

Hanna Lohko

MELULLE ALTISTUMINEN
LAPPEENRANNAN KOULUJEN JA
PÄIVÄKOTIEN PIHOILLA SEKÄ
LEIKKIKENTILLÄ

Opinnäytetyö
Ympäristöteknologia


Toukokuu 2012




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU <small>Mikkeli University of Applied Sciences</small>	Opinnäytetyön päivämäärä 8.5.2012	
Tekijä(t) Hanna Lohko	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Ympäristöteknologia	
Nimeke Melulle altistuminen Lappeenrannan koulujen ja päiväkotien pihoilla sekä leikkikentillä		
Tiivistelmä Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia meluselvitys ja kartoittaa Lappeenrannan kaupungissa melualueilla olevien herkkien toimintojen kuten koulujen, päiväkotien ja lasten leikkikenttien melutilanne. Kartoituksessa käytettiin apuna Pöyry Finland Oy:n Lappeenrannan kaupungille tekemää meluselvitystä ja meluntorjunnan yleissuunnitelmaa. Työn tavoitteena oli tehdä melumittaukset kesällä 2011 ja laatia tulosten perusteella meluselvitys Lappeenrannan kaupungissa olevien herkkien toimintojen osalta. Tarve meluntorjuntasuunnitelman tekoon on ollut olemassa jo jonkin aikaa, koska liikenteen määrä on kasvanut jatkuvasti ja sen vuoksi myös meluhaitat ovat lisääntyneet. Myös kuntien tehtävät tulevat lisääntymään meluntorjunnan osalta. Kuntien tehtäväksi tulee pääosa meluntorjuntatoimenpiteistä, jotka ympäristöministeriö on asettanut tavoitteeksi vuoteen 2020 mennessä. Tavoitteen mukaan melulle altistuvien ihmisten määrää tulee laskea 20 prosentilla. Lappeenrannassa aikaisemmin tehtyjen erilaisten meluselvitysten kokoaminen yhteen on katsottu olevan tarpeen. Meluntorjuntatavoitteiden ja toimenpiteiden kirjaaminen sekä hajallaan olevien meluselvitysten kokoaminen mahdollistaa suunnitelmalliset ja koordinoitut meluntorjuntatoimenpiteet jo kaavoituksen yhteydessä. Kartoituksen perusteella valittiin kohteet, joissa suoritettiin melumittaukset. Mittaukset tehtiin kesän 2011 aikana 13 kohteessa. Yksi mittaus tehtiin kesällä 2010 ja se otettiin mukaan tähän opinnäytetyöhön. Mittauksissa käytettiin Rion-31 integroivaa äänitasomittaria ja ulkoista kalibraattoria. Osa mittauksista tehtiin käyttäen mikrofonin jatkokaapelia ja sen käyttö huomioitiin kalibroitaessa mittaria. Opinnäytetyön tavoite toteutui. Melumittausten perusteella tehtiin meluselvitys ja sitä voidaan hyödyntää osana Lappeenrannan kaupungin meluntorjuntasuunnitelmaa.		
Asiasanat (avainsanat) Melu, liikennemelu, meluntorjunta, melualueet		
Sivumäärä 71+4	Kieli Suomi	URN URN:NBN:fi:mamk-opinn2012A8832
Huomautus (huomautukset liitteistä)		
Ohjaavan opettajan nimi Martti Pouru	Opinnäytetyön toimeksiantaja Lappeenrannan seudun ympäristötoimi	

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis 8.5.2012
Author(s) Hanna Lohko	Degree programme and option Environmental technology	
Name of the bachelor's thesis Exposure to noise at Lappeenranta schools and kindergartens yards and playfields		
Abstract <p>The purpose of the work was to make a noise survey and map out noise areas in sensitive activities such as schools, kindergartens and playfields in Lappeenranta. The survey was made by using the Pöyry Finland Ltd noise analysis and noise abatement master plan for the city of Lappeenranta. The aim of the work was to make noise measurements in the summer of 2011, and to draw up a report on the results of the noise in the city of Lappeenranta.</p> <p>The need for noise abatement plan-making is important since the volume of traffic has been growing continuously and, thus, the noise has increased. Also, the municipalities will have to increase noise control. The Local Government will be responsible for the majority of noise mitigation measures which the Ministry of Environment has set as a target by the year 2020. The objective is that the amount of people exposed to noise will be reduced by 20 per cent. The pooling of various noise studies made in the past in Lappeenranta is considered to be necessary. Gathering of noise abatement measures and targets as well as recording the scattered noise reports enable structured and coordinated noise-reduction actions already in connection with the land-use plan.</p> <p>According to the survey, places were selected, in which noise measurements were carried out. The measurements were made during the summer of 2011 in thirteen places. One measurement was made in the summer of 2010 and it was included in this thesis. The Rion-31 integrating sound level meter and an external calibrator were used in the measurements. Some measurements were made using a microphone extension cable, which was taken into account the calibrating the meter.</p> <p>The target of the work was met. Noise measurements were made on the basis of the noise study and can be utilized as part of the city of Lappeenranta noise abatement plan.</p>		
Subject headings, (keywords) Noise, traffic noise, noise reduction, noise areas		
Pages 71+4	Language Finnish	URN URN:NBN:fi:mamk-opinn2012A8832
Remarks, notes on appendices		
Tutor Martti Pouru	Bachelor's thesis assigned by Environmental office of Lappeenranta region	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	MELU	3
2.1	Meluun liittyviä käsitteitä ja määritelmiä	4
2.2	Ääni ja melu.....	8
2.3	Meluhaitat	9
2.4	Melun terveyshaitat	9
3	MELUN VAIKUTUKSET LAPSIIN JA NUORIIN.....	14
3.1	Melun aiheuttamat kognitiiviset häiriöt.....	15
3.2	Melun aiheuttamat kielellisen viestinnän häiriöt.....	16
3.3	Puheen tuottoon liittyvät häiriöt	17
4	HILJAISET ALUEET	17
5	MELUN LÄHTEET.....	18
5.1	Tieliikennemelu	18
5.2	Raideliikennemelu	19
5.3	Lentomelu	19
5.4	Vapaa-ajan melu	20
5.5	Teollisuusmelu.....	21
6	ÄÄNEN ETENEMINEN YMPÄRISTÖSSÄ.....	21
6.1	Leviämismuutos	21
6.2	Absorptiovaimennus	22
6.3	Kasvillisuuden vaikutus.....	22
6.4	Maanpinnan vaikutus.....	22
6.5	Säätöolosuhteiden vaikutus	23
6.6	Esteiden vaikutus	24
7	KÄYTÄNNÖN MELUNTORJUNTA	24
7.1	Lainsäädäntö	25
7.2	Melun ohjeet.....	27
7.3	Kaavoitus	28
7.4	Suomen rakentamismääräyskokoelmat	30
7.5	Terveydensuojelulain mukainen ilmoitus.....	30
7.6	Ympäristölupa ja ympäristönsuojelumääräykset meluntorjunnassa.....	30

7.7	Ympäristönsuojelulain mukainen meluilmoitus	31
7.8	Tieliikenteen meluntorjunta.....	31
7.8.1	Liikennesuunnittelu.....	32
7.8.2	Tiesuunnittelu	32
7.8.3	Rengasmelun torjunta	33
7.8.4	Hiljainen asfaltti.....	33
7.8.5	Rakennetut meluesteet	34
7.9	Melustrategia	35
8	VIRANOMAISET MELUNTORJUNNASSA.....	36
8.1	Kunnan ympäristönsuojeluviranomainen	36
8.2	Kunnan terveydensuojeluviranomainen	38
9	MELUNTORJUNTA LAPPEENRANNASSA.....	38
10	MELUTASON ARVIOIMINEN	40
10.1	Äänen mittaaminen	41
10.2	Melun laskentamallit	42
10.3	Ympäristömelun mittaaminen	42
10.4	Tieliikennemelun mittaaminen	44
11	OPINNÄTETYÖN SUORITUS	44
11.1	Meluselvitys.....	44
11.2	Mittaukset	46
12	TULOKSET	50
12.1	Tulosten tarkastelu.....	51
12.2	Toimenpide-ehdotukset	62
12.3	Suosituksset päiväkotien sijoittamiselle.....	64
13	POHDINTA	65
	LÄHTEET	69

LIITTEET

Liite 1. Kysely päiväkodeille

Liite 2. Mittausraportti

1 JOHDANTO

Ääniympäristöllä on merkittävä vaikutus elinympäristön toimivuuteen ja viihtyisyyteen sekä ihmisten hyvinvointiin ja terveyteen. Melualueiden lisääntymiseen ja melulle altistuneiden määrään ovat vaikuttaneet väestön kasvu, kaupungistuminen, asuminen tiivistyminen, teollistuminen, teknistyminen ja liikenteen kasvu. Noin 800 000 – 900 000 suomalaista on arvioitu asuvan melualueilla, joista valtaosa on maanteiden ja katujen varsilla (Liikonen & Leppänen 2005).

Melulla tarkoitetaan ääntä, jonka ihminen kokee epämiellyttävänä tai häiritsevänä tai joka on muulla tavoin ihmisen terveydelle tai muulle hyvinvoinnille haitallista. Melulla tarkoitetaan myös ympäristön viihtyisyyttä merkitsevästi vähentävää tai työntekoa merkityksellisesti haittaavaa ääntä taikka siihen rinnastettavaa tärinää. (Pönkä 2006, 45.)

Meluntorjunta voidaan jakaa hallinnollisiin ja teknisiin keinoihin. Peruslähtökohtana on tietämys melusta, sen käyttäytymisestä ja haitallisuudesta. Haitallisuusarvioiden perusteella annetaan hallinnollisia säädöksiä, jotka tähtäävät melun vähentämiseen niin, että haitta poistuu. Teknisessä meluntorjunnassa pyritään selvittämään melun perimmäinen syy, tunnistamaan melun säteilykohdat sekä selvittämään äänienergian etenemistiet lähteiden ja vastaanottopisteiden välillä. Tärkeää on myös selvittää eri lähteiden ja etenemisreittien osuudet tarkastelupisteessä esiintyvistä melusta. Melu pyritään eliminoimaan mahdollisimman varhaisessa vaiheessa ja estämään sen etenemistiet. Tavoitteena on parhaan torjuntatavan löytäminen huomioiden muun muassa tehokkuus ja taloudellisuus. (Björk 1995.)

Opinnäytetyön aihe valikoitui työnantajan tarpeesta tehdä Lappeenrannan kaupungille meluntorjuntasuunnitelma ja meluselvitys. Ympäristönsuojelulain muutoksen mukaan meluselvitykset, jotka sisältävät myös hiljaiset alueet, on tehtävä yli 100 000 asukkaan väestökeskittymistä (Ympäristöministeriö 2009). Vaikka Lappeenrannan väkiluku ei ylitä 100 000 asukasta (noin 72 000), tarve meluselvityksen tekemiseen on ollut jo muutaman vuoden ajan. Syynä tähän on liikenteen määrän lisääntyminen jatkuvasti ja on koettu, että meluhaitat ovat myös lisääntyneet, mikä näkyy ympäristötoimeen tulevien yhteydenottojen määrän lisääntymisenä. Lisäksi Lappeenrannan kaupungin hallitus on kokouksessaan 25.10.2010 hyväksynyt Lasten ja nuorten hyvinvointiselonteon

IV 2011 – 2014. Lasten ja nuorten hyvinvointiselontekoa varten pyydettiin lausuntoa Lappeenrannan seudun ympäristölautakunnalta. Ympäristölautakunnan lausunnossa todettiin seuraavaa: ”Lappeenrannan seudun ympäristölautakunta toteaa, että hyvinvointiselonteossa on kiinnitetty huomiota elinympäristön ja -olosuhteiden turvallisuuden ja terveellisyyteen lasten ja nuorten hyvinvoinnin yhtenä tekijänä. Jotta turvallinen ja terveellinen elinympäristö toteutuisi, tulee terveys ja turvallisuusnäkökohdat huomioida laajasti kaupunkisuunnittelussa. Lapsivaikutusten arviointimenettely täytyy ottaa mukaan kaikkeen yhdyskuntasuunnitteluun. Päiväkoteja ja kouluja ei saa sijoittaa melualueille tai alueille, joilla on voimakasta ilman epäpuhtauksien kuormitusta. Lappeenrannan seudun ympäristötoimi pyrkii vuonna 2011 selvittämään Lappeenrannan päiväkotien ja koulujen piha-alueiden melutasoja osana Lappeenrannan kaupungin meluntorjuntaohjelmaa.”

Meluselvityksen tavoitteena on saada aikaan mahdollisimman luotettava riskikartoitus, jonka tuloksena saadaan tiedot haitankärsijöiden määrästä suojaustarpeesta. Ympäristömeluselvitys voi sisältää seuraavia asioita: eri melulähteiden melupäästöselvitykset, melutasojen kartoitus eri alueilla, melualuekartoitus eli kartoitetaan alueet, joilla melu ylittää haittarajan, meluhaitoista kärsivien asukkaiden määrän kartoittaminen alueittain, meluhaitoista kärsivien toimintojen kartoittaminen alueittain, liikennettä runsaasti aiheuttavien toimintojen sijainnin kartoittaminen sekä suositukset meluntorjunnasta. (Björk 1995.)

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä meluselvitys herkissä kohteissa (koulut ja päiväkodit sekä lasten leikkipuistot) ja kartoittaa melutilanne melualueilla olevien herkkien toimintojen osalta. Meluselvitys toteutettiin kartoittamalla melualueilla olevat kohteet ja suunnittelemalla melumittaukset. Kartoituksen perusteella valittiin kohteet, joissa tehtiin mittaukset. Kartoitus toteutettiin oman tiedon perusteella sekä käytettiin apuna Pöyry Finland Oy:n tekemää Lappeenrannan meluselvitystä ja meluntorjunnan yleissuunnitelmaa. Pääpaino tässä opinnäytetyössä on ympäristömelussa ja siitä aiheutuvissa terveyshaitoissa sekä liikenteestä aiheutuvien meluhaittojen torjunnassa. Työn ulkopuolelle rajattiin koulujen ja päiväkotien sisämelumittaukset. Päiväkodeille tehtiin pienimuotoinen kysely, jossa kysyttiin melun häiritsevyydestä ulkona ja myös sisätiloissa (liite 1). Opinnäytetyötä hyödynnetään osana Lappeenrannan kaupungin meluntorjuntasuunnitelmaa.

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Lappeenrannan seudun ympäristötoimi. Lappeenrannan seudun ympäristötoimi, jonka isäntäkuntana toimii Lappeenrannan kaupunki, on aloittanut toimintansa 1.1.2009. Ympäristötoimi hoitaa Lappeenrannan kaupungin, Lemminkäisen, Savitaipaleen ja Taipalsaaren alueilla kunnille osoitetut lakisääteiset ympäristöterveydenhuollon, eläinlääkintähuollon ja ympäristönsuojelun tehtävät. Lisäksi Luumäellä hoidetaan ympäristöterveydenhuollon ja eläinlääkintähuollon tehtävät. Kuvaan 1 on merkitty punaisella seudun toimipisteet ja mustalla lähipalvelupisteet, joissa päivystetään ja jonne tarkastajat voivat sopia asiakaskäyntejä tarvittaessa.



KUVA 1. Lappeenrannan seudun ympäristötoimen toiminta-alue (Lappeenranta)

Ympäristötoimella on erilaisia lupa-, valvonta-, kehittämis- ja edistämistehtäviä, joilla vaikutetaan elinympäristön tilaan ja siten myös ihmisten terveyteen. Ympäristötoimi kuuluu Lappeenrannan kaupungin organisaatiossa tekniseen toimeen. Opinnäytetyön työpaikkaohjaajina toimivat ympäristöjohtaja Ilkka Räsänen ja ympäristötarkastaja Sara Piutunen.

2 MELU

Melu on yksi yleisimpiä elinympäristön laatua heikentäviä tekijöitä. Meluhaitat ovat seurausta väestönkasvusta, kaupungistumisesta, teollistumisesta, teknisestä kehityksestä sekä erityisesti lisääntyneestä liikenteestä. Melu on ei-toivottua ääntä. Perusteellisemman määritelmän mukaan melu on tietyn yksilön ja ympäristön kannalta epämielkäs ja häiritsevä ääni, joka rasittaa tai vahingoittaa elimistöä fyysisesti tai psyykkisesti. (Ympäristöministeriö 2011.)

Melu vaikuttaa monella tavalla kielteisesti ihmisen terveyteen ja hyvinvointiin. Melu voi häiritä tai vaikeuttaa työskentelyä, lepoa, nukkumista, viestintää sekä oppimista. Voimakas melu saattaa vaurioittaa pysyvästi korvaa, ja aiheuttaa kuulokyvyn eriasteista heikkenemistä. Melu voi myös aiheuttaa esimerkiksi stressiä, ja monia muita fyysisiä ja psyykkisiä vaikutuksia. (Ympäristöministeriö 2011.)

Koska melulle ominaista on nimenomaan sen häiritsevyys, melun määrittäminen pelkästään fysikaalisesti mittaamalla, on mahdotonta. Äänien häiritsevyyteen vaikuttavat voimakkuuden ja muiden fysikaalisten ominaisuuksien lisäksi muun muassa kuulijan herkkyys, asennoituminen äänilähdettä kohtaan, ja aikaisemmat kokemukset. Edes ääntä, joka saattaa vahingoittaa terveyttä, ei aina koeta häiritseväksi. (Ympäristöministeriö 2011.)

2.1 Meluun liittyviä käsitteitä ja määritelmiä

Ympäristömelu on yleisnimitys kaikelle ihmisen asuin- ja elinympäristössä esiintyvälle melulle. Ympäristömelu määritellään ääneksi, jota voi aiheuttaa liikenne (tieliikenne, lentoliikenne, raideliikenne ja muu liikenne), teollisuus (teollisuusrakennukset, voimalaitokset, louhimot ja murskaamot), rakentaminen ja vapaa-ajan toiminnot kuten moottoriurheilu, ampumaradat, ulkoilmatilaisuudet, pienoislennokit, vesiskootterit ja muut vastaavat toiminnot. Taustamelu on muuta kuin mitattavaa melua. (Ympäristöministeriö 1995.)

Herkillä kohteilla tarkoitetaan asumisen lisäksi sellaisia toimipisteitä, joissa oleskelevat tai asuvat ovat tavanomaista herkempiä liikenteen haitoille. Tällaisia kohteita ovat esimerkiksi päiväkodit, koulut, leikkipuistot, vanhainkodit ja sairaalat. (Niskanen & Päivänen ym. 2008.)

Hiljaisilla alueilla väestökeskittymässä tarkoitetaan valtioneuvoston asetuksessa 801/2004 esitetyn määritelmän mukaisesti alueita, joilla minkään melulähteen aiheuttama melutaso ei päivällä (klo 7-22) ylitä 50 dB eikä yöllä (klo 22-7) 45 dB. (Niskanen & Päivänen ym. 2008.)

Taso ja desibeli: Äänen voimakkuutta kuvataan taso-käsitteen avulla. Puhutaan äänenpainetasosta ja äänitehotasosta. Kaikki meluntorjuntaan liittyvät tasot ovat 10-kantaiseen logaritmiin perustuvia suureita. Tasojen yksikkönä on desibeli [dB]. Pelkkä desibelin ilmaisu ei riitä kertomaan mistä tasosta on kysymys esimerkiksi puhutaanko äänenpainetasosta vai äänitehotasosta. Puhekielessä melusta puhuttaessa tarkoitetaan äänenpainetasoa, mikäli ei erikseen muuta mainita. (Tiihonen & Hänninen 1997.)

Äänenpainetaso L_p määrää ihmisen aistimuksen ja siten myös haittojen ja häiritsevyyden suuruuden. Äänitasomittarilla eli melumittarilla mitataan äänenpainetasoa. Äänenpainetaso riippuu äänilähteen melupäästöstä (äänitehotasosta), äänilähteen etäisyydestä ja ympäristön ominaisuuksista esimerkiksi heijastuksista ja säätelystä. (Tiihonen & Hänninen 1997.)

Äänitehotaso: Ääni on energiaa, jota äänilähde säteilee ympäristöönsä. Äänilähteen voimakkuutta kuvaa ääniteho eli akustinen säteilyteho. Äänitehotaso ilmoittaa kuinka suuren akustisen tehon tietty äänilähde tuottaa. Äänitehotaso ei riipu sijoituspaikasta, eikä ympäristöstä. (Tiihonen & Hänninen 1997.)

Impulssimelu eli iskumainen melu on melua, joka sisältää hetkellisiä enintään 1 sekuntia kestäviä ja toisistaan selvästi erottuvia meluhuippuja. Impulssimelua aiheuttavat tyypillisesti iskut, laukaukset, räjähdykset ja sähköpurkaukset. Jos äänipulsseja on useampia kuin yksi, enimmäistasojen tilalla voidaan käyttää niiden eri äänipulsseista otettujen arvojen aritmeettista keskiarvoa. Jos äänipulsseja on enemmän kuin kerran sekunnissa, enimmäistason L_{Amax} tilalla voidaan käyttää keskiäänitasoa L_{AeqT} , missä keskiäänitason määrittäysaika T on sama kuin äänipulssien tarkastelu-aika. (Ympäristöministeriö 1995.)

Kapeakaistainen melu on melua, jossa on selvästi kuultavia soivia ääniä (ääneksiä tai äänestäviä komponentteja). Jos kuulohavainto ei selkeästi sulje pois kapeakaistaisuuden mahdollisuutta, voidaan melun kapeakaistaisuus karkeasti todentaa seuraavasti: ainakin yhden terssikaistan terssipainetaso on vähintään viisi desibeliä suurempi kuin välittömästi kyseisen kaistan ala- ja yläpuolella olevien terssikaistojen äänenpainetasot. (Ympäristöministeriö 1995.)

Emissio ja immissio: Ympäristömeluun liittyvät käsitteet emissio (melupäästö) ja immissio (kohteen melutaso). Yleensä niillä tarkoitetaan samoja asioita kuin ääniteholla ja äänenpainetasolla. Emissio on melulähteen äänitehotaso ja immissio on havaintopisteen äänenpainetaso. (Tiihonen & Hänninen 1997.)

Taajuus: Äänen synnyttämään aistimukseen vaikuttaa äänen tason lisäksi äänen taajuussisältö eli taajuusjakautuma eli spektri. Äänen taajuudella tarkoitetaan äänen jaksosen lukumäärää sekunnissa. Taajuuden yksikkö on hertsi [Hz]. Normaalikuuloisen ihmisen kuuloalue käsittää taajuusalueen 20 – 20 000 Hz. Kuulokynnys ei ole vakio koko kuuloalueella, vaan riippuu äänen taajuudesta. Kuulo on herkimmillään taajuusalueella 2 000 – 5 000 Hz, kun taas kuuloalueen molemmissa päissä kuulokynnys on useita kymmeniä desibelejä korkeammalla kuin herkimällä alueella. Esimerkiksi taajuudella 63 Hz äänenpainetason on oltava noin 40 dB, jotta ääni voitaisiin kuulla. 2 000 Hz taajuisen äänenpainetasoksi riittää 0 dB, jotta ääni voitaisiin kuulla. Äänen taajuussisältö saadaan selville tekemällä taajuusanalyysi eli määritetään äänen taso taajuuskaistoittain. Taajuusjakaumaltaan erilaisia ääniä ovat äänes, jaksollinen ääni, jaksoton ääni eli taajuusjakauma on jatkuva. Ääneksen eli äänen, joka muodostuu vain yhdestä taajuudesta, taajuusjakautuma sisältää vain tällä taajuudella olevan spektriviivan. Puhdas äänes on ympäristömelussa harvinainen. (Tiihonen & Hänninen 1997.)

Taajuuspainotukset: Äänen tasoa arvioitaessa otetaan huomioon ihmisen kuulon erilainen herkkyys eri taajuuksille käyttämällä A-taajuuspainotusta. A-painotuksesta on tullut yleisimmin käytetty taajuuspainotus. Ympäristömeluun liittyvät ohjearvot on annettu A-painotettuina tasoina. A-painotus vaimentaa matalia ääniä ihmisen kuulokynnyksen tapaisesti. Muita käytössä olevia taajuuspainotuksia ovat lineaarinen painotus sekä B-, C- ja 0-painotus. Tärkein muista painotuksista on lineaarinen painotus (lin), joka itse asiassa ei painota mitään taajuutta eli on suora taajuuden suhteen. B- ja C-painotusta käytetään muun muassa työsuojelullisissa mittauksissa, koska ne on alun perin suunniteltu voimakkaiden äänenpainetasojen mittaamiseen. Esimerkiksi kuulosuojainten sisäpuolella vallitsevan melun arvioinnissa käytetään työskentelytilan C- ja A-painotettujen äänenpainetasoja. 0-painotussuodatin on kehitetty suihkukoneiden melumittauksia varten. 0-painotus korostaa voimakkaasti taajuusaluetta 1 – 10 kHz, jolla alueella korvan herkkyys on suurinta. (Tiihonen & Hänninen 1997.)

Aika: Ympäristössä esiintyvät äänet vaihtelevat suuresti ajan kuluessa. Vaihtelevien äänien mittaamiseksi käytetään erilaisia tarkastelujaksoja, joille voidaan määrittää äänen tason keskiarvo tietyllä aikavälillä. Äänitasomittareissa käytetään standardoituja aikapainotuksia. Mittari näyttää valitun aikavälin keskiarvoa. Aikapainotuksista yleisin on fast (F, 125 ms). Myös slow (S, 1 000 ms = 1s) ja impulse (I, 35 ms) ovat yleisesti käytössä. Mitä lyhyempi aikavakio on kestoaltaan, sitä nopeammin mitattu taso seuraa äänen vaihteluita. Tieliikenne- ja teollisuusmelun mittauksessa käytetään yleensä fast-aikavastetta. Esimerkiksi tieliikennemelun laskentamallilla voidaan määrittää fast-aikavasteen enimmäistasoja. (Tiihonen & Hänninen 1997.)

Raideliikennemelun mittauksessa käytetään slow-aikavastetta, jos mitattuja enimmäistasoja halutaan verrata raideliikennemelun laskentamallin enimmäistasotuloksiin. Impulse-aikavastetta käytetään ampumaratamelun mittauksessa sekä melun impulssimaisuuden toteamisessa. Aikapainotusten eli aikavakioiden lisäksi on käytössä muita aika-käsitteeseen liittyviä suureita. (Tiihonen & Hänninen 1997.)

Keskiäänitaso, Leq: Tasaista melua voidaan arvioida yksittäisten hetkellisten arvojen perusteella. Pitkäaikaista tai vaihtelevaa melua mitattaessa käytetään melun voimakkuuden ilmoittamisessa mittausaikajakson tehollisarvoa eli keskiäänitasa (Leq). Keskiäänitaso tarkoittaa samanarvoista jatkuvaa äänitasa. Keskiäänitason esittämisen yhteydessä on mainittava myös käytetty taajuuspainotus, joka yleisimmin on A-painotus sekä aikajakso, jolta keskiäänitaso ilmoitetaan. Tällöin esimerkiksi koko päiväjän (klo 7-22) keskiäänitason lyhenne on $L_{Aeq, klo7-22}$. Riittävän pitkällä ajanjaksolla määritetty keskiäänitaso ei riipu käytetystä aikapainotuksesta F tai S, paitsi jos aikavasteena käytetään I-aikavastetta. (Tiihonen & Hänninen 1997.)

Enimmäistaso, Lmax: Enimmäistaso tarkoittaa mittausaikana vallinnutta suurinta äänenpainetasoa. Enimmäistason yhteydessä on mainittava myös taajuus- ja aikapainotus. Esimerkiksi A-painotettu fast-aikavasteella mitattu enimmäistaso merkitään L_{AFmax} . Ellei aikapainotusta erikseen mainita, tarkoitetaan F -aikapainotusta. Mittaustapahtuman enimmäistason suuruus riippuu oleellisesti aikavastevalinnasta. Esimerkiksi L_{AFmax} voi olla noin 2 dBA suurempi kuin L_{ASmax} . Myös mittausaikajakson minimitason suuruus riippuu aikavasteesta. (Tiihonen & Hänninen 1997.)

Äänialtistustaso, LAE: Äänialtistustaso kuvaa melutapahtuman äänienergian määrää. Äänialtistustaso on aikajakson keskiäänitaso normalisoituna yhteen sekuntiin. Eräillä äänitasomittareilla voidaan mitata tapahtuman äänialtistustaso suoraan. Äänialtistustaso käytetään useasta erillisestä rajatun ajan kestävästä melutapahtumasta muodostuvan melun mittaamisessa. Erillisistä melutapahtumista koostuvaksi meluksi voidaan katsoa esimerkiksi lentomelu ja raideliikennemelu. (Tiihonen & Hänninen 1997.)

L_{DEN}-luku: L_{DEN}-lukua käytetään yleisesti kuvaamaan lentomelun suuruutta. L_{DEN}-luku tarkoittaa A-painotettua vuorokauden keskiäänitasoa, jossa ilta-ajan klo 19-22 melutapahtumia painotetaan +5 dB ja yöajan klo 22-07 melutapahtumia painotetaan +10 dB. L_{DEN}-luvussa otetaan näin huomioon ilta- ja yö aikaan esiintyvän melun erityinen häiritsevyys ja haitallisuus. (Tiihonen & Hänninen 1997.)

2.2 Ääni ja melu

Ääni on kuuloaistimme välittämä aistimus ilmanpaineen vaiheluista. Akustiikassa ääni määritellään kimmoisassa väliaineessa (ilmassa) eteneväksi mekaaniseksi värähtelyksi, joka pystyy aikaansaamaan kuuloaistimuksen. Pääsääntöisesti ääni on ilmassa etenevää painevärähtelyä. Kuuloaistimuksen aiheuttavat värähtelyt, joiden värähtelytaajuus on noin 20 Hz – 20 kHz. Myös muissa kimmoisissa välialueissa kuin ilmassa voi esiintyä ääntä. Esimerkiksi rakennuksen rungoissa etenevää äänitaajuisia kutsutaan runkoääniksi. Kuuloaluetta matalampitaajuisia värähtelyjä kutsutaan infraääniksi ja korkeampitaajuisia värähtelyjä ultraääniksi. (Björk 1990.)

Melu on sellaista ääntä, jota ihminen ei haluaisi kuunnella tai joka on ihmiselle tavalla tai toisella haitaksi. Myös sellainen ääni, jota mielellään kuunnellaan, mutta joka muuten on haitallista, on määritelmän mukaan melua. Melu on tilannesidonnainen ja usein riippuvainen kuulijan senhetkisestä psykofyysisestä tilasta sekä aikaisemmista kokemuksista. Melu voidaan määritellä myös tietyn yksilön ja toiminnon kannalta epämieliseksi ja häiritseväksi ääneksi, joka turhaan kiihottaa hermostoa ja rasittaa tai vahingoittaa organismeja joko fyysisesti tai psyykkisesti. (Björk 1990.)

Melun tyyppejä ovat tasainen melu, vaihteleva melu ja erillisistä melutapahtumista koostuva melu. Tasainen melu on melua, jonka A-painotetun tason vaihtelut mittausaikana ovat alle 5 desibeliä mitattuna aikapainotuksella S. Tämän tyyppinen melu voi

olla esimerkiksi puhallinmelu. Vaihtelevaa melua on kaikki melu, joka ei ole edellisen määritelmän mukaan tasaista melua. Vaihtelevaksi meluksi voidaan katsoa esimerkiksi tieliikennemelu. Erillisistä melutapahtumista koostuva melu on senkaltainen vaihteleva melu, joka muodostuu useasta erillisestä rajatun ajan kestävästä melutapahtumasta. Erillistä melutapahtumista koostuvaksi meluksi voidaan katsoa esimerkiksi lentomelu tai raideliikennemelu. (Ympäristöministeriö 1995.)

2.3 Meluhaitat

Asuntoon aiheutuu melua ulkoa pääasiassa liikenteestä ja erilaisista teollisuuden laitteista ja prosesseista. Ikkunalasien lisääminen ja ulkoseinien ilmanvaihtokohtien tiivistäminen vähentävät huomattavasti melua. Ulkoseinässä olevien korvausilmareittien tulisi olla ääntä vaimentavia. Usein varsinkin vanhojen rakennusten ikkunoiden ja seinärakenteiden ääneneristyskyky ei ole riittävä vaadittuihin sisämelutasoihin pääsemiseksi. (Asumisterveysopas 2009, 127.)

Meluun liittyy läheisesti myös tärinä ja sen aiheuttamat haitat. Terveyshaittojen lisäksi tärinä aiheuttaa asumismukavuuden vähenemistä, vaurioita rakennuksille ja pelkoa kiinteistöjen arvon alenemisesta.

2.4 Melun terveyshaitat

Melu vaikuttaa monella tavalla kielteisesti ihmisen terveyteen ja hyvinvointiin. Melu voi häiritä tai vaikeuttaa työskentelyä, lepoa, nukkumista, viestintää ja oppimista. Voimakas melu saattaa vaurioittaa pysyvästi korvaa ja aiheuttaa kuulokyvyn eriasteista heikkenemistä. Melu voi myös aiheuttaa esimerkiksi stressiä ja monia muita fyysisiä ja psyykkisiä vaikutuksia. (Ympäristöministeriö 2011.) Myös henkinen väsymys ja stressi voivat alentaa kuuloa (Työterveyslaitos 2010). Melulla on monia haitallisia vaikutuksia ihmisen terveyteen (kuva 2).



KUVA 2. Melun haitalliset vaikutukset ihmisen terveyteen (Työterveyslaitos 2010)

Melu aiheuttaa haittoja jo matalissakin äänitasoissa kuten heikentynyttä keskittymiskykyä ja puheviestintää sekä psyykkisiä, fysiologisia ja verenkiertoelimistön oireita. Melu alentaa työtehoa ja tarkkaavaisuutta. Tarkkaavaisuuden väheneminen ja varoitussäänien peittyminen lisäävät tapaturmavaaraa. Melu vaikeuttaa puheviestintää. Puheen kuulemisen ja ymmärtämisen kannalta esimerkiksi luokkahuoneen taustamelun melutaso ei saisi ylittää 35 dBA ekvivalenttitasoa. (Pönkä 2006, 55.) Taulukossa 1 on esitetty muutamia häiritseviä melutasoja.

TAULUKKO 1. Meluhaitan keksimääräinen riippuvuus melutasosta (Pönkä 2006, 56-57)

Haitta	Äänitaso (dB)
Yleinen häiriövaikutus, vaikutukset suorituskyykyyn, muut psyykkiset vaikutukset	30 – 40
Vaikutus uneen	25 – 40
Muutokset verenkierrossa ja muissa elintoiminnoissa	60 – 70
Keskustelun häiriintyminen	60 – 70
Keskustelun estyminen	80 – 90

(jatkuu)

(jatkuu)

Kuuloaistin vioittuminen pitkäaikaisen altistumisen seurauksena	80 – 85
Kipukynnys	120 – 130

Melu vähentää unen syvyyttä, voi herättää tai vaikeuttaa nukahtamista. Jos melu on pitkään kestävä, 25 – 35 dBA ylittävä taso vaikuttaa kielteisesti uneen. Kuitenkin pienemmätkin äänitasot voivat olla häiritseviä. Melu aktivoi fysiologisia mekanismeja aiheuttaen verisuonten supistumista, sydämen syketaajuuden lisääntymistä ja verenpaineen kohoamista. Kyseessä on yleinen stressireaktio. Pitkäaikainen melualtistus voi aiheuttaa verenpainetautiä. Lisäksi melu saattaa aiheuttaa masennusta ja aggressiota. (Pönkä 2006, 56.)

Melun vaikutuksia unen laatuun on tutkittu jo pitkään. On selvää, että korkeat yölliset melutasot voivat johtaa heräämiseen, mutta tietoisia heräämisiä lienee eurooppalaisilla tieliikennemelutasoilla kohtuullisen harvoin. Yleisempiä melun vaikutuksia ovat unitilojen suhteelliset muutokset ja tiedostamaton kehon reagointi, minkä on lähinnä laboratoriotutkimuksissa havaittu näkyvän esimerkiksi kehon lisääntyneenä liikehdintänä ja pieninä muutoksina verisuonten supistuneisuudessa. Pitkäaikainen univaje voi olla riski sydänsairauksille suoraan ja heikentyneen psyykkisen terveyden kautta, mutta on epäselvää kuinka melututkimuksissa havaitut varsin vähäiset unen aikaiset fysiologiset muutokset vaikuttavat sydänterveyteen. (Lanki 2011, 103.)

Uni keskeytyy helposti yllättävään, outoon tai voimakkaaseen ääneen. Tuttuihin ääniin ei välttämättä herätä ainakaan yhtä helposti. Heräämiskynnys on matalin REM-nessä ja korkein syvässä unessa. Melkein jokainen ihminen herää 70 desibelin äänitasoon, monille 50 desibelin äänitaso aiheuttaa häiriintymistä ja 40 – 50 desibelin äänitaso vaikeuttaa nukahtamista. Jatkuva melu yöllä aiheuttaa väsymystä ja univelkaa. Unenaikainen melu heikentää tarkkaavaisuutta aamulla. Esimerkiksi 16 50 desibelin melutapahtumaa aiheuttaa yli 10 prosentin heikkenemisen unen laadussa. (Jauhiainen ym. 2007.)

Melu voi aiheuttaa kuulovaurion äkillisen, voimakkaan äänen seurauksena (niin sanottu akustinen trauma) tai vähitellen pitkäaikaisessa altistumisessa, jolloin vaurion syntymiseen riittää vähäisempi melutaso (Pönkä 2006, 56). Melun aiheuttama kuulovau-

rio johtuu sisäkorvan aistinkarvasolujen tuhoutumisesta. Pitkäaikainen altistus yli 75 – 85 desibelin melutasolle johtaa pysyvään kuulovaurioon. Lievää tilapäistä kuulokyvyn alentumista voi esiintyä jo 65 – 75 dB melutasolla. Yli 130 dB:n melu aiheuttaa jo lyhytaikaisenakin kuulovaurion, joka voi olla tilapäinen. (Melu.) Taulukkoon 2 on kerätty aikarajat, jonka jälkeen kuulovaurion riski on toistuvassa meluallistuksessa todennäköinen.

TAULUKKO 2. Meluallistuksen aikarajat (Melu)

Melutaso	Aika
85 dB	8 t
88 dB	4 t
91 dB	2 t
94 dB	1 t
97 dB	30 min
100 dB	15 min
103 dB	7 min
106 dB	3 min
109 dB	2 min
112 dB	1 min
115 dB	30 s
118 dB	15 s
130 dB	1 s

Koska melulle ominaista on nimenomaan sen häiritsevyys, melun määrittäminen pelkästään fysikaalisesti mittaamalla, on mahdotonta. Äänien häiritsevyyteen vaikuttavat voimakkuuden ja muiden fysikaalisten ominaisuuksien lisäksi muun muassa kuulijan herkkyys, asennoituminen äänilähdettä kohtaan ja aikaisemmat kokemukset. Edes ääntä, joka saattaa vahingoittaa terveyttä, ei aina koeta häiritseväksi. (Ympäristöministeriö 2011.)

Osa ihmisistä kokee melun äänekkäämpänä ja epämiellyttävämpänä kuin ihmiset keskimäärin. Tyypillisesti 20 – 40 % kyselyihin vastanneista ilmoittaa olevansa meluherkkiä. Meluherkkyys on ainakin osin perinnöllistä, mutta meluherkkyudessa voi tapahtua myös muutoksia esimerkiksi ikääntyminen ja kuulon heikkeneminen lisäävät meluherkkyyttä. On luultavaa, että meluherkkyys voimistaa melun vaikutuksia sydän-terveyteen. Meluherkkyuden, melutasojen ja sydänsairauksien yhteyttä ei kuitenkaan

ole tutkittu pitkittäistutkimuksissa, joita tarvitaan sen selvittämiseksi puhkeaisiko sairaus meluherkällä myös ilman merkittävää meluallistusta. Meluherkkyys itsessään on yhdistetty suomalaisessa tutkimuksessa kohonneeseen sydänkuoleman riskiin. Meluherkkä reagoi usein muihinkin ärsykkeisiin kuin meluun voimakkaasti, mikä voi osaltaan selittää meluherkkien alttiutta esimerkiksi psyykkisille sairauksille ja unihäiriöille. (Lanki 2011, 104.)

Meluvamman syntyyn vaikuttavat melun voimakkuus, altistusaika, äänienergian jakautuminen eri taajuuksille, melun laatu ja yksilöllinen herkkyys. Yksilöllinen meluherkkyys vaihtelee ja joillekin ihmisille jo noin 75 dBA:n melu voi aiheuttaa kuulon heikkenemisen (Melu). Taulukossa 3 on esitetty vapaa-ajan harrastusten ja työvälineiden melutasoja.

TAULUKKO 3. Vapaa-ajan harrastusten ja työvälineiden melutasoja (Melu; Pönkä 2006, 57)

Melun aiheuttaja	Äänen taso dB
Sinfoniaorkesteri	30 – 110
Rock-konsertti, disko	100 – 120
Korvalappustereot	85 – 100
Lasten lelut	78 – 108
Tavallinen puhekeskustelu	50 – 70
Puutyökoneet	90 – 105
Moottorisaha, kivipora	100 – 105
Vilkasliikenteinen katu	70 – 85
Suihkulentokone lähietäisyydellä	130 – 140
Tietokone	30 – 50
Kuiskaus	30
Lehtien havina	10 – 20

Tieliikenteen melun ja ilmansaasteiden yhteisvaikutuksia sydänterveyteen ei ole tutkittu Suomessa paljoakaan. Uudet tutkimukset viittaavat siihen, että pitkäaikainen altistuminen liikenteen aiheuttamalle melulle voi johtaa sydänterveyden heikkenemiseen. Liikennemelua on pitkään pidetty ennen kaikkea viihtyvyyshaittana, mutta me-

lualtistuminen on todennäköisesti yhteydessä myös sydänsairauksiin. Melun vaikutusten erottaminen hiukkasten vaikutuksista on kuitenkin vaikeaa. Hiukkasten ja melun sydämeen ja verenkiertoelimistöön kohdistamille vaikutuksille ovat luonnollisesti erityisen herkkiä kroonisesti sydänsairaant, jos vaikutusten mittana käytetään niiden vakavuutta; hiukkasille ja ilmeisesti myös melulle altistuminen voi pahentaa sydänsairautta ja johtaa jopa kuolemaan. (Lanki 2011, 100.)

Melun vaikutukset käynnistyvät aina elimistön stressireaktiolla. Stressireaktio on pitkälti tiedostamaton. Stressiä voi kuitenkin lisätä tietoisempi kokemus melun kiusallisuudesta. Toisin kuin ilmansaasteille altistuminen, melulle altistuminen yleensä havaitaan. Melun kiusalliseksi kokeminen riippuu vain osin äänen voimakkuudesta ja laadusta, tärkeitä selittäjiä ovat myös kuulijan persoona ja suhde melulähteeseen sekä aika ja paikka. Tiedostettu, kiusalliseksi koettu melu voi vaikuttaa henkiseen hyvinvointiin pitkällä tähtäimellä, jos altistumista ei ole mahdollista välttää. Ehkä yllättäen melun ja psyykkisten sairauksien yhteyttä ei ole juurikaan tutkittu. Jos yhteys on olemassa, voi melun vaikutus sydänsairauksiin välittyä myös tätä kautta, sillä esimerkiksi masennuksen on havaittu olevan yhteydessä sydäninfarktien ilmaantuvuuteen. (Lanki 2011, 103.)

3 MELUN VAIKUTUKSET LAPSIIN JA NUORIIN

Eri väestöryhmät herkistyvät melulle eri tavoin. Melulle herkkiä väestöryhmiä ovat ikääntyneet, lapset ja nuoret, sairaat ja raskaana olevat. Oppimisen viiveet ja häiriöt, jotka koskevat keskittymistä, kuuntelemista, kielenoppimista, lukemista, muistitoimintoja, oivaltamista, ymmärtämistä sekä koulun oppiaineiden omaksumista, voivat johtaa joidenkin yksilöiden koko loppuelämän vaikuttaviin koulutuksen, suoritus- ja työkyvyn, sosiaalisen sopeutumisen ja ihmissuhteiden ongelmiin.

Pitkäkestoinen melualtistus näyttää lisäävän lasten avuttomuuden tunnetta ja vähentävän motivaatiota ja itsetuntoa. Lapsuudenaikaisen pitkäkestoisen melualtistuksen vaikutuksista myöhempään sosiaaliseen selviämiseen ja siitä mahdollisesti seuraaviin mielenterveys- ja muihin terveysongelmiin ei toistaiseksi ole tutkimustietoa. Myös yksilöllisistä eroista unihäiriötaipumuksesta löytyy vain rajoitetusti tietoa. Eräät tutkimukset viittaavat siihen, että lasten ja nuorten uni häiriintyy melusta vähemmän kuin keski-ikäisten tai vanhempien henkilöiden uni. Heräämisen todennäköisyys kas-

vaa iän lisääntyessä. Toisaalta 4-6-vuotiaita lapsia näyttäisi erityisesti häiritsevän äkillinen havahtuminen unen IV-tasolta. Lapset myös reagoivat psykofysiologisesti herkemmin esimerkiksi sydämen lyöntitiheyden muutoksin kuin aikuiset. Sairaats lapset saattavat olla herkempiä melulle. (Jauhiainen ym. 2007.)

3.1 Melun aiheuttamat kongitiiviset häiriöt

Viime vuosina on yhä enemmän kiinnitetty huomiota ja ryhdytty laajemmin selvittämään melun vaikutusta keskeisiin kongitiivisiin toimintoihin paitsi aikuisilla myös päiväkotij- ja kouluikäisillä lapsilla. Keskeisiä kongitiivisia toimintoja ovat keskittyminen ja tarkkaavaisuus, muistitoiminnat, suoritustarkkuus sekä lukeminen ja oppiminen.

Lapsilla selvitykset liittyvät oppimiseen ja koulusuoriutumiseen. Koska lasten kongitiiviset taidot ovat voimakkaan kehittymisen ja kypsymisen vaiheessa, melun aiheuttamat häiriöt voivat johtaa koko loppuelämän vaikuttaviin haittoihin. Lasten kongitiivisten toimintojen muutoksia melussa ja hälyssä on pyritty selvittämään useissa tutkimuksissa lähinnä luokkatilanteissa. Kyseessä on joko eri lähteistä peräisin oleva liikennemelu tai itse luokkahuoneessa syntynyt melu, joka silloin usein käsittää verbaalista puhemelua. On ymmärrettävää, että verbaalinen melu häiritsee eri tavalla kuin liikenne-, ilmastointi- tai jokin muu ei-verbaalinen melu. Ongelmavyyyhtiin liittyy myös melun aiheuttama puheen peittovaikutus esimerkiksi opettajan puheen erottamisen vaikeutena. Selviä melun aiheuttamia kongitiivisten toimintojen häiriöitä on voitu osoittaa useissa tutkimuksissa. Kongitiivisesti vaativat tehtävät kuten lukeminen vaikeutuvat herkemmin melussa. Muistitoiminnat ja lukeminen vaikeutuvat helpommin ja suorituskypvyn huonontuminen riippuu melutasosta enemmän kuin erottelu- ja huomiokyky. Alustavia viitteitä meluhaitoista on raportoitu myös jo vauvoilla ja leikkiikäisillä, mikä on omiaan häiritsemään kielellistä kehitystä. (Jauhiainen ym. 2007.)

Melun kongitiivisia toimintoja häiritsevä vaikutus riippuu myös melun laadusta. Tutkimuksissa on kiinnitetty lisäksi huomiota vaikeuteen motivoida oppilaita, mikä johtaa lasten passiivisuuteen ja heikentyneeseen halukkuuteen yrittää suoriutua tehtävistä. Useiden tutkimusten mukaan lentomelu vaikeuttaa enemmän lukemista ja tunnistamista, kun taas tieliikennemelun vaikutus koskee enemmän muistitoimintoja. Oppimisympäristössä melun kongitiiviset häiriövaikutukset tulevat erityisesti ilmi niillä

lapsilla, joilla on myös kielellisen kehityksen viivettä, lukivaikeuksia, muita oppimisvaikeuksia ja tarkkaavaisuushäiriöitä tai joilla on eri äidinkieli. (Jauhiainen ym. 2007.)

3.2 Melun aiheuttamat kielellisen viestinnän häiriöt

Opetustilanteissa koulussa melu ja samalla liian kaikuva opetustila johtaa puheen kuulemisen vaikeuteen ja rasittavuuteen, joka edellyttäisi opetusta seuraavalta oppilaalta ylimääräistä tarkkaavaisuutta ja ponnistusta. Lapsilla puheen erottaminen vasta kehityksessä olevien kielellisten valmiuksien takia on rajoitetumpaa, mikä ei välttämättä tule ilmi hiljaisessa kuuntelutilanteessa, mutta selkeästi hälyssä. Melun erotuskykyä heikentävä vaikutus on sitä suurempi, mitä nuoremmasta lapsesta on kyse. Taulukoon 4 on koottu luokkahuoneen melutasot hyväksyttävistä taustamelutasoista, joilla saavutetaan riittävä puheen erotuskyky.

TAULUKKO 4. Suurin sallittu luokkahuoneen taustamelutaso (Picard & Bradley 2001)

Lapsen ikä vuosina	Melun äänitaso [dB]	
	Lapsilla, joiden kuulon, kielen ja puheen kehitys on normaali	Lapsilla, joilla on kielen kehityksen häiriöitä
yli 2	40	33
10-11	39	32
8-9	35	28
6-7	29	22

Mikäli hälyn ja kaikuisuuden lisäksi opettajan puheääni on melussa puhumisesta kärsinyt, lasten mahdollisuus seurata opetusta entisestään heikkenee. Oppimis- ja keskittymishäiriöiset, huonokuuloiset ja muun äidinkielen omaavat esimerkiksi maahanmuuttajalapset, kuuluvat tässä suhteessa erityisesti riskiryhmään. Puheen kuulemisvaikeudet koulussa johtavat sekä äidinkielen kehityksen että vieraan kielen oppimisen vaikeutumiseen, keskittymis- ja tarkkaavaisuusongelmiin, oppimisvaikeuksiin, koulutusmahdollisuuksien rajautumiseen ja syrjäytymisriskiin. (Jauhiainen ym. 2007.)

3.3 Puheen tuottoon liittyvät häiriöt

Puheen äänitason voimistuminen rasittaa äänihuulia, jotka tuottavat puheen perusäänien. Puheäänien voimakkuus riippuu äänihuulten alapuolisen tilan (hengitystiet) ilmanpaineesta ja äänihuulten jännityksestä. Vääräksi muodostunut äänen tuotto voi herkistää kurkunpään tulehduksille ja puristeinen kurkunpään lihasten toiminta voi altistaa hartian, niskan ja kaulan lihasvivoille. Ympäristömeluun liittyy lasten ääniongelmia päiväkodissa ja koulussa. Lapsilla voi melussa olla houkutusena käyttää ääntä liikaa ja oppia väärä äänenkäyttö. (Jauhiainen ym. 2007.)

4 HILJAISET ALUEET

Meluisten toimintojen yleistymisen näkyy paitsi lisääntyneinä meluhaittoina myös hiljaisien alueiden vähenemisenä. Hiljaisuus on tärkeää ihmisten virkistäytymiselle ja herkkien eläinlajien menestymiselle. Ympäristömelun lisääntyminen vaikuttaa myös sillä tavalla, että ihmisillä on nykyisin yhä vähemmän mahdollisuuksia kokea hiljaisuutta. Ainainen taustahumina voi olla merkittävä stressitekijä, vaikkei melutaso kovin korkeaksi kohoaisikaan. Hiljaisuuden merkityksestä ihmisten terveydelle ja hyvinvoinnille ei kuitenkaan ole olemassa luotettavaa tutkimustietoa. Hiljaisuudella tarkoitetaan yleensä nimenomaan luonnonhiljaisuutta eikä täydellistä äänettömyyttä. (Pesonen 2004.)

Liikenteen lisääntyminen, erilaisten toimintojen koneellistuminen ja muiden melua aiheuttavien toimintojen yleistymisen ovat johtaneet siihen, että hiljaisia ympäristöjä on entistä vähemmän. Hiljaisuuden arvostus on kasvanut melun lisääntyessä ympärillä. Alueiden säilyminen hiljaisina voidaan turvata pitkällä tähtäimellä vain ottamalla ne huomioon omina kokonaisuuksinaan maankäytön suunnittelussa. Suomessa on tunnustettu hiljaisuuden suojelun tarve sekä sen tarjoamat mahdollisuudet muun muassa virkistyskäytössä ja luontomatkailussa. Ensimmäinen kuntakohtainen hiljaisien alueiden kartoitus valmistui Hyvinkäällä vuonna 2002. Valtioneuvoston 13.2.2003 tekemän, luonnon virkistyskäyttöä ja luontomatkailun kehittämistä koskevan periaatepäätöksen mukaan maakuntien liittojen toivotaan selvittävän luonnon virkistyskäytön ja luontomatkailun kannalta merkittävimmät hiljaiset luontoalueet ja niiden hiljaisina säilyttämisen mahdollisuudet. (Pesonen 2004.)

Myös vuonna 2002 voimaan tullut Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi ympäristömelun arvioinnista ja hallinnasta (niin sanottu ympäristömeludirektiivi, 2002/49/EY) edellyttää, että jäsenvaltiot pyrkivät selvittämään ja säilyttämään hiljaisia alueita niin rakentamattomissa kuin rakennetuissa ympäristöissä. Direktiivin täytäntöönpanoon tarvittavat kansalliset säännökset sisältyvät ympäristönsuojelulain muutokseen (469/2004) ja valtioneuvoston asetukseen Euroopan yhteisön edellyttämistä meluselvityksistä ja meluntorjunnan toimintasuunnitelmista (801/2004). (Pesonen 2004.)

Ympäristönsuojelulain muutoksen mukaan meluselvitykset, jotka sisältävät myös hiljaiset alueet, on tehtävä yli 100 000 asukkaan väestökeskittymistä. Selvitysvelvollisuus tulee voimaan kahdessa vaiheessa väestökeskittymän koon mukaan. Selvitys on laadittava, ja toimitettava merkittäväksi ympäristönsuojelun tietojärjestelmään kesäkuun 2007 loppuun mennessä yli 250 000 asukkaan väestökeskittymistä. Velvollisuus koskee ensimmäisessä vaiheessa Suomessa näin vain Helsingin kaupunkia. Meluselvitysten laatimisvelvollisuus laajenee kesäkuussa 2012 kattamaan direktiivin koko soveltamisalan. (Pesonen 2004.)

5 MELUN LÄHTEET

Melun aiheuttajana yleisin on liikenne ja eri liikennemuodoista erityisesti tieliikenne. Muun muassa liikenteestä, teollisuudesta, rakentamisesta ja vapaa-ajan toiminnoista ympäristöön leviävää melua kutsutaan ympäristömeluksi. Se muistuttaa monilta osin muita ympäristöön kohdistuvia päästöjä. Melualueiden asukasmäärien perusteella voidaan tieliikenteen arvioida aiheuttavan lähes 90 % kaikesta melusta. Muita melun aiheuttajia ovat muun muassa lento- ja junaliikenne sekä teollisuus, rakentaminen, ampumaradat ja moottoriurheiluradat. Eniten tieliikenteen melulle altistutaan suurissa kaupungeissa. Yleisten teiden melualueilla asuvista noin 80 prosenttia asuu taajamien sisääntuloteiden varsilla. (Ympäristöministeriö 2011.)

5.1 Tieliikennemelu

Tieliikenne on merkittävin rakennetun ympäristön melulähde. Ympäristömelun vaikutukset ovat erittäin laajat. Suomessa tieliikennemelusta kärsiviä on satoja tuhansia. Arviot tähän liittyen vaihtelevat 350 000 – 900 000 asukkaan välillä. Tieliikennemelu aiheutuu kolmesta pääasiallisesta lähteestä: moottorimelu, rengasmelu ja virtausmelu. Lisäksi joissain maissa ajoneuvojen apulaitteista lähtevä itse aiheutettu ääni voi olla merkittävän voimakasta. Epätasaisilla tieosuuksilla lisäksi tieliikenne voi aiheuttaa tärinää, joka koetaan haittana tai se voi pahimmillaan vaurioittaa rakennuksia. (Koskinen & Hongisto 2011.)

Rengasmelun syntymiseen vaikuttavat ajoneuvon rakenne, akselipaino, renkaan rakenne, koko, lämpötila, pintakuvio, pintamateriaali ja rengaspaine. Lisäksi rengasmelun syntyyn vaikuttavat tienpinnan laatu, lämpötila ja kosteus. Tien ollessa kuiva rengasmelu on hallitseva melulähde henkilöautoilla yli 40 km/h ja raskailla ajoneuvoilla yli 60 km/h nopeuksilla. Suurissa nopeuksissa aerodynaamisen melun osuus kasvaa. (Björk 1995.)

5.2 Raideliikennemelu

Suurin osa junan melusta syntyy pyörien ja kiskojen kosketuksesta, joka aiheuttaa ääntä pyörien, kiskojen ja vaunun rakenteen sekä radan perustan ja maaperän värähtelyjen välityksellä. Pyörän ja kiskon kosketuksesta voi seurata erilaisia värähtelyjä. Värähtelyjä syntyy esimerkiksi tasaisesta pyörimisliikkeestä poikkeavasta liikkeestä, joka johtuu kiskossa ja pyörässä olevasta karkeudesta sekä aaltoiluista kiskoissa ja kulumista pyörissä. Kirskuntaa aiheuttaa pyörän laipan liukuminen kiskoa vasten etenkin kaarteissa. Kiskojen ja vaihteiden saumat aiheuttavat myös värähtelyitä. Tätä mekanismia ei esiinny suorassa hitsatussa kiskossa. Tukirakenteet aiheuttavat myös tärinähaittoja. Pyörän kehän ja kiskon kunnolla on merkittävä vaikutus junan meluun. Kiskon vierimispinnan epätasaisuudet muun muassa aaltoilu ja kiskojen saumat ovat tärkeimpiä junamelun lähteitä. Muita melua aiheuttavia mekanismeja ovat pyörien kulumat ja pyörän kehän vauriot. Pyöriin syntyy kulumia, kun junan pyörät lukkiutuvat jarrutuksessa ja pyörän kehä vaurioituu, kun se lämpenee tai kuluu mekaanisesti. (Lahti 2003.)

5.3 Lentomelu

Lentokoneiden melu on joko moottorimelua tai aerodynaamista melua. Moottorimelun määrään vaikuttavat moottorin koko ja tyyppi sekä käytettävä tehoasetus. Aerodynaamisen melun voimakkuuteen vaikuttavat lentokoneen tyyppi, lennon vaiheen mukainen lentoasu esimerkiksi laskutelineiden ja siipien laippojen asento ja lentonopeus. Lento-ohjelmassa moottorimelun merkitys on suuri, mutta lähestymisissä aerodynaamisen melun osuus moottorimelun ohella kasvaa. Lentokoneen kokonaismelu riippuu lentokoneen koosta. (Finavia.)

Lentokoneiden ja moottoritekniikan kehitys vähentävät lentokoneiden tuottamaa melua oleellisesti. Uudet suihkumoottorit ovat yhä hiljaisempia ja niiden energiatehokkuus on entistä parempi. Erityisesti lyhyillä reiteillä käytetään runsaasti potkurikoneita, jotka ovat yleensä suihkukoneita hiljaisempia. (Finavia.)

Eri konetyyppien välillä on eroja verrattaessa niiden melutasoja lento-ohjelmien tai laskeutumisten aikana. Lento-ohjelmassa hiljaisempi kone voi olla meluisampi laskeutumisessa tai päinvastoin. Laskeutumismelua on yleensä vaikeampi vähentää kuin nousuvaiheen melua. Laskeutuvan lentokoneen melu aiheutuu vauhtia hidastavista tekijöistä koneen ulkoasussa. Suihkumoottori synnyttää melua etenkin nopeasti liikuvan kuumen poistoilman sekoittuessa kylmään ulkoilmaan. Vanhimmat moottorit antavat kapealle ilmasuihkulle mahdollisimman suuren nopeuden. Tämä tekee niistä meluisia. Uusimmat moottorit antavat suuremmalle ilmamäärälle aiempaa pienemmän nopeuden. Ne meluavat siksi vähemmän. Myös polttoainetta kuluu vähemmän, joten myös päästöt vähenevät. (Finavia.)

5.4 Vapaa-ajan melu

Vapaa-ajan melua ovat esimerkiksi moottori- ja ampumaradoista aiheutuva melu, konsertit ja muut ulkoilmatilaisuudet sekä maastoliikenteen melu. Vapaa-ajan melua on myös vaikkapa uimalassa, leikkipuistossa tai tivolissa. Luonteen omaista näille toimintoille on, että ne ovat lyhytaikaisia tai keskittyvät johonkin tiettyyn vuorokaudenaikaan (iltoihin), viikonpäiviin (viikonloput) tai vuodenaikoihin, esimerkkeinä moottorivenet ja vesiskootterit kesäisin ja moottorikelkat talvisin. (Liikonen & Leppänen 2005.)

5.5 Teollisuusmelu

Teollisuuden aiheuttama melu vaihtelee erittäin paljon riippuen teollisuuden alasta, tuotantotavoista ja menetelmistä. Yleisimpiä melulähteitä teollisuudessa ovat erilaiset voimakkaat puhaltimet. Koska puhaltimet sijoitetaan usein rakennusten katoille, niiden melu leviää laajoille alueille tehtaan ympäristöön. On myös tyypillistä, että teollisuuden melusta on erotettavissa erilaisia melun häiritsevyyttä lisääviä tekijöitä, kuten kapeakaistaisuutta tai iskumaisuutta. Lisäksi teollisuusmelu on usein samanlaista päivällä ja yöllä. Näin ollen yöllä muun melun etenkin liikenteen hiljentyessä saattaa teollisuuslaitoksen aiheuttama melu nousta esiin häiritsevänä. (Liikonen & Leppänen 2005.)

6 ÄÄNEN ETENEMINEN YMPÄRISTÖSSÄ

Äänen eteneminen noudattaa yleisiä fysiikan eli aaltoliikeopin lakeja. Ääni heijastuu rajapinnoista, siroaa (heijastuu ja taittaa ääniaaltoja) pienien kappaleiden vaikutuksesta, taipuu esteiden taakse, ja taittuu väliaineen ominaisuuksien muuttuessa. Se, minkälaiseksi äänikenttä eri etäisyyksillä muodostuu, riippuu paitsi äänilähteen ominaisuuksista myös rakenteellisesta ympäristöstä ja sääolosuhteista. (Björk 1990.)

Äänen vaimenemista etäännyttäessä äänilähteestä sanotaan etenemisvaimennukseksi, joka koostuu leviämisvaimennuksesta ja lisävaimennuksesta. Leviämisvaimennus aiheutuu äänen hajaantumisesta. Lisävaimennus voi taas aiheutua ilman absorptiosta, kasvillisuuden, maanpinnan tai sääolojen vaikutuksesta sekä estevaimennuksesta. (Björk 1990.)

6.1 Leviämisvaimennus

Tarkasteluetäisyyden ollessa suuri (vähintään kaksinkertainen) äänilähteen mittoihin verrattuna muodostuu vapaa äänikenttä tasalaatuisessa väliaineessa aina palloalloista ja äänisäteet etenevät suoraviivaisesti. Äänilähteen säteilemä äänienergia jakaantuu etäisyyden kasvaessa aina suurenevalle pallopinnalle. Etäisyyden kaksinkertaistuessa pallon pinta-ala nelinkertaistuu, joten palloallolla on äänen intensiteetti kääntäen ver-

rannollinen etäisyyden neliöön, mikä tarkoittaa 6 dB:n äänenpainetason laskua äänilähteen ja havaintopisteen välisen etäisyyden kaksinkertaistuksessa. (Björk 1990.)

Jos äänilähde on viivamainen, hajaantuu äänienergia sylinteripinnalle ja äänenpainetaso laskee 3 dB etäisyyden kaksinkertaistuksessa. Viivalähteitä ovat tyypillisimmin tiet ja rautatiet, kun tarkasteltavana oleva liikenne on jatkuvaa tai juna riittävän pitkä tarkasteluetaisyyteen nähden. Ekvivalenttitason kannalta myös tiellä ajava yksinäinen auto on viivalähde, koska se muodostaa pitkän viivamaisen vastineen. Maksimiäänitason suhteen yksittäinen auto on kuitenkin aina pistelähde. (Björk 1990.)

6.2 Absorptiovaimennus

Ilman absorptio aiheuttaa äänen vaimenemista. Ilman absorptio on seurausta kitkasta ja molekyylien sisäisten energiatilojen relaksaatiohäviöstä. Absorptiovaimennus on riippuvainen ilman lämpötilasta ja suhteellisesta kosteudesta monimutkaisella tavalla. Molekyylien hitaudesta johtuen korkeat taajuudet vaimenevat absorption ansiosta selvästi matalia taajuuksia tehokkaammin. Sade ja sumu eivät sinällään vaikuta absorptioon olennaisesti. (Björk 1990.)

6.3 Kasvillisuuden vaikutus

Kasvillisuuden vaikutus perustuu kasvinosien ääntä heijastaviin ja siroaviin ominaisuuksiin. Kasvillisuus vaikuttaa äänen etenemiseen lähinnä aallonpituuksilla, jotka ovat kasvinosien suuruusluokkaa tai niitä pienempiä. Kasvillisuusvyöhykkeiden rajapinnoissa tapahtuvat väliaineen akustisen ominaisimpedanssin muutokset vaikeuttavat äänen etenemistä kasvillisuuden sisään ja sieltä pois. Siksi mahdollisimman tiivis ja vyöhykkeinen kasvillisuus on paras melueste. (Björk 1990.)

6.4 Maanpinnan vaikutus

Äänilähteen ja kuulijan ollessa lähellä maan pintaa interferoivat suoraan tuleva ääniaalto ja maanpinnasta heijastuva ääniaalto keskenään. Näiden ääniaaltojen kulkeman matkan erosta, äänen aallonpituudesta ja maanpinnan heijastusominaisuuksista riippuen ne joko heikentävät tai vahvistavat toisiaan. Pehmeästä maasta ääniaalto heijastuu vastakkaisvaiheisena ja kovasta (vesi, jää, asfaltti) maasta samanvaiheisena. Käytän-

nössä maan huokoisuuden ohella äänilähteen ja kuulijan korkeus maanpinnasta on ratkaisevan tärkeä. Muutaman metrin muutos voi merkitä monen desibelin muutosta vaimennuksessa. Maavaimennusta esiintyy pääasiassa 300 Hz – 1 kHz taajuuksilla. Periaatteessa heijastus maan pinnasta nostaa äänenpainetasoa 3 dB, kun vaimennus ja vahvistus ovat satunnaisia. (Björk 1990.)

Hyvin lähellä maan pintaa etenevä ääniaalto vaimenee maan absorptioon vaikutuksesta. Pinnan laadulla on myös tässä suhteessa suuri merkitys. Vain pehmeä huokoinen maa vaimentaa. Jos esimerkiksi tietekniikka sallii tien pinnan alentamisen lähelle ympäröivää maan pintaa, saadaan siitä huomattava hyöty. (Björk 1990.)

6.5 Säätilan vaikutus

Kuten edellä on esitetty vaikuttavat lämpötila ja kosteus ilmaäänien absorptioon. Muut säätilan vaikutukset aiheutuvat lämpötila- ja tuuligradientista sekä ilman pyörteisyydestä. Sateella ja sumulla ei ole olennaista merkitystä. Äänen etenemisnopeus kasvaa lämpötilan kasvaessa. Tästä on seurauksena se että, kun ääniaalto kulkee vinosti lämpögradienttiin nähden, ääniaalto taipuu kohti kylmempää ilmassaa. Aurinkoisella säällä maanpinnalla on lämpimämpää ilmaa äänisäteet taipuvat ylöspäin ja syntyy äänivarjoja. Pilvettöminä öinä maanpinnalla on kylmempää ilmaa äänisäteet taipuvat alaspäin ja äänisäteet kulkevat luonnollisten ja keinotekkoisten esteiden yli. Lämpötilainversio ja akustisesti kova maa saattavat aiheuttaa sen, että äänienergia ei pääse leviämään normaalisti ja saattaa syntyä tilanne, jossa geometrinen vaimennus on vain 3 dB tai allekin etäisyyden äänilähteestä kaksinkertaistuessa. (Björk 1990.)

Äänen todellinen etenemisnopeus ulkona on äänennopeuden ja tuulennopeuden summa. Kun tuulennopeus voimistuu korkeuden kasvaessa, taipuu ääniaalto vastatuuleen ulospäin ja myötätuuleen alaspäin. Seuraukset tästä ovat analogiset lämpötilagradientin aiheuttamien seurausten kanssa eli vastatuuleen syntyy äänivarjoja ja myötätuuleen olosuhteet ovat vähän ääntä vaimentavia (Björk 1990.)

Ilman pyörteisyys aiheuttaa äänen siroamista Tämä aiheuttaa äänikentän muuttumista diffuusimmaksi ja sen, että varjoalueet eivät ole täydellisiä. Pyörteisyyden seurauksena suoran ja maanpinnasta heijastuneen ääniaallon vaihe- ja matkaerot vaihtelevat

satunnaisesti. Tämä vaikuttaa heikentävästi interferenssin aiheuttamaan maavaimennukseen. (Björk 1990.)

Vaikka sade ja sumu eivät olennaisesti vaikuta äänen etenemiseen, ovat ne kuitenkin usein merkittäviä indikaattoreita vaikuttavista säätekijöistä. Niiden vallitessa lämpötila- ja tuuligradientit ovat usein vähäisiä. Lumipeite pehmentää maanpintaa ja lisää siten absorptiota. Lumen vaikutus melutasoon on suuri etenkin rakennetussa ympäristössä, missä on paljon heijastuksia. (Björk 1990.)

6.6 Esteiden vaikutus

Pystytetty seinämä tai valli, rakennus tai luonnollinen este voivat toimia meluesteenä. Meluesteen taakse syntyvää äänivarjoa heikentää esteen reunalta tapahtuva äänen taipuminen eli diffraktoituminen. Diffraktoituneen melun määrä on sitä vähäisempää mitä jyrkemmän kulman äänialto joutuu tekemään. Matalat äänet diffraktoituvat korkeita ääniä tehokkaammin esteen taakse. Siksi este on tehokkain korkeilla taajuuksilla. (Björk 1990.)

Aallonpituuteen nähden suuret esteet aiheuttavat heijastuksia, jotka noudattavat peiliheijastuksen lakeja. Rakennetussa ympäristössä heijastukset voivat olla ratkaisevan tärkeitä ja mitätöidä monen estevaimennuksen. Myös esteen läpi saattaa kulkeutua ääntä. Esteillä saavutettava lisävaimennus on yleensä korkeintaan 20 desibeliä. Kuulijan ja melulähteen näkölinjalle yltävä este vaimentaa noin 5 desibeliä. Tehokkaimmillaan melueste on lähellä melulähdettä tai kuulijaa. Jos maavaimennus on ollut erityisen suurta, poistaa este sen vaikutuksen ja kokonaisvaimennus saattaa jopa heikentyä. (Björk 1990.)

7 KÄYTÄNNÖN MELUNTORJUNTA

Ympäristömelua voidaan torjua vaimentamalla äänilähteitä, erottamalla melulähde ja häiriintyvä kohde, vaimentamalla etenevä ääni ja runkoääni äänen kulkureitillä, meluesteillä tai rakennustekniikalla. Meluhaittoja torjuttaessa tulee pyrkiä ennaltaehkäisyyn. Melun vähentäminen on huomattavasti vaikeampaa, kalliimpaa ja tehottomampaa. Ongelmien ratkaisemista vaikeuttaa se, että melua aiheuttavat toiminnot

kuten teollisuus, liikenne ja asutus ovat kiinteä osa yhteiskunnan toimivaa rakennetta. Näiden infrastruktuurien osien muuttaminen on hidasta ja kallista. (Pönkä 2006, 66.)

Ympäristömelua voidaan ehkäistä lainsäädännöllä, kaavoituksella, ympäristönsuojelulain mukaisilla ympäristöluvilla, rakennusten ääneneristävyyteen vaikuttamalla ja terveydensuojelulain mukaisella ilmoitusmenettelyllä. Tilapäistä melua voidaan rajoittaa ympäristönsuojelulain mukaisella ilmoitusmenettelyllä. Erilaisilla rakennetuilla melusteilla (meluaidat, -vallit, istutukset) voidaan rajoittaa lähinnä liikenteestä aiheutuvia meluhaittoja.

7.1 Lainsäädäntö

Lainsäädännöllä voidaan vaikuttaa meluntorjuntaan ennaltaehkäisevästi ja rajoittaa olemassa olevaa tai tilapäistä toimintaa meluhaittojen vähentämiseksi. Ympäristönsuojelulainsäädännössä meluntorjunta on entistä kiinteämpi osa yhdennettyä ympäristön pilaantumisen torjuntaa. Meluntorjunnan keskeiset tavoitteet ja välineet on esitetty 1.3.2000 voimaan tulleissa ympäristönsuojelulaissa ja -asetuksessa. Ympäristönsuojelulainsäädännön uudistuksessa meluntorjuntalaki ja -asetus kumottiin. Meluntorjuntalain nojalla annetut yleiset ohjeet ja määräykset jäivät kuitenkin voimaan. (Ympäristöministeriö 2010.)

Melua ja meluntorjuntaa koskevia säädöksiä on annettu useissa laeissa ja niiden nojalla annetuissa säädöksissä. Lait ja asetukset:

- terveydensuojelulaki ja -asetus
- ympäristönsuojelulaki ja -asetus
- luonnonsuojelulaki
- laki eräistä naapurussuhteista
- maankäyttö- ja rakennuslaki
- laki ympäristövaikutusten arvioinnista
- laki ja asetukset yleisistä teistä
- tieliikennelaki
- ajoneuvolaki
- ilmailulaki
- maastoliikennelaki
- vesiliikennelaki

- asetus kodinkoneiden tuottamasta ilmassa kantautuvasta melusta annetun Euroopan yhteisöjen neuvoston direktiivin toimeenpanosta
- asetus autojen ja perävaunujen rakenteesta ja varusteista
- asetus traktorien, moottorityökoneiden ja maastoajoneuvojen, niiden perävaunujen sekä hinattavien laitteiden varusteista
- Valtioneuvoston asetus Euroopan yhteisön edellyttämistä meluselvityksistä ja meluntorjunnan toimintasuunnitelmista.

Valtioneuvoston päätökset ja asetukset:

- Valtioneuvoston asetus ulkona käytettävien laitteiden melupäästöistä
- Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista
- Valtioneuvoston päätös ampumaratojen aiheuttaman melutason ohjearvoista.

Lakien ja asetusten lisäksi on olemassa erilaisia oppaita ja ohjeita:

- Asumisterveysohje, Asumisterveysopas,
- Opas terveydenhuoltolain soveltamisesta meluntorjunnassa,
- Ampuma- ja moottoriurheiluradat sekä lentokentät,
- Ääneneritys rakennuksessa,
- Meluntorjunnan valtakunnalliset linjaukset ja toimintaohjelma,
- Liikennemelun huomioon ottaminen kaavoituksessa,
- Meluntorjunnan perusteet
- Ympäristömelun mittaaminen
- Äänen eristys asemakaavoituksessa
- Raideliikennemelun mittaaminen
- Tieliikennemelun mittaaminen
- Ampumaratamelun mittaaminen.

Suomen rakentamismääräyskokoelma:

- C1 Äänieristys ja meluntorjunta rakennuksessa,
- D1 Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistojen määräykset ja ohjeet
- D2 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto.

Lisäksi kunnilla on olemassa omat ympäristönsuojelumääräykset meluhaittojen torjumiseksi. (Pönkä 2006.)

7.2 Melun ohjearvot

Valtioneuvosto on antanut päätöksen melutason ohjearvoista (993/1992) meluhaittojen ehkäisemiseksi ja ympäristön viihtyvyyden turvaamiseksi. Ohjearvoja sovelletaan maankäytön ja rakentamisen suunnittelussa, eri liikennemuotoja koskevassa liikenteen suunnittelussa sekä rakentamisen lupamenettelyissä. (Ympäristöministeriö 2011.)

Melutason ohjearvoja koskeva päätös annettiin meluntorjuntalain (382/1987) nojalla. Ohjearvopäätös jäi voimaan, vaikka meluntorjuntalaki kumoutui ympäristönsuojelulain (86/2000) tullessa voimaan vuonna 2000. Ohjearvopäätöksen soveltamiskäytäntö on sittemmin laajentunut ympäristönsuojelulain ja myös maa-aineslain (555/1981) mukaisiin lupa- ja valvonta-asioihin. Melutason yleiset ohjearvot eivät koske ampu- ja moottoriurheiluratojen aiheuttamaa melua. Taulukossa 5 on esitetty yleiset melutason ohjearvot. (Ympäristöministeriö 2011.)

TAULUKKO 5. Yleiset melutason ohjearvot (Ympäristöministeriö 2011)

Ulkona	Melun A-painotettu keskiäänitaso (ekvivalenttitaso), L_{Aeq} , enintään	
	Päivällä klo 7-22	Yöllä klo 22-7
Asumiseen käytettävät alueet, virkistysalueet taajamissa ja niiden välittömässä läheisyydessä sekä hoito- tai oppilaitoksia palvelevat alueet	55 dB	45 – 50 dB ^{1) 2)}
Loma-asumiseen käytettävät alueet, leirintäalueet, virkistysalueet taajamien ulkopuolella ja luonnonsuojelualueet	45 dB	40 dB ³⁾
Sisällä		
Asuin-, potilas- ja majoitushuoneet	35 dB	30 dB
Opetus- ja kokoontumistilat	35 dB	-
Liike- ja toimistohuoneet	45 dB	-

- 1) Uusilla alueilla melutason yöohjearvo on 45 dB.
- 2) Oppilaitoksia palvelevilla alueilla ei sovelleta yöohjearvoa.
- 3) Yöohjearvoa ei sovelleta sellaisilla luonnonsuojelualueilla, joita ei yleisesti käytetä oleskeluun tai luonnon havainnointiin yöllä.

7.3 Kaavoitus

Kaavoitus on keskeinen keino yhdyskuntien meluntorjunnassa. Melun määrään ja leviämiseen vaikutetaan suunnittelu- ja rakennusprosessin kaikissa vaiheissa. Olennaista on osoittaa yleiskaavassa osayleiskaavoitusta ja asemakaavoitusta varten alueet, joiden suunnittelussa meluun on erityisesti kiinnitettävä huomiota. Uusien asuinalueiden kaavoittaminen siten, ettei altisteta lisää ihmisiä melulle sekä meluntorjunnan huomiointiin ottaminen täydennysrakentamisessa on entistä tärkeämpää. Myös rakennettua ympäristöä selvästi hiljaisempia alueita tarvitaan, jotta virkistäytyminen ja luonnon äänistä nauttiminen olisi mahdollista. Asemakaavassa tarkennetaan yleiskaavassa esitetyt meluntorjuntaratkaisut. Kaavaselostuksesta on käytävä ilmi ainakin melulähteet, melualueet ja torjuntakeinoilla tavoiteltu tilanne. (Ympäristöministeriö 2011.)

Mitä paremmin melu otetaan huomioon jo suunnittelun alkuvaiheessa, sitä todennäköisemmin vältetään ongelmia myöhemmin. Meluntorjunnassa tarvitaan monitahoista yhteistyötä, jossa sekä viranomaiset että asukkaat ovat mukana. Yksittäiset kaavoitus-hankkeet edellyttävät aina perusteellista tapauskohtaista tarkastelua. (Ympäristöministeriö 2011.)

Meluntorjunnan kannalta hyvin laaditun asemakaavan tulisi sisältää selvitys suunnittelukohteessa odotettavissa olevasta melutilanteesta ja keinoista mahdollisten haittojen estämiseksi. Tämä edellyttää ohjearvoihin perustuvan melualueiden määrittämisen, melulähteiden kartoituksen, tarvittavien torjuntatoimenpiteiden alustavan suunnittelun, torjuntatoimenpiteiden vaikutusten ja tulevan tilanteen arvioinnin sekä toteutuksen ajoituksen. (Ympäristöministeriö 2010.)

Rakennusluvalta edellytetään meluntorjunnassa samaa sisältöä ja vähintään samaa tarkkuutta kuin asemakaavalta. Jos tarvittavat tiedot syystä tai toisesta puuttuvat, selvitykset joudutaan tekemään vasta lupavaiheessa. Viimeistään lupahakemuksia käsi-

teltäessä joudutaan ottamaan kantaa myös toisilleen ristiriitaisiin tavoitteisiin. Kaupunkikuvan kannalta usein esille tulevia kysymyksiä on esimerkiksi melusteiden ulkonäkö. Meluntorjunnan tavoitteet eivät saa jäädä taka-alalle myöskään silloin, kun parannetaan vanhojen rakennusten ääneneristävyyttä. (Ympäristöministeriö 2010.)

Tasapainoisen, eheän yhdyskuntarakenteen avulla on mahdollista hillitä liikenteen kasvua, turvata joukkoliikenteen, kävelyn ja pyöräilyn edellytykset ja edistää samalla liikenneturvallisuutta. Nämä kestävän kehityksen mukaiset suunnitteluperiaatteet ovat yhdenmukaisia myös meluntorjunnan tavoitteiden kanssa. (Ympäristöministeriö 2010.)

Meluntorjunnassa pyritään ensisijaisesti torjumaan melua sen lähteessä. Äänen etenemiseen voidaan vaikuttaa suojaetäisyyksillä, teiden, katujen ja ratojen suunnittelulla, toimintojen, rakennusten ja huoneiden sijoittelulla sekä melusteillä. Jo rakennetussa ympäristössä kohteen suojaaminen jää usein ainoaksi mahdollisuudeksi vähentää meluhaittoja. Keinoja ovat ulkotilojen järjestelyt, rakenteiden ääneneristävyyden parantaminen ja viime kädessä rakennuksen käyttötarkoituksen muuttaminen. (Ympäristöministeriö 2010.)

Ulkomelun ohjearvoja sovellettaessa pyritään ensisijaisesti sijoittamaan rakennukset sellaisille alueille, joilla ohjearvoja ei ylitetä. Jos ei voida varmistua, että melutaso asuintalon liikenneväylän puoleisella julkisivulla on alle 55 – 60 dB, tulisi huoneistojen ulottua läpi talon, jolloin tuuletus voidaan järjestää talon hiljaisemmalla puolelta. Oleskeluun tarkoitettuja parvekkeita tulisi osoittaa vain suuntaan, jossa melutaso on alle 60 dB. Jos melutaso ylittää 55 dB, parvekkeet kannattaa lasittaa niiden käyttökelpoisuuden parantamiseksi. (Ympäristöministeriö 2010.)

Kaikkein suojaisimpiin paikkoihin kuuluvat herkimät toiminnot, kuten päiväkodit, koulut, vanhainkodit ja sairaalat. Työpaikkojen rakentaminen voi puolestaan olla mahdollista vilkasliikenteiseenkin ympäristöön, jos sisäilman laadusta huolehditaan. Melua aiheuttavat toiminnot, kuten teollisuusalueet, tulisi sijoittaa omille alueilleen tai jo ennestään meluisille alueille, kuten liikenneväylien varsille. Melua sietävät toiminnot voivat toimia puskureina melua aiheuttavien ja meluherkkien alueiden välillä. Väylän suuntainen yhtenäinen rakennusrivi, esimerkiksi autotalli tai toimistorakennus, voi parhaassa tapauksessa tehdä erilliset melusteet tarpeettomiksi. Rakentamisen

ajoituksessa on huolehdittava siitä, että meluesteeksi tarkoitettut rakennukset valmistuvat ennen suojattavan alueen käyttöönottoa. (Ympäristöministeriö 2010.)

7.4 Suomen rakentamismääräyskokoelmat

Suomen rakentamismääräyskokoelmissa C1, D1 ja D2 määrätään ja annetaan ohjeita rakennusten ääneneristyksestä ja meluntorjunnasta rakennuksessa, kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistojen määräykset ja ohjeet sekä rakennusten sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta. Määräykset ovat velvoittavia ja ohjeet ovat hyväksyttäviä ratkaisuja. Esimerkiksi rakentamismääräyskokoelmassa C1 todetaan, että rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että melu, jolle rakennuksessa tai sen lähellä ovat altistuvat, pysyy niin alhaisena, ettei se vaaranna näiden henkilöiden terveyttä ja se antaa mahdollisuuden nukkua, levätä ja työskennellä riittävän hyvissä olosuhteissa. (Ympäristöministeriö 2010.)

7.5 Terveydensuojelulain mukainen ilmoitus

Terveydensuojelulain 13. §:n mukainen ilmoitusvelvollisuus koskee esimerkiksi sellaisen työtilan, jonka käytöstä voi aiheutua terveyshaittaa tai terveydellisistä vaikutuksiltaan siihen rinnastettavan toiminnan sijoittamista asuinrakennukseen tai alueelle, jossa on asuinhuoneistoja. Tällöin ilmoitusta käsiteltäessä terveydensuojeluviranomainen voi antaa melua koskevia määräyksiä. (Pönkä 2006.)

7.6 Ympäristölupa ja ympäristönsuojelumääräykset meluntorjunnassa

Ympäristönsuojelulain mukaisella ympäristöluvalla säädelään niiden toimintojen aiheuttamia haittoja ympäristölle, jotka on lueteltu ympäristönsuojeluasetuksen 1. §:ssä. Yksi tärkeimmistä näissä luvissa säädellyistä emissioista on melu. Melua aiheuttavien laitosten meluemissioita voidaan rajoittaa ympäristönsuojelulain mukaisessa ympäristöluvassa antamalla melua koskevia ehtoja. (Pönkä 2006.)

Ympäristönsuojelulain 19. §:n nojalla kunta voi antaa paikallisten olosuhteiden vuoksi tarpeellisia ympäristönsuojelumääräyksiä. Määräykset voivat koskea muita kuin luvanvaraisia ja puolustusvoimien toimintoja. Määräykset on tarkoitettu ennen muuta

hajapäästöluonteisten päästöjen hallintaan. Määräyksiä voidaan antaa esimerkiksi ääntöistolaitteiden käytöstä taajamissa. (Pönkä 2006.)

7.7 Ympäristönsuojelulain mukainen meluilmoitus

Ympäristönsuojelulain (YSL 86/2000) 60. §:n mukaisesti toiminnanharjoittajan on tehtävä kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle kirjallinen ilmoitus tilapäistä melua tai tärinää aiheuttavasta toimenpiteestä tai tapahtumasta. Näitä ovat esimerkiksi rakentaminen ja yleisötilaisuus, jos melun tai tärinän on syytä olettaa olevan erityisen häiritsevää. Jos hanke toteutetaan usean kunnan alueella, ilmoitus tehdään sille elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle, jonka toimialueella melu tai tärinä pääasiallisesti ilmenee. (Ympäristöministeriö 2011.)

Ilmoitusta ei tarvitse tehdä ympäristölupaa edellyttävästä toiminnasta, yksityishenkilön talouteen liittyvästä toiminnasta, puolustusvoimien toiminnasta eikä sellaisesta tilapäisestä toiminnasta, josta kunta on antanut ympäristönsuojelumääräykset YSL 19. §:n nojalla ja samalla määrännyt, ettei ilmoitusvelvollisuutta ole. Ilmoitus on tehtävä hyvissä ajoin ennen toimenpiteeseen ryhtymistä tai toiminnan aloittamista, kuitenkin viimeistään 30 vuorokautta ennen tätä ajankohtaa, jollei kunnan ympäristönsuojelumääräyksissä määrätä tätä lyhyemmästä ajasta. (Ympäristöministeriö 2011.)

7.8 Tieliikenteen meluntorjunta

Tieliikenteen meluntorjuntaan on kiinnitetty runsaasti huomiota viime aikoina. Meluntorjumiseksi on tärkeintä pystyä vaimentamaan melun lähdettä mahdollisimman paljon, koska liikennemelun vaikutusalue on laaja, jopa satoja metrejä tiestä. Meluntorjunnan kustannukset ovat pienimmät, jos toimenpiteet voidaan tehdä tien lähetyvillä. Tällöin saavutetaan melun vaimennus sekä tontilla että rakennuksen sisällä kun taas julkisivurakenteen äänieristyksellä meluntorjunnan hyödyt rajautuvat rakennuksen sisäpuolisiin tiloihin. Tästä syystä ajoneuvoteollisuudelle on asetettu kiristyviä vaatimuksia moottorin ja pakoputkiston melupäästön vaimentamiseksi. Tämä näkyy erityisesti pienillä nopeuksilla, jossa moottorin melu dominoi kokonaismelupäästöä. Ulko-kuoren virtaviivaisuutta lisäämällä on pystytty vähentämään polttoaineenkulutuksen lisäksi turbulenssista aiheutuvaa melua suurimmilla nopeuksilla. Myös rengasteollisuus kehittää tuotteitaan hiljaisemmiksi, mikä vaikuttaa erityisesti keskisuurilla nope-

uksilla, jossa rengasmelu dominoi kokonaismelupäästöä. (Koskinen & Hongisto 2011.)

7.8.1 Liikennesuunnittelu

Liikennemäärään voidaan vaikuttaa liikenneverkon suunnittelulla. Paikallinen liikenne ja läpikulkuliikenne tulisi erottaa toisistaan. Läpikulkureitit tulisi valita siten, että herkimpiä alueita vältetään. Liikenteen keskittäminen tietyille väylille on tehokasta, koska liikennemäärän kaksinkertaistuminen nostaa melutasoa vain 3 dB. Nopeusrajoituksilla voidaan alentaa melutasoja jonkin verran. Nopeuden alentaminen (60 – 100 km/h alueella) pienentää melutasoa 2 – 3 dBA/20 km/h:n vähennys. Raskaat ajoneuvot ovat meluisampia kuin henkilöautot, vaikka kuorma-autojen osuus liikenteessä on vain noin 15 % kokonaisliikenteestä. Yksittäisen kuorma-auton melupäästä on noin 10 dBA suurempi kuin henkilöauto 50 km/h nopeudessa (1 kuorma-auto vastaa 10:tä henkilöautoa). 100 km/h:n nopeudessa kuorma-auto on noin 7 dBA meluisampi kuin henkilöauto (1 kuorma-auto vastaa 5:tä henkilöautoa). Raskaan liikenteen reittien pitäisi kulkea mahdollisimman kaukana asuntoalueista. Taajamissa raskas liikenne on syytä keskittää läpikulkukaduille. Myös yöaikaisen raskaan liikenteen rajoittaminen voi tulla kysymykseen. Yleisillä teillä raskaalle liikenteelle voidaan antaa reittisuosituksia. (Tiihonen & Hänninen 1997.)

7.8.2 Tiesuunnittelu

Tiesuunnittelussa tulisi välttää jyrkkiä nousuja, koska tien pituuskaltevuuden lisääntyessä kuorma-autojen melu lisääntyy. Liikennevalojen toiminnan optimointi vähentää meluhaittoja. Liikennevalojen "vihreät aallot" ja liikennevalojen poiskytkentä vähäisen liikenteen aikana vähentävät kiihdytyksiä ja pysähdyksiä. Pysäköintirajoitukset, -paikkojen vähentäminen ja -maksujen korottaminen vähentävät liikennettä ja samalla melutasoa. Tämä voi kuitenkin lisätä toisen, rauhallisen alueen meluhaittoja, koska liikenne ohjautuu pois rajoitusalueelta. Joukkoliikenteen ja kevyen liikenteen väylien parantamisella voidaan saavuttaa samoja tuloksia. (Tiihonen & Hänninen 1997.)

Liikennemelun leviämiseen voidaan vaikuttaa tien upottamisella ja vallittamisella. Hyvällä suunnittelulla voidaan maaston muotoja hyödyntää meluesteinä. Tieliikenne-

melun leviäminen voidaan ennakoida hyvin suunnitteluvaiheessa tieliikennemelun laskentamallin avulla. (Björk 1995.)

7.8.3 Rengasmelun torjunta

Rengasmelua voidaan torjua alentamalla nopeutta, käyttämällä kitkarenkaita nastarenkaiden sijasta ja käyttämällä kapeampia renkaita. Päällysteellä on suuri merkitys rengasmelun torjunnassa. Hyväkuntoinen päällyste on hiljaisempi kuin huonokuntoinen. Jos päällysteessä on halkeamia, purkautumia ja paljon paikkauksia, melutaso on 1 – 2 dB korkeampi kuin ehjällä päällysteellä. Mukulakivikatu on erittäin meluisa ja tärrinäraidat synnyttävät melua vaikka niiden tarkoitus on hidastaa nopeutta, jolloin melu vähenisi. (Björk 1995.)

7.8.4 Hiljainen asfaltti

Niin kutsuttu hiljainen asfaltti on pienirakeisempaa, joustavampaa ja huokoisempaa kuin normaali asfaltti. Nämä ominaisuudet vähentävät rengasmelua. Uutena hiljainen asfaltti on 4 – 6 desibeliä normaalipäällystettä hiljaisempi, ja yhden vuoden jälkeen ero vakiintuu 3 – 4 desibeliin. Kolmen desibelin ero tarkoittaa sitä, että ääniteho puolittuu.

Hiljainen asfaltti sopii parhaiten teille, joilla liikenteen nopeus on 40 – 80 kilometriä tunnissa. Auton renkaiden ja päällysteen kosketuksesta syntyvä rengasmelu on suurin yksittäinen melunlähde, kun auton nopeus ylittää 40 kilometriä tunnissa. Kuorma-autoilla vastaava nopeusraja on 50 kilometriä tunnissa. Hiljaisen asfaltin hinta on noin puolitoistakertainen karkeampaan päällysteeseen verrattuna ja se kuluu tavallista asfalttia nopeammin. Sitä ei tarvitse kuitenkaan levittää yhtä paksua kerrosta. (Asfaltti 2011.)

Melua vaimentavat päällysteet ovat ensisijaisesti tarkoitettuja käytettäväksi taajamien päällysteinä. Melua vaimentavia päällysteitä suositellaan erityisesti käytettäväksi kohteissa, joissa kohteen lähellä oleva asutus tai muu toiminta kärsii liikennemelusta. Melua vaimentavat päällysteet vaikuttavat suoraan melulähteeseen, jolloin melunvaimennus vaikuttaa joka paikassa ja joka korkeudella väylän varrella. Melua vaimentavien päällysteiden kulumiskestävyys on hiukan heikompi kuin normaalien katupäällysteiden kulumiskestävyys. Erityinen ongelma tämä on, kun liikenteen nopeus ylittää 80

kilometriä tunnissa. Hiljaisen asfaltin yleistymistä edesauttaa se, että joissakin paikoissa sillä kyetään korvaamaan melusteet. (Forstén 2011.)

7.8.5 Rakennetut melusteet

Varsinkin tieliikennemelun torjunnassa käytetään keinotekoisia meluvalleja, -aitoja ja -kaiteita katkaisemaan melun vapaa eteneminen. Jotta melusteet olisivat tehokkaita, niiden on oltava tarpeeksi pitkiä ja korkeita, jolloin niiden vaatima tilantarve voi muodostua suureksi. Uutta tietä tehtäessä käytännöllisin meluste on poistomaasta tehty meluvalli. Jo olemassa olevien teiden varsille pystytetään yleensä tilan puutteen vuoksi meluaitoja. Meluaidat ovat yleensä 2 – 4 metriä korkeita ja niitä voidaan tehdä useista eri materiaaleista, kuten puusta, betonista, tiilestä, alumiinista, muovista, lasikuidusta sekä lasista (kuva 3). Taajamissa voidaan korttelin sisälle muodostaa melulta suojattu alue rakentamalla kortteli umpinaiseksi melulähteen puolelta. Tällöin rakennusten pihan puolelle jää melulta suojattu alue. (Tiihonen & Hänninen 1997.)



KUVA 3. Läpinäkyvä, puinen ja muovielementeistä valmistettu meluseinä (Trafino)

Meluseinät ovat suhteellisen ohuita meluntorjuntarakenteita, jotka ovat tavallisesti vähintään kaksi metriä korkeita. Meluseiniä käytetään kohteissa, joissa tarvitaan merkittävä melun vaimennus ja tilaa on liian vähän esimerkiksi vallien rakentamiseen. Meluseinän paksuntamisesta esimerkiksi metrin paksuiseksi muuriksi ei ole hyötyä. Perustusten ja maanpäällisten osien hinta vain nousee. Riittävä eristävyys saavutetaan jo ohuella rakenteella. Keski-Euroopassa käytetyt melusteet, joihin istutetaan kasveja, menestyvät huonosti Suomen ilmastossa. Melusteessa voidaan käyttää myös läpinäkyviä rakenteita. Läpinäkyvällä materiaalilla voidaan tarjota näkymä tieltä ympäristöön, tarjota näkymä tien toiselta puolelta tielle tai tien toiselle puolelle, keventää

sillan tai meluesteen massiivisuutta sekä vähentää esimerkiksi pihan varjostusta. (Liikennevirasto 2010.)

Aina meluesteen ei tarvitse olla niin korkea, että se estää näkymät tieltä. Tällöin sitä kutsutaan melukaiteeksi. Melukaide on rakenne, joka toimii yhtä aikaa meluesteenä ja kaiteena. Melun leviäminen kaiteen alta on estettävä, muuten ne eivät toimi meluesteinä. Kaiteella voidaan saavuttaa lähes yhtä suuri vaimennus kuin kauemmas sijoitettulla melusteella, kun päämelulähde on pyörän ja tien kosketuskohdassa. Turvallisuussyistä kaiteita rakennetaan usein silloille ja penkereille. (Björk 1995.)

Meluvallit ovat yleensä halvempia kuin muut meluateratkaisut. Ne ovat ääntä imeviä, ilkivaltaongelmat ovat pieniä, ja monissa paikoissa ne ovat ulkonäöltään sopivimpia. Meluvallin päälle rakennettavaa seinää voidaan käyttää silloin, kun pelkkä meluvalli ei tilanpuutteen vuoksi mahdu kohteeseen, meluvallilla ei saavuteta riittävää meluvaimennuskorkeutta tai kohteessa on meluvalliin soveltuvaa maa-ainesta lähellä. Meluvallin ja -seinän yhdistelmä on esteettisempi kuin pelkkä meluseinä. Yhdistelmä soveltuu luontevammin ympäristöönsä. Lisäksi yhdistelmän meluseinä voidaan piilottaa osittain meluvalliin tehtävillä istutuksilla. Autot eivät törmää myöskään vallin päällä olevaan seinään yhtä helposti kuin tasamaalla olevaan meluseinään. Yhdistelmä saattaa tietyissä tapauksissa olla rakennuskustannuksiltaan meluseinää tai meluvallia edullisempi. (Liikennevirasto 2010.)

7.9 Melustrategia

Ympäristöministeriö on julkaissut vuonna 2004 vuoteen 2020 ulottuvan valtakunnallisen melustrategian. Valtioneuvoston vuonna 2006 meluntorjunnasta antaman periaatepäätöksen mukaan ympäristön melutasot ja melulle altistuminen on saatava merkittävästi alenemaan. Tavoitteena on saada päiväajan keskiäänitason yli 55 desibelin melualueilla asuvien määrä vuoteen 2020 mennessä vähintään 20 prosenttia pienemmäksi kuin vuonna 2003. Periaatepäätöksen tavoitteiden mukaan sisämelutaso ei ylitä päivällä eikä yöllä valtioneuvoston antamia ohjearvoja ja oleskeluun tarkoitetuilla piha-alueilla päästään valtioneuvoston melutason ohjearvojen mukaisiin melutasoihin. Mikäli tämä ei ole jo rakennetuilla alueilla kustannusten tai paikallisten olosuhteiden takia mahdollista, päivämelutason ei tulisi ylittää 60 desibeliä eikä yömelutaso 55 desibeliä. Asuinalueiden lisäksi kiinnitetään erityistä huomiota melutasojen alentamiseen

oppi- ja hoitolaitosten alueilla sekä virkistysalueilla. Myös hiljaisia alueita on säilytettävä. (Ympäristöministeriö 2011.)

Torjuntatoimet on aloitettava siellä, missä meluhaitat ovat pahimmat. Melua vähennetään tehokkaimmin vaimentamalla päästölähteitä. Lisäksi alueiden käytön ja liikenteen suunnittelu ovat tärkeitä keinoja. Hyvällä kaavoituksella voidaan eri toiminnot sijoittaa niin, että meluhaittoja on mahdollisimman vähän. Merkitystä on myös sillä, miten asunnot rakennetaan ja peruskorjataan. Vastuu meluntorjunnasta on melun aiheuttajilla ja viranomaisilla – erityisesti liikenneviranomaisilla ja kunnilla. (Ympäristöministeriö 2011.)

8 VIRANOMAISET MELUNTORJUNNASSA

ELY-keskus ja kunnat tekevät yhteistyötä ympäristönsuojelun valvonta-asioissa ja meluntorjunnassa. Yhteistyön pohjana on laki, jonka mukaan kunnat valvovat ja edistävät ympäristönsuojelua alueellaan. ELY-keskus edistää ja tukee kuntien ympäristönsuojelua sekä ohjaa ja edistää ympäristönsuojelulaissa ja säädöksissä tarkoitettujen tehtävien hoitamista. (Laki kuntien ympäristönsuojelun hallinnosta 64/1986, Laki ympäristöhallinnosta 55/1995, Ympäristönsuojelulaki 86/2000). (Ympäristöministeriö 2010.)

ELY-keskus tekee päätöksen YVA-menettelyn soveltamisesta sekä ohjaa ja valvoo YVA-menettelyn toimeenpanoa. Valtion ja kuntien viranomaisten on toimittava yhteistyössä arviointimenettelyn toteuttamiseksi. YVA-menettelyssä otetaan huomioon esimerkiksi hankkeen vaikutukset ihmisten terveyteen, elinoloihin ja viihtyvyyteen. (Ympäristöministeriö 2010.)

8.1 Kunnan ympäristönsuojeluviranomainen

ELY-keskus ohjaa, edistää ja valvoo meluntorjuntaa alueellaan. Kunnat huolehtivat paikallisten olojen edellyttämästä melutilanteen seurannasta. Yhtenä meluntorjunnan ohjauskeinona voidaan käyttää kunnan ympäristönsuojelumääräyksiä. Kunta ratkaisee ympäristönsuojelulain mukaiset ilmoitukset, jotka on tehty tilapäistä melua tai tärinää aiheuttavasta toimenpiteestä tai tapahtumasta. Jos asia koskee usean kunnan alueetta,

asian ratkaisee ELY-keskus. Häiritsevään meluun joudutaan usein ottamaan kantaa ympäristölupapäätöksissä. Kunnan ympäristönsuojeluviranomainen voi antaa myös muuta kuin luvanvaraista toimintaa koskevan yksittäisen määräyksen. Lupa- ja valvontaviranomaiset voivat kieltää ympäristönsuojelulain vastaisen toiminnan jatkamisen tai toistamisen tai määrätä toiminnanharjoittajan selvittämään toiminnan ympäristövaikutukset. (Ympäristöministeriö 2010.)

Kunnan ympäristönsuojeluviranomaisen roolit meluasioissa: toimii melukysymysten asiantuntijana (neuvonta ja ohjaus), laatii koko kuntaa koskevia meluselvityksiä (melutilanteen seuranta), esittää meluntorjunnan toimintasuunnitelmia, antaa lausuntoja (kaavat, YVA, lupa-asiat), antaa määräyksiä (meluilmoitus, ympäristöluvat, ympäristönsuojelumääräykset), toimii valvontaviranomaisena (valitukset). Ympäristönsuojelulain 28. §:n mukaan ympäristölupavelvollisia laitoksia ovat ympäristönsuojeluasetuksessa mainittujen laitosten lisäksi muun muassa toiminnot, josta saattaa ympäristössä aiheutua eräistä naapuruussuhteista annetun lain (26/1920) 17. §:n 1 momentissa tarkoitettua kohtuutonta räsitusta: Naapurille ei saa aiheuttaa kohtuutonta melu- tai tärinähaittaa. (Ympäristöministeriö 2010.)

Ympäristölupamääräysten tulee olla täsmällisiä ja yksiselitteisiä sekä mahdollisia toteuttaa ja valvoa. Melua koskevan selvityksen puutteellisuus ja samalla koko lupaharkinnan puutteellisuus on yksi tuomioistuinten yleisimmistä ympäristölupapäätösten palautusperusteista. (Ympäristöministeriö 2010.)

Valtioneuvoston päätöksissä melutason ohjearvoista (993/1992) ja ampumaratojen aiheuttaman melutason ohjearvoista (53/1997) asetetut ohjearvot eivät ole oikeudellisesti sitovia normeja niin, että ohjearvot alittava melu aina tulisi hyväksyä, mutta eivät myöskään niin, ettei ohjearvon ylittymistä voida milloinkaan sallia. Ohjearvoja käytetään apuna arvioitaessa melun aiheuttamia terveyshaittoja. Ympäristölupamääräyksessä melutason raja-arvot asetetaan ympäristönsuojelulain perusteella. Ympäristönsuojelulaki antaa mahdollisuuden vaatia meluntorjuntatoimenpiteitä, vaikka valtioneuvoston antamat ohjearvot eivät vielä ylittyisikään asumiseen käytettävillä alueilla. Melutasoja on alennettava, jos se on teknisesti ja taloudellisesti mahdollista. Ohjearvon ylittämisen on aina perustuttava erityisiin syihin ja tapauskohtaisiin, perusteellisiin selvityksiin. (Ympäristöministeriö 2010.)

Melurasitusta tulisi arvioida monipuolisesti, ei ainoastaan päivä- ja yöajan ekvivalenttitasoina. Meluhaitan kohtuuttomuutta arvioitaessa on otettava huomioon ekvivalenttitasojen lisäksi melun luonne, esimerkiksi iskumaisuus, kapeakaistaisuus, enimmäistasot, melutapahtumien toistuvuus ja ajoittuminen. Immissiomääräysten lisäksi voidaan antaa keskeisimmille päästölähteille määräyksiä sallituista melun enimmäistehotasoista. Joskus voi olla tarpeen harkita lupamääräystä, jossa on mainittu myös muut kuin luvan kohteena olevat melua aiheuttavat toiminnot. Määräys melulähteiden inventoinista ja yhteisestä melupäästöjen vähentämissuunnitelmasta voivat muodostaa riittävän selkeän pohjan valvonnalle. (Ympäristöministeriö 2010.)

8.2 Kunnan terveydensuojeluviranomainen

Terveydensuojelun alueellinen ohjaus ja valvonta kuuluvat AVI -virastolle. Kunnan terveydensuojelutehtävät kuuluvat kunnan määräämälle lautakunnalle, joka on kunnan terveydensuojeluviranomainen. Kunnan tehtävänä on vähentää ja ennaltaehkäistä elinympäristössä esiintyvää terveyshaittaa. Jos työtilasta tai toiminnasta asuinalueella tai asuinrakennuksessa, voi aiheutua terveyshaittaa, on siitä tehtävä terveydensuojelulain mukaan ilmoitus kunnan terveydensuojeluviranomaiselle. Ilmoituksesta tehtävässä päätöksessä voidaan antaa määräyksiä esimerkiksi meluntorjunnasta. Terveydensuojeluviranomaisella on myös oikeus antaa yksittäisiä kieltoja ja määräyksiä, ellei kysymyksessä ole toiminto, jota ympäristösuojelulaki säätelee. Tällöin määräyksen tai kiellon tulee perustua välttämättömän terveyshaitan poistamiseen tai ehkäisemiseen. (Ympäristöministeriö 2010.)

9 MELUNTORJUNTA LAPPEENRANNASSA

Lappeenrannan kaupungin ympäristönsuojelumääräysten luvussa 4 on säädetty erityisen häiritsevän tilapäisen melun tai tärinän torjumiseksi seuraavaa: ”erityisen häiritsevää melua aiheuttavien tilapäisiin tapahtumiin sovelletaan ympäristönsuojelulain 60. §:n mukaista ilmoitusmenettelyä. Ilmoitus tulee tehdä ainakin seuraavista tapahtumista: ulkoilmakonsertti, moottoriurheilu- tai moottoriveneurheilutapahtuma, urheilu-, huvi-, näytös- tai muu suuri yleisötilaisuus, joka aiheuttaa erityisen häiritsevää melua, lentotapahtuma, lentonäytös tai tilapäinen yleisölenäytys, muu vastaavaa meluhaittaa aiheuttava tapahtuma, liikkuvaan ajoneuvoon tai muuhun kulkuvälineeseen asennettu-

jen äänentoistolaitteiden käytöstä ulkona mainos- tai muussa tarkoituksessa. Rakennus- tai purkutöissä ilmoitus tulee tehdä seuraavasti: aina, kun työtä tehdään yöaikana klo. 22.00-7.00, ilmoitus tulee tehdä myös aina räjäytys-, louhinta- ja lyöntipaalutustöistä sekä erityistä melua aiheuttavista työvaiheista.” (Lappeenranta.)

Tilapäisestä asfalttiasemasta ja murskauslaitoksesta tulee aina tehdä ympäristönsuojelulain 60. §:n mukainen ilmoitus. Ympäristötoimi voi velvoittaa tekemään ilmoituksen muistakin tilapäisistä toiminnoista, jos niistä aiheutuu erityisen häiritsevää melua. Ilmoitus tulee jättää Lappeenrannan kaupungin ympäristönsuojeluviranomaiselle viimeistään 30 vrk ennen tapahtuman alkua. Poikkeuksena asfalttiasemat ja murskauslaitokset, joiden toiminnasta tulee tehdä meluilmoitus viimeistään 14 vrk ennen toiminnan alkua. Tilaisuuden, tapahtuman tai toimenpiteen järjestäjän on tarvittaessa annettava kaupungin ympäristönsuojeluviranomaiselle tiedot äänenvahvistinlaitteiden teknisistä ominaisuuksista, niiden sijoittamisesta alueelle ja muista valvonnan kannalta tarpeellisista ominaisuuksista. Mikäli toimenpiteestä tai tapahtumasta aiheutuu merkittävää meluhaittaa asuntoihin, tulee toiminnanharjoittajan tai tapahtuman järjestäjän tiedottaa tapahtumasta, sen luonteesta ja kestosta lähiasutukselle. (Lappeenranta.)

Ympäristönsuojelumääräyksissä on annettu rajoituksia melua aiheuttavista toiminnoista myös asuinaleille. Taajaan rakennetulla alueella häiritsevää melua aiheuttavien koneiden ja laitteiden kuten esimerkiksi iskuvasaran, sirkkelin, kulmahiomakoneen tai moottorisahan käyttäminen on kielletty yöllä klo. 22-7 välisenä aikana. Päiväaikaan edellä tarkoitettujen koneiden ja laitteiden käyttö ja toimintojen suorittaminen on toteuttava siten, että valtioneuvoston päätöksen 993/1992 mukaiset melutason ohjeavot eivät ylitä. Taajaan rakennetulla alueella häiritsevää melua aiheuttavaa ruohon leikkausta, ilmaharjalla puhaltamista tai muuta kunnossapitotyötä ei saa suorittaa klo. 22-7 välisenä aikana. (Lappeenranta.)

Ympäristömelu aiheuttaa usein sen kaltaisia ongelmia, että tarvitaan eri viranomaisten välistä yhteistyötä ja työnjakoa. On mietittävä mitä lainsäädäntöä sovelletaan. Ympäristötoimissa mietitään yhteistyössä aina tapauskohtaisesti terveydensuojelu- ja ympäristönsuojeluviranomaisen välistä työnjakoa ja usein pohditaan asiaa yhdessä ja tehdään mahdollisesti ensimmäinen tarkastus yhteistarkastuksena. Ympäristönsuojelulain 3. §:n mukaan melusta ja tärinästä ei saa aiheutua ympäristön pilaantumista, terveyshaittaa, haittaa luonnolle ja sen toiminnoille, yleisen viihtyvyyden vähenemistä tai

ympäristön yleisen virkistyskäyttöön soveltuvuuden vähenemistä (Ympäristönsuojelulaki 86/2000). Terveystensuojelulain tarkoituksena puolestaan on väestön ja yksilön terveyden ylläpitäminen ja edistäminen sekä ennalta ehkäistä, vähentää ja poistaa sellaisia elinympäristössä esiintyviä tekijöitä, jotka voivat aiheuttaa terveyshaittaa (Terveystensuojelulaki 763/1994).

Lappeenrannassa on sovittu seuraavaa: jos ulkomelu ei ylitä päiväaikaista ohjearvoa 55 dB ja sisämelu ylittää sisämelulle asetetun ohjearvon 35 dB, on ongelma rakennuksen rakenteissa. Ympäristönsuojelulain mukaan ei sovelleta sisämelun ohjearvoja. Terveystensuojelulain mukaan määräys voidaan antaa asuinrakennuksen haltijalle tai meluhaitan aiheuttajalle. Terveystensuojeluviranomainen voi esimerkiksi määrätä taloyhtiötä tekemään sisämelumittauksia.

Ulkomelun ohjearvot ovat samat molemmissa laeissa. Usein on kuitenkin niin, että ulkona oleva melulähde aiheuttaa ongelman rakennuksen sisällä ja nyt onkin mietitty olisiko järkevää, että yksi viranhaltija hoitaisi kokonaisvaltaisesti kaikki meluun liittyvät toimeksiannot. Näin toimimalla voitaisiin tehostaa ajankäyttöä eikä tarvitsisi valjastaa montaa ihmistä yhteen kohteeseen. Voi kuitenkin olla niin, että yksi henkilö ei pysty hallitsemaan kaikkia meluun liittyviä lakeja ja asetuksia vaan yhteistyön tiivistäminen eri viranomaisten kesken olisi paras ratkaisu.

Kaupungin muiden organisaatioiden kanssa yhteistyötä tehdään lähinnä kaavoittajan ja rakennusvalvontaviranomaisen kanssa lausuntoja antamalla. Teknisen toimen palvelutuotanto koordinoi ja toteuttaa liikennestrategiaa ja heidän kanssaan yhteistyö on konkreettisempaa kuin muiden kaupunkiorganisaatioiden kanssa.

10 MELUTASON ARVIOIMINEN

Ympäristömelun arvioimiseen voidaan käyttää joko melutasojen mittaamista tai laskentaa taikka näiden yhdistelmiä. Mittaamisella saatu tulos kuvaa mittausaikana vallinnutta melua. Laskentamalleja käytetään puolestaan silloin, kun melulähdettä ei ole vielä olemassa, halutaan arvioida tulevaisuuden melutilanteita, halutaan vertailla melutasoon vaikuttavia erilaisia tekijöitä, kuten erilaisia torjuntatoimia, melutilanne on

selvitettävä laajalla alueella tai mittaaminen on vaikeaa tai mahdotonta hankalien sääolojen tai taustamelun takia. (Ympäristöministeriö 2011.)

Valtioneuvoston päätöksessä melutason ohjearvoista (993/1992) asetetut ohjearvot eivät ole oikeudellisesti sitovia normeja niin, että ohjearvot alittava melu aina tulisi hyväksyä, mutta eivät myöskään niin, ettei ohjearvon ylittymistä voida milloinkaan sallia. Ohjearvoja käytetään apuna arvioitaessa melun aiheuttamia terveyshaittoja. Ympäristölupamääräyksessä melutason raja-arvot asetetaan ympäristönsuojelulain perusteella. Ympäristönsuojelulaki antaa mahdollisuuden vaatia meluntorjuntatoimenpiteitä, vaikka valtioneuvoston antamat ohjearvot eivät vielä ylittyisikään asumiseen käytettävillä alueilla. Melutasoja on alennettava, jos se on teknisesti ja taloudellisesti mahdollista. Ohjearvon ylittämisen on aina perustuttava erityisiin syihin ja tapauskohtaisiin, perusteellisiin selvityksiin. (Ympäristöministeriö 2010.)

10.1 Äänen mittaaminen

Äänitasomittari on yleisin melun mittauslaite. Äänitasomittarissa mikrofoni muuttaa painevärähtelyt (äänen) sähköiseksi signaaliksi. Äänitasomittareissa käytetään yleisimmin kondensaattorimikrofoneja. Mikrofoni vaikuttaa eniten mittarin tarkkuuteen. Sähköisen signaalin sovittamiseksi laitteistoon tarvitaan vahvistimia ja vaimentimia. AC- ulostulosta (vaihtojännite) saadaan talletettua mitattava ääni esimerkiksi nauhurille. Taajuuspainotussuodin muuttaa signaalin valitun painotuksen mukaiseksi. A-taajuuspainotus on yleisin. Eri aikapainotusten tehollisarvot (RMS) muodostetaan omassa ilmaisimessaan, josta myös DC-ulostulo (tasajännite) saadaan. Äänitasomittarit ovat standardoituja tarkkuudeltaan (standardi SFS 2877/IEC 651 ja IEC 804). Äänitasomittarit jaetaan neljään tarkkuusluokkaan, joista kenttäkäytössä yleisimmät ovat luokan 1 ja 2 mittarit. Nykyisin valmistettavat mittarit ovat tarkkuusluokan 1 mittareita. Ympäristömelumittauksissa tulee käyttää vähintään tarkkuusluokan 2 mittaria. Yksinkertaisimmat äänitasomittarit osoittavat vain hetkellistä melutasoa. Melumittauksen suorittaminen tällaisella mittarilla edellyttää mittaajalta tulosten ja havaintojen rekisteröintiä käsin tai piirturilla. Usein ei voida suorittaa edes muutamien tuntien kestoisia mittauksia. (Tiihonen & Hänninen 1997.)

Kehittyneemmillä mittareilla niin sanotuilla integroivilla äänitasomittareilla voidaan mitata automaattisesti pitempien jaksojen keskiääni- ja enimmäistasoja. Mittarit eivät

kuitenkaan tallenna tietoa melutasojen ajallisesta vaihtelusta esimerkiksi vuorokauden eri aikoina. Ajallinen vaihtelu voidaan tallentaa piirturille tai dataloggerille myöhempiä tarkastelua varten. Jos mittaaja ei jatkuvasti seuraa mittausta ja tee huomioita melunaiheuttajista, ei näinkään saada tietoa siitä, mihin melulähteisiin puuttumalla melutilannetta mittauspisteessä voitaisiin tehokkaimmin parantaa. Piirturitulosten käsittely teettää vielä mittauksen jälkeenkin huomattavasti töitä. Tietokoneavusteisten melunmittauslaitteistojen käyttö helpottaa melulähteiden tunnistuksessa sekä melutasojen ajallisen vaihtelun määrittämisessä. (Tiihonen & Hänninen 1997.)

10.2 Melun laskentamallit

Arvioitaessa eri melulähteiden aiheuttamia haittoja samoin kuin niiden poistamiseksi tehtävien torjuntatoimien tarpeellisuutta ja tehokkuutta on voitava ensiksi selvittää melulähteen aiheuttamat melutasot jo ennakkoon ennen hankkeen toteuttamista. Onkin kehitetty erilaisia laskentamalleja edellä mainittuihin tarkoituksiin. Malleissa käytetään hyväksi tietoja melupäästöistä, melun leviämisestä ja eri tekijöiden vaikutuksista melutasoihin. Laskentamalleihin on myös sisällytetty mahdollisuus ottaa huomioon erilaisten meluntorjuntatoimien vaikutukset ympäristön melutilanteeseen. Ympäristömelun laskentaa varten on kehitetty omat laskentamallit eri melulähteitä varten. Valittavasti niissä kaikissa ei ole käytetty niitä melusuureita, joilla myös viranomaiset määrittelevät terveydelliset raja-arvot. Suomessa on käytössä laskentamallit tieliikennettä, raideliikennettä, ampumaratoja, moottoriratoja, rakentamismelua ja teollisuusmelua varten. Yleisilmailun aiheuttaman melun laskentaan on kehitetty yhteispohjoismainen tietokoneohjelma. Tieliikennemelun laskentamallista on myös saatavana tietokoneohjelma. (Björk 1995.)

Laskentamalleissa määritetään aluksi lähtöarvo (emissio) esimerkiksi 10 metrin etäisyydellä olevana äänitasona. Tämän jälkeen lasketaan etenemisvaimennukset. Mallit ovat kokoelmia perusohjeista, joista käyttäjä harkintansa mukaan ottaa kuhunkin tilanteeseen tarpeelliset osat. (Björk 1995.)

10.3 Ympäristömelun mittaaminen

Melun tekninen mittaaminen on yleensä helppoa, mutta tulosten tulkitseminen vaikeaa. On tärkeää ymmärtää muun kuin tutkittavan melun (taustamelun) vaikutus kirjat-

tavaan mittaustulokseen. Erityisen vaikeaa tämä on tapauksissa, joilla on oikeudellista merkitystä, meluhan on subjektiivisesti koettu haitta. (Pönkä 2006, 61.)

Asianmukainen mittaus vaatii mittaajalta kokemusta ja mittauksiin liittyvien asioiden hallintaa. Huolellisuus mittauksissa on ensiarvoisen tärkeää. Jotta mittaustulos olisi mahdollisimman edustava ja luotettava, mittaaja on ennen mittauksiin ryhtymistä selvitettävä mittauksen tarkoitus ja mietittävä alustavasti mittauksen tarkoituksenmukaisin suoritus tapa, - ajankohta ja kesto. Mittausajankohta valitaan siten, että mittausaikana vallitsevat olosuhteet vastaavat mitattavan melulähteen käyttöoloja tai toimintatapaa, joissa melu halutaan määrittää. Mittauksen kesto valitaan sopivaksi (riittävän pitkäksi tai lyhyeksi), jotta sen aikana saatu mittaustulos vastaisi edustavasti mitattavaa melua. Sääolojen tulee häiritä mittauksia mahdollisimman vähän, joten sateella ja kovalla tuulella mittauksia ei tule tehdä. Myös lämpötilan tulee olla äänitasomittarin sallitulla toiminta-alueella. (Ympäristömelun mittaaminen 1995.)

Ympäristömelun mittausta monimutkaistaa melutasojen laaja ajallinen vaihtelu. Jotta melutilanne voitaisiin luotettavasti selvittää, olisi ajallisesta vaihtelusta saatava riittävän hyvä kuva. Melumittausten tulee olla edustavia ja luotettavia. Sääolosuhteiden vaikutus mittaustuloksiin korostuu äänilähteen ja mittauspisteen etäisyyden kasvaessa. Yleensä melumittaukset ulkona tulee suorittaa myötätuuliolosuhteissa (tuuli alle 5 m/s) tai lämpöinversion (lämpötila kasvaa korkeuden suhteen) aikana. Lämpöinversiota voidaan arvioida pilvisyystietojen avulla. Tällaisia vähän ääntä vaimentavia olosuhteita esiintyy niin usein, että niitä tulee käyttää haitta-arvioiden perusteena. Tuulen suunta ja nopeus, ilman lämpötila ja suhteellinen kosteus sekä näiden muuttuminen eri korkeuksilla maanpinnasta vaikuttavat äänen etenemiseen. Säätilan vaikutus on sitä suurempi mitä pitempi on äänen kulkema matka. Tuuli ja lämpötila voivat aiheuttaa äänisäteiden taipumisen, jolloin ääni voi kulkea mm. esteiden yli. (Tiihonen & Hänninen 1997.)

Ympäristömelumittauksissa käytettävän laitteiston muodostaa yleensä integroiva eli keskiäänitasoa tai äänialtistustasoa suoraan mittaava äänitasomittari. Ei-integroivaa äänitasomittaria voidaan käyttää keskiäänitason määrittämiseen, jos melu on tasaista tai se koostuu selvästi eroteltavista tasaisista osista. Tarvittaessa mittaustuloksella tulee voida mitata enimmäistaso aikapainotuksella F, S tai I. Aikapainotuksella S määrite-

tyn enimmäistason sijaan voidaan toissijaisesti määrittää yhden sekunnin keskiäänitaso. (Ympäristömelun mittaaminen 1995.)

Mittauslaitteiden toiminta tulee tarkistaa ja tehdä tarvittavat säädöt käyttäen ulkoista kalibrointilähdettä. Kalibrointilähteen tulee täyttää vähintään standardin IEC 942 luokan 2 vaatimukset. Kalibrointi tehdään ennen jokaista mittaussarjaa ja mittausten jälkeen. Kalibroinnissa tulee ottaa huomioon, että koko mittaus-, tallennus- ja tulostuslaitteisto on kalibroitava ja mikrofonin jatkokaapelin vaikutus on otettava huomioon. Ulkona tapahtuvien mittausten aikana mikrofoni on varustettava mittarinvalmistajan suosittelemalla tuulisuojalla. (Ympäristömelun mittaaminen 1995.)

10.4 Tieliikennemelun mittaaminen

Tieliikennemelun mittaamisessa noudatetaan ympäristöministeriön ohjeistusta ympäristömelun mittaamisesta. Ympäristöministeriön ohjeessa tieliikennemelun mittaamisesta annetaan täydentäviä ohjeita tieliikennemelun mittaamiseksi. Ohjeen mukaisilla mittauksilla on mahdollista selvittää lähellä melulähdettä vallitsevia melutasoja. Ohjeen perusteella voidaan tehdä tieliikennemelun suuruusluokan ilmaisevia mittauksia sekä yksityiskohtaisia mittauksia, joiden tulosten avulla tiettyä ajanjaksoa vastaava keskiäänitaso voidaan määrittää erilaisilla tarkkuuksilla. (Tieliikennemelun mittaaminen 1996.)

11 OPINNÄTETYÖN SUORITUS

Opinnäytetyön toteuttaminen alkoi perehtymällä melun mittaamiseen liittyvään teoriaan kuten lainsäädäntöön, ympäristömelun mittausohjeisiin, tutustumalla melumittariin ja kartoittamalla melualueilla olevat kohteet. Tutustuin myös erilaisiin julkaisuihin ja meluselvityksiin ja niitä olikin käytettävissä paljon. Meluvyöhykkeet saatiin Pöyry Finland Oy:n tekemästä meluselvityksestä ja meluntorjunnan yleissuunnitelmasta.

11.1 Meluselvitys

Pöyry Finland Oy:n tekemään meluselvitykseen oli koottu kaupungin katuliikenteestä aiheutuvat meluvyöhykkeet, olemassa olevat selvitykset lento- ja teollisuusmelusta

sekä listaus tarpeellisista meluntorjuntatoimenpiteistä. Selvitykseen kuului Lappeenrannan kaupungin taajama-alueella 19 pääkatua, joiden varrella on asutusta ja joiden varrella katsottiin voitavan tarvittaessa suunnitella melusteita meluntorjuntaa varten. Ydinkeskustan katuja selvitykseen ei kuulunut, mutta eräiden katujen kuten Kauppakatu ja Lappeenkatu rakennuskanta on varsin keskustamaista. Mallilaskelmat tehtiin SoundPlan- ohjelmalla. Ohjelma perustuu yleispohjoismaiseen tieliikennemelun laskentamalliin. Mallin lähtöarvon määrittämisessä käytettiin liikennetietoja (liikennemäärät ja nopeudet) erikseen päiväajalle (klo 7-19), iltajalle (klo 19-22) ja yöajalle (klo 22-7) perustuen keskimääräiseen vuotuisen liikenteeseen.

Laskentamallilla voidaan laskea tieliikenteen aiheuttamaa melua käyttämällä A-painotettuja äänitasoja. Yksinkertaisimmillaan lähtötietoina laskentaa varten tarvitaan lähteen tiedoista liikenteen määrä (kevyet ja raskaat ajoneuvot erikseen) ja liikenteen nopeus. Äänen etenemisen laskentaa varten tarvitaan puolestaan lähteen ja tarkastelupisteen välinen etäisyys sekä lähteen ja tarkastelupisteen välisen maaston ominaisuudet ja tiedot äänen kulkutiellä mahdollisesti olevista esteistä. Mallilla on tarvittaessa mahdollista ottaa huomioon äänen etenemistä laskettaessa erilaisia korjauksia. Mallissa keskiäänitason lähtöarvolla tarkoitetaan lisävaimennuksia sisältämätöntä keskiäänitasoa 10 m etäisyydellä äärettömän pitkän, suoran ja tasaisen tien keskilinjasta. Mallin mukaan keskiäänitason lähtöarvo on $L_{Aeq10m} = 68$ dB ajoneuvomäärän ollessa 1000 kevyttä ajoneuvoa/h ja 0 % raskaita ajoneuvoja, nopeuden ollessa 50 km/h, etäisyys 10 m ajoneuvojonosta, havaintopisteen korkeus 1,5 m maanpinnan yläpuolella, ajoneuvotiheys on tasainen, ja tie on suora, vaakatasossa, äärettömän pitkä ja päällystetty tasaisella asfaltilla. (Eurasto 2005.)

Lähtöarvon määrittäystä varten mallissa on käyrästä, joka sisältää eri nopeudet, liikennemäärät ja raskaiden ajoneuvojen osuudet. Mallin esitystavan mukaan lähtöarvo siis sisältää nopeuden ja ajoneuvojen lukumäärän vaikutuksen. Mallissa käytettävät nopeudet määritetään keskiarvona koko vuodelle. Useilla teillä talviaikana voimassa olevien talvinopeusrajoitusten vaikutus koko vuoden keskimääräiseen nopeuteen otetaan huomioon. Nopeudet määritetään olemassa olevien nopeuksien mittaustietoihin perustuen. Mittaustiedot saadaan esimerkiksi tiehallinnon automaattisilta mittausasemilta. Määrittäminen tehdään erikseen päivä-, iltajalle ja yöajalle, jos näiden nopeudet poikkeavat toisistaan. Jos tilastollisia mittaustietoja ei ole saatavilla, nopeuden määrittä-

sissä käytetään nopeusrajoitusten mukaisia keskimääräisiä vuosittaisia nopeuksia. (Eurasto 2005.)

Pöyry Finland Oy:n tekemässä Lappeenrannan meluselvityksessä nykytilanteen katu- melu laskettiin arvioitujen nykyliikennemäärien perusteella raskaan liikenteen prosentin ollessa 8% tai 12% ja päiväliikenteen (klo. 7-22) osuus 90%. Tieliikennemeluselvityksen tavoitteena oli esittää melukartoilla tieliikenteen melutaso nykytilanteessa tarkasteltavien teiden vaikutusalueella ja esittää ennuste tulevaisuuden liikennemäärillä vuodelle 2020 samoilta alueilta. Selvitykseen kuului myös todeta melunsuojaustoimenpiteitä tarvitsevat kohdat ja suunnitella kyseessä oleviin kohtiin kuhunkin tilanteeseen parhaiten sopivat melunsuojaustoimenpiteet. Lisäksi selvityksessä esitettiin melukartoilla tieliikennemelu melunsuojaustoimenpiteiden jälkeen tulevaisuuden liikennemäärillä vuonna 2020. (Lappeenrannan meluselvitys ja meluntorjunnan yleissuunnitelma 2005.) Selvitys on vuodelta 2005, mutta sen katsottiin vastaavan vielä hyvin tätä päivää ja siksi sitä voitiin käyttää apuna tässä opinnäytetyössä.

11.2 Mittaukset

Melumittaukset suoritettiin kesän 2011 aikana. Mittauksia tehtiin kuudelta leikkikentältä, kolmen koulun ja viiden päiväkodin pihalta. Eniten mittauspisteitä oli vilkkaiden katujen varsilla Lappeenrannan keskustan tuntumassa. Keskusta-alueen ulkopuolella olevat kohteet olivat Raitapuiston leikkipuisto (noin 5 kilometriä keskustasta) ja Uus-Lavolan päiväkotiki (noin 7 kilometriä keskustasta). Martikanpellon koulu Joutsenon kaupunginosassa valittiin kohteeksi terveydensuojeluviranomaisen pyynnöstä. Sinne on matkaa keskustasta noin 15 kilometriä. Yksi melumittaus tehtiin kesällä 2010 ja se otettiin mukaan tähän työhön. Mittaus tehtiin, koska suunniteltiin päiväkodin rakentamista melualueelle ja rakennusvalvontaviranomainen pyysi terveydensuojeluviranomaiselta lausuntoa rakennuslupaa varten. Samassa korttelissa on kaksi koulua ja päiväkotiki haluttiin rakentaa koulujen kanssa samalle alueelle.

Mittauslaitteistona käytettiin Rion NL-31 integroivaa äänitasomittaria (kuva 8). Mittari soveltuu ympäristöministeriön ohjeen 1/1995 mukaisesti yhdyskuntamelun mittauksiin ja se täyttää standardin SFS 2877/IEC804 integroivalle tarkkuusluokan 1 äänitasomittarille vaadittavat ominaisuudet. Rion NL-31 äänitasomittari ei sovellu taajuusanalyysin mittaamiseen eikä siinä ole mahdollisuutta melutapahtumien nauhoit-

tamiseen. Laitteisto sisältää ulkoisen kalibrointilähteen (kuva 4), joka täyttää standardin IEC 942 2 vaatimukset. Jatkokaapelin avulla mittari voidaan sijoittaa kauemmas melulähteestä. Tulokset tallennettiin muistikortille, ja ne siirrettiin USB-kaapelin avulla tietokoneelle tulosten käsittelyä varten.



KUVA 4. Rion NL-31 äänitasomittari ja ulkoinen kalibrointilähde (Lohko 2012)

Useimmiten Rion NL-31 melumittarilla mitataan A-painotettua keskiäänitasoa L_{Aeq} , mutta sillä voidaan mitata myös ekvivalenttista jatkuvaa äänitasoa L_{eq} , meluallistustasoa L_E , maksimiäänitasoa L_{max} , minimiäänitasoa L_{min} , prosentuaalista äänitasojakaumaa L_N (viisi valittavaa asetusta), äänitasoa L_p , C-painotettua huippuäänitasoa L_{Cpeak} , suodattamatonta huippuäänitasoa L_{peak} , impulssi äänitasoa L_{AI} , impulssi ekvivalenttista jatkuvaa äänitasoa ja maksimiäänitason A-painotettua tehokeskiarvoa 5 sekunnin aikajaksolla.

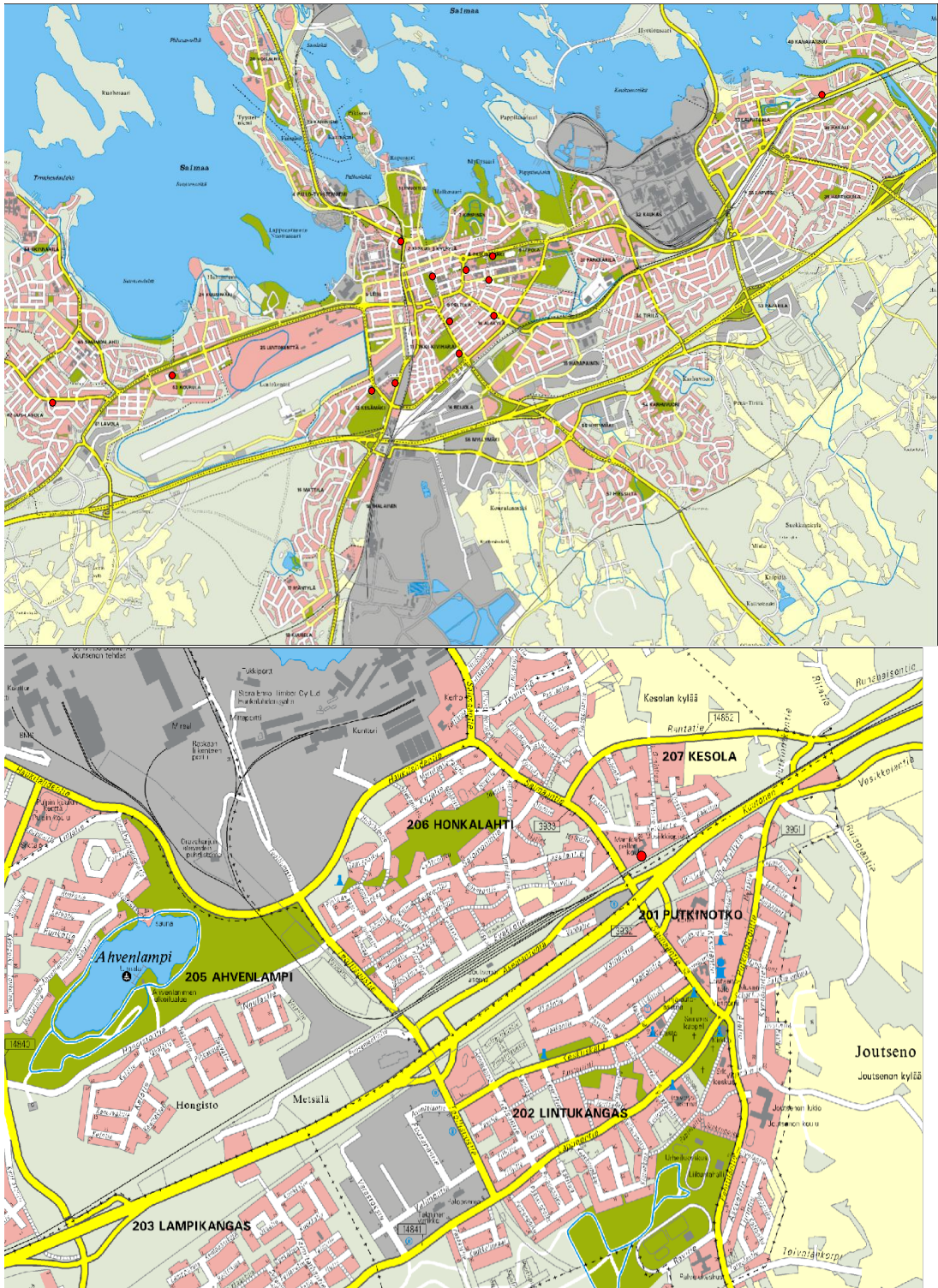
Mittaukset suoritettiin ympäristöministeriön ohjeen (Ympäristömelun mittaaminen) mukaan heikossa tai kohtalaisessa myötätuulussa (tuulennopeus korkeintaan 5 m/s). Mittauspaikaksi pyrittiin etsimään mahdollisimman avoin tila, jotta vältettäisiin heijastavien pintojen vaikutus. Mittausajankohdiksi valittiin sellaiset ajankohdat, jotka vastaavat mitattavan melulähteen käyttöoloja ja toimintatapaa mahdollisimman edustavasti. Mittauspisteet pystyttiin sijoittamaan pääsääntöisesti lähelle melulähdettä (alle 30 metriä), mikrofoni suunnattiin kohti melulähdettä, ja mittarin jalusta asetettiin 1,5

metrin korkeudelle maanpinnasta. Kuvassa 5 on mittaustapahtumat lasten liikennekaupungista ja Martikanpellon koululta.



KUVA 5. Mittaustilanne (Lohko 2011)

Ennen mittausten aloittamista suoritettiin lyhyt koemittaus melutason selvittämiseksi. Kaikille mittauksille sopiva asteikko oli 30 – 120 dB. Asteikko valitaan siten, että mittaustulos asettuu asteikon yläpäähän, mutta mittari ei saa kuitenkaan yliohjautua. Äänitasomittari kalibroitiin ennen mittausten aloittamista ja kalibroinnin pysyvyys tarkistettiin myös mittausten jälkeen. Jatkokaapelin vaikutus huomioitiin mittaria kalibroitaessa. Mikrofonin jatkokaapelia ei käytetty kaikissa mittauksissa, mutta tuulisuojaa käytettiin, koska sitä täytyy ulkomittauksissa ohjeistuksen mukaan käyttää. Taustamelumittauksia eikä rinnakkaismittauksia tehty. Mittauspisteet merkittiin kartalle. Kuvaan 6 on merkitty mittauspisteet.



KUVA 6. Mittauspisteet (Lappeenrannan kaupunki, kiinteistö- ja mittausoimi)

Mittauksista laadittiin melumittauspöytäkirjat ja -raportit. Pöytäkirjaan merkittiin kaikki mittaukseen liittyvät ja vaikuttavat seikat kuten kalibrointitiedot, sääolosuhteet, mittausaika jne. Jokaiseen mittausraporttiin liitettiin kartta mittauspaikasta ja valokuva mittausstilanteesta. Melumittausraporttiin kirjattiin luonnollisesti tulokset ja tulosten tarkastelu. Liitteessä 2 on esimerkki melumittauspöytäkirjasta.

12 TULOKSET

Melutasojen arviointiin voidaan käyttää sekä melun mittausta että laskentaa. Mittaus-tulos kuvaa mittauspisteessä mittausaikana vallinnutta melutilannetta. Koska tuloksiin vaikuttaa monet asiat kuten paikka ja sääolosuhteet, vasta laajan mittausarjan tulokset voidaan luotettavasti yleistää edustamaan suurempaa aluetta tai pidempää ajanjaksoa. Laskentamalleja käytetään yhä useammin melutilanteen selvittämiseen. Aina ei las-kenta kuitenkaan yksinään riitä, vaan joskus sen tueksi tarvitaan myös mittauksia. Mittauksilla voidaan tukea laskemalla saatua tulosta esimerkiksi silloin, kun laskettu ennuste halutaan varmentaa tai halutaan tulos tietystä pisteestä tai rajatusta kohteesta. Laskenta voi olla epävarmaa myös poikkeuksellisten maasto-olosuhteiden takia tai silloin, kun melulähteen ominaisuuksia ei tunneta.

Tulokset laskettiin mittausajanjakson A-painotettuina keskiäänitasoina kaavalla 1.

$$L_{Aeq} = 10 \lg \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i}, \text{ jossa } n = \text{mittausjaksojen lukumäärä} \quad (1)$$

Mittausajat vaihtelivat 30 minuutista yhteen vuorokauteen. Sätiedot saatiin Lappeen-rannan Armilassa sijaitsevalta palolaitoksen sääasemalta. Mittauspäivät valittiin sää-ennusteiden mukaan ja tuulitiedot tarkistettiin ennen mittauksen aloittamista Forecan internetsivuilta. Päiväkotien piholla mittaukset oli suoritettava päiväkotien loma-aikoina. Taulukkoon 6 on koottu mittauksen A-painotetut keskiäänitasot, mittauksen kokonaiskestoajat ja mittausajat sekä mallinnuksesta saadut keskiäänitasot.

TAULUKKO 6. Keskiäänitasot mittauspisteissä

Mittauspaik- ka	Keskiäänita- so/maksimiää nitaso [dB]	Mittauksen kesto [min]	Mittausaika klo.	Mallinnus [dB]
Hietalanka- dun leikki- kenttä	64/75	45	7.28-8.13	60 – 65
Liikennekau- punki	65/73	150	7.51-10.31	60 – 65

(jatkuu)

(jatkuu)

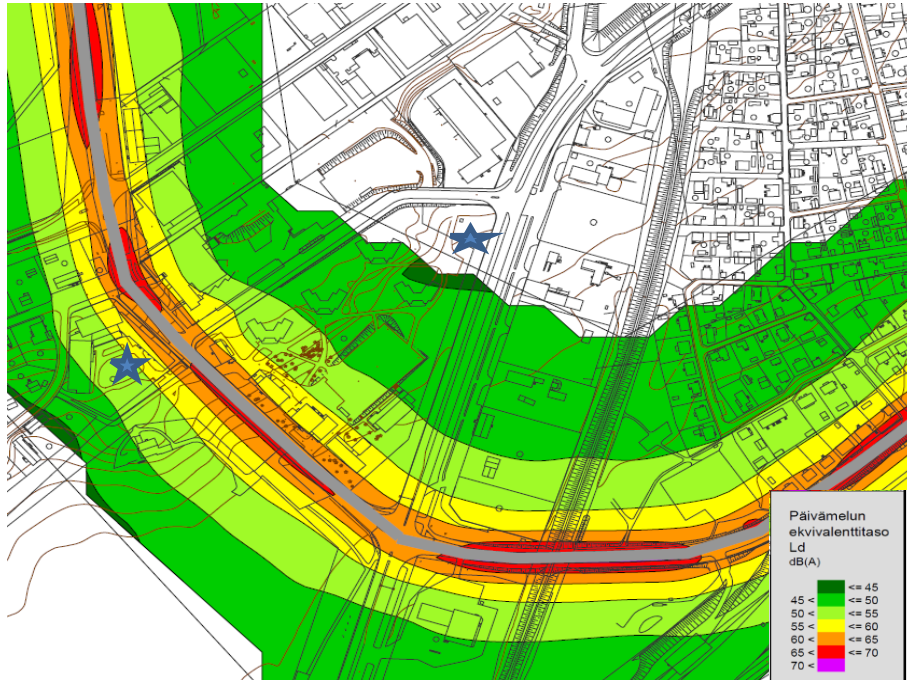
Juvakanpuiston leikkikenttä	54/64	29	13.32-14.01	45 – 50
Raitapuiston leikkikenttä	52/66	20	12.32-12.52	laskenta-alueen rajalla/55 – 60
Asemakolmion leikkikenttä	60/70	61	7.24-8.25	60 – 65
Keskuspuiston leikkikenttä	54/63	37	8.29-9.06	laskenta-alueen ulkopuolella
Peltolan koulu	55/67	107	7.45-9.16	55 – 60
Kesämäenrinteen koulu	51/61	60	10.23-11.23	55 – 60
Martikanpellon koulu	53/77	180	9.44-12.40	laskenta-alueen ulkopuolella
Pallon pk	57/70	102	11.16-13.53	60 – 65
Kesämäen pk/koulu	58/74	180	8.17-11.03	laskenta-alueen ulkopuolella
Kartanon pk	59/81	1440 (1vrk)	7.00-22.00	60 – 65
Uus-Lavolan pk	51/67	142	12.11-14.31	55 – 60
Peltolan pk	53/64	240	11.08-15.55	55 – 60

12.1 Tulosten tarkastelu

Tässä luvussa verrataan mitattua tulosta mallinnuksen avulla laskettuun tulokseen melukarttoja hyväksi käyttäen. Melukartat on saatu Pöyry Finland Oy:n Lappeenrannan kaupungille tekemästä meluselvityksestä. Meluselvitys on Lappeenrannan kaupungin omaisuutta ja ympäristönsuojeluviranomaisella on lupa käyttää niitä omissa selvityksissään ja myös tässä opinnäytetyössä.

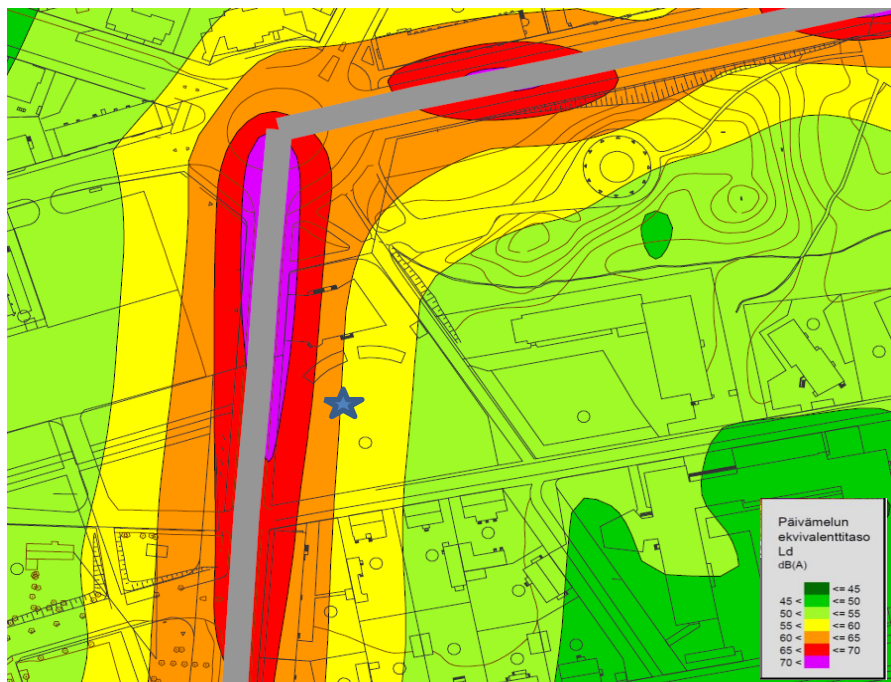
Kesämäenrinteen koulu (kuva 7) sijaitsee selkeästi melualueella. Koulun piha-alue jää kuitenkin rakennusten suojaan ja näin ollen piha-alue on melko hyvin suojassa liikenteeltä. Mitattu melutaso oli 51 dB ja laskettu tulos 50 – 55 dB. Koulu sijaitsee hautausmaan vieressä ja se aiheutti hieman ongelmia mittauksen aikana. Mittaus jäi suunnit-

teltua lyhyemmäksi, koska se piti keskeyttää alkavan siunaustilaisuuden takia. Kesämäen päiväkoti (kuva 7), jossa tehtiin mittaus elokuussa 2010, ei kuulunut laskenta-alueeseen. Kesämäen koulu sijaitsee samassa korttelissa päiväkodin kanssa, mutta mittausta ei voitu tehdä kesällä 2011 päiväkodin rakennustöiden takia.



Kuva 7. Kesämäenrinteen koulu ja Kesämäen päiväkoti

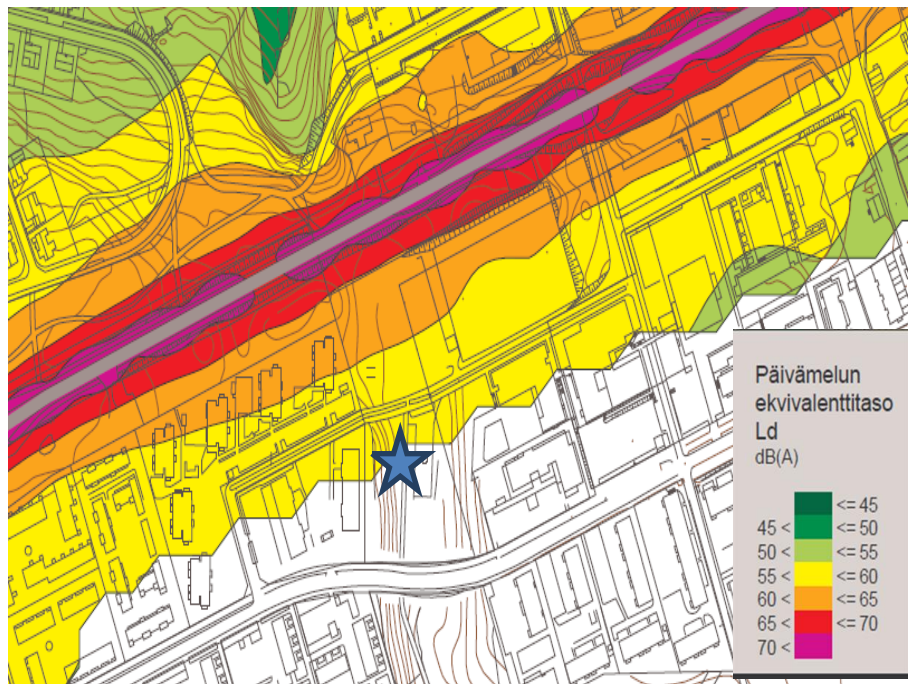
Peltolan koulun (kuva 8) mittaustulokseksi saatiin 55 dB laskennallisen tuloksen ollessa 55 – 60 dB joten tulokset vastaavat toisiaan hyvin.



Kuva 8. Peltolan koulu

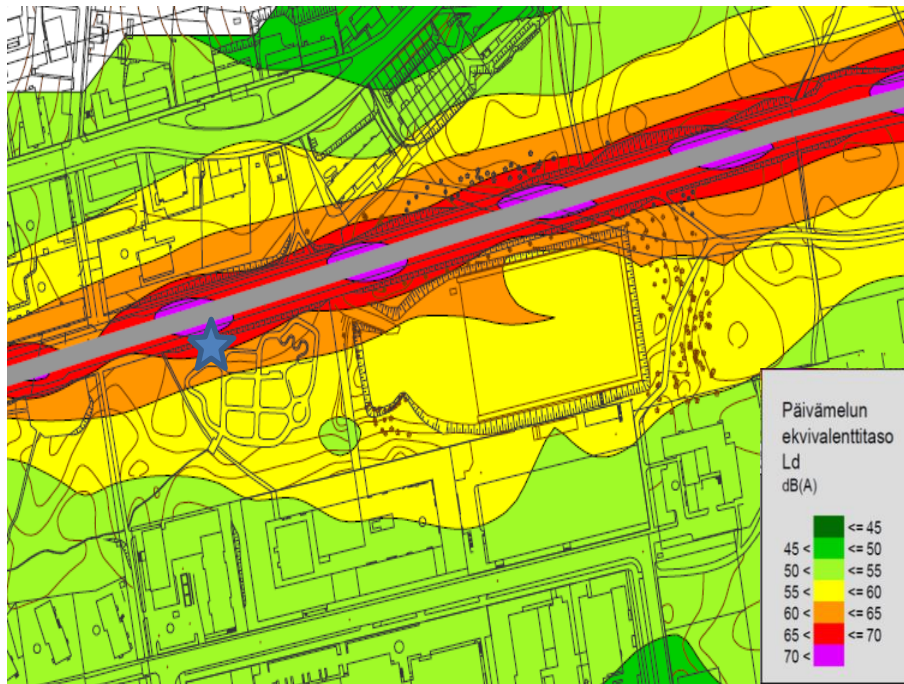
Joutsenon taajamassa tehtiin yksi mittausta Martikanpellon koululla. Koulu sijaitsee valtatie kuuden varrella ja tien vieressä kulkee junarata samoin kuin Kartanon päiväkodin kohdalla. Martikanpellon koululta ei ollut saatavilla mallinnuksen avulla laskettua tulosta. Keskiäänitasoksi saatiin 53 dB, mutta junien ohiajojen aiheuttamat maksimiäänitasot olivat jopa yli 75 dB. Martikanpellon koululla on jo toteutettu meluntorjuntatoimenpiteitä, kuten kuvasta 5 voitiin havaita. Muiden koulujen ja päiväkotien melutasot aiheutuivat liikenteestä ja maksimiäänitasot johtuivat raskaasta liikenteestä.

Raitapuiston leikkikentän (kuva 9) mittaustulokseksi saatiin 52 dB. Leikkikenttä sijaitsee laskenta-alueen ulkopuolella, joten tulosta ei voi verrata. Mittauspisteen ja melulähteen välinen matka oli myös pitkä (150 metriä).



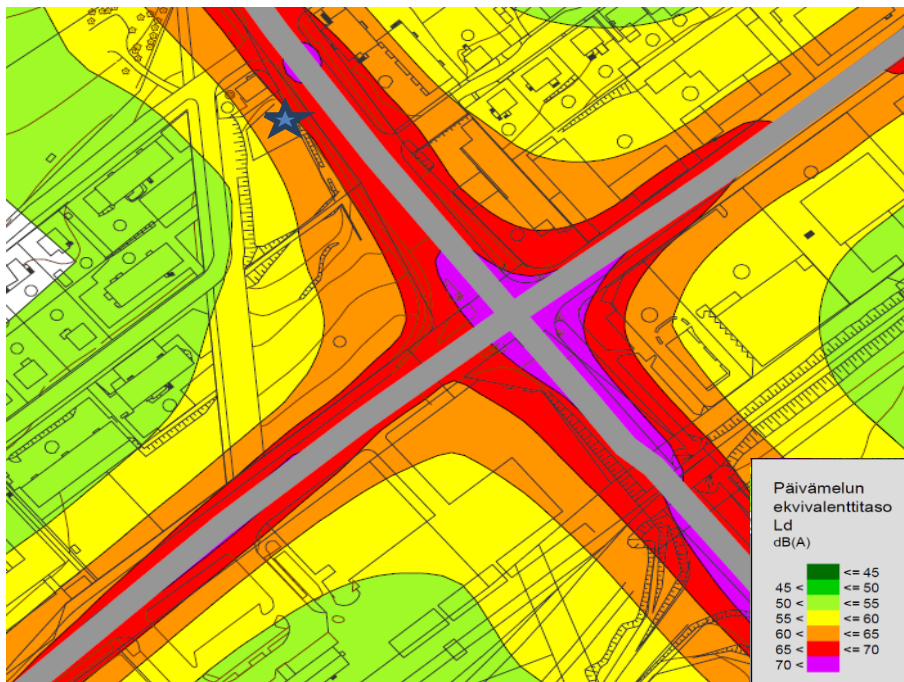
KUVA 9. Raitapuiston leikkikenttä

Lasten Liikennekaupunki (kuva 10) sijaitsee vilkasliikenteisen Valtakadun varrella. Väylä on sisääntuloreitti keskustaan ja sieltä ulos. Samalla alueella on laaja virkistysalue, tekonurmikenttä ja Arboretumin puistoalue. Mittaustulos vastaa hyvin laskettua tulosta (mitattu 65 ja laskettu tulos 60 – 65 dB).



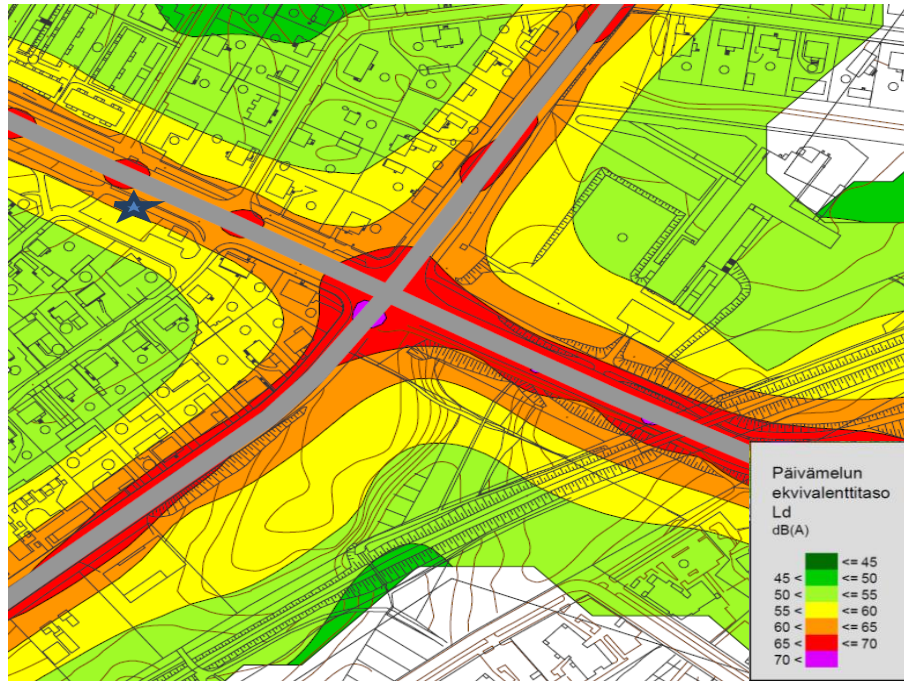
KUVA 10. Lasten Liikennekaupunki

Asemakolmion leikkikenttä (kuva 11) on rakennettu vilkasliikenteisen Kauppakadun varrelle. Kauppakatu toimii yhtenä keskustan sisääntuloväylistä ja on yksi vilkasliikenteisimmistä kaduista erityisesti työmatkaliikenteen aikana. Mittaustulokseksi saatiin 60 dB lasketun tuloksen ollessa 60 – 65 dB.



KUVA 11. Asemakolmion leikkikenttä

Hietalankadun leikkikenttä (kuva 12) on tehty hyvin samankaltaiselle alueelle kuin Asemakolmion leikkikenttä. Myös liikennevirrat ovat samankaltaiset. Mitattu tulos on 64 dB ja laskettu tulos 60 – 65 dB.



KUVA 12. Hietalankadun leikkikenttä

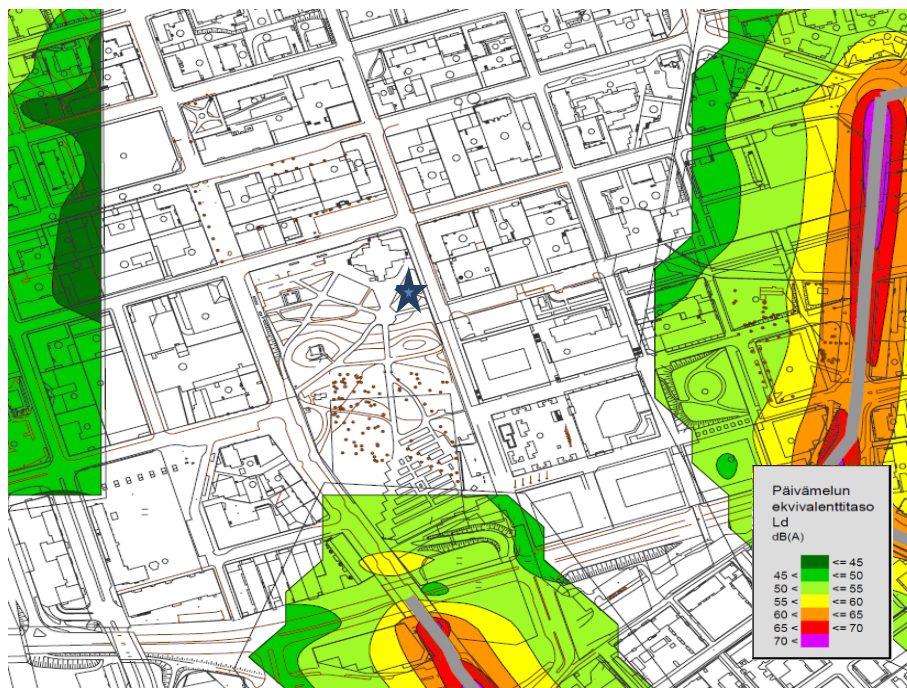
Juvakanpuiston leikkikenttä (kuva 13) sijaitsee Armilankadun varrella niin ikään kais-
taleella, jota on muuten vaikea hyödyntää.



KUVA 13. Juvakanpuiston leikkikenttä

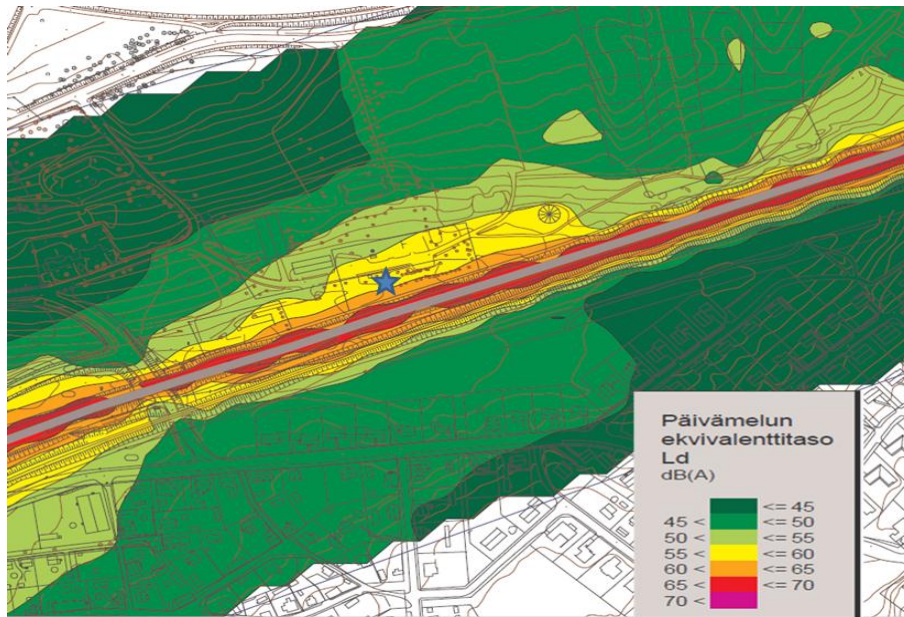
Armilankadun varrella on useita työpaikkoja kuten sairaala, kouluja ja päiväkotia. Aamuisin liikenne on hyvin vilkasta. Mittaustulos oli 54 dB ja laskettu tulos 45 – 50 dB. Mittausaika oli hyvin lyhyt, vain 31 minuuttia ja se ei kuvaa erityisen hyvin päiväaikaista keskiäänitasoa. Kadun varrella on myös Etelä-Karjalan pelastuslaitoksen Lappeenrannan yksikkö ja erityisesti hälytysajoneuvojen ohiajot nostavat melutasoa huomattavasti. Päiväkodin pihalla ei voitu tehdä mittausta, koska se oli koko kesän toiminnassa ja toisaalta leikkikentän tulos on suoraan verrattavissa päiväkodin piha-alueeseen.

Ydinkeskustassa tehtiin yksi mittaus Keskuspuiston leikkikentältä (kuva 14). Mittaustulokseksi saatiin 54 dB. Puisto ei kuulunut laskenta-alueeseen, mutta puiston melutasosta haluttiin kuitenkin saada tietoa. Mittaustulos jäi sieltäkin valitettavan lyhyeksi, koska puiston ohi kulkee ihmisiä ja se häiritsee mittausta.



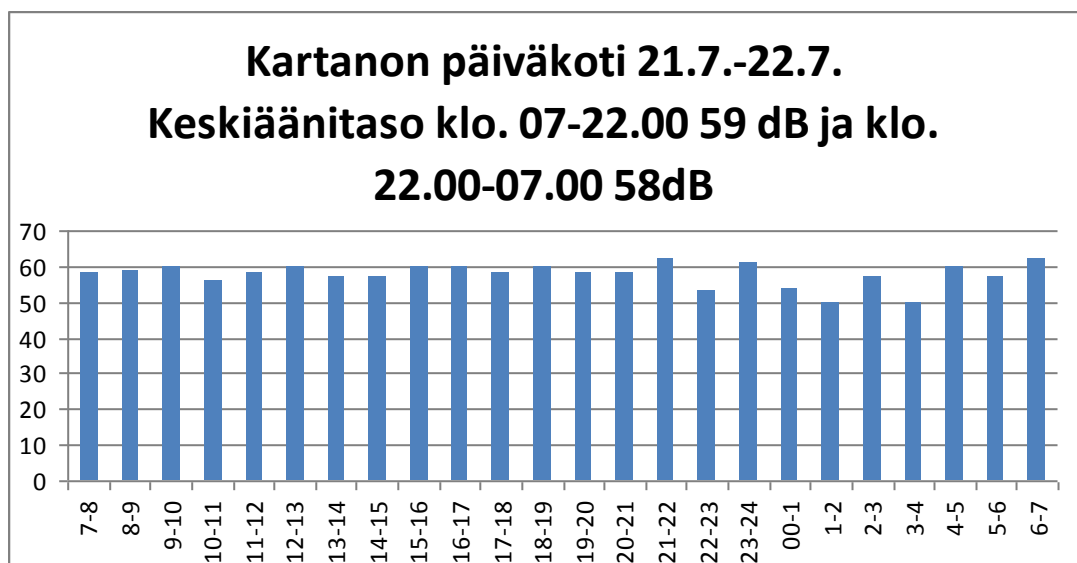
KUVA 14. Keskuspuiston leikkikenttä

Kartanon päiväkotia (kuva 15) sijaitsee vilkasliiketeisen Muukontien vaikutusalueella ja myös rautatie kulkee Muukontien vierellä päiväkodin kohdalla. Kartanon päiväkodin pihalla tehtiin pitkä, vuorokauden kestävä mittaus, koska terveydensuojeluviranomaiselle oli valitettu meluhaitoista.



KUVA 15. Kartanon päiväkoti

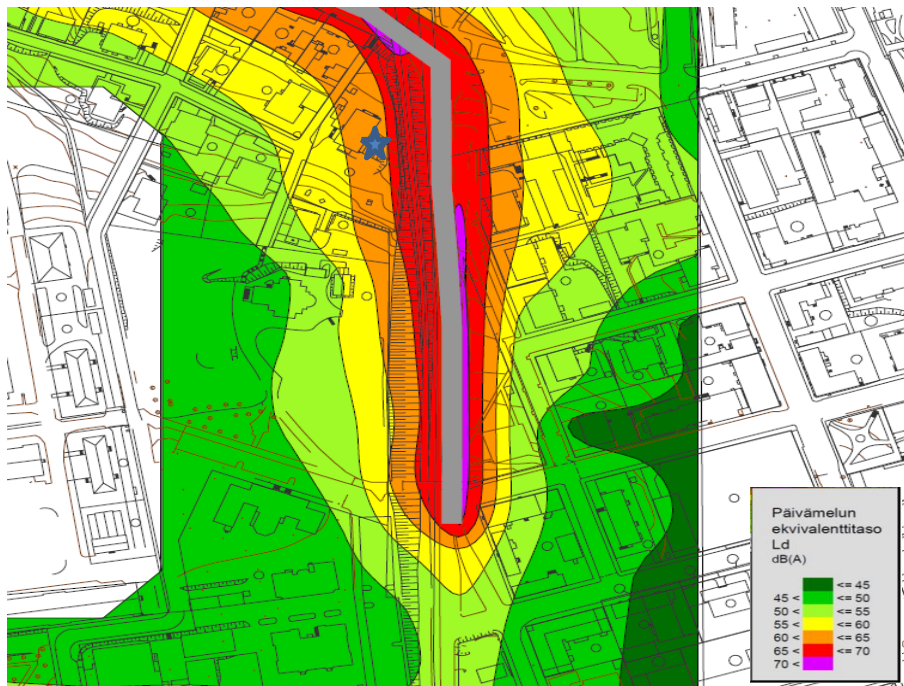
Päiväaikaiseksi keskiäänitasoksi saatiin 59 ja yöaikaiseksi 58 desibeliä. Päivä- ja yöaikaisen melutason ero oli yllättävän pieni. Liikenteestä aiheutuva melu on melko tasaisesti 40 – 60 desibelin välillä. Junien ohiajot aiheuttivat jopa yli 80 desibelin maksimiäänitasoja. Mittauksen aikana tuulen suunta oli idän ja etelän välillä 60 – 200°. Enimmäkseen mittauksen aikana vallitsi kaakkoistuuli ja se oli myötäinen melulähteestä mittauspisteeseen. Mallinnuksen mukaan melutaso on 55 – 60 dB ja se vastasi hyvin mitattua päiväaikaista keskiäänitasoa, joka oli 59 dB. Tuloksista laskettiin tuntikohtaiset keskiäänitasot ja ne on esitetty kuvassa 16.



KUVA 16. Tuntikohtaiset keskiäänitasot

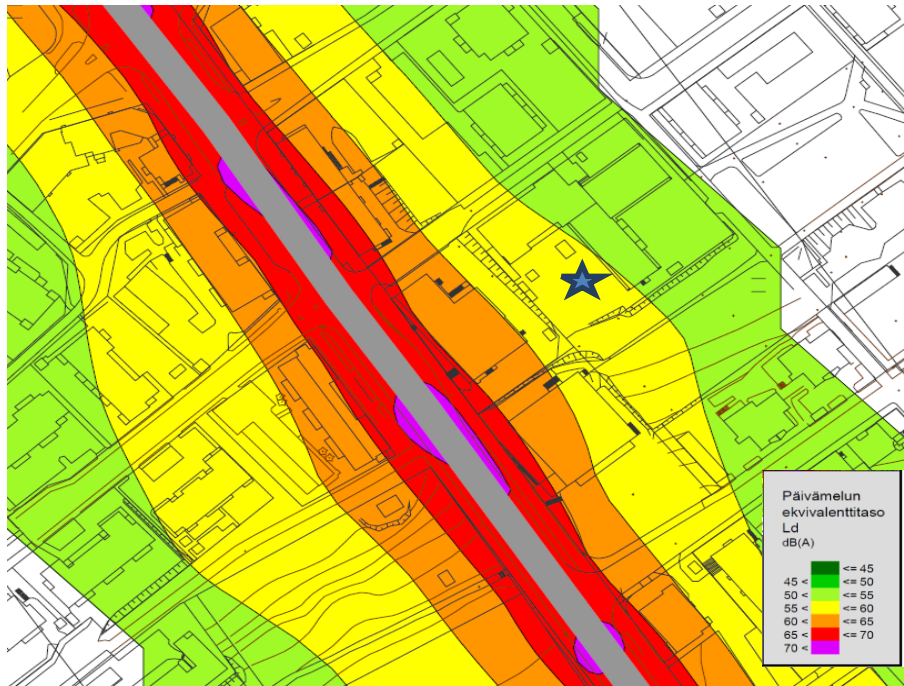
Kartanon päiväkodin tuntikohtaiset keskiäänitasot ovat niin korkeita, että piha-alueella puheen kuuleminen todennäköisesti häiriintyy ja sisällä lepoaika ei välttämättä takaa lapsille levon kannalta riittävää hiljaisuutta. Yöaikaiset keskiäänitasot olivat 50 – 62 desibeliä. Yöaikaisen häiritsevyyden ja unihäiriöiden takia keskiäänitaso yöllä tulisi olla ainakin 5 – 10 desibeliä matalampi kuin päivällä. Päiväkoti tarjoaa vuoro-
hoitoa ja unen häiriintyminen on todennäköistä ainakin junien ohiajojen aikana. Sisä-
melumittauksia ei tässä työssä tehty, mutta rakennuksen ääneneristävyys on todennä-
köisesti huono, koska kyseessä on vanha rakennus. Jos päiväkodilta olisi vastattu ky-
selyyn, olisi vastauksesta saatu kokemukseräistä tietoa asiasta.

Pallon päiväkodin (kuva 17) tulos on 57 dB ja laskettu tulos 60 – 65 dB. Päiväkoti sijaitsee vilkasliikenteisen Taipalsaarentien varrella. Taipalsaarentie toimii sisääntulo-
tienä pohjoisen suunnasta keskustaan tulevalle liikenteelle. Mittaustulos jäi hieman
matalammaksi kuin laskennallinen tulos.



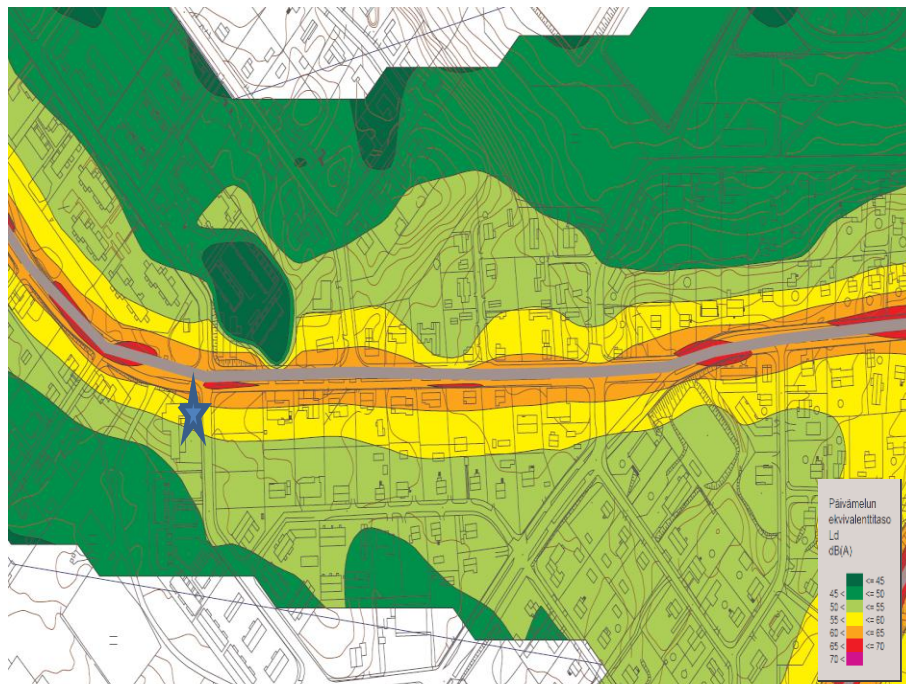
KUVA 17. Pallon päiväkotia

Peltolan päiväkotia (kuva 18) sijoittuu keskustan tuntumaan, ei kuitenkaan ihan Kaup-
pakadun varteen, mutta selkeästi melualueelle. Piha-alue on rakennusten suojassa.
Mittaustulos oli 53 dB ja laskettu tulos 55 – 65 dB.



KUVA 18. Peltolan päiväkoti

Uus-Lavolan päiväkodin (kuva 19) mittaustulokseksi saatiin 51 dB. Laskennallinen tulos oli 50 – 55.



KUVA 19. Uus-Lavolan päiväkoti

Mittauksia ei tehty kaikkien melualueella olevien koulujen piha-alueilta, koska Lappeenrannassa on käynnistynyt kouluverkkouudistus ja joitain melualueella olevia kouluja on jo päätetty lakkauttaa. Mitatut keskiäänitasot vastasivat pääosin mallinnuksen

avulla laskettuja tuloksia. Joissain tapauksissa mitattu tulos jäi laskettua tulosta matalammaksi. Näissä kohteissa tarvittaisiin pitempiaikaisia mittauksia, jos halutaan mittauksen avulla selvittää kohteen keskiäänitaso. Mallinnuksen avulla saatu laskennallinen tulos näyttäisi olevan kuitenkin hyvä tapa arvioida kohteiden keskiäänitasoja. Mittauksia voidaan käyttää hyvin laskennallisen tuloksen tukena, kun arvioidaan melutasoja.

Selkeästi melualueella olevia kouluja Lappeenrannassa on kuusi. Kesämäen kaupunginosassa Kesämäenrinteen koulu on lisäksi lentomelualueella. Lappeenrannassa lentoliikenne on melko vähäistä, vaikka se on lisääntynyt muutaman viimevuoden aikana. Koulun oleskelupiha on rakennusten suojassa. Meluntorjunta tulisikin kohdistaa rakennukseen ja varmistaa oppilaille ja opettajille työrauha tuntien aikana. Päiväkoteja on melualueella viisi. Mittausten ja mallinnuksen mukaan niitä ovat Kartanon-, Pallon- ja Kesämäen päiväkodit. Peltolan päiväkotia on mallinnuksen mukaan melualueella, mutta rakennukset suojaavat piha-alueita.

Kuvaan 20 on koottu yhteen mitatut keskiäänitasot suhteessa ympäristömelun päiväaikaiseen ohjearvoon. Ohjearvoa sivuavia tai sen ylittäviä tuloksia on 9 kappaletta.



KUVA 20. Yhteenveto mitatuista keskiäänitasoista

Leikkikentillä melun mittaaminen on melko haasteellista. Mittaus oli usein keskeytettävä, koska sinne tuli lapsia leikkimään. Joitain mittauksia onnistuttiin tekemään aamulla työmatkaliikenteen aikaan. Joidenkin (lasten liikennekaupungin, Hietalankadun

ja Asemakolmion) leikkikenttien melutasot olivat korkeita (60 – 65 dB) ja vastasivat mallinnusta hyvin (mallinnuksen avulla laskettu tulos 60 – 65 dB).

Tehtiinpä mittaukset kuinka huolellisesti, optimaalisissa olosuhteissa ja kokoneen mit-taajan toimesta tahansa, tulosten mittaasepävarmuus on vähintään ± 2 dB. ± 2 dB:n mittaasepävarmuus johtuu mittarista aiheutuvasta mittaasepävarmuudesta ja sitä al-haisempaan mittaasepävarmuuteen on lähes mahdotonta päästä. Tässä työssä ei ollut kuitenkaan tarkoitus tarkastella mittaustuloksia tilastollisesti.

Sääolosuhteet eivät kaikilta osin vastanneet ympäristöministeriön ohjeita hyväksyttä-vistä mittaolosuhteista. Tuulen nopeudet olivat alle 5m/s eikä sateella tehty mittauk-sia, mutta tuulen suunta ei ollut kaikissa kohteissa sektorilla ± 45 astetta eli suositusta myötätuulesta ei kaikissa mittauksissa voitu toteuttaa. Taulukkoon 7 on koottu mitta-uspisteiden päivämäärät, sääolosuhteet, tuulitiedot sekä välimatka mittauspisteestä melulähteeseen.

TAULUKKO 7. Sää tiedot mittauspisteissä

Mittauspaiikka	Päivämäärä	Tuulen no-peus [m/s]/tuulen suunta [°]	Lämpötila [°C]/ kosteus [RH]	Välimatka [m]
Hietalankadun leikkikenttä	9.6.	2,7/94	21/34	15
Liikennekaupunki	8.6.	3,6/156	20/37	12
Juvakanpuiston leikkikenttä	17.6.	3,1/213	20/30	24
Raitapuiston leikkikenttä	15.6.	3,4/89	12/82	150
Asemakolmion leikkikenttä	1.7.	3,8/150	23/71	20
Keskuspuiston leikkikenttä	26.7.	2,9/32	23/72	25
Peltolan koulu	7.6.	3,6/140	15/48	20
Kesämäenrinteen koulu	17.6.	2,8/277	22/33	40
Martikanpellon koulu	29.6.	2,8/130	21/56	30
Pallon pk	18.7.	3,8/187	25/41	30
Uus-Lavolan pk	8.7.	3,6/116	27/47	25

(jatkuu)

(jatkuu)

Peltolan pk	30.6.	2,9/168	24/61	60
Kesämäen pk/koulu	12.8.2010	2,0/287	18/24	30
Kartanon pk	21.7.	2,1/60 – 200	24/70	50

Melumittausten vertailukelpoisuus ja luotettavuus ovat tärkeitä erityisesti silloin, kun mittaustulosten pohjalta tehdään johtopäätöksiä. Kun tulosten perusteella tehdään meluntorjunnan ratkaisuja tai tarkoituksena on verrata mittaustulosta ohjearvoon, tiedot mittaustulosten epävarmuudesta ja tilastollisesta luotettavuudesta tulee sisältyä mittausraporttiin. (Ympäristömelun mittaaminen 1995.)

Erilaisia epävarmuustekijöitä ovat muun muassa mittauslaitteiden tarkkuus, mittausmenetelmän tarkkuus, mittaajan aiheuttamat ääniheijastukset, mitattavien äänilähteiden äänensäteilyn vaihtelu, sääolot sekä taustamelu. Äänen etenemisvaimentumiseen vaikuttavilla sääoloilla, joita ovat erityisesti tuuli (nopeus ja suunta), on usein suurin vaikutus lopputulokseen. Äänilähteen ja mittauspaikan välisen etäisyyden kasvaessa sääolojen vaikutus lopputulokseen lisääntyy voimakkaasti. Jos mittausetäisyys on 30 metriä, mittausepävarmuus on ± 2 dB. Mittausetäisyyden kasvaessa suositellaan tehtäväksi vähintään 5 rinnakkaismittausta. Tehtäessä seurantamittauksia lyhytaikaisista meluilmiöistä esimerkiksi ulkoilmatilaisuuksista, äänensäteilyn vaihteluita ja sääoloja ei oteta huomioon epävarmuustekijöinä. (Ympäristömelun mittaaminen 1995.) Mittarista aiheutuva epävarmuus on tarkkuusluokan 1 mittarilla ± 2 dB. Mikäli ympäristöministeriön ohjeet hyväksyttävistä mittausolosuhteista eivät täyty tai suurimmat mittausetäisyydet ylittyvät, mittausepävarmuuden katsotaan olevan ± 10 dB. (Ympäristömelun mittaaminen 1995.)

Päiväkodeille lähetettiin kysely, mutta siihen vastattiin valitettavan huonosti. Kuudesta päiväkodista vain kolme vastasi. Vastausten perusteella liikenteen melu häiritsee vain vähän ulkona ja ei juuri lankaan sisätiloissa. Vaaratilanteita ei ole sattunut sen vuoksi, että lapset eivät olisi kuulleet varoituksia. Kartanon päiväkodista ei vastattu kyselyyn, vaikka sieltä otettiin yhteyttä terveydensuojeluviranomaiseen meluhaitan takia.

12.2 Toimenpide-ehdotukset

Meluntorjunnan lähtökohtana on, että melu ei saa aiheuttaa ihmiselle terveydellistä haittaa. Tämä on haitallisen melun tunnusmerkki. Terveyshaittana voidaan pitää myös epäviihtyisyyttä ja työn suorituskyvyn alenemista. Peruskriteerinä melun haitallisuudelle on siis tietämys sen haitallisista vaikutuksista. Melulla on saasteena ainutlaatuisia ominaisuuksia, josta johtuen meluntorjunnassa joudutaan tekemisiin monimutkaisten teknisten, sosiaalisten, poliittisten ja lainsäädännöllisten seikkojen kanssa. (Björk 1990.)

Pöyryn meluselvityksen mukaan melun suojaustoimenpiteitä tarvitaan ja niitä ehdotettiin 19 eri katujaksolle. Fyysisiä melusteita suositeltiin viidelle katuosuudelle. Yleisin ehdotettu meluste oli meluseinä, mutta myös meluvallia tai melukaidetta esitettiin joillekin kaduille. Kahdelle katuosuudelle ehdotettiin melusteen lisäksi myös nopeusrajoituksen alentamista. Nopeusrajoituksia voidaan vahvistaa rakentamalla lisäksi hidasteita. Toimenpiteiden ansiosta melulle altistuvien asukkaiden määrä vähenisi noin 2600 asukkaalla. Teollisuusmelualueella ei ole kouluja eikä päiväkoteja tällä hetkellä. (Lappeenrannan meluselvitys ja meluntorjunnan yleissuunnitelma 2005.)

Kartanon päiväkodin kodalle Muukontielle paras meluntorjuntakeino on meluseinä. Kesämäen päiväkodin ja Kesämäen koulun kohdalle Simolantien varteen tarvitaan meluseinä. Taipalsaarentielle Pallon päiväkodin kohdalle tarvitaan myös meluseinä. Merenlahdentielle, jonka varrella toimii Uus-Lavolan päiväkotikoti, sopii paremmin liikenteen vähentäminen ohjaamalla se toista reittiä sekä nopeusrajoituksen alentaminen. Melualueella olevien leikkikenttien (Valtakatu, Kauppakatu ja Hietalankatu) meluntorjuntaan sopii parhaiten istutukset. Myös melukaide ja nopeusrajoituksen alentaminen sopisivat näille katuosuuksille. Liikennemäärät ovat suurimmillaan Helsingintiellä ja Kauppakadulla noin 18 000 – 19 000 ajoneuvoa vuorokaudessa. Liikennemäärän arvioidaan kaksinkertaistuvan vuoteen 2020 mennessä ja näin ollen meluntorjuntatoimenpiteitä tarvitaan. Taulukkoon 8 on kerätty ehdotetut suojaustoimenpiteet kohteittain.

TAULUKKO 8. Toimenpide-ehdotukset

Mittauspaikka	Suojaustapa
----------------------	--------------------

(jatkuu)

(jatkuu)

Hietalankadun leikkikenttä	Melukaide ja istutukset
Liikennekaupunki	Melukaide ja istutukset
Juvakanpuiston leikkikenttä	Melukaide ja istutukset
Raitapuiston leikkikenttä	Ei tarvita suojausta
Asemakolmion leikkikenttä	Melukaide ja istutukset
Keskuspuiston leikkikenttä	Istutukset
Peltolan koulu	Melukaide ja istutukset
Kesämäenrinteen koulu	Ei piha-alueen suojausta
Martikanpellon koulu	Meluseinä
Pallon pk	Meluseinä
Uus-Lavolan pk	Nopeusrajoituksen laskeminen
Peltolan pk	Istutukset
Kesämäen pk/koulu	Meluseinä
Kartanon pk	Meluseinä

12.3 Suositukset päiväkotien sijoittamiselle

Valtioneuvoston päätöksessä (993/1992) on annettu ympäristömelun yleiset ohjeavot päivällä (klo 7-22) ja yöllä (klo 22-7) sekä ulkona että sisällä esiintyvälle melulle (taulukko 5). Liikenteen ja muiden lähiympäristön melulähteiden aiheuttama päiväajan keskiäänitaso (L_{Aeq}) ei saisi olla yli 55 dB ulko-oleskelualueilla. Sisätiloissa päiväajan keskiäänitaso saa olla enintään 35 dB ja yöajan keskiäänitaso enintään 30 dB ympäri-vuorokauden toimivissa päiväkodeissa.

Jo noin tuhannen auton liikennemäärä vuorokaudessa voi aiheuttaa viereisellä tontilla melutason ohjearvon ylittymisen. Kadun ja päivähoitotilojen väliin on jätettävä riittävä etäisyys. Taulukkoon 9 on koottu suositus suojaetäisyyksistä.

TAULUKKO 9. Suojaetäisyydet suhteessa liikennemäärään

Vuorokausiliikennemäärä	Etäisyys vähintään
5000	10 m
10 000	20 m
30 000	50 m
70 000	100 m

Jos kadun ja päiväkodin väliin ei ole mahdollista jättää riittävää etäisyyttä, on paras ratkaisu sijoittaa piha- ja leikkialueet suojaan rakennuksen taakse. Jos melutasot ylittävät ohjearvot, piha-alueiden suojaksi voidaan edellyttää meluesteen, esimerkiksi tonttimeluidan, rakentamista ja sisätilojen suojaamiseksi tavanomaista parempaa rakennuksen ulkoseinien, ikkunoiden ja muiden rakenteiden ääneneristävyyttä. Tonttia ei voida pitää sopivana päivähoitokäyttöön, jos ohjearvot ylittyvät meluntorjuntatoimista huolimatta. Valtioneuvoston päätöksessä (480/1996) on annettu ohjearvot ilman epäpuhtauksille kuten typpidioksidille ja hengitettävillä hiukkasilla. Kaupunkialueella suurin ilmanlaatuun vaikuttava tekijä on liikenne. Myös kohteen lähellä olevat teollisuuslaitokset tai muut teolliset tai liikennettä lisäävät toiminnot voivat vaikuttaa ilmanlaatuun paikallisesti.

13 POHDINTA

Meluntorjunnan päämääränä on turvata kansalaisille terveellinen, viihtyisä ja vähämeluinen ympäristö ennaltaehkäisemällä melun syntyminen, estämällä melun leviäminen ja vähentämällä meluhaittoja. Vähämeluinen, terveellinen ja viihtyisä ympäristö voidaan saavuttaa säilyttämällä erityyppisiä hiljaisia alueita sekä estämällä tärinän syntyä ja vähentämällä siitä aiheutuvia haittoja.

Melun aiheuttamia haittoja pyritään hallitsemaan melupäästöön, äänen etenemiseen (äänen siirtotie) sekä melutasoon ja -altistukseen kohdistuvilla vaatimuksilla ja toimenpiteillä. Käytännössä meluongelmat ovat osoittautuneet sellaisiksi, että riittävä, taloudellisin ja käytännöllisin tulos saavutetaan vain eri meluntorjuntakeinoja yhdistelemällä.

Meluvälillä voidaan jossain määrin vähentää melualtistusta vilkasliikenteisillä alueilla, mutta hiukkasaltistumista ne eivät vähennä. Hiljaisten päällysteiden laajamittaisempi käyttö vähentäisi melusaastetta, mutta varsinkin nastarenkaiden aiheuttaman kuluman vuoksi katupölypäästöt saattaisivat kasvaa. Altistumista molemmille vähentäisi nastarenkaiden käytön rajoittaminen, kuten on jo tehty useammassa maassa. Melulle altistuminen vähenisi kahta tietä: vierintämelu vähenisi, ja hiljaiset päällysteet yleistyisivät niiden kestävyuden parantuessa. Liikenteen päästöistä aiheutuvien haittojen yleisyyden ja vakavuuden vuoksi hiukkaset ja melu pitäisi joka tapauksessa huomioida ja torjuntakeinot sovittaa yhteen kaikessa kaupunkisuunnittelussa ja -rakentamisessa. (Lanki 2011, 105.)

Nastarenkaiden käytön rajoittamiseen Suomen olosuhteissa täytyy kyllä suhtautua kriittisesti. Seurauksena voi olla paljon suuremmat menetykset kuin melun ja hiukkasen aiheuttamat altistumisista johtuvat terveyshaitat. Mielestäni parhaita meluntorjuntakeinoja olisivat herkkien toimintojen sijoittaminen pois vilkasliikenteisten väylien varrelta. Tämä voisi toteuta ainakin uusia alueita ja uusia kouluja ja päiväkotia suunniteltaessa. Lappeenrannassa Lasten ja nuorten hyvinvointiselonteosta huolimatta rakennettiin uusi päiväkotikiinteistö melualueelle vuonna 2011. Alueella oli jo entuudestaan koulukeskittymä. Samassa korttelissa vilkasliikenteisten katujen ympäröimänä on kolme koulukiinteistöä ja siihen haluttiin rakentaa vielä uusi päiväkotikiinteistö. Joukkoliikennettä tehostamalla ja kevyenliikenteen väyläverkoston lisäämisellä ja kunnossapidon parantamisella voitaisiin vähentää liikenteestä aiheutuvia päästöjä niin melun kuin hiukkasenkin osalta. Samalla tulisi toteutettua Lappeenrannan ilmasto-ohjelman sekä liikennestrategian tavoitteita.

Keskusta-alueelle on sijoitettu leikkipuistoja sellaisille puistokaistaleille, joita ei ole voinut muuten hyödyntää. Leikkipuistoihin sopivia meluntorjuntatoimenpiteitä voisivat olla erilaiset istutukset. Vaikka istutusten melua torjuva vaikutus ei ole kovinkaan suuri, loisivat ne ainakin lisää viihtyisyyttä alueille Tiivis ja vyöhykkeinen kasvilli-

suus olisi paras meluste. On kuitenkin hyvä erityisesti viihtyvyyden kannalta, että myös keskustan alueella on leikkipuistoja.

Lappeenrannassa herkkiä toimintoja on sijoitettu melualueille. Ympäristöministeriön asettamat ohjearvot (päiväaikainen keskiäänitaso 55 dB) ylittyivät tai sivusivat niitä 9 mittauspisteessä. Meluntorjunnalle on selkeä tarve ja melun suojaustoimenpiteitä tulisi toteuttaa. Yhteistyötä eri viranomaisten kanssa tulisi tiivistää entisestään. Kouluja ja päiväkotia on sijoitettu melualueille, vaikka lapset ja nuoret ovat aikuisväestöä herkempiä liikenteestä aiheutuville haitoille. Maksimiäänitasot nousevat korkeiksi, hetkellisesti jopa yli 80 desibelin. Näin korkeat melutasot voivat olla huomattava terveysriski pitkällä aikavälillä ja voivat aiheuttaa lapsille ja nuorille levottomuutta sekä oppimis- ja keskittymisvaikeuksia. Lievää tai tilapäistä kuulokyvyn alentumista voi esiintyä 65 – 75 desibelin melutasoilla. Jos melu kulkeutuu sisätiloihin päiväkodeissa, se voi vaikeuttaa nukkumista ja lepoa hetket häiriintyvät.

Kasvatus- ja opetustoimen olisi hyvä yhdessä terveydensuojeluviranomaisen kanssa jo suunnitteluvaiheessa käydä läpi tarvittavat meluntorjuntatoimenpiteet niin sisätiloissa kuin ulkoilualueilla ja huolehtia siitä, että suositukset huomioidaan ja myös toteutetaan. Piha-alueille voisi rakentaa seinämiä tai sijoittaa leikki- ja oleskelualueet sisäpihoille rakennusten suojaan. Näin taattaisiin hiljaisempia alueita, joissa olisi rauhallisempaa ja vähämeluisempaa ulkoilla hoito- ja koulupäivän aikana. Koulumatkareittien paremmalla suunnittelulla voitaisiin taata lapsille vähemmän meluisat ja turvallisemmat koulumatkat. Nämä asiat pitää huomioida jo kaavoitusvaiheessa ja siksi yhteistyötä kaavoittajan kanssa oli myös tehostettava. Ihanteellisin ratkaisu olisi, jos herkät toiminnot voitaisiin sijoittaa hiljaisille alueille, joiden melutaso ei nouse päiväaikaan yli 50 desibelin.

Tässä työssä syvennyttiin tieliikenteestä aiheutuvaan meluhaittaan ulkona. Jatkossa olisi syytä kiinnittää huomio myös koulujen ja päiväkotien mahdollisiin sisämeluongelmiin ja niistä aiheutuvien haittojen ennaltaehkäisemiseen ja torjuntaan.

Kuten jo aikaisemmin todettiin, melun mittaaminen teknisesti ei ole vaikeaa, mutta tulosten tulkinta on sitäkin haasteellisempaa. Aiheena melu on todella haasteellinen, ellei suorastaan vaikea, mutta oikeastaan myös erittäin mielenkiintoinen. Opinnäytetyön tavoite kuitenkin toteutui ja tätä meluselvitystä voidaan käyttää osana Lappeen-

rannan kaupungin meluntorjuntasuunnitelmaa. Opinnäytetyöstä tehdään suppeampi versio ja sitä jaetaan Lappeenrannan kaupungin organisaatiossa kasvatus- ja opetus-
toimeen, tekniseen toimeen ja terveyden edistämisyöryhmälle.

LÄHTEET

Asfaltti 2011. Sisältödokumentti. <http://fi.wikipedia.org/wiki/Asfaltti>. Päivitetty 24.5.2011. Luettu 14.2.2012.

Asumisterveysopas 2009. Pori: Ympäristö- ja Terveys- lehti.

Björk, Erkki 1990. Melun mittaukset sisällä ja ulkona. Luentomoniste.

Björk, Erkki 1995. Meluntorjunta. Kuopion yliopisto.

Eurasto, Raimo 2005. Ympäristömeludirektiivin täytäntöönpanoon liittyvät laskentamallivertailut. Ympäristöministeriön julkaisu 753.

Finavia. Mitä lentokone melu on? Sisältödokumentti. <http://www.finavia.fi/ymparisto/melu/lentokoneidenmelu>. Ei päivitystietoa. Luettu 22.12.2011.

Forstén, Lars 2011. Melua vaimentavat päällysteet. Luento Helsingissä 28.9.2011.

Koskinen, Vesa & Hongisto Valtteri 2011. Tieliikennemelun taajuusjakauma. Työterveyslaitos. Helsinki.

Jauhiainen, Tapani, Vuorinen, Heikki S. & Heinonen-Guzejev, Marja 2007. Ympäristömelun vaikutukset. Ympäristöministeriön julkaisu 3/2007.

Lahti, Tapio 2003. Ympäristömelun arviointi ja torjunta. Ympäristöopas 101.

Lanki, Timo 2011. Tieliikenteen melun ja ilmansaasteiden vaikutukset sydänterveyteen. Ympäristö ja Terveys, 2-3, 100-104.

Lappeenranta. Lappeenrannan kaupungin ympäristönsuojelumääräykset. Lappeenrannan kaupungin verkkosivut. http://www.lappeenranta.fi/Suomeksi/Palvelut/Ymparisto_ja_elaimet/Ymparistovalvonta/Ymparistonsuojelumaaraykset. Ei päivitystietoa. Luettu 21.10.2011

Lappeenrannan kaupunki, kiinteistö- ja mittaus-toimi. Kartta mittauspisteistä.

Lappeenrannan meluselvitys ja meluntorjunnan yleissuunnitelma 2005. Pöyry Finland Oy.

Lappeenranta. Lappeenrannan seudun ympäristötoimi. http://www.lappeenranta.fi/Suomeksi/Hallinto/Kaupunkiorganisaatio/Tekninen_toimi/Lappeenrannan_seudun_ymparistotoimi.iw3. Ei päivitystietoa. Luettu 21.2.2012.

Liikennevirasto 2010. Tien melusteiden suunnittelu. Pdf- dokumentti. Liikenneviraston ohjeita 16/2010. http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf3/lo_2010-16_meluste_suunnittelu_web.pdf. Ei päivitystietoa. Luettu 14.2.2012.

Liikonen, Larri & Leppänen, Paula 2005. Altistuminen ympäristömelulle Suomessa. Tilannekatsaus 2005. Ympäristöministeriön julkaisu 809.

Lohko, Hanna 2011. Valokuvat mittauspisteistä.

Lohko, Hanna 2012. Valokuvat Rion NL-31 äänitasomittarista.

Melu. Sisältödokumentti. http://wanda.uef.fi/tkk/avoin/ymp_terveys. Päivitetty 28.2.2002. Luettu 9.2.2012.

Melu. Sisältödokumentti. <http://fi.wikipedia.org/wiki/Melu>. Päivitetty 15.1.2012. Luettu 15.2.2012.

Pesonen, Kari 2004. Hiljaiset alueet. Ympäristöministeriön julkaisuja 738.

Tiihonen, Jukka & Hänninen, Otto 1997. Meluntorjunnan perusteet. Ympäristöopas 18.

Trafino. Trafino Oy:n internetsivut. <http://www.trafino.fi>. Ei päivitystietoa. Luettu 10.2.2012.

Picard, Michel & Brdley, John S. 2001. Revisiting speech interference in classrooms.

Pönkä, Antti 2006. Terveystieteiden tutkimuskeskus. Jyväskylä: Suomen ympäristöterveys Oy.

Terveystieteiden tutkimuskeskus 763/1994.

Työterveyslaitos 2010. Melun terveysvaikutukset. Työterveyslaitoksen verkkosivut. http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/melu/melun_terveysvaikutukset. Päivitetty 11.3.2010. Luettu 10.2.2012.

Ympäristöministeriö 2011. Kaavoitus ja meluntorjunta. Sisältödokumentti. <http://www.ymparisto.fi>. Päivitetty 7.1.2011. Luettu 3.10.2011.

Ympäristöministeriö 2010. Maankäyttö ja rakentaminen. Sisältödokumentti. <http://www.ymparisto.fi>. Päivitetty 22.11.2010. Luettu 18.2.2012.

Ympäristöministeriö 2011. Melu. Sisältödokumentti. <http://www.ymparisto.fi>. Päivitetty 12.8.2011

Ympäristöministeriö 2011. Melun mittaaminen ja laskeminen. Sisältödokumentti. <http://www.ymparisto.fi>. Päivitetty 7.1.2011. Luettu 20.1.2012.

Ympäristöministeriö 2011. Melutason ohjeavot. Sisältödokumentti. <http://www.ymparisto.fi>. Päivitetty 7.1.2011. Luettu 20.1.2012.

Ympäristöministeriö 2011. Meluntorjunta. Sisältödokumentti. <http://www.ymparisto.fi>. Päivitetty 7.1.2011. Luettu 21.10.2011.

Ympäristöministeriö 2010. Meluntorjuntalainsäädäntö. Sisältödokumentti. <http://www.ymparisto.fi>. Päivitetty 15.2.2010. Luettu 11.2.2012.

Ympäristöministeriö 2011. Melua ja tärinää aiheuttava tilapäinen toiminta. Sisältödokumentti. <http://www.ymparisto.fi>. Päivitetty 17.8. 2011. Luettu 21.10.2011.

Ympäristöministeriö 2011. Melu ja tärinä. Sisältödokumentti.
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=226367&lan=fi&clan=fi>. Päivitetty
11.4.2011. Luettu 3.10.2011.

Ympäristöministeriö 1996. Tieliikennemelun mittaaminen. Ympäristöopas 15.

Ympäristöministeriö 2010. Valvontayhteistyö. Sisältödokumentti.
<http://www.ymparisto.fi>. Päivitetty 22.11.2010. Luettu 28.1.2012.

Ympäristöministeriö 1995. Ympäristömelun mittaaminen. Ympäristöministeriön ohjeita 1/1995.

Ympäristönsuojelulaki 86/2000



Kyselylomake päiväkodeille

1. Onko liikenteen melusta aiheutunut lapsille vaaratilanteilla pihalla (ei ole kuullut melun takia)?

2. Kuinka häiritsevää liikenteestä aiheutuva melu on?
 - a) ei häiritse ollenkaan
 - b) häiritsee vähän
 - c) häiritsee melko paljon
 - d) häiritsee paljon

3. Aiheuttaako ulkoa tuleva melu ongelmia sisätiloissa? Esimerkiksi heräilevätkö lapset kesken unien, aiheuttaako levottomuutta, keskittymiskyvyn puutetta tai jotain muita ongelmia.

4. Mitä muuta haluaisit kertoa ulkomelusta?

Kiitos vastauksesta!

**LASTEN LIIKENNENKAUPUNKI****MITTAUKSEN TARKOITUS:** Melukartoitus herkissä kohteissa**MITTAUSPAIKKA JA AIKA:** Liikennekaupunki, Valtakatu, 8.6.2011 klo. 7.51-10.31**SÄÄTIEDOT:**

Sää tiedot saatiin Lappeenrannan Armilassa sijaitsevalta palolaitoksen sääasemalta.

	klo 8.00	klo 9.00
tuulensuunta (°)	151, kaakko	156, kaakko
tuulennopeus (m/s)	3,7 m/s	3,6 m/s
lämpötila (°C)	17,0	20,0
suhteellinen kosteus (%)	43	37

MITTAUKSEN SUORITTAJA:

Hanna Lohko, avustava tarkastaja

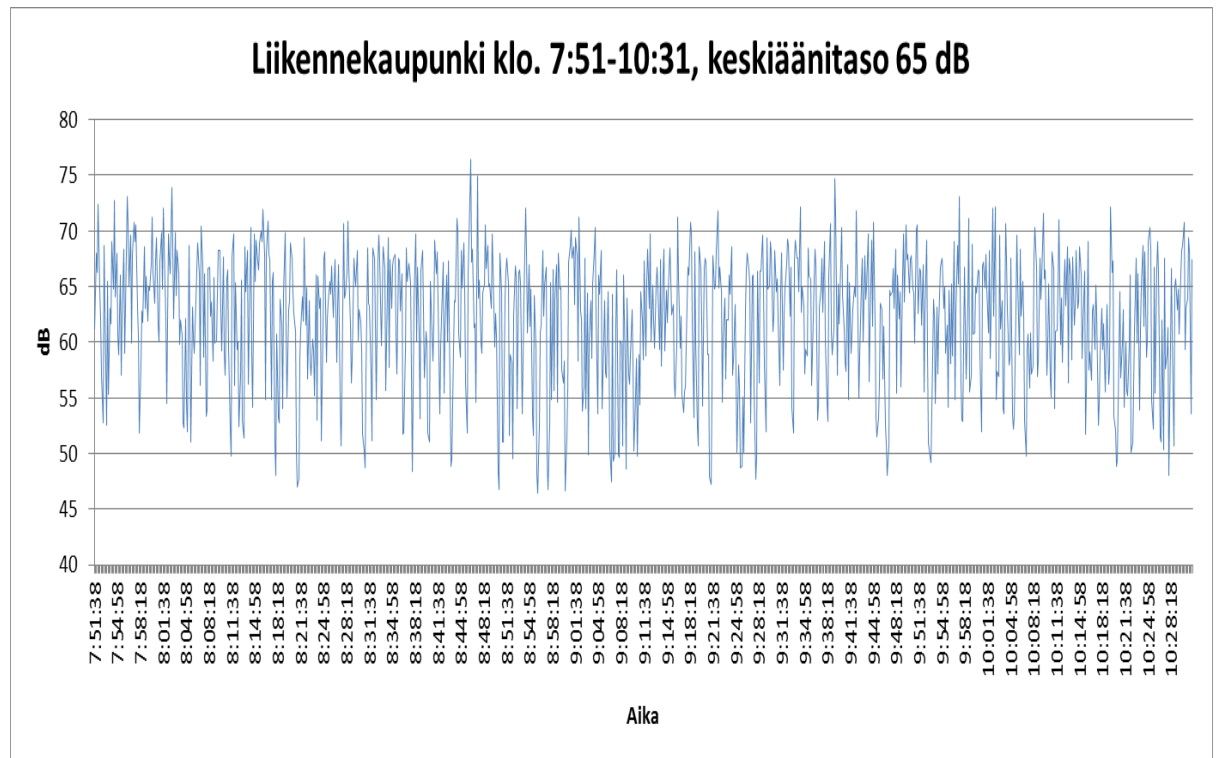
MITTAUSLAITTEET:

Melumittarina käytettiin Rion NL-31 äänitasomittaria, jonka tarkkuusluokan on taso 1. Mittauksissa käytettiin A-äänipainotusta, fast-aikavakiota ja asteikkona 30 – 120 dB. Mittari oli asetettu 150 cm korkeuteen ja suunnattu kohti Valtakatua. Tulokset tallennettiin 10 s keskiääniarvoina. Mittalaitteiston kalibrointi tarkistettiin ennen mittauksen alkamista ja mittauksien jälkeen.

MITTAUKSEN AJANKOHTA: 8.6.2011, klo. 7.51-10.31**MITTAUSJÄRJESTELYT JA -OLOSUHTEET:**

Kalibrointi alku: 94,0, 113,9	Kalibrointi loppu: 94,0, 114,0	
Mittauksen alku: 7.51	Mittauksen loppu: 10.31	Mittauksen kesto: 2,5h
Mittausalue (dB): 30 – 120	Aika vakio (fast/slow): Fast	

MITTAUSTULOKSET: A-painotettu keskiäänitaso on 65 dB.



TULOSTEN TARKASTELU

Tuulen suunta mittausaikana oli kaakossa $148 - 156^\circ$. Tuuli on vastainen melupäästöön nähden, eikä vastannut ympäristöministeriön ohjeen mukaista optimaalista tuulensuuntaa. Optimaalinen tuulensuunta olisi ollut $340 - 20^\circ$ eli pohjoistuli. Mittaustulos 2,5 tuntia kestävästä mittausjakson ajalta on 65 dB (A-painotettu keskiäänitaso). Mittausolosuhteet vastasivat liikenteen osalta normaalia Valtakadun liikennemäärää. Jos tulosta verrataan valtioneuvoston ohjeeseen päiväaikaisesta keskiäänitasosta 55 dB, tulos ylittyy selvästi. Vaikka mittaushetkellä vallitsi vastatuuli, sen vaimentavaa vaikutusta ei tarvitse huomioida, koska mittausetäisyys oli alle 30 metriä.

Liite 1. Kuvat mittauspaikalta



Liite 2. Kartta mittauspisteestä



Sovelletut oikeusohjeet:

Valtioneuvoston päätös meluohjearvoista 993/1992

Ympäristöministeriö, ohje 1/1995: Ympäristömelun mittaaminen