

Knowledge taking people further ---

Heinolan kaupunki

Laajalahden osayleiskaava meluselvitys

82115817

25.7.2007

Heinolan kaupunki

Laajalahden osayleiskaava meluselvitys

25.7.2007

Viite 82115817

Tarkistanut Janne Ristolainen
Kirjoittanut Eerik Järvinen

Ramboll Finland Oy
Terveystie 2
FI-15870 Hollola
Finland

Puhelin: 020 755 7800
www.ramboll.fi

Sisällys

1.	JOHDANTO	1
2.	MELUN OHJEARVOT	1
2.1	Ohjearovot ulkona	1
2.2	Ohjearovot sisällä	2
3.	MELUNLASKENTA	2
3.1	Melunlaskentaohjelma	2
3.2	Laskentaoletukset	2
4.	MALLINNUKSEN TULOKSET JA MELUNTÖRJUNTAVAIHTOEHDOT	3
4.1	Tähtihovi – Juornatjoki – Kaakonlampi, itäpuoli	3
4.2	Juornatjoki, länsipuoli	4
4.3	Kaakonlampi, länsipuoli	4
4.4	Suokannas, länsipuoli	4
4.5	Suokannas – Pirttiniemi, länsipuoli	4
4.6	Ylä-Pessala, itäpuoli	4
5.	MELUNTÖRJUNNAN KUSTANNUKSET	5
6.	YHTEENVETO	6

LIITTEET

1	Taustatietoa melusta
2	Äänen yksikkö, desibeli
3	Yleiskartta selvitysalueesta
4	Meluvyöhykkeet vuonna 2006, päivä
5	Meluvyöhykkeet vuonna 2006, yö
6	Meluvyöhykkeet vuonna 2020, päivä
7	Meluvyöhykkeet vuonna 2020, yö
8	Meluvyöhykkeet v. 2020 päivällä, kaikki meluntorjuntatoimet toteutettu
9	Meluvyöhykkeet v. 2020 yöllä, kaikki meluntorjuntatoimet toteutettu

KOHDEKUVAT

4.1	Melutasot päivällä vuonna 2020, vuoden 2007 meluntorjunta
4.1A	A-vaihtoehto: melukaidetta jatkettu ja korotettu h=1,4 m + melukaide Kaakonlammen kohdalla
4.1B	B-vaihtoehto: melukaidetta jatkettu + meluseinä Kaakonlammen kohdalla
4.2	Vuoden 2007 meluntorjunta
4.2A	A-vaihtoehto: melukaide (h=1,4) tähtihovin läntisestä liittymästä pohjoiseen
4.2B	B-vaihtoehto: melukaide (h=1,4) tähtihovin läntisestä liittymästä pohjoiseen, meluseinä (h=4-2,5) Laaksotien ylityksestä pohjoiseen

- 4.3 Vuoden 2007 meluntorjunta
- 4.3A A-vaihtoehto: 6-7 metriä korkea meluvalli
- 4.4 Vuoden 2007 meluntorjunta
- 4.4A A-vaihtoehto: melukaide 1.4 metriä + valli 7 metriä
- 4.4B B-vaihtoehto: meluvalli 10 metriä
- 4.5 Vuoden 2007 meluntorjunta
- 4.5A A-vaihtoehto: Melukaide 1,4 m
- 4.6 Vuoden 2007 meluntorjunta
- 4.6A A-vaihtoehto: Melukaide 1,4 m

1. JOHDANTO

Heinolan kaupunki on laatimassa osayleiskaavaa Tähtiniemen E4-tien luoteispuolella olevalle alueelle välille Tähtihovi – Heinola pohjoinen liittymä. Ramboll Finland Oy on selvittänyt kaavoituksen tueksi E4-tien ympäristöön aiheuttamia melutasoja. Tarkastelualueena oli E4-tien itä- ja länsipuoli Tähtiniemen sillan eteläpäästä Kouvolantien risteykseen. Tien 140 liikenteen tuottama melu ei ollut mukana laskennoissa.

Työssä tarkasteltiin lisäksi meluntorjunnan vaikutuksia ympäristön melutasoihin sekä meluntorjunnan kustannuksia.

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 ampu- ja moottoriurheiluratojen melua. Päätöstä ei myöskään sovelleta teollisuus-, katu- ja liikennealueilla eikä melusuoja-alueiksi tarkoitetuilla alueilla. Seuraavassa taulukossa on esitetty päivä- ja yöajan ohjearvot ulkona.

Jos melu sisältää impulsseja tai ääneksiä tai on kapeakaistaista, mittaustuloksiin 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 luonnon-suojelualueet	45 dB	40 dB ²⁾

¹⁾ Oppilaitoksia palvelevilla alueilla ei sovelleta yöohjearvoa.

²⁾ Yöohjearvoa ei sovelleta sellaisilla luonnon-suojelualueilla, 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 (763/94) 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 oleskeluun tarkoitetut 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. MELUNLASKENTA

3.1 Melunlaskentaohjelma

Laskennallisissa tarkasteluissa käytettiin SoundPlan 6.4 –melumallinnus-ohjelmaa. Käytetty 3D -laskentamalli perustuu pohjoismaiseen liikennemelun laskentamalliin (Nordic prediction method 1996).

Mallissa otettiin huomioon mm. maastonmuodot, rakennusten este- ja heijastusvaikutukset sekä maaperän ja etäisyyden aiheuttama vaimennus.

3.2 Laskentaoletukset

Maaperä oletettiin vaimentavaksi. Rakennukset ja vesistöt oletettiin ääntä heijastaviksi pinnoiksi. Laskennassa ei huomioitu puustoa tai muuta kasvillisuutta. Mallinnuksessa on huomioitu olemassa olevien rakennusten lisäksi rakennettava ABC-liikenneasema sekä kyseisen kiinteistön muut rakennukset. ABC-liikenneasemaa koskevat suunnitelmat on saatu Heinolan kaupungilta.

Liikennemäärinä on käytetty taulukossa 1 esitettyjä liikennemäärätietoja. Tiedot ovat peräisin Tiehallinnon vuoden 2006 liikennemäärälaskennoista. Yöaikaisen liikenteen osuus kokonaisliikennemäärästä on 13 %. Tiehallinnon ennusteen mukaan liikennemäärä kasvavaa 31 % vuodesta 2006 vuoteen 2020. Raskaan ja kevyen liikenteen osuuden muutosta ei ole arvioitu.

Taulukko 3. Laskennassa käytetyt liikennemäärät

		KVL	KVL _{raskas}
2006	päivä	13600	1632
2020	päivä	17816	2138

4. MALLINNUKSEN TULOKSET JA MELUNTORJUNTAVAIHTOEHDOT

Melumallinnuksen tulokset on esitetty meluvyöhykkeittäin karttapohjalla liitteissä 4-7. Kohdekohtaiset meluvyöhykkeet ja esitetyt meluntorjuntavaihtoehdot on esitetty kappaleissa 4.1-4.6 ja liitteissä 8-22.

Nykytilanteessa L_{Aeq} 55 dB ylittävällä melualueella on muutamia asuintaloja selvitysalueen eteläosassa Tähtihovin ja Kaakonlammen välisellä alueella. Kirkonkylässä VT 140:n varressa olevat lähimmät asuintalot sekä E4-tietä lähimpänä olevat yksittäiset asuintalot sijoittuvat myös L_{Aeq} 55 dB ylittävälle melualueelle. Yhteensä asuintaloja, joiden oleskelualueilla ylittyy L_{Aeq} 55 dB, on selvitysalueella 34 kpl. Yöaikaiselle yli L_{Aeq} 50 dB ylittävälle melulle altistuu selvitysalueella yhteensä 29 asuintaloa ja lastenkoti.

Vuoden 2020 liikennemäärillä melualueet kasvavat siten, että selvitysalueella päiväajan ohjearvo L_{Aeq} 55 dB ylittyy 57 asuintalon oleskelualueella. Vastaavasti yöaikaiselle yli L_{Aeq} 50 dB ylittävälle melulle altistuu selvitysalueella yhteensä 33 asuintaloa ja lastenkoti.

Meluntorjuntaa tarkasteltiin kuudessa eri kohteessa. Meluntorjuntavaihtoehtoja selvitettyä tarkasteltiin vuoden 2020 mukaista melutilannetta. Nykyisillä asuinalueilla meluntorjunnan kannalta mitoittavana on päiväajan ohjearvo L_{Aeq} 7-22 55 dB. Uusilla asuinalueilla yöajan ohjearvo on alhaisempi (L_{Aeq} 22-7 45 dB), joten se muodostuu meluntorjunnan kannalta mitoittavaksi.

4.1 Tähtihovi – Juornatjoki – Kaakonlampi, itäpuoli

Ilman meluntorjunnan lisäämistä vuoden 2020 tilanteessa melutaso ylittää päiväajan ohjearvon Juornatpolun, Esikkotien, Leinikkien, Laaksotien, Mäntyrinteen, Kuusitien ja Metsolantien lähinnä moottoritietä olevilla asuintonteilla. Tähtihovin eteläpuoleisella alueella päiväajan 55 dB meluvyöhyke leviää noin 350 m etäisyydelle tien reunasta.

Moottoritien varressa on nykyisin 1 m korkea melukaide Tähtihovin liittymästä noin 330 m pohjoisen suuntaan. Kaide loppuu noin ennen kalliroleikkausta. Tähtihovin huoltoasema sijaitsee korkeammalla kuin tie, mikä rajoittaa melun leviämistä huoltoaseman kohdalla.

Tähtihovilta noin 140 m etelän suuntaan ulottuva 1 m korkea melukaide rajoittaa melun leviämistä siten, että päiväajan 55 dB meluvyöhyke ulottuu enää noin 200 m etäisyydelle tien reunasta. Melutasot Tähtihovin eteläpuoleisella alueella laskevat noin 2-2,5 dB. (vaihtoehto 4.1 A ja B)

Nykyisen Tähtihovin 1 m korkean melukaiteen jatkaminen kalliroleikkaukseen saakka laskee melutason alle päiväajan ohjearvon Leinikkien, Laaksotien ja Mäntyrinteen asuintonteilla. (vaihtoehto 4.1 A) Mikäli kaidetta lisäksi korotetaan 1,4 m:iin, laskevat melutasot 1-2 dB lisää. (vaihtoehto 4.1 B)

1,4 m korkean melukaiteen rakentaminen Kaakonlammen kohdalle laskee päiväajan melutason alle ohjearvon Metsolantien ja Kaakonlammen välisellä alueella. Metsolantien ja Koivutien kulmassa melutaso laskee tuolloin 60 dB:stä 55 dB:iin. (vaihtoehto 4.1 A) Melukaiteen korottaminen 2-3 m korkuiseksi ei pienennä enää ratkaisevasti enemmän päiväajan 55 dB meluvyöhykkeen kokoa, mutta alentaa melutasoa Metsolantien ja Koivutien kulmassa 5 dB lisää. (vaihtoehto 4.1 B)

4.2 Juornatjoki, länsipuoli

Vuoden 2020 tilanteessa päiväajan 55 dB meluvyöhyke ulottuu noin 220-320 m etäisyydelle moottoritiestä. Moottoritien länsipuolella olevan ulkoilureitin kohdalla melutaso on paikoin jopa 62-65 dB.

1,4 m korkea melukaide laskee melutasoja ulkoilureitillä 3-5 dB, mutta paikoin ylittyy edelleen päiväajan ohjearvo 55 dB (taajaman yhteydessä olevat virkistysalueet). Mikäli kaide korotetaan meluaidaksi, laskee melutaso aidan takana olevalla ulkoilureitillä vielä noin 2-3 dB.

4.3 Kaakonlampi, länsipuoli

Vuoden 2020 tilanteessa yöajan 45 dB meluvyöhyke ulottuu paikoin jopa 700 m etäisyydelle moottoritiestä. Juornatjoen kohdan kallioleikkauksesta Heinola P liittymään saakka ulottuva 6-7 m korkea meluvalli laskee melutasoja kuitenkin jopa 12-15 dB ja pienentää yöajan 45 dB meluvyöhykettä huomattavasti. Vallin kokonaispituus on noin 790 m. (vaihtoehto 4.3 A) Mikäli vallia lyhennetään merkittävästi, pääsee melua leviämään vallin sivuilta, mikä vähentää vallin meluvaimennusvaikutusta. Tällöin 45 dB meluvyöhyke ei pienene yhtä merkittävästi kuin täysmittaisella vallilla.

4.4 Suokannas, länsipuoli

Suokannaksen kohdalla yöajan 45 dB meluvyöhyke ulottuu 370-650 m etäisyydelle moottoritiestä. 1,4 m korkea melukaide (vaihtoehto 4.4 A) eikä edes 10 m korkea meluvalli (vaihtoehto 4.4 B) pienennä yöajan 45 dB meluvyöhykettä olennaisesti.

Suokannaksen kohdan mahdollinen melusuojaus tulee toteuttaa yhdessä kohdan 4.3 esitetyn meluvallin kanssa, sillä ilman kohdan 4.3 vallia melu leviää Heinola P liittymän eteläpuolelta eikä liittymän pohjoispuolen mittavaan melusuojaus riitä laskemaan yöajan melutasoa Suokannaksen alueella alle 45 dB:n.

4.5 Suokannas – Pirttiniemi, länsipuoli

Suokannaksen teollisuusalueen ja Pirttiniemen välisellä alueella moottoritien länsipuolella päiväajan 55 dB meluvyöhyke ulottuu noin 300-500 m etäisyydelle moottoritiestä vuoden 2020 tilanteessa.

Suokannaksen kallioleikkauksesta Pirttiniemen kallioleikkaukseen ulottuva 1,4 m korkea melukaide laskee melutasoja noin 3-4 dB ja pienentää päiväajan 55 dB melualueutta huomattavasti. Pirttiniemen lähimpien asuintalojen ja lastenkodin kohdalla melutasot eivät laske ohjearvon alapuolelle, mutta laskua on kuitenkin jopa 4-5 dB. Kaiteen kokonaispituus on noin 970 m. (vaihtoehto 4.5 A)

4.6 Ylä-Pessala, itäpuoli

Ylä-Pessalan kohdalla moottoritien länsipuolella päiväajan 55 dB meluvyöhyke ulottuu noin 350-450 m etäisyydelle moottoritiestä. Lähimpien asuintalojen kohdalla Pajatien varressa melutaso on päiväaikana jopa 60-65 dB.

Noin 350 m pitkä ja 1,4 m korkea melukaide laskee melutasoja lähimpien asuintalojen kohdalla 2-3 dB, mutta ei riitä laskemaan melutasoa alle ohjearvon. 55 dB melualuekin pienenee varsin vähän. (vaihtoehto 4.6 A)

5. MELUNTORJUNNAN KUSTANNUKSET

Meluntorjunnan kustannukset vaihtelevat huomattavasti mm. valittavan meluesteen, maaperän rakennettavuuden, esteen materiaalien ja mitoituksen perusteella. Maavalli on yleensä halvin rakentaa ja perustaa, etenkin jos on käytettävissä riittävästi ylijäämämassoja tai sopivaa läjitysmateriaalia. Meluidan kustannukset (kuten vallinkin) kasvavat pinta-alan lisääntyessä. Hiljainen asfaltti vähentää melun syntyä, mutta se ei ole aivan yhtä tehokas moottoritienopeuksissa kuin alhaisemmissa nopeuksissa, jolloin suurin osa melusta syntyy renkaan ja tienpinnan kohtaamisessa.

Valli vaatii kuitenkin huomattavasti maapinta-alaa. 4 m korkea valli, jolla on luiskakaltevuus 1:3 (tyypillinen ylijäämämassoilla ja huonolaatuisilla maaineksilla) on alaostaan 24 m leveä. Vastaavan korkuinen meluaita voidaan sijoittaa jo muutaman metrin etäisyydelle tien reunasta, mikä parantaa samalla myös sen estevaikutusta. Vastaavasti maavallin kanssa samaan vaimennukseen päästään matalammalla aidalla. Melukaide voidaan sijoittaa aivan tien reunaan.

Taulukossa 4 on esitetty arvio meluntorjunnan kustannuksista kohdassa 4 esitetyillä ratkaisulla.

Taulukko 4. Meluntorjunnan arvioidut kustannukset esitetyillä meluntorjuntaratkaisulla

Kohde	Estetyyppi	pituus (m)	h (m)	yksikköhinta €/jm	Kustannusarvio €
4.1 olemassa oleva	kaide	330	1	330	
4.1 jatko	kaide	157	1	330	51 810 €
4.1 jatko	kaide	157	1,4	420	65 940 €
4.1 korotus 1->1,4 m	kaide	330	0,4	120	39 600 €
4.1 Sillan maajatko	kaide	136	1,4	420	57 120 €
4.1 Pohjoinen aita	aita	403	2-3	673	271 219 €
4.1 Pohjoinen aita	aita	403	2-3	883	355 849 €
4.1 Pohjoinen kaide	kaide	403	1,4	420	169 260 €
4.2 koko matka kaidetta	kaide	313	1,4	420	131 460 €
4.2 sillan kaide	kaide	99	1,4	420	41 580 €
4.2 jatko aita	aita	220	3,28	883	194 260 €
4.2 kaide-aita	yhd.	319			235 840 €
4.3 meluvalli eteläinen	valli	384	7	560	215 040 €
4.3 meluvalli pohjoinen	valli	403	7	560	225 680 €
4.4 melukaide	kaide	624	1,4	420	262 080 €
4.4 meluvalli	valli	303	10	860	260 580 €
4.5 melukaide	kaide	967	1,4	420	406 140 €
4.6 melukaide	kaide	350	1,4	420	147 000 €

6. YHTEENVETO

Heinolan kaupunki on laatimassa osayleiskaavaa Tähtiniemen E4-tien luoteispuolella olevalle alueelle välille Tähtihovi – Heinola pohjoinen liittymä. Ramboll Finland Oy on selvittänyt kaavoituksen tueksi E4-tien ympäristöön aiheuttamia melutasoja. Tarkastelualueena oli E4-tien itä- ja länsipuoli Tähtiniemen sillan eteläpäästä Kouvolantien risteykseen. Melutasot laskettiin sekä nykytilanteessa (vuoden 2006 liikennemäärillä) että vuoden 2020 enusteliikennemäärillä.

Nykytilanteessa asuintaloja, joiden oleskelualueilla ylittyy L_{Aeq} 55 dB, on selvitysalueella yhteensä 34 kpl ja lastenkoti. Yöaikaiselle yli L_{Aeq} 50 dB ylittävälle melulle altistuu selvitysalueella yhteensä 29 asuintaloa ja lastenkoti.

Vuoden 2020 liikennemäärillä melualueet kasvavat siten, että selvitysalueella päiväajan ohjearvo ylittyy 57 asuintalon oleskelualueella. Vastaavasti yöaikaiselle yli L_{Aeq} 50 dB ylittävälle melulle altistuu selvitysalueella yhteensä 33 asuintaloa ja lastenkoti.

Meluntorjuntaa tarkasteltiin kuudessa eri kohteessa. Nykyisillä asuinalueilla meluntorjunnan kannalta mitoittavana on päiväajan ohjearvo $L_{Aeq\ 7-22}$ 55 dB, kun taas uusilla asuinalueilla yöajan ohjearvo $L_{Aeq\ 22-7}$ 45 dB muodostuu meluntorjunnan kannalta mitoittavaksi.

Esitettyjen melusteiden kokonaispituus on noin 3 750 m ja kustannusarvio on estevaihtoehdosta riippuen noin 1,6-2 M€.

Hollolassa 25. päivänä heinäkuuta 2007

RAMBOLL FINLAND OY

Eerik Järvinen
tutkija

Janne Ristolainen
tutkimusinsinööri

TAUSTATIE TOA MELUSTA

ÄÄNITEHO, ÄÄNITEHOTASO JA ÄÄNENPAIN E

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 kymmenlogaritmisista desibeliasteikkoa käyttäen. Lähtökohtana on alun perin ollut intensiteettiasteikko. Logaritminen desibeliasteikko on dimensioton ja antaa tason referenssitason nähden. Kahden suureen tasoero desibeleinä (D) määritellään kaavalla $D = \log_{10} (A/B)$. Kymmenkertainen ero tietää siis 10 desibeliä.

Meluakustiikassa käytetyt tasot saadaan käyttämällä kansainvälisesti sovitutuja 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 herkkyys 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).

Äänitehotasoa määritettäessä kenttämittauksissa mitatun melutason lisäksi on otettava huomioon äänilähteen koko, jonka jälkeen mittaustulos on muutettava joko äänitehotasoksi tai kappaleen ulkomitat muuten huomioon ottaen vaksi suhteelliseksi melutasoksi. Tässä raportissa kunkin äänilähteen melutaso on muunnettu laskentamallia varten äänitehotasoksi (L_{WA}).

ÄÄNEN ETENEMINEN YMPÄRISTÖSSÄ

Äänikentän muodostuminen eri etäisyyksillä äänilähteestä 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 hajaantumisesta. 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, jolloin 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 verrattaessa tuuletomaan tilanteeseen.

Illman 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
Aallonpituus, m (+ 20°C)	5,4	2,7	1,4	0,7	0,3	0,2	0,09	0,04
Vaimennus, dB	0,0	0,0	0,1	0,2	0,4	0,7	1,7	5,6

Taulukosta nähdään että ilman absorption ja lisävaimennustekijöiden merkitys pienenee äänen aallonpituuden kasvaessa. Tästä johtuen esimerkiksi teollisuuslaitoksen aiheuttaman melun spektri painottuu matalille taajuuksille etäisyyden kasvaessa.

Illman lämpötila ja kosteus

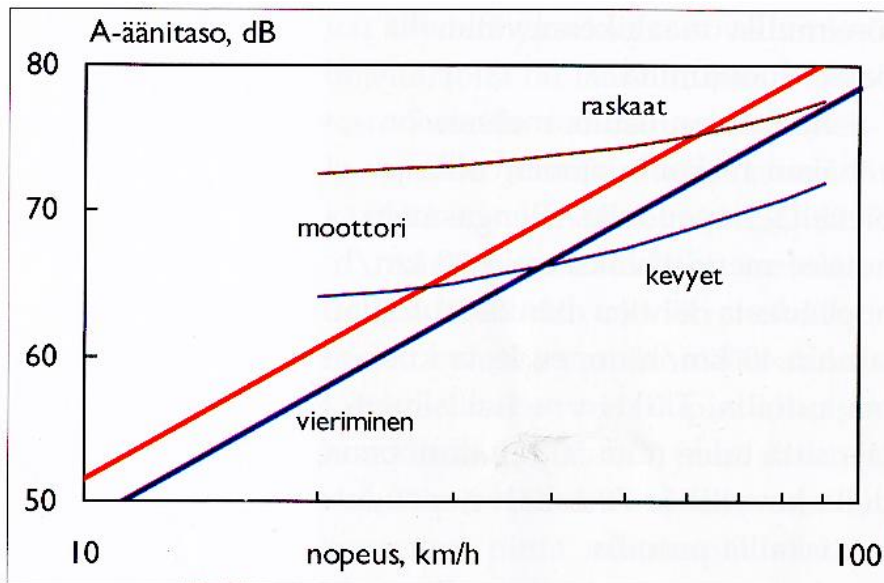
Matalilla taajuuksilla ei ilman lämpötilalla ja kosteudella ole vaikutusta melun leviämiseen, korkeammilla taajuuksilla sekä lämpötila että ilman kosteus vaikuttavat ilman absorptioon melun suhteen. Lämpötilan muutokset korkeuden muuttuessa johtavat usein inversiokerroksen muodostumiseen, jonka seurauksena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

Maa- ja estevaimennus

Maavaimennuksen suuruus riippuu maanpinnan laadusta. Yleensä maaperä 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.

TIELIIKENTEEN MELU

Tieliikenteessä ajoneuvojen melulla on kaksi pääasiallista aiheuttajaa: moottori sekä renkaan ja tienpinnan kosketus (rengasmelu). Ajoneuvosta, olosuhteista ja ajonopeudesta riippuu, kumpi on merkittävämpi. Moottorin melu nousee vain vähän nopeuden noustessa, mutta rengasmelu nousee nopeasti nopeuden kasvaessa. Henkilöautoilla rengasmelun osuus on merkittävä nopeudesta 30 km/h lähtien ja tärkein melunaiheuttaja siitä tulee noin 50 km/h nopeudesta lähtien. Vastaavat nopeudet raskailla ajoneuvoilla ovat 40 km/h ja 70 km/h.



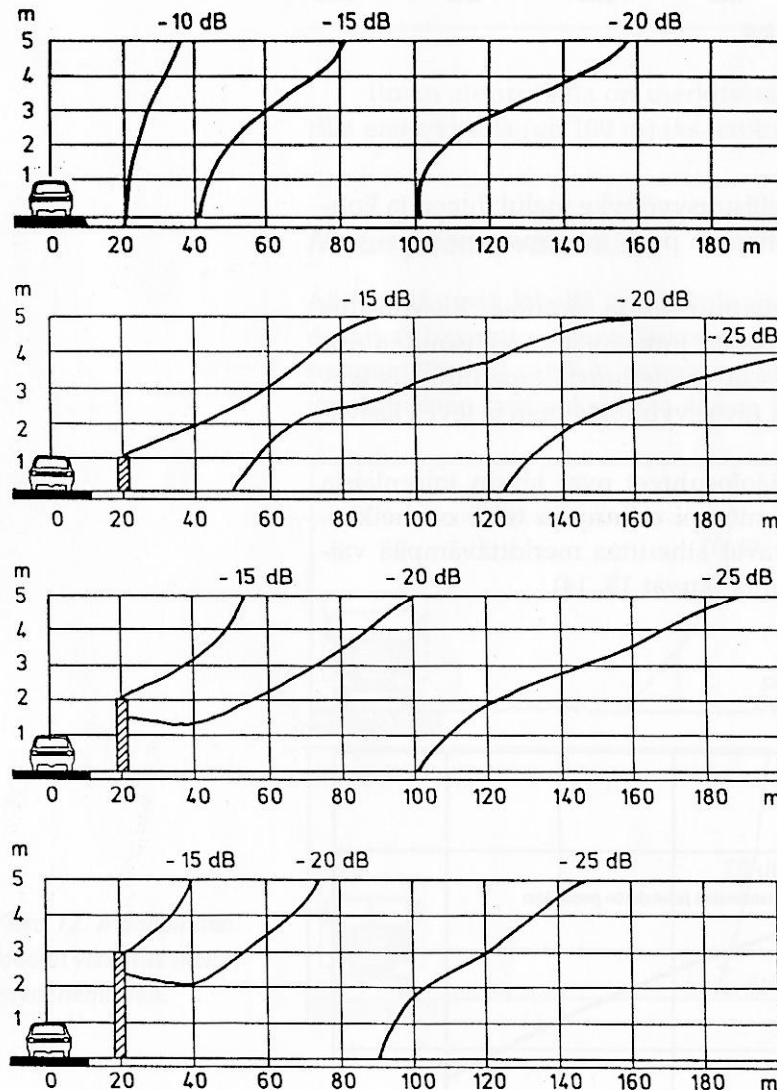
Kuva 1 Moottori- ja rengasmelun osuus ajoneuvojen kokonaismelupäästästä

Tieliikenteen meluvaikutuksia voidaan vähentää maankäytön suunnittelulla, liikennesuunnittelulla, ja teknisillä meluntorjuntaratkaisuilla (meluesteet ym.). Maankäytön suunnittelulla tulisi pyrkiä siihen, ettei asutusta ja muita melulle herkkiä toimintoja sijoiteta melualueille. Kaupunkirakenteen tiivistämisspaineiden vuoksi ei riittäviä suojaetäisyyksiä aina ole mahdollista säilyttää. Liikennesuunnittelulla voidaan vaikuttaa liikenteen sujuvuuteen ja siten sen aiheuttamaan melutasoon. Esimerkiksi normaali risteys aiheuttaa noin 2-4 dB enemmän melua kuin vapaa suora tieosuus, mutta liikenneympyrällä vastaava lisäys on noin 1-2 dB.

Hiljaiset päällysteet vähentävät merkittävästi rengasmelun syntyä, mutta eivät vaikuta lainkaan moottorimeluun. Hiljaisten päällysteiden käyttöä Suomessa rajoittaa myös nastarenkaiden ja talviolosuhteiden aiheuttama tienpinnan kuluminen, sillä hiljaiset päällysteet kuluvat nopeammin kuin tavalliset.

Meluesteen aiheuttamaan vaimennukseen vaikuttavat esteen mitat, sijoittuminen ja äänen taajuus. Korkeat äänet vaimentuvat paremmin kuin matalat, sillä matalilla äänillä tapahtuu taipumista esteen taakse. Tehokkaimmillaan este on lähellä melulähdettä tai kuulijaa. Meluesteiden sijoittamiseen ja mitoitukseen vaikuttavat monet eri tekijät: vaimennustarve, maasto-olosuhteet ja esim. esteettiset seikat.

Melusteiden perusratkaisut ovat meluvalli, meluaita ja melukaide. Valli on näistä edullisin rakentaa, mutta vaatii enemmän maapinta-alaa kuin aita ja kaide. Aita taas voidaan useimmiten sijoittaa lähemmäs tietä, jolloin aita on usein tehokkaampi kuin samankorkuinen valli. Melukaide tulee kysymykseen niissä tilanteissa, joissa vallia tai aitaa ei tilanahtauden vuoksi voida käyttää eivätkä suojattavat kohteet ole paljoa tienpintaa ylempänä.



Kuva 16. Melusteiden korkeuden vaikutus tieliikenteen aiheuttama keskiäänitason vaimennustehoon (Tielaitos 1991a).

Lähteet:

1. Tiihinen & Hänninen: "Meluntorjunnan perusteet, Ympäristöopas 18", Ympäristöministeriö 1997
2. Lahti: "Ympäristömelun arviointi ja torjunta, Ympäristöopas 101", Ympäristöministeriö 2003

ÄÄNEN VOIMAKKUUDEN YKSIKKÖ, DESIBELI

Äänen voimakkuutta esitetään käyttämällä yksikköä desibeli (dB). Usein desibelilukeman perässä on yksikkö A. Kyseessä on tapa painottaa äänen taajuusjakaumaa siten, että se vastaa ihmiskorvan reagointia ääneen. Desibeli on logaritminen yksikkö, jonka laskutoimitukset eroavat tavallisesta yhteen- ja vähennyslaskusta. Desibelejä lasketaan yhteen laskukaavalla

$$L_{\text{kok}} = 10 \log (10^{0,1L} + 10^{0,1L})$$

L = äänitaso

Esimerkiksi 50 dB + 50 dB = 53 dB. Seinän tai ikkunan aiheuttaman äänen vaimennuksen voi taas vähentää suoraan vähennyslaskulla, esimerkiksi 55 dB - 30 dB = 25 dB.

Seuraavassa on esimerkkejä erilaisten äänien desibelitasoista:

- Kuulokynnys 0 dB
- Rannekello (1 m) 20 dB
- Hiljainen metsä 20-30 dB
- Kuiskaus (1 m) 30 dB
- Keskustelu (1 m) 50-60 dB
- Vilkasliikenteinen katu (2 m) 70-80 dB
- Kivipora (7 m) 100 dB
- Konsertti (forte) 110 dB
- Rock-konsertti 110-130 dB
- Kipukynnys 130 dB
- Suihkukone (2 m) 140 dB
- 300 mm tykki (4 metriä) 225 dB

Yhden desibelin muutosta äänitasossa ihmiskorva ei yleensä pysty erottamaan. Äänitason muuttuessa 4-5 desibeliä muutos on selvästi havaittavissa. Ihmisen kuuloaisti aistii äänenvoimakkuuden kaksinkertaiseksi, kun äänitaso on noussut 8-10 dB.