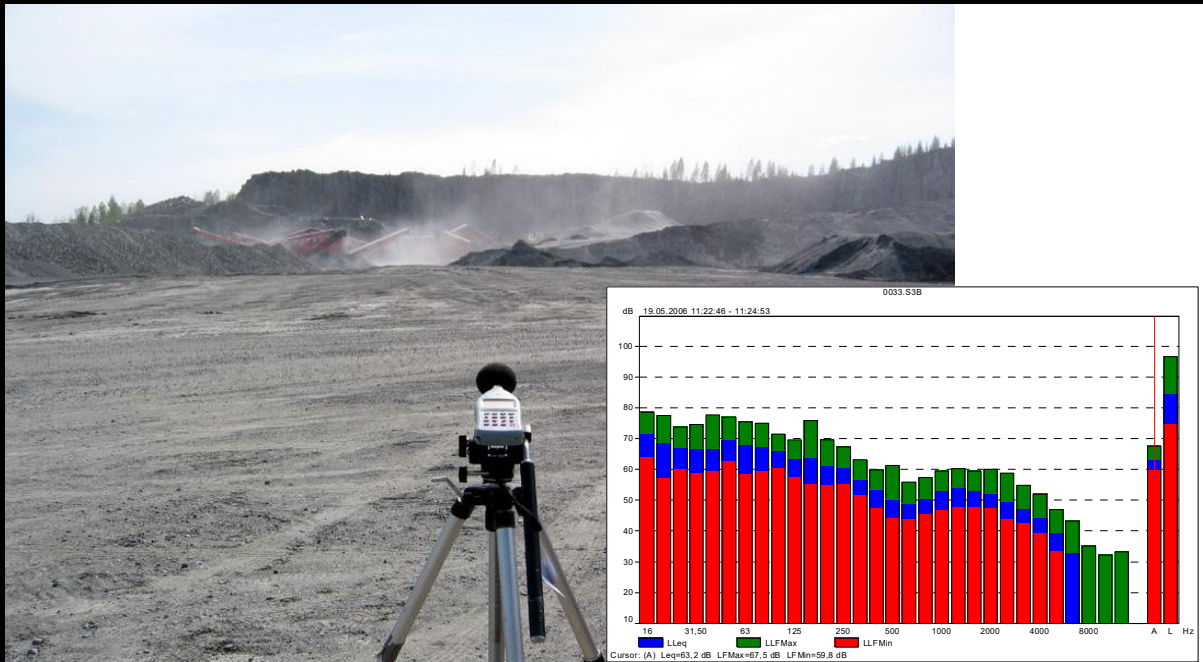


Asiakas		Oy Lohja Rudus Ab		työ nro		19927
Mittauskohde		Kuopio, Hepomäki		mitt.piste nro		L5-L7
Mitt.piste	mitt.aika	mitt.etäisyys	L _{Aeq} dB ¹	L _{AFmax} dB ²	Huom	
L5	11:45-11:49	n. 35 m	70,7	75,4		
L6	11:27-11:38	n. 75 m	65,3	73,8		
L7	11:18-12:23	120 m	63,6	78,5	tauko mukana	
L7	11:18-12:00	120 m	64,4	78,5	ilman taukoa	

¹ L_{Aeq} = mitattu ekvivalenttitaso (keskiäänitaso)

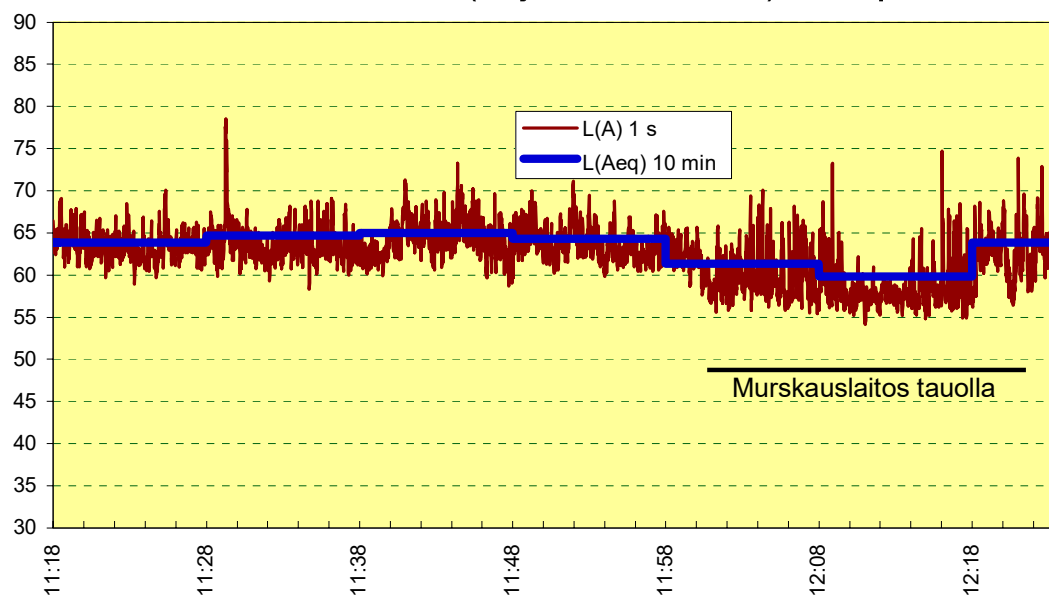
² L_{AFmax} = maksimitaso (enimmäisäänitaso), mittausjakson aikana esiintynyt korkein hetkellinen melutaso.

Kuva mittauspaikalta



Melun hetkellisvaihtelu mittausaikana

Oy Lohja Rudus Ab, Kuopio Hepomäki. Melumittaus 19.5.2006.
 Hetkellinen melutason vaihtelu (1 s ja 10 min keskiarvo) mittauspisteessä.



Asiakas		Oy Lohja Rudus Ab		työ nro	19927
Mittauskohde		Kuopio, Hepomäki		mitt.piste nro	L8
Pvm	mitt.aika	mitt.etäisyys	L_{Aeq} dB ¹	L_{AFmax} dB ²	Huom
19.5.2006	12:29-14:00	n. 150 m	61,3	71,1	

¹ L_{Aeq} = mitattu ekvivalenttitaso (keskiäänitaso)

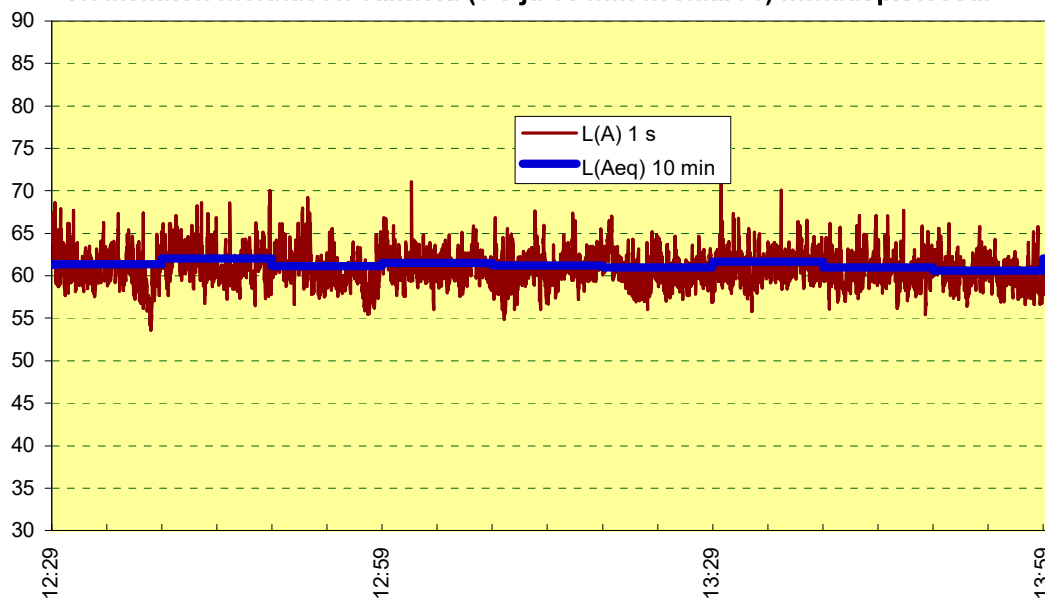
² L_{AFmax} = maksimitaso (enimmäisäänitaso), mittausjakson aikana esiintynyt korkein hetkellinen melutaso.

Kuva mittauspaikalta



Melun hetkellisivaihtelu mittausaikana

Oy Lohja Rudus Ab, Kuopio Hepomäki. Melumittaus 19.5.2006.
 Hetkellinen melutason vaihtelu (1 s ja 10 min keskiarvo) mittauspistessä.



Asiakas		Oy Lohja Rudus Ab		työ nro	19927
Mittauskohde		Kuopio, Hepomäki		mitt.piste nro	L9
Pvm	mitt.aika	mitt.etäisyys	L_{Aeq} dB ¹	L_{AFmax} dB ²	Huom
19.5.2006	12:05-13:41	95 m	63,4	75,0	

¹ L_{Aeq} = Mitattu keskimelutaso

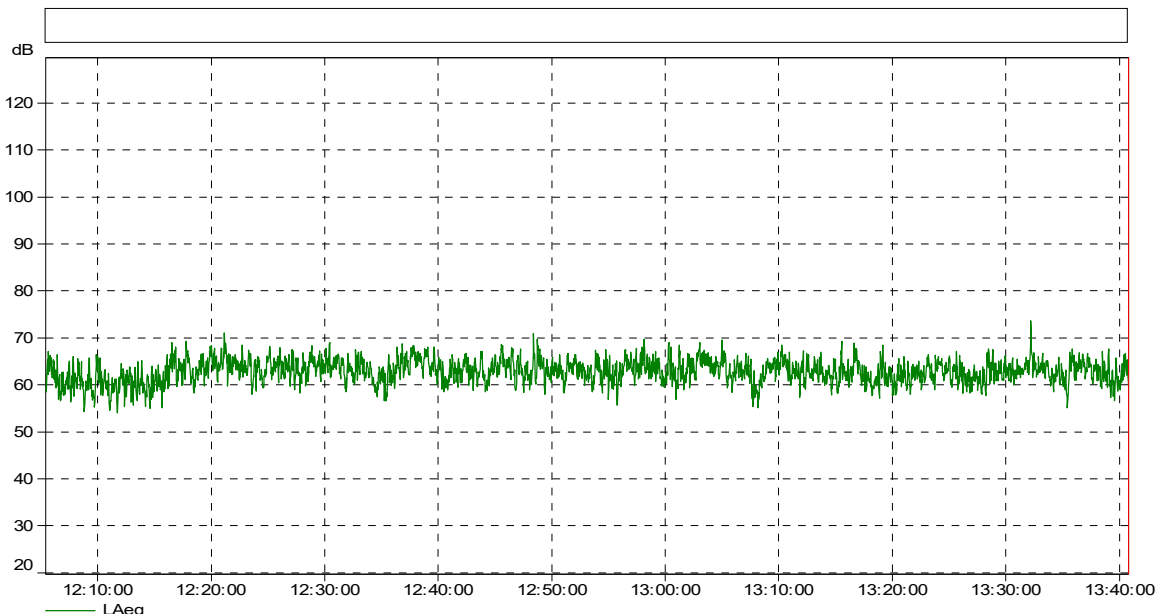
² L_{AFmax} = maksimitaso (enimmäisäänitaso), mittausjakson aikana esiintynyt korkein hetkellinen melutaso.

Kuva mittauspaikalta



Melun hetkellisivaihtelu mittausaikana

0029.top



Asiakas		Pelastusopisto		työ nro	19927
Mittauskohde		Kuopio, Hepomäki		mitt.piste nro	P1
Mitt.piste	mitt.aika	mitt.etäisyys	$L_{A_{max}}$ dB ¹	$L_{AF_{max}}$ dB ²	Huom
P1	1 min 39 s	40 m	110,5	105,4	mitt alueen ylitys

² $L_{A_{max}}$ = mittausjakson aikana esiintynyt korkein hetkellinen melutaso impulse-aikavakiolla mitattuna.

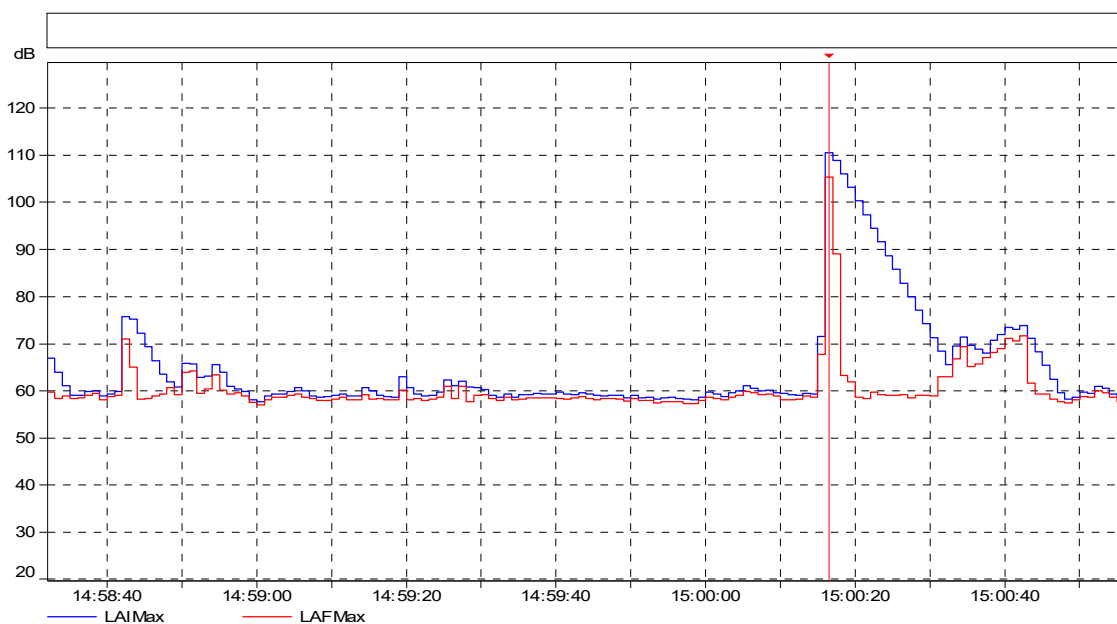
² $L_{AF_{max}}$ = mittausjakson aikana esiintynyt korkein hetkellinen melutaso fast-aikavakiolla mitattuna.

Kuva mittauskohteesta



Melun hetkellisivaihtelu mittausaikana

0003.top



Asiakas		Pelastusopisto		työ nro	19927
Mittauskohde		Kuopio, Hepomäki		mitt.piste nro	P2-P3
Mitt.piste	mitt.aika	mitt.etäisyys	L_{Aeq} dB ¹	L_{AFmax} dB ²	Huom
P2	1 min 39 s	20 m	89,8	98,0	Pelastusajoneuvon hälytysääntä
P3	1 min 29 s	60 m	83,9	92,0	

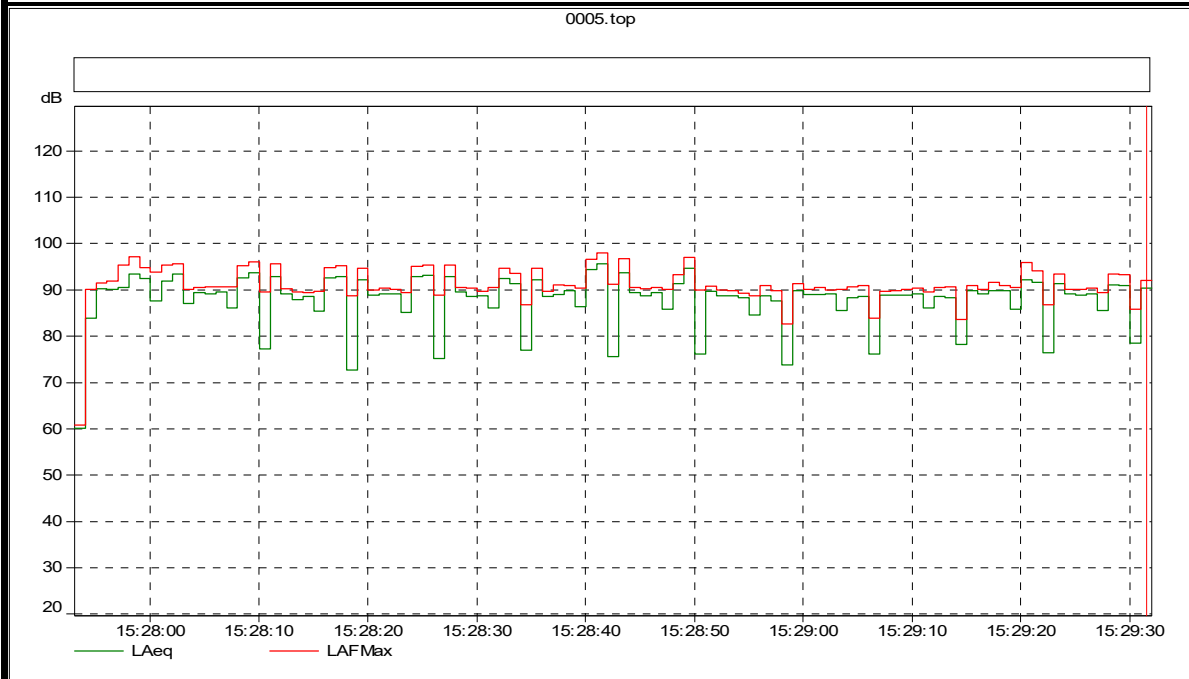
¹ L_{Aeq} = Mitattu keskimelutaso

² L_{AFmax} = maksimitaso (enimmäisäänitaso), mittausjakson aikana esiintynyt korkein hetkellinen melutaso.

Kuva mittauspaikalta



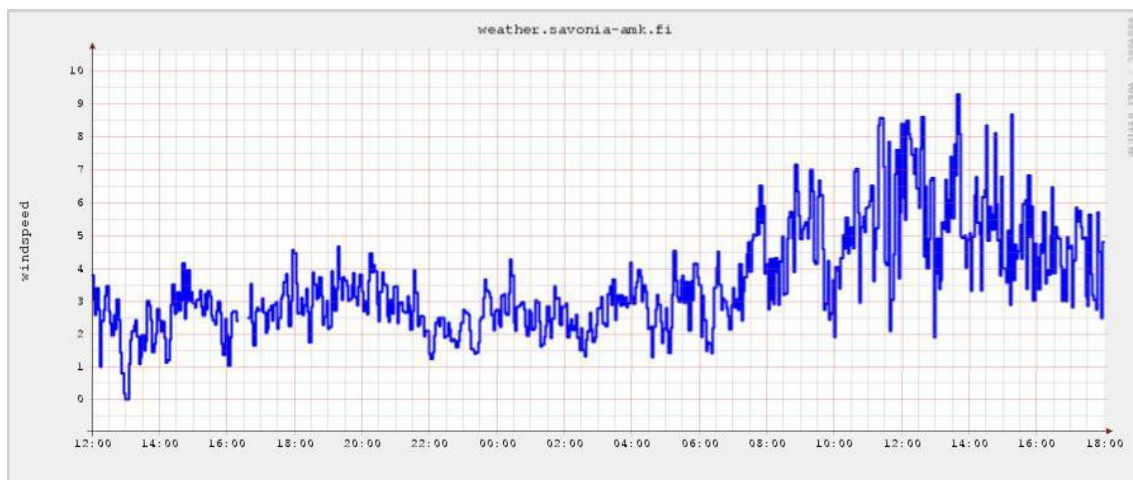
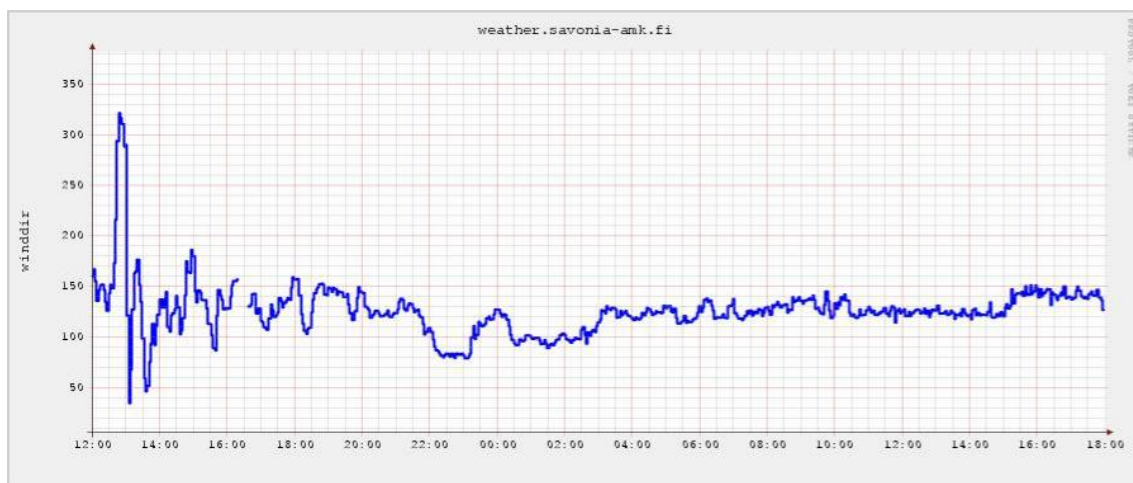
Melun hetkellisivaihtelu mittausaikana



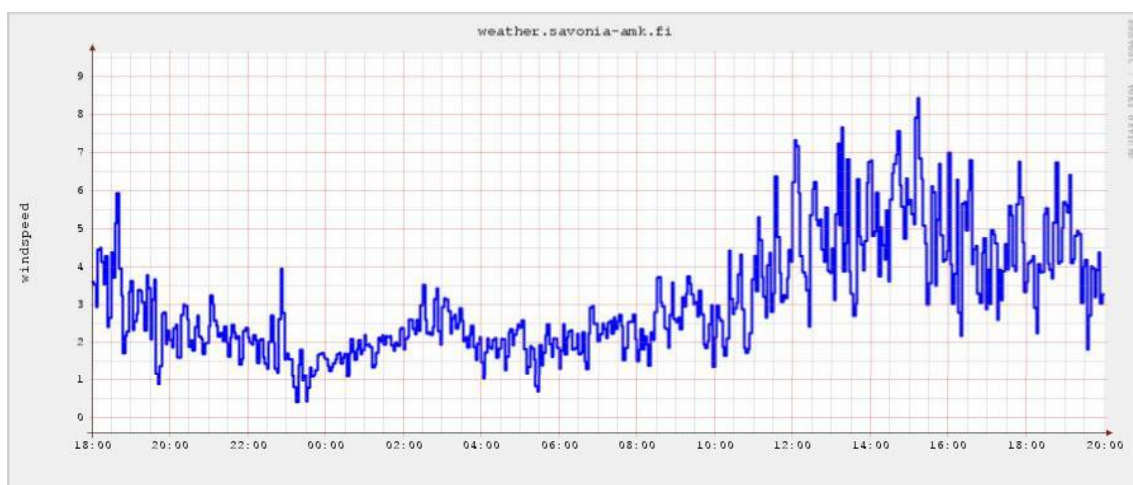
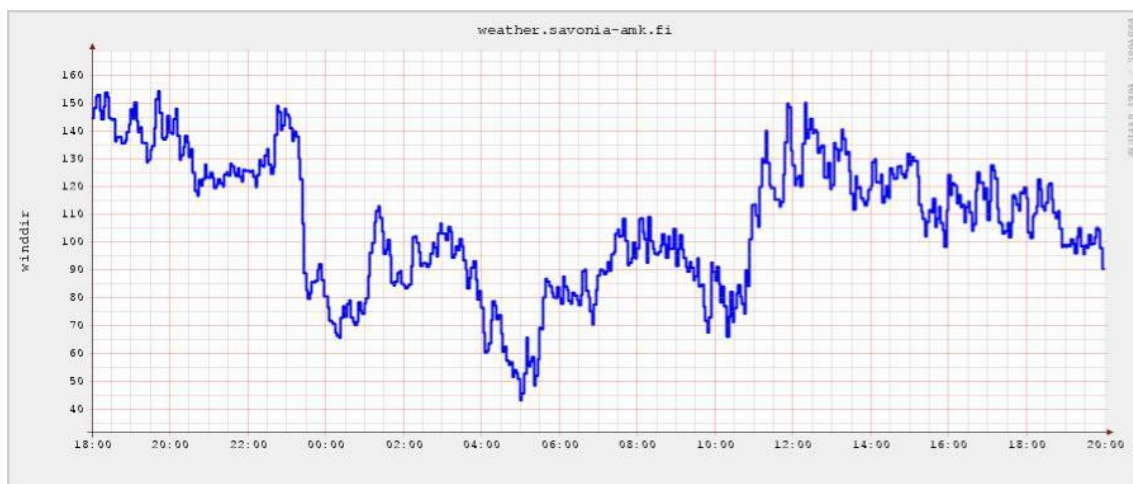
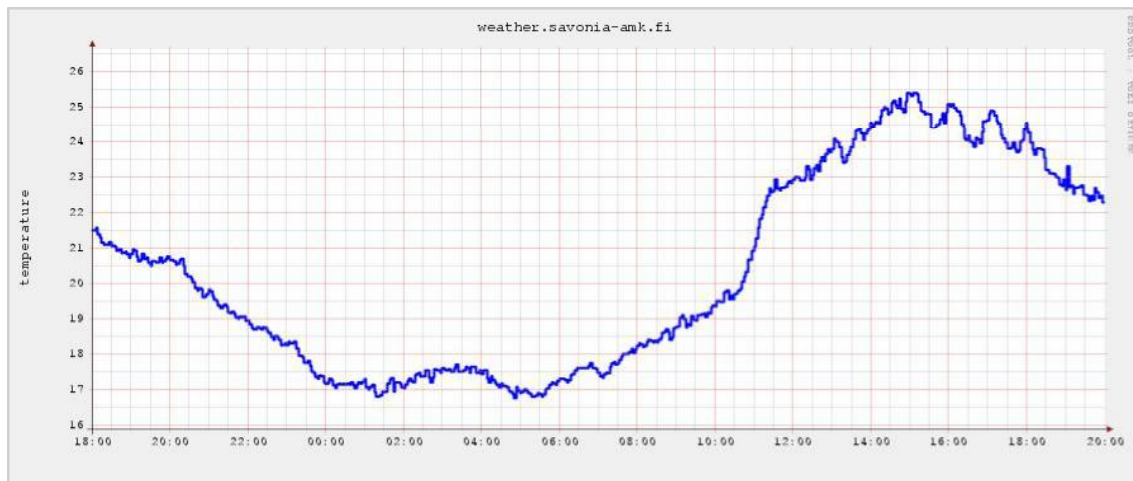
SÄÄTIEDOT MITTAUSAIKANA

Mittausajan säätiedot on saatu Kuopiossa sijaitsevasta Savonia Ammattikorkeakoulun sääasemasta.

Säätiedot 18.-19.5.2006:



Säätiiedot 14.-15.8.2006:



TAUSTATIETOA MELUSTA

ÄÄNITEHO, ÄÄNITEHOTASO JA ÄÄNENPAINE

Ääni on energiaa, jota äänilähde säteilee. Äänilähteen ominaisuuksia kuvaava suure on sen ääniteho eli akustinen säteilyteho. Äänitehon yksikkö on watti. Äänen intensiteetti on äänen tehotiheys todellisella tai kuvitellulla pinnalla ja kuvaa akustisen energiavirran määrää ja suuntaa jossakin pisteessä.

Äänen voimakkuutta kuvaavien suureiden kuten äänenpaineen intensiteetin ja äänitehon suuruus ilmaistaan useimmiten suhteellista kymmenlogaritmista desibeliasteikkoa käyttäen. Lähtökohtana on alunperin ollut intensiteettiasteikko. Logaritminen desibeliasteikko on dimensioton ja antaa tason referenssitason nähden. Kahden suureen tasoero desibeleinä (D) määritellään kaavalla $D = \log_{10} (A/B)$. Kymmenkertaisen ero tietää siis 10 desibeliä.

Meluakustiikassa käytetyt tasot saadaan käyttämällä kansainvälisesti sovittuja vertailu- eli referenssiarvoja, jotka ovat ääniteholle $P_0 = 10^{-12}$ W, intensiteetille $I_0 = 10^{-12}$ W/m² ja äänenpaineelle $P_0 = 20$ µPa. Referenssitasot on valittu siten, että vapaassa kentässä äänenpainetaso on yhtä kuin intensiteettitaso.

Äänenpainetaso on äänen fysikaalisen voimakkuuden mitta. Kun otetaan huomioon korvan herkkyyys eri taajuisille äänille ja painotetaan eri taajuuksia sen mukaan, saadaan äänenpainetason painotettu arvo. Nykyisin käytetään lähes yksinomaan ns. A-painotusta, koska se vastaa parhaiten ihmiskorvan kuuloaistimusta. Äänitasosta käytetään myös nimitystä melutaso, koska äänitasoa usein käytetään äänen haitallisuuden mittana.

Laitteen ääniteho voidaan ilmaista watteina tai äänitehotaso desibeleinä. Kun vertailuarvona (0 desibeliä) on 10^{-12} W, yhden watin ääniteho aiheuttaa 120 desibelin äänenpaineen 1 m² pinnalle. Ääniteho on käsitteenä yksiselitteinen, koska ääniteholla ei ole mitään tekemistä melulähteen koon kanssa, tästä syystä esimerkiksi laitetoimittajat usein ilmoittavat koneen melun äänitehona (wattia) tai äänitehotasona (desibeleinä).

Kenttämittauksissa puolestaan mitatun melutason lisäksi on otettava huomioon äänilähteen koko ja mittaustulos on muutettava joko äänitehotasoksi tai kappaleen ulkomitat muuten huomioon ottavaksi suhteelliseksi melutasoksi. Tässä raportissa kunkin äänilähteen melutaso on muunnettu laskentamallia varten äänitehotasoksi (L_{WA}).

ÄÄNEN ETENEMINEN YMPÄRISTÖSSÄ

Se, millaiseksi äänikenttä eri etäisyyksillä äänilähteestä muodostuu, riippuu paitsi äänilähteen ominaisuuksista myös rakenteellisesta ympäristöstä ja sääolosuhteista. Äänen eteneminen noudattaa yleisiä fysikaalisia aaltoliikeopin lakeja. Ääni heijastuu rajapinnoista, siroaa pienten kappaleitten vaikutuksesta, taipuu esteiden taakse ja taittuu väliaineen ominaisuuksien muuttuessa. Useissa tapauksissa on havainnollista esittää ääniaallon kulkua äänisäteillä, jotka ovat äänen kulkureitin suuntaiset ja toisaalta aaltorintamaan nähden kohtisuorassa.

Äänen vaimenemista etäännyttäessä äänilähteestä sanotaan etenemisvaimennukseksi, ja se koostuu leviämisvaimennuksesta sekä lisävaimennuksesta. Leviämisvaimennus aiheutuu äänen geometrisesta hajaantumista. Lisävaimennus voi taas aiheutua ilman absorptiosta, kasvillisuuden, maanpinnan tai sääolojen vaikutuksesta sekä estevaimennuksesta.

Leviämisvaimennus

Melu leviää ympäristöön pallo-, sylinteri- tai tasoaaltona tilanteesta riippuen. Pistemäisestä äänilähteestä ääni leviää palloaaltona, vaimennus on 6 dB etäisyyden kaksinkertaistuessa. Riittävän kaukaa tarkasteltuna kaikki äänilähteet käyttäytyvät pisteäänilähteen tavoin.

Viivamaisesta äänilähteestä ääni leviää sylinteriaaltona tietylle etäisyydelle asti, vaimeneminen on tällöin 3 dB etäisyyden kaksinkertaistuessa.

Tasoaaltona ääni etenee yleensä vain erittäin lähellä äänilähdettä, tällöin etäisyyden kasvaessa ei vaimenemista tapahdu.

Tuulen suunta ja nopeus

Melualueen koko ja muoto muuttuu tuulen nopeuden ja suunnan mukaan siten, että tuulen yläpuolelle saattaa syntyä ns. äänivarjo ja tuulen alapuolella melualueen raja siirtyy kauemmaksi äänilähteestä.

Ilman absorptio

Taulukossa 1 on esimerkki ilman absorption aiheuttamasta vaimenemisesta 100 metrin etäisyydellä eri taajuuksilla, kun lämpötila on +15 °C ja ilman suhteellinen kosteus 70 %.

Taulukko 1.

Esimerkki ilman absorption vaikutuksesta äänen vaimenemiseen 100 m etäisyydellä.

Taajuus, Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Vaimennus, dB	0,0	0,0	0,1	0,2	0,4	0,7	1,7	5,6

Käytännössä teollisuuslaitoksen aiheuttaman melun spektri muuttuu kohti matalia taajuuksia etäisyyden kasvaessa. Tämän takia lisävaimennustekijöiden merkitys pienenee äänen aallonpituuden kasvaessa.

Ilman lämpötila ja kosteus

Matalilla taajuuksilla ei ilman lämpötilalla ja kosteudella ole vaikutusta melun leviämiseen, korkeammilla taajuuksilla sekä lämpötila että ilman kosteus vaikuttavat ilman absorptioon melun suhteen. Lämpötilan muutokset korkeuden muuttuessa johtavat usein inversiokerroksen muodostumiseen, jonka seurauksena melualueen koko kasvaa.

Maa- ja estevaimennus

Maavaimennuksen suuruus riippuu maanpinnan laadusta. Yleensä maa-perä luokitellaan joko akustisesti kovaksi tai pehmeäksi materiaaliksi. Akustisesti kovaksi materiaaliksi luokitellaan mm. asfaltti, betoni ja vesi. Myös teollisuuslaitosten piha-alueet sekä teollisuuslaitosten katot voidaan luokitella akustisesti kovaksi materiaaliksi. Akustisesti pehmeäksi materiaaliksi luokitellaan kaikki kasvillisuuden peittämät alueet; metsät, niityt ja puutarhat sekä kaikki alueet, missä kasvillisuutta voisi esiintyä.

