

**MELUESTEIDEN TEHOKKUUSMITTAUKSET
HELSINGISSÄ**

Juha Lahtela

Helsinki 1995

MÄÄRITELMÄT

A-taajuuspainotus	Äänen eri taajuuksien painottaminen ihmisen kuulon herkkyyys eri taajuuksille.
estevaimennus	Esteen aiheuttama äänitason aleneminen tarkastelupisteessä tapauksessa, jossa maanpinta on kova eli maavaimennusta ei esiinny. Jos maanpinta aiheuttaa lisävaimennusta, ei estevaimennus ole sama kuin lisäsvaimennus.
lisäsvaimennus	Esteen aiheuttama äänitason aleneminen tarkastelupisteessä; ennen esteen lisäämistä esiintyneen äänitason ja esteen lisäämisen jälkeen esiintyvän äänitason erotus. Muiden olosuhteiden oletetaan pysyvän vakioina.
maavaimennus	Akustisesti pehmeän maanpinnan aiheuttama lisävaimennus. Jos maavaimennusta esiintyy, määräytyy lisäsvaimennus estevaimennuksen sekä "ennen estettä" ja "esteen jälkeen" -maavaimennusten yhteisvaikutuksesta.
äänenpaine	Äänikentästä aiheutuva hetkellisen paineen ja staattisen paineen ero.
äänenpainetaso	Äänenpaineen ja standardisoidun vertailupaineen suhteen kaksikymmenkertainen kymmenlogaritmi, jolloin yksikkönä on desibeli (dB).
äänitasomittari	standardoitu äänenpainetason mittauslaite

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	1
JOHDANTO	2
MELUESTEIDEN TEHOKKUUTEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT	3
MITTAUSMENETELMÄ	3
Menetelmän kuvaus	3
Mittauslaitteisto	5
Mittauspisteiden sijainti	5
Mittaaminen	6
Vaimennuksen laskeminen	6
MITTAUKSET	7
Mittauslaitteisto	7
Mittauspisteiden sijainti	7
TULOKSET	8
TULOSTEN TARKASTELU JA POHDINTA	8
Menetelmän arviointi	9
Vertailu muiden meluntorjuntakeinojen tehokkuuksiin	10
KIRJALLISUUTTA	
LIITE 1. MITATTUJEN MELUESTEIDEN SIJAINTI	
LIITE 2. ESTEKOHTAISET MITTAUSTULOKSET	
LIITE 3. YHTEENVETOTAULUKKO MELUESTEIDEN TEHOKKUUDEN MITTAUS- JA LASKENTATULOKSISTA	

TIIVISTELMÄ

Ympäristönsuojelulautakunta teetti vuonna 1989 menetelmäkuvauksen, jossa kuvattiin melusteiden tehokkuuden mittaamista. Menetelmä perustuu NORDTEST-menetelmäehdotukseen. Melusteen tehokkuus tarkoittaa tässä raportissa melusteen lisäsvaimennusta. Lisäsvaimennus ilmoittaa, paljonko meluste vähentää melua verrattuna tilanteeseen, jossa estettä ei olisi.

Ympäristökeskuksen tarkastajat ovat mitanneet yhdeksän melusteen lisäsvaimennusta. Tarkoituksena oli tarkistaa jo rakennettujen esteiden tehokkuus, menetelmän soveltuvuus kaupungin käyttöön ja arvioida menetelmän antamien tulosten vertailukelpoisuutta laskentamallin antamien tulosten kanssa.

Mittaukset tehtiin yhtäaikaaisesti kahdella äänitasomittarilla tai kaksikanavaisella äänitasoanalysointorilla vertailupisteessä melusteen yläpuolella ja tarkastelupisteissä esteen takana. Menetelmään sisältyvien nomogrammien avulla arvioitiin mittauspisteiden sekä maa- ja etäisyydsvaimennuksen vaikutus mittaus tuloksiin. Edellä mainittujen korjausten avulla voidaan lisäsvaimennus arvioida.

Melusteet alensivat melutasoa mittauspisteissä 2 - 14 dB verrattuna tilanteeseen, jossa estettä ei ole. Mittausmenetelmä osoittautui sangen herkäksi erilaisten virhelähteiden vaikutukselle. Tulokset eroavat Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen saamista tuloksista ja tieliikennemelun laskentamallilla saaduista tuloksista. Tielii- kennemelun laskentamalli yliarvioi uuden tiedon mukaan estevaimennusta ja mittaus tulokset tukevat tätä havaintoa.

JOHDANTO

Melusteiden rakentaminen on yksi tavallisimmista ympäristömelun torjuntakeinoista. Niiden kyky vaimentaa ääntä on suhteellisen rajallinen ja se vaihtelee suuresti esteen korkeudesta, äänen läpäisevyydestä, sijoituspaikasta ja kuuntelupisteestä riippuen. Tavallisesti esteet mitoitetaan melulaskentamallien avulla. Esteen rakentamisen jälkeen voidaan saavutettua vaimennusta tarpeen vaatiessa arvioida mittaamalla.

Melusteiden vaimennuksen määrittämiseen ei ole yleisesti hyväksyttyä mittaamenetelmää. Lähinnä on käytettävissä NORDTEST-menetelmäehdotus, jota ei ole toistaiseksi hyväksytty. Se sisältää useita vaihtoehtoisia menetelmiä ja on varsin yksityiskohtainen.

Ympäristönsuojelulautakunta teetti vuonna 1989 menetelmäkuvausten, jossa kuvattiin melusteiden tehokkuuden mittaamista. Menetelmän laati NORDTEST-ehdotuksesta valikoivasti suomentaen Suomen Akustiikkakeskus Oy. Melusteiden tehokkuudella tarkoitetaan tässä raportissa **melusteiden lisäsvaimennusta**. Toisin sanoen mittauksessa tutkitaan samanaikaisesti melutilannetta ilman estettä ja olemassa olevan esteen kanssa kussakin paikassa. Eri melusteiden lisäsvaimennuksia ei kuitenkaan voida verrata keskenään, koska esteiden sijaintipaikkojen maastot ja muut melun vaimenemiseen vaikuttavat tekijät eroavat toisistaan.

Kattava kuvaus melusteiden tehokkuuteen vaikuttavista tekijöistä on ympäristöministeriön selvityksessä 60/1989 Melusteiden tehokkuus. Laskentamallin estekorjausta on tarkasteltu VTT:n tiedotteessa 1465 Tieliikennemelun laskentamallin estekorjaus.

MELUESTEIDEN TEHOKKUUTEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Teoreettisissa tarkasteluissa oletetaan, että meluuste on ohut, ääntä heijastava ja ääntä täysin eristävä. Käytännössä meluusteet eivät tällaisia kuitenkaan ole, joten niillä saavutettava vaimennus poikkeaa teoreettisesta. Meluusteen pituus ja korkeus ovat meluusteen tehokkuuteen vaikuttavat ratkaisevimmat tekijät./1/

Paksu meluuste, kuten maavalli, ei välttämättä ole tehokkaampi kuin ohut ääntä hyvin eristävä meluaita. Meluusteen tehokkuus riippuu myös siitä, onko ympäröivä maa kovaa vai pehmeää. Maavallin tehokkuuteen vaikuttaa lisäksi se, onko vallin harja ääntä absorboiva vai ei. Pehmeä, ääntä absorboiva vallin harja vaimentaa ääntä tehokkaammin /1/. Meluusteen ääneneristävyys tulee puolestaan olla haluttua vaimennustehoa niin paljon suurempi, että läpitulevalla äänellä ei ole merkitystä vastaanottopisteessä vallitsevalle äänenpainetasolle /2/. Tavanomaisen meluusteen tulisi vaimentaa esteen läpi kulkevaa liikennemelua vähintään 20 dB ja korkealuokkaisen esteen vähintään 25 dB /4/.

Merkitystä on lisäksi sillä, onko meluusteen tien puoleinen sivu ääntä absorboiva vai ei. Jos meluuste on ääntä heijastava, se lisää äänenpainetasoa tien puolella. Yleensä lisäys on 1 - 3 dB. Meluusteesta ajoneuvojen ja muiden heijastavien pintojen kautta heijastunut ääni voi lisätä äänenpainetasoa myös esteen takana. Absorboiva este estää myös seisovien ääniaaltojen ja kaikujen syntyminen ajoneuvojen ja esteen välille./1/

MITTAUSMENETELMÄ

Menetelmän kuvaus

Meluusteiden tehokkuutta mitattiin NORDTEST-ehdotuksen mukaisella menetelmällä. Menetelmä on tarkoitettu tieliikennemelun torjumiseksi rakennettujen meluusteiden tehok-

kuuden arvioimiseen. Mittaussignaalina käytetään liikenteen melua. Esteen lisäysvaimennus määritetään siten, että äänenpainetaso tarkastelupisteessä ennen meluesteen rakentamista lasketaan esteen lähelle sijoitetussa vertailupisteessä mitatusta äänitasosta ja esteen rakentamisen jälkeen vallitseva äänenpainetaso tarkastelupisteessä mitataan suoraan.

Mittauspisteiden ekvivalentit A-äänepainetasot mitataan samanaikaisesti kahdella integroivalla äänitasomittarilla. Vertailupisteessä mitattu äänitaso muutetaan tarkastelupisteessä ennen esteen rakentamista vallinneeksi äänenpainetasoksi. Muutos tehdään lisäämällä mitattuun tasoon korjaustermit, jotka aiheutuvat esteen heijastusvaikutuksesta vertailupisteessä, pisteiden etäisyyden eroista ja maavaimennuksesta, joka esiintyisi esteen ja tarkastelupisteen välillä.

Tällä menetelmällä saatu tulos ei riipu vain esteen itsensä ominaisuuksista, vaan siihen vaikuttavat myös muut akustiset tekijät esteen sijoituspaikalla. Tulosta ei siis voi suoraan yleistää muiden samantyyppisten esteiden vaimennuksen kuvaamiseksi. Eri esteiden vaimennuksen vertaaminen keskenään ei samasta syystä ole asianmukaista.

Mittaukset voidaan tehdä sekä vapaassa maastossa että rakennusten tai maastoesteiden lähellä edellytyksellä, että este näkyy vapaasti mittauspisteisiin.

Mittausmenetelmän voidaan odottaa antavan luotettavia ja toistettavia tuloksia, kun etäisyys tieltä esteeseen (vertailupiste) on enintään 20 m ja tarkastelupisteeseen enintään 60 m.

NORDTEST-ehdotuksessa mainitun tarkkuusarvion perusteella voidaan mittauksissa käytetyn menetelmän tarkkuuden arvioida olevan suuruusluokkaa ± 3 dB.

Mittauslaitteisto

Mittauspisteiden ekvivalentit äänenpainetasot mitataan kahdella integroivalla, A-taajuuspainotuksella varustetulla äänitasomittarilla tai vastaavalla kaksikanavaisella laitteistolla. Laitteisto kalibroidaan normaaliäänilähteellä, joka on tarkistettu säännöllisin välein.

Mittauspisteiden sijainti

Vertailupiste

Esteen luota valitaan vertailupiste, jonka äänenpainetasosta lasketaan ennen meluesteen rakentamista vallinnut äänenpainetaso. Esteen vaikutus vertailupisteen äänenpainetasoon otetaan tarvittaessa huomioon käyttämällä vertailupisteen heijastuskorjausta K_r .

Vertailupiste sijoitetaan jompaan kumpaan kahdesta valinnaisesta paikasta: perussijoituspaiikka on esteen yläpuolella ja vaihtoehtoinen paikka sen etupuolella.

Tarkastelupiste

Tarkastelupiste on piste, jossa meluesteen vaimennuskykyä halutaan arvioida. Tarkastelupisteitä voi olla yksi tai useampia. Tarkka sijainti valitaan menetelmäehdotuksessa tarkoituksen mukaan; jos sijoitukselle ei ole muita perusteita, korkeudeksi maanpinnasta valitaan n. 1,5 m.

NORDTEST-ehdotuksessa ei esitetä tarkastelupisteelle valmiita sijainteja. Ohjeellisesti ehdotetaan avointa paikkaa esteen takana tai määriteltyä pistettä rakennuksen lähellä. Piste luokitellaan sen mukaan, mikä on heijastusten vaikutusten suuruus:

- vapaa kenttä, ei heijastuksia
- lähellä rakennusta, yksi vallitseva heijastus.

Heijastusten vaikutus tarkastelupisteen äänitasoon otetaan huomioon viimeksi mainitussa tapauksessa käyttämällä tarkastelupisteen heijastuskorjausta K_p .

Eristävyyspiste

Meluesteen ääneneristävyyden likimääräiseksi tarkistamiseksi voidaan yksi mittauspiste sijoittaa aivan esteen taakse. NORDTEST-ehdotuksessa ei tällaista pistettä kuitenkaan mainita. Tässä pisteessä ei lasketa lisäsvaimennusta kaikkia yhtälössä 1 määriteltyjä korjauksia käyttäen, vaan pelkkä äänitasoerotus vertailupisteen äänitasoon verrattuna.

Eristävyyspiste oli esteen takana, vaakasuunnassa vähintään 2 m etäisyydellä esteen päistä ja pystysuunnassa vähintään 1,0 m esteen harjan alapuolelle.

Mittaaminen

Vertailu- ja tarkastelupisteen äänitasot L_r ja L_p mitataan samanaikaisesti.

Sää- ja akustisille olosuhteille on menetelmäkuvauksessa asetettu tiettyjä rajoituksia.

Mittausjakson pituus valitaan liikennetiheyden perusteella siten, että jakson aikana mittauspaikan ohittaa vähintään 50 ajoneuvoa, joista vähintään viiden tulee olla raskaita.

Taustamelun äänenpainetason tulee olla vähintään 10 dB pienempi kuin mitatun äänitason. Taustamelun tasoa arvioidtiin silloin, kun ohiajavia ajoneuvoja ei ole.

Vaimennuksen laskeminen

Lisäsvaimennuksen laskeminen

Esteen lisäysvaimennus D lasketaan yhtälöllä

$$D = L_r - L_p + K_r + K_p + K_a + K_m \quad (1)$$

jossa

L_r on vertailupisteen äänenpainetaso
 L_p on tarkastelupisteen äänenpainetaso
 K_r on vertailupisteen heijastuskorjaus
 K_p on tarkastelupisteen heijastuskorjaus
 K_a on etäisyyskorjaus
 K_m on maavaimennuskorjaus

MITTAUKSET

Mittauslaitteisto

Äänitasot mitattiin kahdella Brüel & Kjaer 2231 -äänitasomittarilla, joissa oli Brüel & Kjaer 4155 -mikrofonit. Mittarit oli ladattu Brüel & Kjaerin modulilla 7107, jolloin usean mittauksen tiedot voitiin varastoida äänitasomittarin muistiin.

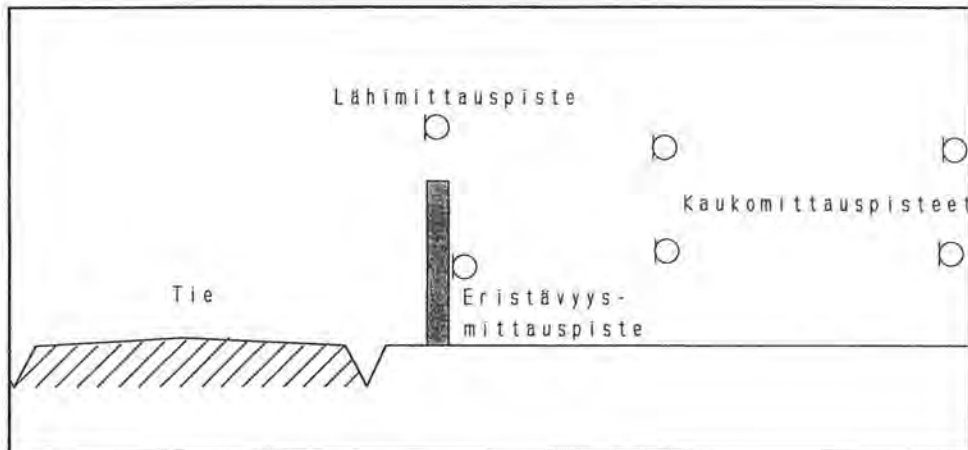
Joissakin mittauksissa käytettiin vertailun vuoksi kaksikanavaista analysointia Nortronic 823-2. Mittausketjut kalibroitiin Brüel & Kjaerin kalibraattorilla 4230 ennen ja jälkeen mittauksen. Mittauksissa käytettiin tuulisuojaa.

Mittauspisteiden sijainti

Melusteiden tehokkuus mitattiin pääsääntöisesti noin 20 ja 40 metrin etäisyydeltä melusteesta kahden ja neljän metrin korkeudelta. Kuvassa 1 on esitetty mittauspisteiden sijainti. Mitattavia esteitä valittaessa otettiin huomioon, että mukaan saadaan myös meluvalli. Mitattavien esteiden valintaan vaikutti myös menetelmän mukainen enimmäismatka 60 m tieltä.

Mittaukset pyrittiin tekemään meluesteen keskikohdalla, jotta melu ei kiertäisi esteen päiden ohitse kaukomitta-

uspisteisiin. Mittausten perusteella saadut tulokset ilmoittavat tällöin meluesteen tehokkuuden tarkastelupisteessä parhaimmillaan. Meluesteen eristävyttä mitattaessa mikrofoni oli aivan meluesteen takana noin kahden sentin etäisyydellä esteen pinnasta.



Kuva 1. Mittausjärjestelyn kaaviokuva.

TULOKSET

Meluesteet alensivat melutasoa mittauspisteissä 2 - 14 dB verrattuna tilanteeseen, jossa estettä ei ole. Estekohdaiset mittau tulokset on esitetty liitteessä 1. Esteiden lisäsvaimennuksia ei tule verrata keskenään, sillä tällä menetelmällä mitatut vaimennukset irrottavat esteet siitä akustisesta ympäristöstään, johon ne on suunniteltu. Yleensä ottaen esteet vähensivät melua esteen takana varsin hyvin.

TULOSTEN TARKASTELU JA POHDINTA

Tieliikennemelun laskentamallilla saatuihin tuloksiin verrattuna mittau tulokset eivät kovin hyvin pidä yhtä. Parhaiten mittaus- ja laskentatulokset täsmäävät 40 metrin etäisyydellä esteestä olevissa pisteissä ja huonoimmin 20 metrin etäisyydellä olevissa tarkastelupisteissä. VTT:n arvion /5/ mukaan tieliikennemelun laskentamalli

antaa nykyisellä estelaskentarutiinillaan ilmeisesti liian hyvän vaimennusennusteen ja este saattaa vaimentaa melua arvioitua merkittävästi vähemmän. Ympäristökeskuksen mittaustulokset tukevat tätä havaintoa.

Osa meluusteista oli sellaisia, joita VTT oli mitannut /1/. VTT:n ja ympäristökeskuksen arvioimat lisäysvaimennukset eroavat toisistaan jopa 5 - 6 dB. Jos meluusteen lisäysvaimennus on 11 - 15 dB, on tulosten välinen ero suuri arvioitaessa meluusteen tehokkuutta. Osaltaan ero selittää se, että mittauksia ei tehty samoissa tarkastelupisteissä. Tämä osoittaa myös sen, että yhdeltä tietä vastaan kohtisuoralta linjalta mitattuja vaimennuksia ei voida laajentaa koskemaan koko meluustettä.

Menetelmän arviointi

Mittaus on hyvin herkkä muun kuin mitattavan tien liikenteen melulle. Jos tarkasteltavan liikennevirran aiheuttama melu tarkastelupisteessä ilman meluustettä olisi esimerkiksi 64 dB ja meluusteen lisäysvaimennus on 10 dB, on liikenteen aiheuttama melutaso tarkastelupisteessä 54 dB. Määrittelemättömästä lähteestä aiheutuva taustamelutaso on monissa paikoissa samaa luokkaa. Tällöin saadaankin tarkastelupisteen melutasoksi 57 dB eli meluusteen lisäysvaimennus huononee 3 dB.

Samoin maastossa tehtävä esteen läpi menevän äänen mitaus on altis esteen takana olevien pintojen, kuten rakennuksien, aiheuttamien heijastusten ja aiheuttamille virheille.

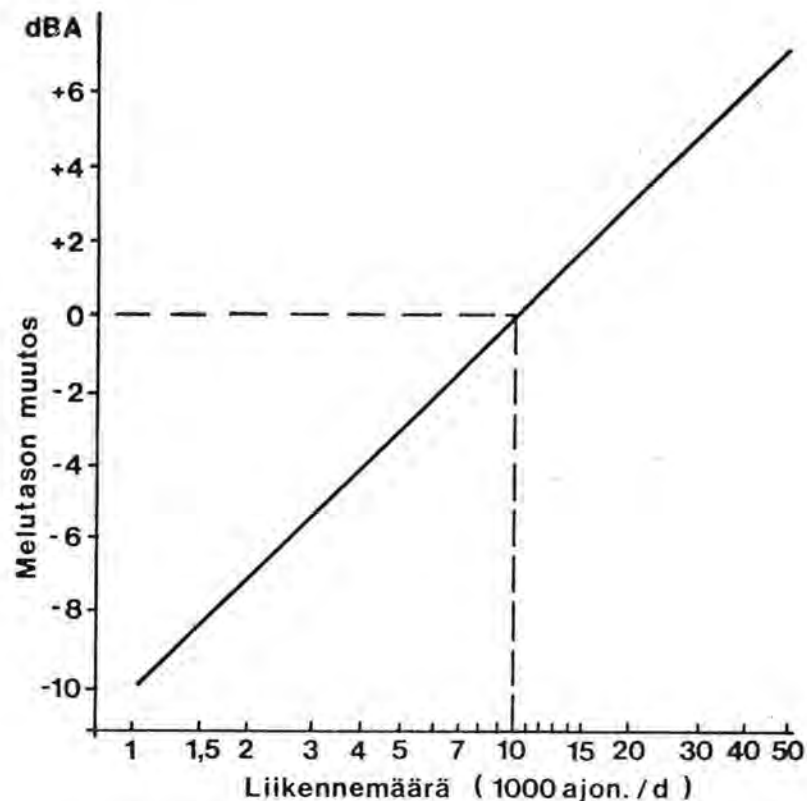
Jos tavoitteena on selvittää tarkoin meluusteen aiheuttama melutason alenema esteen takana, on kokeiltu menetelmä käyttökelpoinen, mutta työläs. Tarkka selvitys edellyttäisi mittauksia useilla eri mittauslinjoilla, vähintään kahdella eri etäisyydellä ja useilla eri korkeuksilla. Pitkillä meluusteilla tämä johtaisi helposti kymmenissä eri mittauspisteissä tehtäviin mittauksiin.

Vertailu muiden meluntorjuntakeinojen tehokkuuksiin

Melusteiden kustannukset kohoavat helposti korkeiksi, joten suunniteltaessa melusteitä olemassa olevien teiden ja katujen varsille olisi tutkittava myös muiden melua vähentävien toimenpiteiden käyttökelpoisuus. Pohjoismaisen tieliikennemelun laskentamallin estekorjaus näyttäisi viimeisimmän tiedon mukaan antavan liian optimistisen arvion meluesteen tehokkuudesta /5/. Muita käytännössä kokeilemisen arvoisia meluntorjuntakeinoja ovat esimerkiksi liikenteen vähentäminen, nopeuden alentaminen ja raskaiden ajoneuvojen ajokiellot sekä hiljaisen tiepäällysteen käyttö.

Liikenteen vähentäminen

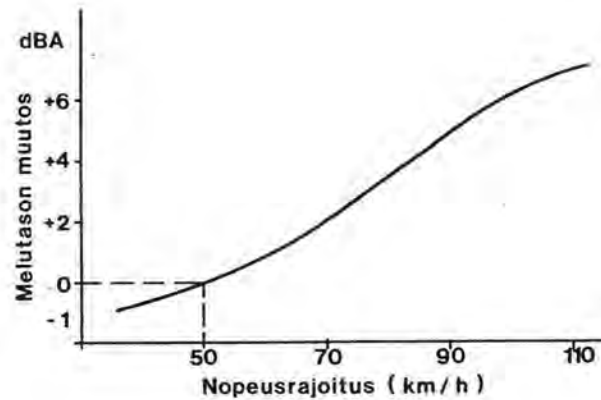
Liikennemäärän pieneneminen puoleen alentaa melutasoa 3 dB. Jos liikennemäärä pienenee 10 %, on melutason alenema 0,4 dB.



Kuva 2. Melutason muuttuminen liikennemäärän mukaan.

Nopeusrajoituksen merkitys melutasoon

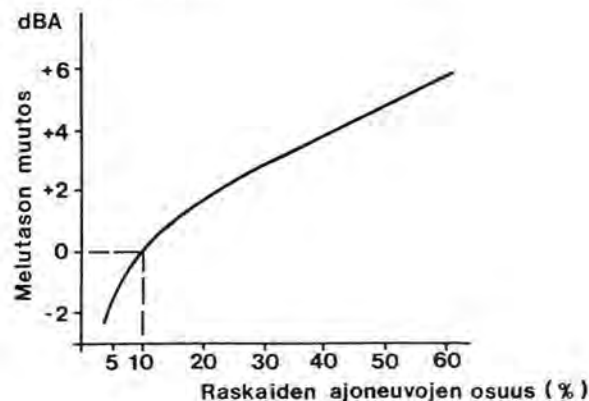
Nopeusrajoituksilla voidaan alentaa melutasoa jonkin verran. Nopeuden alentaminen esimerkiksi 100 km/h:sta 60 km/h:iin alentaa melutasoa 2 - 3 dB jokaista 20 km/h vähenemistä kohti.



Kuva 3. Melutason muuttuminen ajonopeuden mukaan.

Raskaiden ajoneuvojen ajorajoitukset

Taajamanopeuksilla yksi raskas ajoneuvo aiheuttaa yhtä suuren äänienergian kuin kymmenen kevyttä ajoneuvoa. Jos liikennemäärästä on 10 % raskaita ajoneuvoja ja niillä ajo kielletään, alenee ekvivalentti melutaso 3 dB. Maantienopeuksilla yksi raskas ajoneuvo vastaa enää viittä kevyttä ajoneuvoa eikä raskaan liikenteen rajoittamisella ole meluntorjunnan kannalta niin suurta merkitystä kuin taajamanopeuksilla.



Kuva 4. Melutason muuttuminen raskaiden ajoneuvojen osuuden mukaan.

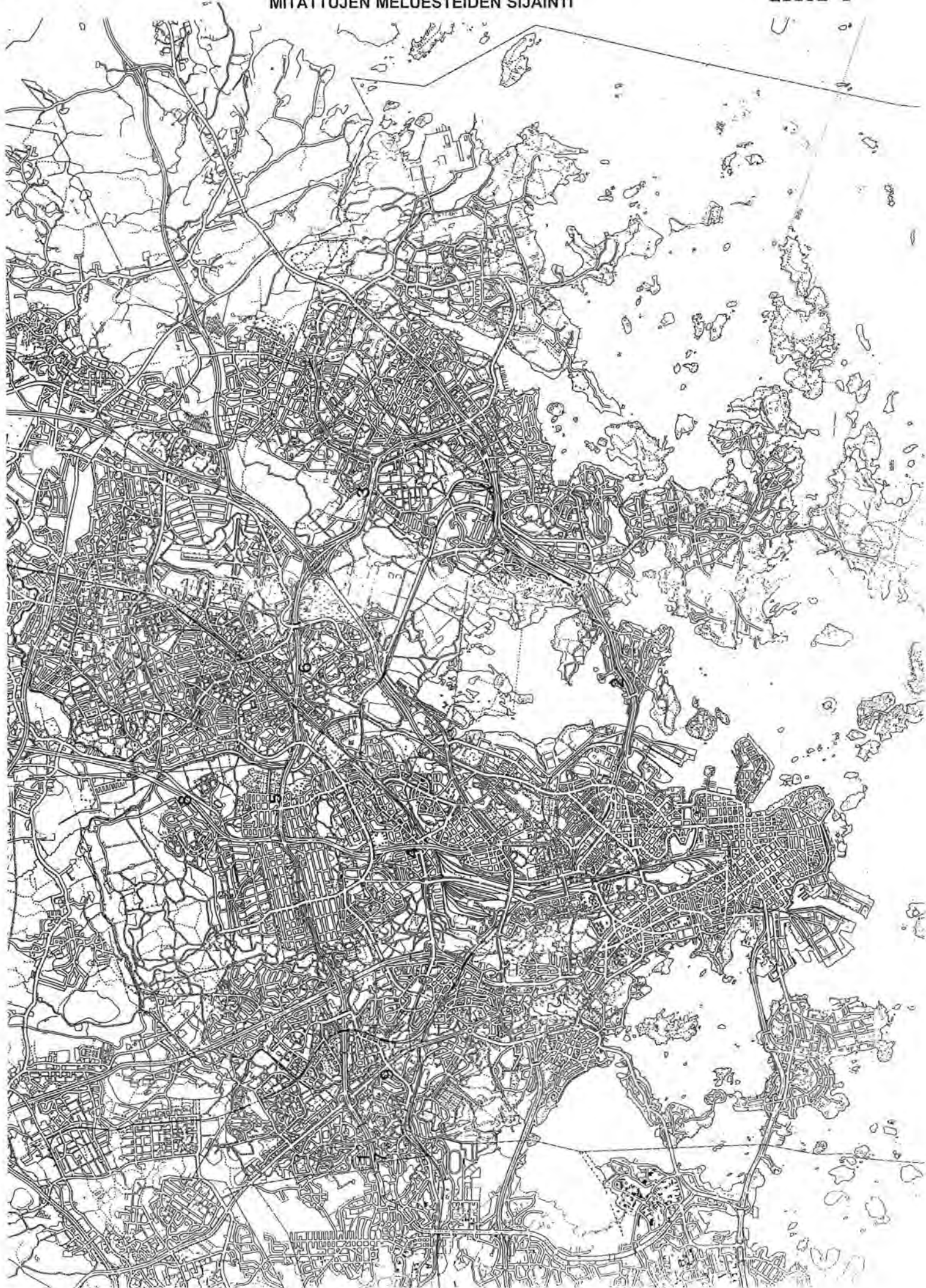
Hiljaiset tiepäällysteet

Tavallista hiljaisemmilla tiepäällysteillä voidaan tie- liikenteen aiheuttamaa melutasoa alentaa 2 - 4 dB. Hiljaiset tiepäällysteet ovat kuitenkin vielä nykyisin rakenteeltaan sellaisia, että ne menettävät Suomen oloissa melua vähentävät ominaisuutensa yhdessä tai kahdessa talvessa.

Meluntorjunnan kannalta liikenteen rajoittamiskeinot yksi kerrallaan käytettyinä ovat melusteisiin verrattuna varsin tehottomia. Jos tietä ympäröivä maasto on muodoltaan sellainen, että melusteista ei juurikaan ole hyötyä, voivat liikenteeseen kohdistuvat rajoitustoimenpiteet yhdessä käytettyinä olla kuitenkin varteenotettavia meluntorjuntakeinoja.

KIRJALLISUUTTA

- /1/ Eurasto, Raimo. 1989. Melusteiden tehokkuus. Ympäristöministeriön ympäristönsuojeluosaston sarja D/60/1989. Helsinki.
- /2/ Vähemmän melua - opas tiensuunnittelijoille. Tielaitos 1991. Helsinki.
- /3/ Melusteiden mittausmenetelmä. TR 1374-2. Suomen Akustiikkakeskus Oy 1989.
- /4/ Meluseinät. Rakennetekniset laatuvaatimukset. Tiehallitus, kehittämiskeskus. TIEL 703604.
- /5/ Pauli Sysiö. 1993. Tieliikennemelun laskentamallin estekorjaus. VTT Tiedotteita 1465. Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus. Espoo.





1 Konala, Länsipellontie

Esteen tiedot: puurakenteinen meluaita, mineraalivillatäyte
rakennusvuosi 1984
korkeus 2,5 m (2,05 - 3 m)
pituus 972 m
neliömäärä 2434 m²
etäisyys tien keskiviivasta 22 m
mitattu eristävyys 24 dB
kokonaishinta 1 461 840 mk

Nopeusrajoitus 70 km/h

Mittauspisteen tiedot	1a	1b	2b
etäisyys esteestä (m)	20	20	30
mittauspisteen korkeus (m)	2	4	4
lisäysvaimennus (dB)	8	12	6
laskentamallin mukainen vaimennus (dB)	12	8	9

2 Kulosaari, Kulosaaren puistotie 22

Esteen tiedot: puurakenteinen meluaita
rakennusvuosi 1988
korkeus 2,1 m (2,0 - 2,2 m)
pituus 553 m
neliömäärä 1168 m²
etäisyys tien keskiviivasta 29 m
mitattu eristävyys 16 dB
kokonaishinta 1 605 000 mk

Nopeusrajoitus 70 km/h

Mittauspisteen tiedot	1a	1b	1c
- mahdollista mitata vain läheltä estettä			
etäisyys esteestä (m)	14	14	14
mittauspisteen korkeus (m)	2	3	4
lisäysvaimennus (dB)	5	3	1
laskentamallin mukainen vaimennus (dB)	6	5	3

3 Kurkimäki, Kurkimäentie

Esteen tiedot: maavalli
korkeus 5 m
pituus 480 m
etäisyys tien keskiviivasta 28 m
mitattu eristävyys . dB
kokonaishinta 700 000 mk

Nopeusrajoitus 70 km/h

Mittauspisteen tiedot	1a	1b	1c	1d	2a	2b
etäisyys esteestä (m)	20	20	20	20	40	40
mittauspisteen korkeus (m)	2	3	4	5	2	5
lisäysvaimennus (dB)	10	11	11	11	14	7
laskentamallin mukainen vaimennus (dB)	15	13	11	8	15	11

4 Metsälä, Napinvalajantie

Esteen tiedot: betonirakenteinen
rakennusvuosi 1988
korkeus 2,1 m (1,5 - 2,5 m)
pituus 208 m
neliömäärä 443 m²
etäisyys tien keskiviivasta 15 m
mitattu eristävyys dB
kokonaishinta 470 000 mk

Nopeusrajoitus 80 km/h

Mittauspisteen tiedot	1a	1b	2a	2b
etäisyys esteestä (m)	20	20	40	40
mittauspisteen korkeus (m)	2	3,5	3	3,5
lisäsvaimennus (dB)	14	13	12	12
laskentamallin mukainen vaimennus (dB)	17	16	15	15

5 Pakila, Lukkarimäentie

Esteen tiedot: lujitemuovia, betonipilarit
rakennusvuosi 1980
korkeus 2,1 m
pituus 123 m
neliömäärä 258
etäisyys tien keskiviivasta 18 m
mitattu eristävyys dB
kokonaishinta 257 000 mk

Nopeusrajoitus 70 km/h

Mittauspisteen tiedot	1a	2a
etäisyys esteestä (m)	20	40
mittauspisteen korkeus (m)	2	2
lisäsvaimennus (dB)	12	10
laskentamallin mukainen vaimennus (dB)	9	10

6 Pukinmäki, Rapakivenkaari

Esteen tiedot: materiaalina kevytsoraharkko/betoni
rakennusvuosi 1987
korkeus 2,4 m
pituus 398 m
neliömäärä 955 m²
etäisyys tien keskiviivasta 13 m
mitattu eristävyys 23 dB
kokonaishinta 1 236 000 mk

Nopeusrajoitus 70 km/h

Mittauspisteen tiedot	1a	1b	2a	2b
etäisyys esteestä (m)	20	20	40	40
mittauspisteen korkeus (m)	2	4	2	4
lisäsvaimennus (dB)	12	11	9	6
laskentamallin mukainen vaimennus (dB)	12	7	12	10

7 Reimarla, Rikhard Nymanin tie

Esteen tiedot: puurakenne, betonipilarit ja -sokkeli
rakennusvuosi 1982
korkeus 2,85 m (1,5 - 3,0 m)
pituus 390 m
neliömäärä 1114 m²
etäisyys tien keskiviivasta 22 m
mitattu eristävyys . dB
kokonaishinta 850 000 mk

Nopeusrajoitus 70 km/h

Mittauspisteen tiedot	1a	1b	1c	2a	2b	2c
etäisyys esteestä (m)	20	20	20	38	38	38
mittauspisteen korkeus (m)	1,5	2,5	3,5	1,5	2,5	3,5
lisäsvaimennus (dB)	12	12	13	9	11	9
laskentamallin mukainen vaimennus (dB)	12	10	8	12	11	10

8 Torpparinmäki, Lautamiehenpolku

Esteen tiedot: puupinnoitettu betoniaita
rakennusvuosi 1986
korkeus 2,0 m
pituus 230 m
neliömäärä 460 m²
etäisyys tien keskiviivasta 36 m
mitattu eristävyys . dB
kokonaishinta 620 000 mk

Nopeusrajoitus 100 km/h

Mittauspisteen tiedot	1a	1b
etäisyys esteestä (m)	20	20
mittauspisteen korkeus (m)	2	4
lisäsvaimennus (dB)	6	4
laskentamallin mukainen vaimennus (dB)	10	8

9 Vihdintie, Viestitie 5

Esteen tiedot: Puurakenteinen meluaita (lomalaudoitus)
rakennusvuosi 1982
korkeus 1,65 m (1,3 - 2,4 m) + 1,5 m
maavalli
pituus 227 m
neliömäärä 373 m²
etäisyys tien keskiviivasta 22 m
mitattu eristävyys . dB
kokonaishinta 263 000 mk

Nopeusrajoitus 60 km/h

Mittauspisteen tiedot	1a	1b	2a	2b
etäisyys esteestä (m)	20	20	40	40
mittauspisteen korkeus (m)	2	4	2	4
lisäsvaimennus (dB)	4	6	2	5
laskentamallin mukainen vaimennus (dB)	13	8	13	10

YHTEENVETOTALUKKO MELUESTEIDEN TEHOJKUUDEN MITTAUS- JA LASKENTATULOKSISTA

Melueste	20 m						40 m					
	2 m			4 m			2 m			4 m		
	mitt.	lask.	erotus	mitt.	lask.	erotus	mitt.	lask.	erotus	mitt.	lask.	erotus
Kehä I Konala	8	12	-4	12	8	4	.	.	.	6	9	-3
Itäväylä Kulosaari	5	6	-1	1	3	-2	.	.	.	.	.	.
Kehä I Kurkimäki	10	15	-5	11	11	0	14	15	-1	7	11	-4
Kehä I Pakila	12	9	3	.	.	.	10	10	0	.	.	.
Kehä I Pukinmäki	12	12	0	11	7	4	9	12	-3	6	10	-4
Kehä I Reimarla	12	12	0	13	8	5	9	12	-3	9	10	-1
Tuusulantie Torpparinmäki	6	10	-4	4	8	-4	.	.	.	.	.	.
Tuusulantie Metsälä	14	17	-3	13	16	-3	12	15	-3	12	15	-3
Vihdintie Marttila	4	13	-9	6	8	-2	2	13	-11	5	10	-5

HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUKSEN MONISTEITA 1995

1. Helsingin ja Espoon merialueiden velvoitetarkkailu vuosina 1987 - 1994
2. Tuoreen kalan laatu tukkuportaasta vähittäismyyntipisteeseen kesällä 1994
3. Kestävää kehitystä mittaamaan - selvitys indikaattorihankkeista
4. Melusteiden tehokkuusmittaukset Helsingissä

Monisteiden tilaus:

ympäristökeskuksen tiedotus
Sturenkatu 25, 00510 HELSINKI
puh. 7099 2894 tai 7099 2815
fax 7099 2842
