SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - **AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO**
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

SISÄTILOJEN ÄÄNIMAAILMAN VAIKUTUKSET TYÖNTEKIJÖIDEN VIIHTYVYYTEEN SAIRAALAYMPÄRISTÖSSÄ

TEKIJÄ: Juho-Ville Loponen

SAVONIA-AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖ
Tiivistelmä

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Ympäristöteknologian koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Juho-Ville Loponen	
Työn nimi Sisätilojen äänimaailman vaikutukset työntekijöiden viihtyvyyteen sairaalaympäristössä	
Päiväys 1.4.2016	Sivumäärä/Liitteet 50/5
Ohjaaja(t) projekti-insinööri Ville Matikka & lehtori Teemu Räsänen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savonia ammattikorkeakoulu	

Tiivistelmä

Työterveyslaitoksen (2005) tekemässä sisäilmastokyselyssä sisätilojen melun koettiin olevan yksi eniten työympäristöhaittaa aiheuttavista tekijöistä sairaalaympäristössä. Sairaalaympäristössä koettu melun ympäristöhaitta koettiin suurempana verrattuna muiden toimistotyöpaikkojen koettuun häiriöön. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää sisämelusta aiheutuvan haitan suuruutta, paikallistaa sisämelun lähteitä sairaalaympäristössä ja esitellä keinoja sisämelun torjuntaan.

Työtilojen akustiset ominaisuudet vaikuttavat suuresti työviihtyvyyteen ja kyselytutkimuksella pyrittiin selvittämään nykyisten toimitilojen viihtyisyyttä työntekijöiden näkökulmasta. Kysely toteutettiin lomakekyselynä, joka lähetettiin valituille henkilöille yliopistollisiin- ja keskusssairaaloihin ympäri Suomen. Kyselyitä lähetettiin yhteensä 296 kappaletta ja vastauksia saatiin takaisin 41 kappaletta, vastausprosentin ollessa 13,85%. Kyselyn avulla luotiin näkemys siitä millaiseksi sisätilojen äänimaailma koetaan sekä selvitettiin sairaalaympäristön merkittävimmät sisämelun äänilähteet. Tavoitteena oli myös saada tietoa siitä, kuinka tietoisia sairaaloissa ollaan sisätilojen äänitasoista ja onko tilojen korjauksia tai laajennuksia suunniteltaessa huomioitu sisätilojen äänien hallinta.

Viihtyisyyden ohella sisämelulla voi olla myös terveydellisiä vaikutuksia ja niiden estämiseksi tässä opinnäytetyössä on myös esitelty terveydenhoitotiloille annetut määräykset sisätilojen äänitasoista, sekä esitelty myös tapoja saavuttaa vähimmäisvaatimuksia paremmat akustiset olosuhteet työtiloihin. Yleisimpiä sisämelun terveydellisiä vaikutuksia selvitettiin kirjallisuustutkimuksella.

Kyselyn vastausten perusteella sisämelu ei ole ongelma Suomen sairaaloissa. Sairaalaympäristön merkittävimmiksi äänilähteiksi nousi kyselyn perusteella henkilömelu eli ihmisten toiminnasta aiheutuvat äänet sekä sairaalan laitteista lähtevät hälytysäänet. Ongelmatilanteissa sisämelun aiheuttama ympäristöhaitta olisi kuitenkin suositeltavaa minimoida, koska sisämelu voi aiheuttaa altistujilleen terveydellisiä ongelmia.

Avainsanat
sisämelu, sisätilojen melu, meluntorjunta, työtilojen akustiset olosuhteet

SAVONIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

THESIS
Abstract

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Environmental Technology			
Author(s) Juho-Ville Loponen			
Title of Thesis The Effects of Indoor Noise on the Staff in Hospital Environment			
Date	April 2016	Pages/Appendices	50/5
Supervisor(s) Project Engineer Mr Ville Matikka and Lecturer Mr Teemu Räsänen			
Client Organisation /Partners Savonia University of Applied Sciences			

Abstract

Finnish Institute of Occupational Health found out in their study in 2005 that indoor noise was one of the most disturbing factors in the office working environment. Comparing to other office environments indoor noise was found more disturbing in the hospital environment. The objective of this thesis was to find out how harmful the indoor noise is considered by hospital staff, locate the sources of indoor noise in hospitals and find solutions to reduce indoor noise.

Acoustical qualities have a great effect on the working environment satisfaction and this was examined from the viewpoint of hospital staff with a survey. The survey was done with a questionnaire that was sent to selected people in central and academic hospitals across Finland. 296 questionnaires were sent and 41 replies received so the response rate was 13.85%. With the help of the survey a view on the harmfulness and the most essential sources of indoor noise was found. Another purpose was to gather information about how aware the staff was about indoor sound levels and had they considered acoustics while planning reparations and enlargements.

Indoor noise can also have effects on health and therefore the specifications to indoor noise levels in the healthcare environment are presented in this thesis. Also ways to surpass minimal requirements to acoustical conditions are offered. The most common effects on health were found from literature.

As a result of this thesis, it can be stated that indoor noise is not an issue in Finnish hospitals. The most essential sources of indoor noise were noise from human behavior and alarms from medical equipment. In problem situations it is however, recommended to minimize the effects of indoor noise because of the negative effects it has on people's health.

Keywords
indoor noise, indoor noise reduction, acoustical properties of healthcare environment

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO 5
1.1 Taustat ja tavoitteet 5
1.2 Meluun liittyviä käsitteitä ja määritelmiä 6
2 ÄÄNI 7
2.1 Äänenpainetaso 7
2.2 A-painotettu äänenpainetaso ja kokonaisäänitaso 9
2.3 Keskiääni- ja enimmäisäänitasot 10
2.4 Äänitehotaso 11
2.5 Ääneneristys ja absorptio 11
2.6 Jälkikaiunta-aika 13
2.7 Ilmanääneneristysluku 14
3 SAIRAALOIDEN AKUSTIIKALLE ASETETUT MÄÄRÄYKSET JA OHJEISTUKSET 18
3.1 Maankäyttö- ja rakennuslaki 18
3.2 Suomen rakennusmääräyskokoelma C1 18
3.3 Asumisterveysasetus 19
3.4 Rakennusten akustinen luokittelu SFS 5907 21
4 SISÄMELU 22
4.1 Sisämelun äänilähteet ja sisämelun torjunta sairaalaympäristössä 22
4.1.1 Ihmisten toiminta 23
4.1.2 Sairaalan laitteet 24
4.1.3 Jäähdytys- ja ilmastointilaitteet 25
4.1.4 Ulkoa kantautuva melu 26
4.1.5 Rakentamistoiminnan melu 28
5 SISÄMELUN VAIKUTUKSET VIIHTYVYYTEEN JA TERVEYTEEN 29
6 KYSELYTUTKIMUS SAIRAALOIHIN 32
6.1 Kyselyn tulokset 33
6.2 Tulosten analysointi 41
7 JOHTOPÄÄTÖKSET 45
LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT 47
LIITE 1: KYSELYLOMAKE 51

1 JOHDANTO

1.1 Taustat ja tavoitteet

Työterveyslaitoksen (2005) tekemässä sisäilmastokyselyssä sisätilojen melun koettiin olevan yksi eniten työympäristöhaittaa aiheuttavista tekijöistä sairaalaympäristössä. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää sisämelusta aiheutuvan haitan suuruutta, paikallistaa sisämelun lähteitä sairaalaympäristössä ja esitellä keinoja sisämelun torjuntaan.

Suomen yliopistollisiin sairaaloihin ja keskussairaaloihin lähetetään kyselylomake, jolla pyritään selvittämään nykyisten työtilojen viihtyisyyttä työntekijöiden näkökulmasta ja yritetään paikallistaa ympäristön häiritsevimmät äänilähteet sairaaloiden aulatiloissa, käytävillä, vastaanottohuoneissa ja potilashuoneissa. Samalla selvitetään sairaaloiden tietoutta nykyisistä sisätilojen äänitasoista ja siitä onko mahdollisesti tulevissa rakennusprojekteissa huomioitu sisätilojen äänien hallinta. Kyselyn kohderyhmänä on sairaalan hallinto, osastoista vastaavat lääkärit, sairaalan tukipalvelut (kiinteistö- ja tekniset palvelut) ja potilasturvallisuuden asiantuntijat.

Sisämelun vaikutuksia ihmisten terveyteen ja ympäristön viihtyisyyteen selvitetään kirjallisuutta ja internetlähteitä tutkien. Samalla luodaan katsaus rakennusten sisätilojen akustisille ominaisuuksille annetuista määräyksistä.

1.2 Meluun liittyviä käsitteitä ja määritelmiä

Impulssimainen melu: Impulssimainen melu on iskumaista melua, joka sisältää hetkittäisiä, enintään 1 sekunnin kestäviä meluhuippuja, jotka ovat 15 dB taustamelua voimakkaampia. Tyypillisiä impulssimelun aiheuttajia ovat esimerkiksi iskut, räjähdykset, laukaukset ja sähköpurkaukset. (Lohko 2012, 5.)

Kapeakaistainen melu: Kapeakaistainen melu on melua, jossa on selvästi havaittavissa kuultavia soivia ääniä (ääneksiä tai äänesmäisiä komponentteja, äänes = yhdestä taajuudesta muodostuva ääni). Kapeakaistainen melu voi olla ulisevaa, sireenimäistä tai soivaa ääntä. Kapeakaistainen melu koetaan sitä häiritsevämmäksi mitä enemmän se erottuu muusta melusta ja kuinka voimakasta muu samanaikainen melu on. (Lohko 2012, 5.)

Taajuus: Äänen tason ohella äänen aistimukseen vaikuttaa äänen taajuussisältö eli taajuusjakauma eli spektri. Äänen taajuudella tarkoitetaan äänen jaksojen lukumäärää sekunnissa ja sen yksikkönä käytetään hertsiä [Hz]. Ihmisen kuuloaistimus käsittää taajuusalueen 20–20 000 Hz, mutta on herkimmillään välillä 2 000–5 000 Hz. Kuuloalueen molemmissa päissä kuulokynnys on useita kymmeniä desibelejä korkeammalla kuin herkkyysalueella. (Tiihonen & Hänninen 1997, 10.)

Taso ja desibeli: Akustiikassa äänen voimakkuutta kuvataan ääniteho- ja äänenpainetasoina. Ihmiskorva pystyy aistimaan äänenpaineenvaihtelut 20 mikropascalista 20 Pascaliin saakka, joten vertailun helpottamiseksi tasot ilmoitetaan 10-kantaiseen logaritmiseen perustuvina suureina ja niiden yksikkönä käytetään desibeliä [dB]. (Tiihonen & Hänninen 1997, 8.)

Äänenpainetaso L_p: Äänenpainetaso määrittää ihmisen kokemuksen äänestä ja siten myös sen häiritsevyydestä. Puhuttaessa äänitasosta tarkoitetaan yleensä äänenpainetasoa ja sitä voidaan mitata melumittarilla. Äänenpaineen suuruus jossain pisteessä riippuu äänilähteen äänitehosta, etäisyydestä äänilähteeseen sekä erilaisista ympäristön tekijöistä kuten esimerkiksi heijastavista / vaimentavista pinnoista. (Tiihonen & Hänninen 1997, 8.)

Äänitehotaso L_w: Ääniteho kuvaa äänilähteestä ympäristöön säteilevää äänienergiaa akustisena tehona. Äänilähteen synnyttämän äänitehon voimakkuus ei ole riippuvainen äänenpaineen tavoin ympäristön tekijöistä tai etäisyyksistä. Äänitehotasoa ei voida mitata suoraan mittalaittein, mutta se voidaan laskennallisesti selvittää mitatuista äänenpainetasoista. (Tiihonen & Hänninen 1997, 8.)

2 ÄÄNI

Ääni on kuuloaistin havainnoima aistimus ilmanpaineen vaihtelussa. Värähtelyn lähde, kuten esimerkiksi havisevat lehdet tai ihmisen äänihuulet, aiheuttavat ilmanpaineeseen harventumia ja tihentymiä, jotka liikkuvat ilmahiukkasten mukana pitkittäisaaltoina äänilähteestä ympäristöön. Ihmiskorva pystyy tämän kyseisen värähtelyn aistimaan värähtelytaajuudella 20–20 000 Hz. Herkimmillään kuuloaistimus on ihmisillä 2 000–5 000 Hz välillä. Uusimpien tutkimusten mukaan ihminen kuitenkin pystyy aistimaan tärinänä jopa 8 Hz taajuisia ääniä ja oireilemaan pitkäkestoisen altistumisen seurauksena (Ihminen kuuleekin infraääniä 14-07-2015). Tälläisiä infraäänilähteitä ovat esimerkiksi raskas liikenne ja tuulivoimalat. Ihmisen kuuloaluetta matalampia taajuuksia kutsutaan infraääniksi ja korkeampia taajuuksia ultraääniksi. (Björk 1997, 39.)

Akustiikka tutkii äänen liikkumista kaasuissa, nesteissä ja kiinteän olomuodon väliaineissa. Akustisen suunnittelun perustana onkin ymmärtää äänen/värähtelyn etenemisen tavat. Pääsääntöisestihän ääni liikkuu ilmassa painevärähtelynä, mutta ääni voi liikkua myös esimerkiksi ilmastointikanavaa pitkin kanavaäänenä tai siirtyä rakenteita pitkin runkoäänenä (Björk 1997, 39). Runkoääntä syntyy kun ilmanääni tai rakenteeseen liitetty laite saa rakenteen värähtelemään. Myös rakenteeseen osuvat iskut kuten esimerkiksi kävely, putoavat esineet tai huonekalujen siirtely aiheuttavat runkoääntä, jota sanotaan askelääniksi. Rakenteen värähtely saa ympäröivän ilman värähtelemään ja tämä taas mahdollistaa äänen siirtymisen huoneesta toiseen. (Kylliäinen 2006, 28.)

Värähtelyn taajuus f saadaan jakamalla värähtelyjen lukumäärä n ajalla T kaavassa 1 esitetyn mallin mukaisesti. Tiheän värähtelyn ääni koetaan kimeänä ja harvan värähtelyn ääni matalana äänenä. Äänen taajuuden yksikkönä käytetään hertsiä (Hz). (RIL 243-1, 25.)

$$f = \frac{n}{T} \tag{1}$$

2.1 Äänenpainetaso

Äänen voimakkuutta kuvaavien suureiden kuten äänen intensiteetin, äänenpaineen ja äänitehon suuruuden kuvaamiseksi käytetään suhteellista kymmenlogaritmista desibeli-yksikköä dB. Desibeli-yksikön käyttö helpottaa vertailua käytännön laskenta- ja suunnittelutyössä sillä äänenpaineet ovat lukuarvoina hyvin pieniä, mutta kuulokynnyksen ja kipukynnyksen ero suhteellisen suuri. Tarkasteltavaa äänenpainetta p verrataan kuulokynnykseen p_o kaavan

$$L_p = 10lg\frac{p^2}{p_0^2} = 20lg\frac{p}{p_0} \tag{2}$$

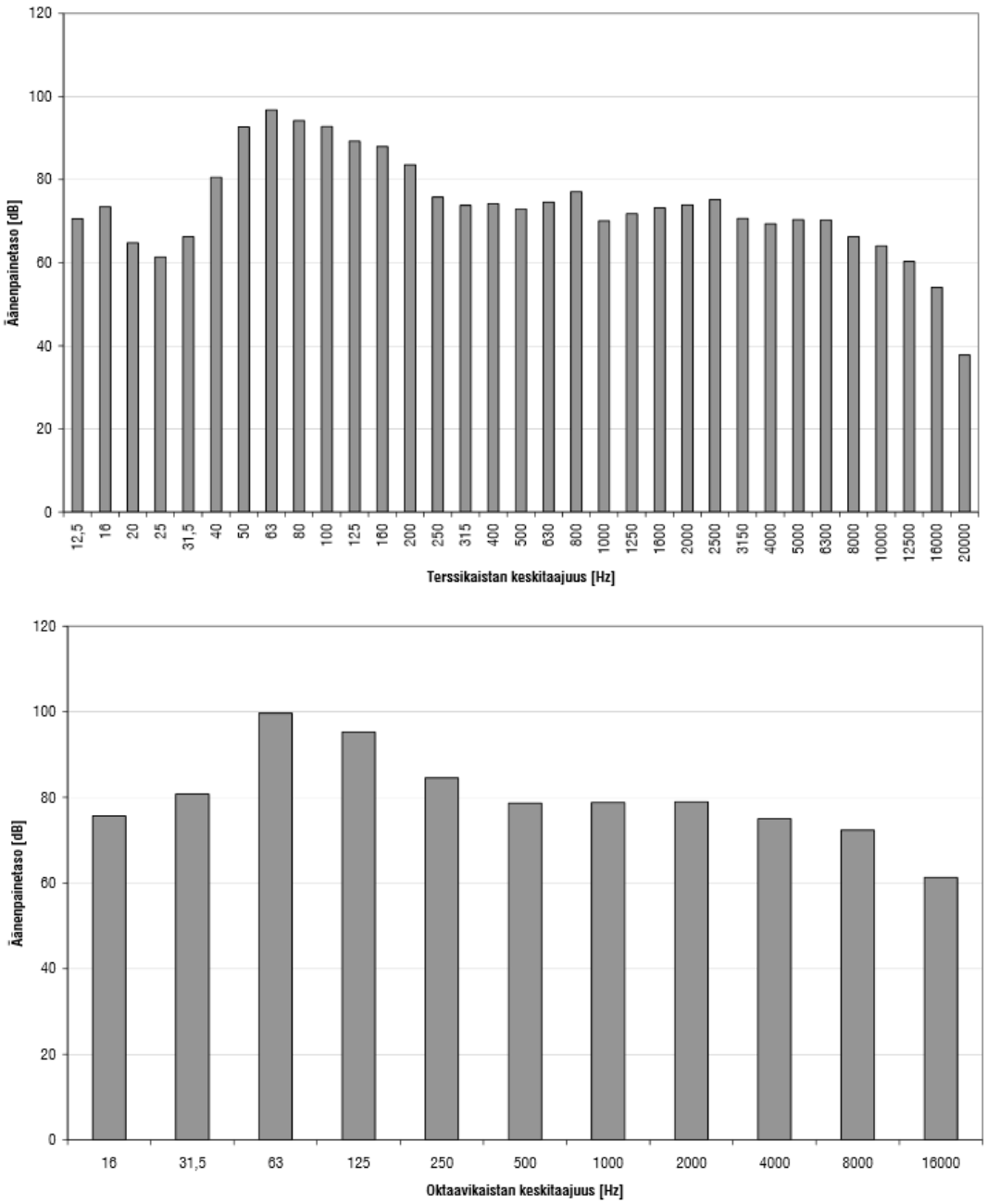
mukaisesti, jolloin saadaan laskettua äänenpaineentaso L_p[dB]. Erilaisista äänilähteistä syntyviä äänenpainetasoja on kuvattu taulukossa 1. (Kylliäinen 2006, 28.)

Taulukko 1 Erilaisista äänilähteistä syntyviä äänenpainetasoja (Kylliäinen 2006, 29)

Äänenpainetaso L_p	**Äänilähde**
25 dB	Hiljainen asuinhuoneisto
30 dB	Kuiskaus
45 dB	Toimistotyöympäristö
55 dB	Keskustelu
65 dB	Kovaääninen puhe
80 dB	Vilkas katuliikenne
100 dB	Piikkaus
110 dB	Oopperalaulaja
120 dB	Kipukynnys
140 dB	Suihkukone

Huomioitavaa on kuitenkin äänilähteen tuottaman äänenpainetason vaihtelu yksittäisillä taajuuksilla. Siksi akustiikassa äänen taajuusjakauma eli äänispektri jaetaan pienempiin osiin eli taajuuskaistoihin. Kuviossa 1 on kuvattu esimerkin avulla samasta äänilähteestä saadun äänispektrin äänenpainetasot eri taajuuskaistoittain. Esimerkistä voidaan huomata, että terssikaistamittaukset kuvaavat äänilähteen ominaisuuksia ja tutkittavaa ääniympäristöä tarkemmin kuin oktaavikaistoittain mittaamalla. (Kylliäinen 2006, 30.)

Rakenteiden ja rakennusten ääneneristysmittaukset tehdään terssikaistoittain keskitaajuudesta 50 tai 100 Hz keskitaajuuteen 3 150 Hz tai 5 000 Hz. Erilaisten koneiden ja LVIS-laitteiden äänitiedot samoin kuin rakennusmateriaalien absorptio-ominaisuudet ilmoitetaan sitä vastoin oktaavikaistoittain. Nykyisin laitteiden äänitiedot ja materiaalien ominaisuudet ilmoitetaan keskitaajuuksilla 63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 000 Hz, 2 000 Hz ja 4 000 Hz. (Kylliäinen 2006, 31.)



Kuvio 1 Saman äänispektrin äänenpainetasot kuvattuna terssi- ja oktaavikaistottain (Rakennusten akustinen suunnittelu – akustiikan perusteet: RIL 243-1, 38)

2.2 A-painotettu äänenpainetaso ja kokonaisäänitaso

Koska ihmisen kuulo on herkimmillään 2 000–5 000 Hz:n taajuusalueella, ei ole järkevää käsitellä kaikkia taajuustasoja samanarvoisesti. A-painotuksella tarkoituksena on vähentää matalien ja korkeiden taajuuksien vaikutuksia mittaustuloksiin niin, että äänen häiritsevyys nimenomaan ihmiselle tulee paremmin huomioiduksi. Kuviossa 2 on havainnollistettu A-painotuksen vaikutus kuvion 1 äänispektriin. (Taka-Prami 2012, 13.)

Rakennusmääräykset perustuvat siihen, että sallittu äänentaso ilmoitetaan yhtenä lukuarvona. Käytännössä tämä tarkoittaa, että koko taajuusalue voidaan ajatella yhdeksi taajuuskaistaksi.

Äänenpainetasoja laskettaessa tämä taajuusalue kattaa tavallisesti oktaavikaistan 63 Hz:stä 4 000–8 000 Hz:iin. (Kylliäinen 2006, 31.)

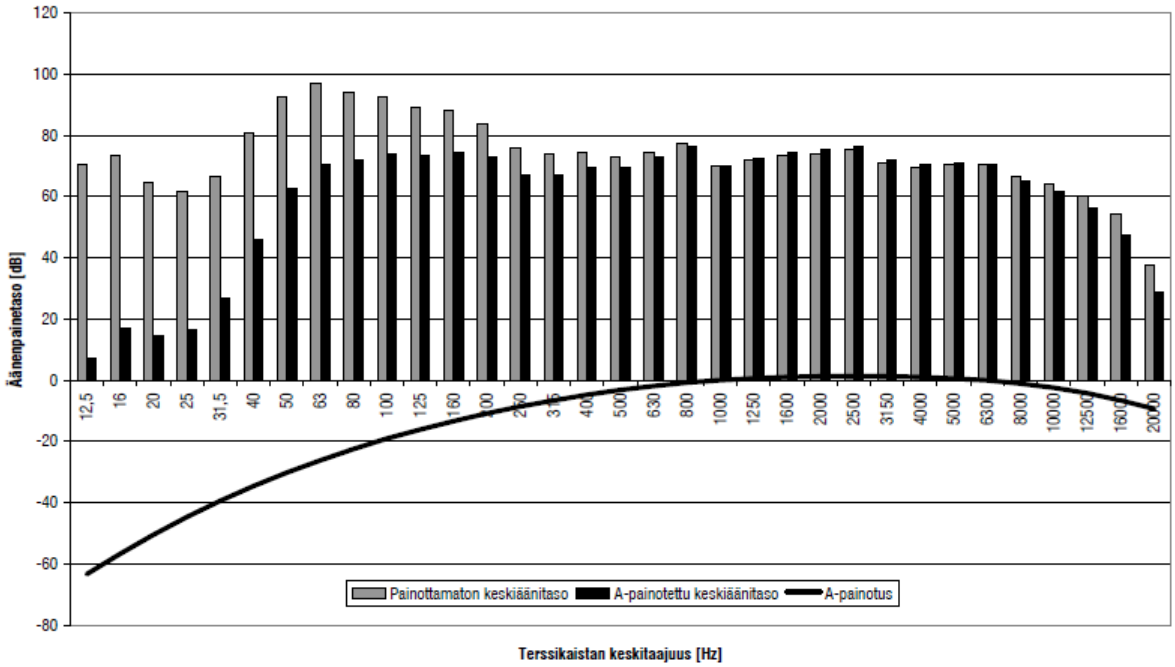
A-painotettu kokonaisäänitaso saadaan laskemalla oktaavi- ja terssikaistoista taajuuskaistojen logaritminen summa kaavalla:

$$L_A = 10log_{10} \sum 10^{L_{A,i}/10} \tag{3}$$

missä

L_A= A-painotettu kokonaisäänitaso [dB]

$L_{A,i}$ = eri taajuuskaistat [dB] (Taka-Prami 2012, 13).



Kuvio 2 Esimerkki A-painotuksesta äänispektrissä (Rakennusten akustinen suunnittelu – akustiikan perusteet: RIL 243-1, 39)

2.3 Keskiääni- ja enimmäisäänitasot

Keskiäänitaso on yleisesti käytössä maailmalla vaihtelevan melun voimakkuuden arvioimisessa. Rakennetussa ympäristössä melua voi esiintyä jatkuvana taustameluna, josta lähtevä ääni ei muutu ajan kuluessa tai hetkellisinä voimakkaampina ääninä. Taustamelun äänilähteitä ovat esimerkiksi ilmanvaihtolaitteet tai vilkasliikenteinen tie. Hetkellisiä, voimakkaampia ääniä voi aiheutua puolestaan esimerkiksi laitteista kuten hisseistä tai ihmisen toiminnan seurauksena esimerkiksi kovalla soitetusta musiikista. (Kylliäinen 2006, 32.)

Äänen häiritsevyyden kokeminen riippuu yksilön subjektiivisesta kokemuksesta äänilähteeseen ja yleensä hetkellisiä kovia ääniä pidetään häiritsevämpänä kuin hiljaista mutta jatkuvaa taustamelua.

Äänilähteiden äänihallinnassa on kuitenkin huomioitava pitkäaikainen keskiäänitaso $L_{A,eq,T}$ [dB] ja hetkellinen enimmäisäänitaso $L_{A,max}$[dB]. Keskiäänitasoa laskettaessa hetkelliset äänitason huiput korostuvat. Huomioitavaa on kuitenkin mittausjakson pituus tulosten tarkastelussa. Jos äänitaso on minuutin ajan äänentasolla 60 dB ja muutoin 30 dB, on keskiäänitaso 10 minuutin ajalta 50 dB ja tunnin ajalta 42 dB. Keskiäänitaso lasketaan kaavalla:

$$L_{A,eq,T} = 20lg\sqrt{\frac{1}{T}\int_{t_1}^{t_2}\frac{p_A^2(t)}{p_0^2}(dt)} \tag{4}$$

missä,

T = kokonaisaltistusaika [h]

p = tarkasteltava äänenpaine [Pa]

p_0 = kuulokynnys [Pa]. (Taka-Prami 2012, 14.)

Enimmäisäänitasoa $L_{A,max}$ mitattaessa käytetään F- eli fast-aikapainotusta, koska sen on todettu vastaavan hyvin kuuloaistimuksen kykyä aistia lyhytaikaista äänenvoimakkuutta. Äänitasomittari laskee tällöin äänitason keskiäänitasoa 250 ms jaksoissa ja suurin havaittu hetkellinen äänitaso mittausajanjaksolla on äänilähteen tuottama enimmäisäänitaso. (Rakennusten akustinen suunnittelu – akustiikan perusteet: RIL 243-1, 41.)

2.4 Äänitehotaso

Ääniteho W [W] on äänilähteen, kuten esimerkiksi erilaisten laitteiden, aiheuttama kokonaisääni-energia sekunnissa. Ääniteho ei ole riippuvainen ympäristön ominaisuuksista kuten äänilähteen suuntauksesta, mittausetäisyydestä, huoneen kalustuksesta tai absorptiopinta-alasta toisin kuin äänilähteen tuottama äänenpaine. Ääniteho muutetaan äänitehotasoksi [dB] samoin kuin äänenpaine muutetaan äänenpainetasoksi. Se voidaan määrittää sekä oktaavi- että terssikaistoittain, mutta yleisemmin kuitenkin käyttäen oktaavikaistoja. Äänitehotaso L_W lasketaan kaavalla

$$L_W = 10lg\frac{W}{W_0} \tag{5}$$

missä,

W_0 = on vertailuteho 1 pW (kuulokynnystä vastaava ääniteho). (Taka-Prami 2012, 15.)

2.5 Ääneneristys ja absorptio

Ääneneristyksellä tarkoitetaan ääniaaltojen siirtymisen estämistä pois syntytilastaan eli esimerkiksi huoneesta toiseen. Ääneneristyvyys määräytyy siitä miten ilmanääni pystyy siirtymään runkoääneksi tai kanavaääneksi rakenteisiin ja siitä takaisin ilmanääneksi huonetilaan. Rakenteen ääneneristys saadaan kaavasta

$$R = 10\log(\frac{p_1}{p_2}) \tag{6}$$

missä,

R = ääneneristävyys desibeleinä

p_1 = rakenteeseen kohdistuva ääniteho

p_2 = rakenteen läpäissyt ääniteho. (Bies 2011, 12.)

Äänen siirtymiseen huoneesta toiseen vaikuttaa monia seikkoja, kuten huoneiden kaikuisuus, kalustus ja absorpoiva pinta-ala, äänilähteen/lähteiden ääniteho ja etäisyys seinästä. Myös rakenteiden ominaisuuksilla kuten seinä- ja lattiarakenteiden ääneneristävyysominaisuuksilla ja rakennuksen runkoäänen eristys- ja vaimennusmenetelmillä on suuri vaikutus asiaan. (Bies 2011, 12.)

Absorptio puolestaan tarkoittaa äänen vaientamista sen syntytilassa. Absorption tarkoituksena on alentaa äänitasoa esimerkiksi usean äänekkään laitteen teollisuustilassa tai vähentää äänen heijastumista ja kaikua helpottamaan kommunikointia ihmisten välillä esimerkiksi sairaaloissa. Äänen kohdatessa pinnan vain osa siitä heijastuu takaisin ympäristöön pinnan sitoessa osan värähtelystä. Värähtely absorboituu itse materiaaliin tai kulkeutuu rakenteen toiselle puolelle, kuten kuvassa 1 on havainnollistettu. (Kylliäinen 2006, 37.)

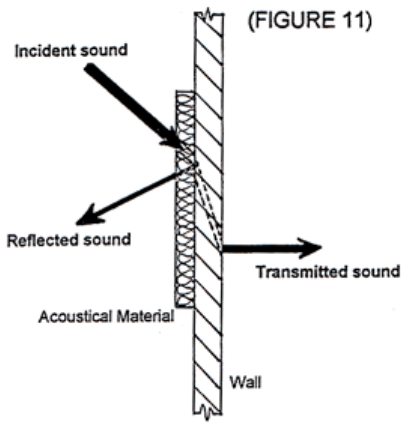
Absorptiosuhde $\propto$ kuvaa materiaalin kykyä absorboida äänitehoa. Absorptiosuhde voidaan määrittää kaavasta

$$\propto = \frac{W_s - W_h}{W_s} \tag{7}$$

jossa,

W_s = rakenteeseen kohdistuva ääniteho [dB]

W_h = rakenteesta heijastunut ääniteho [dB] (Taka-Prami 2012, 17).



Kuva 1 Äänen absorboitumisen periaate (Acousticalsurfaces.com)

Materiaalin absorptiosuhteen arvo ei ole kuitenkaan vakio vaan se vaihtelee taajuuksittain. Absorptiosuhde mitataan yleensä oktaavikaistoittain 63–4 000 Hz keskitaajuuksilla. Materiaalien valinta ja haluttu äänen absorptiotaso riippuu tilojen käyttötarkoituksesta, joten hyvät ääniolosuhteet eivät välttämättä tarkoita sitä että absorptiosuhde haluttaisiin mahdollisimman korkeaksi. (Kylliäinen 2006, 38.)

2.6 Jälkikaiunta-aika

Jälkikaiunta-aika T [s] kuvaa tilan ääniominaisuuksia kaiun osalta ja jälkikaiunta-ajalla on suuri merkitys kommunikoinnin onnistumiselle ihmisten välillä. Jälkikaiunta-aika kertoo kuluneen ajan mikä äänilähteen synnyttämällä äänenpainetasolla kestää laskea 60 dB:iä. Käytännössä määritys onnistuu siis sammuttamalla äänilähde ja mittaamalla äänenpainetason laskuun kuluva aika.

Pitkän jälkikaiunta-ajan tiloissa ääni heijastelee rakennepinnoista takaisin, jolloin puheen tavut jäävät soimaan päällekkäin ja puheen selkeys heikkenee. Lyhyt jälkikaiunta-aika puolestaan tarkoittaa että tavut vaimenevat nopeasti, jolloin puhe erottuu tarkasti kuulijalle ja tila tuntuu muutenkin viihtyisältä. Äärimmilleen vietynä liian lyhyt jälkikaiunta-aika tilassa saa sen tuntumaan tukkoiselta ja esimerkiksi puhumiseen tarvitsee käyttää enemmän ääntä. (Bies 2011, 13.)

Haluttu jälkikaiunta-aika riippuu aina tilan käyttötarkoituksesta. Esimerkkejä tyypillisistä jälkikaiunta-ajoista on esitetty taulukossa 2. Halutun jälkikaiunta-ajan perusteella ja tilan koon tuntien voidaan tarvittava absorptiopinta-ala taajuuskaistoittain laskea Sabinen kaavan avulla. Sabinen kaava

$$T = 0{,}16\frac{V}{A} \tag{8}$$

on kokeellisesti johdettu kaava, jossa jälkikaiunta-ajalla T [s], huoneen tilavuudella V [m^3] ja absorptioalalla A [m^2] on yhteys. Sabinen kaava ei kuitenkaan toimi monimutkaisissa tiloissa tai tiloissa, joissa on paljon absorboivaa materiaalia kuten esimerkiksi kirjastot. Kaava ei toimi myöskään tiloissa joissa vain yksi pinta on absorboivaa materiaalia ja muut heijastavia pintoja. (Bies 2011, 13.)

Absorptioala A voidaan selvittää myös laskemalla materiaalin tiedetyn absorptiokertoimen a ja pinta-alan S [m^2] tulo ja summaamalla tilan kaikkien pintojen absorptioalat kaavan

$$A = a_1S_1 + a_2S_2 + \ldots + a_nS_n \tag{9}$$

mukaisesti. Esimerkkejä eri materiaalien absorptiokertoimista on taulukossa 3. (Bies 2011, 14.)

Taulukko 2 Esimerkkejä tyypillisistä tilojen jälkikaiunta-ajoista 500 Hz taajuudella (Rakennusten akustinen suunnittelu – akustiikan perusteet: RIL 243-1, 50)

Jälkikaiunta-aika	Esimerkki tilasta
➢ **5s**	Kivikirkko tyhjänä
2s ... 3s	Suuri aula, ei vaimennustiloja
1,8s ... 2,2s	Konserttisali
1,5s	Kalustamaton makuuhuone
1,0s ... 1,2s	Teatteri, auditorio
0,5s ... 0,8s	Hyvin suunniteltu luokkahuone
0,5s	Kalustettu makuuhuone
0,3s ... 0,8s	Elokuvateatteri, tilavuudesta riippuen
0,2s ... 0,3s	Äänitarkkaamo, tilavuudesta riippuen

Taulukko 3 Esimerkkejä eri materiaalien absorptiokertoimista eri keskitaajuuksilla (Björk 1997, 80)

Materiaali	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz
Ilma	0	0	0	0,003	0,007	0,002
Akustiikkalevy	0,15	0,3	0,75	0,85	0,75	0,4
Rappaus	0,03	0,03	0,02	0,03	0,04	0,05
Kivilattia	0,02	0,02	0,02	0,04	0,05	0,05
Puulattia	0,15	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
Kokolattiamatto	0,1	0,15	0,25	0,3	0,3	0,3
Tiiliseinä	0,05	0,04	0,02	0,04	0,05	0,05
Verhot	0,05	0,12	0,15	0,27	0,37	0,5
Ihminen	0,12	0,4	0,46	0,46	0,37	0,5

2.7 Ilmanääneneristysluku

Standardi ISO 717-1 määrittelee huoneiden välisen ilmanääneneristävyyden arvioimista varten kolme vaihtoehtoista mittalukua: ilmanääneneristävyyden R'_W, normalisoidun äänitasoeroluvun $D_{n,w}$ ja standardisoidun äänitasoeroluvun $D_{nT,w}$. Ilmanääneneristävyys pyrkii kuvaamaan äänitehon siirtymistä huoneesta toiseen ja äänitasoeroluvut äänenpainetason erotuksia huoneiden välillä. Käytettäessä mittalukua $D_{n,w}$ äänitasoerot normalisoidaan 10 m^2 vertailuabsorptioalaan ja mittalukua $D_{nT,w}$ käytettäessä äänitasoerot standartisoidaan 0,5s vertailujälkikaiunta-aikaan. (Kylliäinen, Takala ja Hongisto, 2015.)

Ilmanääneneristävyyden R mittausmenetelmä kehitettiin alkujaan laboratoriomittauksiin, mutta otettiin myöhemmin käyttöön myös kenttämittauksiin (tällöin merkintä R'). Ilmanääneneristävyys

pyrkii siis kuvaamaan äänitehon siirtymistä rakenteen kautta huoneesta toiseen. Käytännössä äänitehoja ei pystytä mittaamaan, joten ilmanääneneristävyys selvitetään huoneiden välisten äänenpainetasojen avulla ISO 140-3 (laboratorio-olosuhteet) ja ISO 140-4 (kenttäolosuhteet) standardien mukaisesti. Äänenpainetasot L_j mitataan vähintään 10 pisteessä ja tulosten perusteella lasketaan äänenpainetason paikkakeskiarvo kaavalla

$$L = 10lg\frac{1}{n}\sum_{n=1}^{j} 10^{L_j/10} \tag{10}$$

Äänenpainetasojen ohella tulee myös mitata vastaanottohuoneen jälkikaiunta-ajat. Jälkikaiunta-aikojen keskiarvolla ja vastaanottohuoneen pinta-alan tietäen lasketaan Sabinen kaavalla huoneen absorptioala. Näiden suureiden avulla lasketaan ilmanääneneristävyys kaavalla

$$R = L_1 - L_2 + 10log_{10}\frac{S}{A_2} \tag{11}$$

missä

L_1 = lähetyshuoneen äänenpainetaso [dB]

L_2 = vastaanottohuoneen äänenpainetaso [dB]

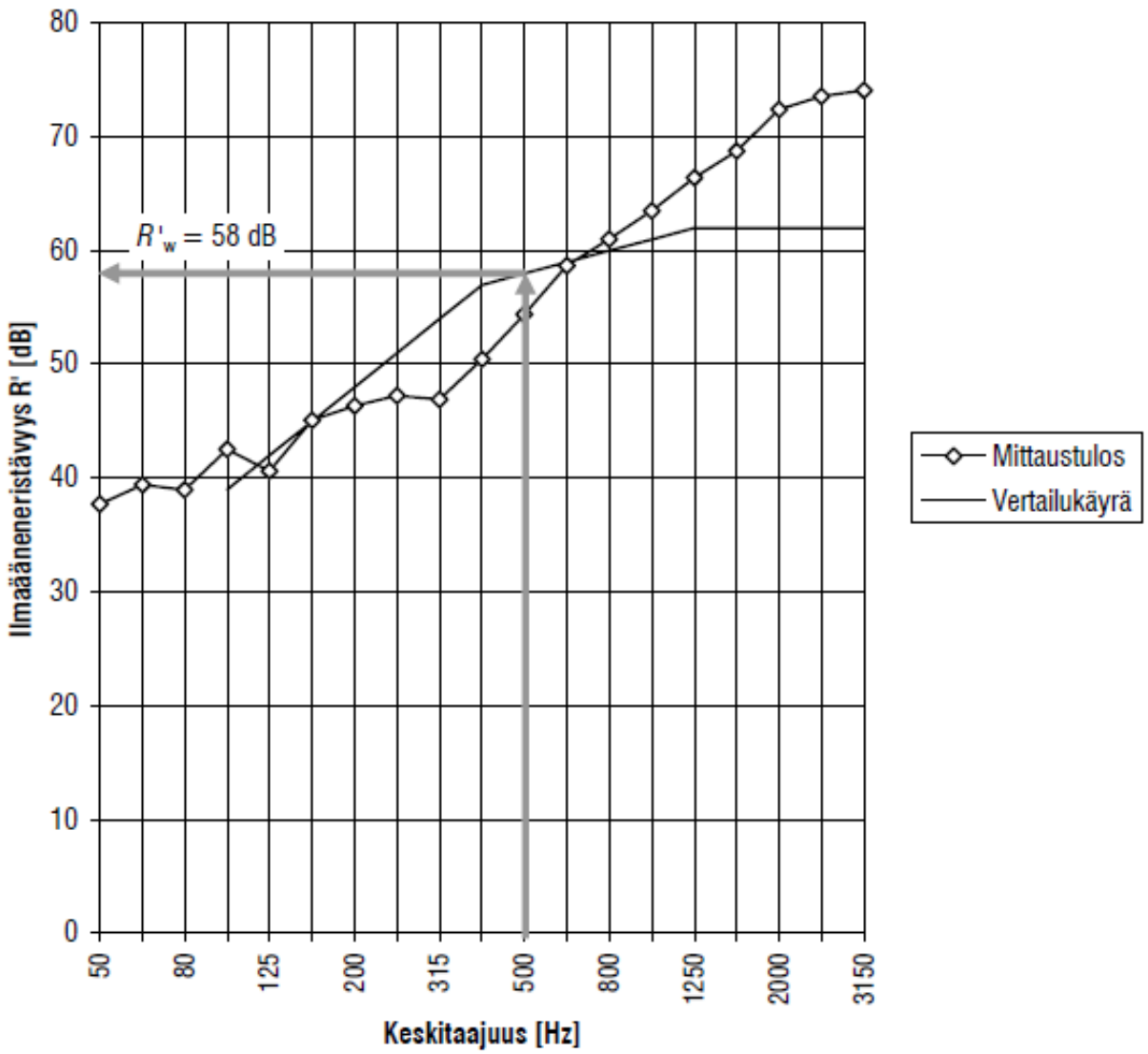
S = tiloja erottavan rakenteen pinta-ala [m^2]

A_2 = vastaanottohuoneen absorptioala [m^2] (Kylliäinen 2006, 65.)

Suomen rakentamismääräykset perustuvat yksittäisen rakenteen ilmanääneneristysluvun sijaan koko rakennuksen ääneneristyskykyyn. Se käsittää siis väliseinän lisäksi myös sivuavien rakenteiden kuten lattian ja katon osana äänen kulkeutumista huoneesta toiseen. Kenttämittaus antaa tällöin parhaan kuvan todellisesta tilanteesta. Laboratoriomittauksissa puolestaan on helppoa selvittää yksittäisen rakenteen ääneneristävyys, sillä ääni pystytään ohjaamaan ainoastaan kyseisen rakenteen lävitse. (Kylliäinen 2006, 66.)

Rakenteen tai tilojen välinen ilmanääneneristävyys on selkeintä kuvata käyrällä taajuuskaistoittain, mutta koska ilmanääneneristysvaatimusten ja suunnitteluarvojen esittäminen käyrinä olisi epäkäytännöllistä, käytetään yhtä ilmanääneneristylukua R'_W. Tähän käytetään vertailukäyrä-menetelmää, joka on esitetty standardissa ISO 717-1. Vertailukäyrän muoto perustuu kuuloaistin kykyyn kuulla eri taajuuksisia ääniä ja puheen äänispektriin. (Kylliäinen 2006, 66-67.)

Vertailukäyrä asetetaan mittaustuloksiin niin, että epäsuotuisten poikkeamien summa ei ylitä 32 dB. Epäsuotuinen poikkeama tarkoittaa että mittaustulos on pienempi kuin vertailukäyrän arvo. Kuviossa 3 on havainnollistettu esimerkki vertailukäyrän asettamiseksi mittaustuloksiin nähden ja lopullinen ilmanääneneristyluku joka saadaan vertailukäyrältä 500 Hz:n kohdalta. Esimerkissä ilmanääneneristysluku R'_W olisi siis 58 dB:iä. (Kylliäinen 2006, 68.)



Kuvio 3 Vertailukäyrän asettaminen suhteessa mittaustuloksiin ja lopullinen ilmanääneneristyluku (Kylliäinen 2006)

Taulukossa 4 on esitetty miten ilmanääneneristysluvun ja taustamelutason suhde vaikuttaa ihmisen kokemukseen ääneneristyksestä. Huomattavaa on että taustamelusta on hyötyä sillä se tehokkaasti peittää esimerkiksi seinän takaa tulevaa ääntä. Jos taustaääntä vaimennetaan voimaakkaasti täytyy puolestaan ääneneristystä lisätä voimakkaasti jotta ääniympäristö koettaisiin samanlaisena. (Kylliäinen 2011, 33.)

Taulukko 4 Koetun ääneneristyksen toteutuminen ilmanääneneristysluvun ja taustamelun vaihdellessa (Kylliäinen 2011, 33)

<table>
<tr><th rowspan="2">R'_w</th><th colspan="6">Keskiäänitaso $L_{A,eq}$</th></tr>
<tr><th>20 dB</th><th>25 dB</th><th>30 dB</th><th>35 dB</th><th>40 dB</th><th>45 dB</th></tr>
<tr><td>30 dB</td><td rowspan="3">Keskustelu tilasta toiseen mahdollista</td><td rowspan="2">Keskustelu tilasta toiseen mahdollista</td><td>Keskustelu tilasta toiseen mahdollista</td><td>Sanoista voi saada selvän</td><td>Puhe kuulta-vissa</td><td rowspan="2">Puhe ei häiritse</td></tr>
<tr><td>35 dB</td><td>Sanoista voi saada selvän</td><td>Puhe kuulta-vissa</td><td rowspan="2">Puhe ei häiritse</td></tr>
<tr><td>40 dB</td><td>Sanoista voi saada selvän</td><td>Puhe kuulta-vissa</td><td rowspan="2">Puhe ei häiritse</td><td rowspan="5">Puhe ei kuulu</td></tr>
<tr><td>45 dB</td><td>Sanoista voi saada selvän</td><td>Puhe kuulta-vissa</td><td rowspan="2">Puhe ei häiritse</td><td rowspan="4">Puhe ei kuulu</td></tr>
<tr><td>50 dB</td><td>Puhe kuulta-vissa</td><td rowspan="2">Puhe ei häiritse</td><td rowspan="4">Puhe ei kuulu</td></tr>
<tr><td>55 dB</td><td rowspan="2">Puhe ei häiritse</td><td rowspan="3">Puhe ei kuulu</td></tr>
<tr><td>60 dB</td><td rowspan="2">Puhe ei kuulu</td></tr>
<tr><td>65 dB</td><td>Puhe ei kuulu</td></tr>
</table>

3 SAIRAALOIDEN AKUSTIIKALLE ASETETUT MÄÄRÄYKSET JA OHJEISTUKSET

Vähimmäisvaatimukset sisätilojen päivä- ja yöaikaisille keskiäänitasoille on annettu Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksella asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista (545/2015). Maankäyttö- ja rakennuslaki velvoittaa, että rakennusta voidaan ääniolosuhteiden puolesta käyttää tarkoituksenmukaisesti ja tästä syystä Suomen rakennusmääräyskokoelman C1-osassa on annettu ohjearvoja myös terveydenhuollon tilojen akustisille ominaisuuksille. Sairaaloiden on kuitenkin perusteltua pyrkiä vähimmäistasoa parempiin akustisiin ratkaisuihin ja standardissa SFS 5907 (Rakennusten akustinen luokittelu) on annettu suunnittelu- ja toteutusohjeita laadukkaampien akustisien olosuhteiden saavuttamiseksi.

3.1 Maankäyttö- ja rakennuslaki

Maankäyttö- ja rakennuslaki antaa meluntorjunnalle ja rakennuksen ja sen ympäristön ääniolosuhteille vaatimuksia, jotka rakentamishankkeissa on ehdottomasti otettava huomioon.

> Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennus ja sen oleskelu- ja piha-alueet niiden käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla suunnitellaan ja rakennetaan siten, että rakennuksen sekä rakennuspaikan piha- ja oleskelualueiden melualtistus ja ääniolosuhteet eivät vaaranna terveyttä, lepoa tai työntekoa. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999, 117f §).

Erilaisille rakennuksille on siis olemassa erilaiset raja-arvot äänitasoille riippuen niiden käyttötarkoituksesta. Kaavoituksella pyritäänkin ohjaamaan aluekäyttöä niin, että esimerkiksi teollisuusalueet ovat erillään asuinalueista.

> Rakenteiden ääneneristävyyden ja taloteknisten laitteiden äänitason ja asennusten on oltava sellaisia, että rakennuksessa oleskelevien uni ja lepo eivät häiriinny ja rakennuksen käyttötarkoituksen mukainen toiminta on ääniolosuhteiden puolesta mahdollista. Rakennuksen ääniolosuhteet on määritettävä äänitason ja kaiuntaisuuden avulla sekä piha- ja oleskelualueilla äänitasojen avulla. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999, 117f §).

Laissa mainituille rakenteiden ääneneristävyydelle ja taloteknisten laitteiden äänitasoille on annettu määräyksiä ja ohjeita Suomen rakennusmääräyskokoelman osassa C1, josta on kerrottu enemmän kohdassa 3.2. Lain mukaan rakennuksen sisätilojen äänitasot ja jälkikaiunta-aika sekä ulkotilojen äänitasot on oltava määritettynä.

3.2 Suomen rakennusmääräyskokoelma C1

Suomen rakennusmääräyskokoelma C1 asettaa asuinrakennuksille määräyksiä uudisrakennusten ilma- ja ääneneristykselle, äänitasoille ja jälkikaiunta-ajalle. Muille kuin asuinrakennuksille, eli esimerkiksi hotelleille, hoitorakennuksille, toimistoille, kouluille ja päiväkodeille kokoelmassa

annetaan ohjearvoja. Voimassaolevan lainsäädännön tulkinta edellyttää että uudisrakentamisen ohella rakennuksen muuttuessa käyttötarkoitukseltaan asuinkäyttöön, korjaus- ja muutostyöt on tehtävä nykyisten rakennusmääräysten mukaisesti. Huomioitavaa on kuitenkin myös, että vaikka kiinteistön käyttötarkoitus pysyisi samana, lain mukaan käyttäjien terveydelliset olot eivät saa heikentyä korjaus- tai muutostöiden takia (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999, 117 §).

Potilashuoneiden ja vastaavien tilojen ääneneristys ja meluntorjunta on määräyskokoelman mukaisesti suunniteltava niin, että toimintaa vastaavat riittävän hyvät ääniolosuhteet on mahdollista saavuttaa. Erityishoitotiloissa ja vastaavissa tarpeellinen ääneneristys ja äänenvaimennus suunnitellaan ja toteutetaan tapauskohtaisesti erityispiirteet huomioiden. Potilashuoneille ja niihin rinnastettaviin tiloihin pienin ohjeellinen ilmanääneneristysluku R'_W on 48 dB kun tilojen välissä ei ole ovea. Jos tilojen välillä käytetään ovea, tulisi sen olla ääneneristävyydeltään R_W vähintään arvoa 25 dB. Hoito-, tutkimus- ja toimenpidehuoneen ovena tulisi käyttää ovea tai oviyhdistelmää, joka takaa ääneneristävyyden osalta riittävän intimiteettisuojan. (Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa. Suomen RakMK C1 1998, 6.)

Sairaalan tilojen jälkikaiunta-ajalle määräyskokoelma ei ole erikseen antanut ohjearvoja, vaan tilojen tarkoitus määrää sopivan jälkikaiunta-ajan. Esimerkkeinä suunnittelua varten määräyskokoelmassa on mainittu muunmuassa ruokala 1,0–1,3 s, luokkahuone tai vastaava 0,6–0,9 s ja päiväkotien leikkihuoneet 0,6 s (Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa. Suomen RakMK C1 1998, 6). Tilat voidaan luokitella akustisten tarpeiden mukaisesti standardin SFS 5907 mukaisesti ja saada siten selvitettyä huoneakustiset vaatimukset tapauskohtaisesti. Lisätietoa rakennusten akustisesta luokittelusta löytyy luvusta 3.4.

Rakennusten LVIS-laitteille ja muille niihin verrattaville laitteille määräyskokoelmassa on annettu ohjearvot suurimmille äänitasoille ja potilashuoneissa keskiäänitason arvo ei saisi ylittää 28 dB. Enimmäisäänitason arvo ei puolestaan saisi olla suurempi kuin 33 dB. LVIS-laitteilla tarkoitetaan hissejä, vesi- ja viemärilaitteita, kompressoreja, ilmanvaihto-, jäähdytys ja lämmityslaitteistoja. Näihin rinnastettavia ovat myös keskuspölynimuri ja talopesulan laitteet kuten pesukoneet, lingot ja kuivauspuhaltimet. Talon ulkopuolelle LVIS-laitteen päästämä keskiäänitaso saa olla enintään 45 dB saman tai läheisen rakennuksen ikkunan ulkopuolella, parvekkeella pihamaalla tai muussa vastaavassa paikassa asuinalueella tai muuten melulle herkällä alueella. (Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa. Suomen RakMK C1 1998, 7.)

3.3 Asumisterveysasetus

Sosiaali- ja terveysministeriö asetti 15.5.2015 voimaan asetuksen asunnon ja muiden oleskelutilojen terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista (545/2015). Kyseinen asumisterveysasetus antoi toimenpiderajat myös sisätilojen melun keskiäänitasoille eli jatkossa tilojen tulee täyttää asetuksen toimenpiderajat täyttääkseen asunnoille ja muille tiloille

terveydensuojelulaissa (763/1994) annetut terveydelliset vaatimukset. Käytännössä tämä tarkoittaa että se kenen vastuulla syntyvä haitta on, täytyy selvittää syntyvä terveyshaitta ja tarvittaessa poistaa tai rajoittaa se terveydensuojelulain 27 § ja 51 § mukaisesti. Kyseiset toimenpiderajat on esitetty taulukossa 5.

Potilashuoneille käytetään samoja toimenpiderajoja kuin asuinhuoneillekin eli päiväajan keskiäänitaso ei saa ylittää 35 dB ja yöajan keskiäänitaso 30 dB (taulukko 5). Aulatiloissa ja käytävillä puolestaan päiväajan keskiäänitaso ei saa ylittää 45 dB. Myös matalataajuuksiselle melulle asetettiin toimenpiderajat nukkumiseen tarkoitetuissa tiloissa (taulukko 6). Nukkumatiloissa myös musiikkimelulle tai muulle vastaavalle, selvästi taustamelusta erottuvalle melulle annettiin yöajalle 25 dB:n raja, jota se ei saa ylittää yhden tunnin keskiäänitasona. Taulukkojen 5 ja 6 toimenpiderajat koskevat myös teknisiä laitteita ja niistä syntyvää melua. Lisäksi teknisten laitteiden melu ei saa ylittää yöaikana enimmäistasoa 33 dB. Jos melu on kuitenkin satunnaista ja harvinaista, voivat arvot olla suurempiakin kunhan 45 dB taso ei ylity koskaan. (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 2015, 12 §)

Kapeakaistaisen ja impulssimaisen melun haitallisuuden takia melumittauksien tuloksiin voidaan tehdä korjauksia sille ajalle kun melu on impulssimaista tai kapeakaistaista. Keskiäänitasoon lisätään laskennallinen impulssikorjaus suuruudeltaan 5 dB tai 10 dB riippuen melun impulssimaisuudesta. Kapeakaistakorjaus on puolestaan suuruudeltaan 3 dB tai 6 dB riippuen melun kapeakaistaisuudesta. (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 2015, 13 §)

Taulukko 5 Päivä- ja yöajan keskiäänitasojen toimenpiderajat asunnoissa ja muissa oleskelutiloissa (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 2015, liite 1)

Huoneisto ja huonetila	*Päiväajan keskiäänitaso L_{Aeq} (klo 7–22)*	*Yöajan keskiäänitaso L_{Aeq} (klo 22–7)*
Asuinhuoneistot, palvelutalot, vanhainkodit, lasten päivähoitopaikat ja vastaavat tilat		
asuinhuoneet ja oleskelutilat	35 dB	30 dB
muut tilat ja keittiö	40 dB	40 dB
Kokoontumis- ja opetushuoneistot		
huonetila, jossa edellytetään yleisön saavan hyvin puheesta selvän ilman äänenvahvistuslaitteiden käyttöä	35 dB	-
muut kokoontumistilat	40 dB	-
Työhuoneistot (asiakkaiden kannalta)		
asiakkaiden vastaanottotilat ja toimistohuoneet	45 dB	-

Taulukko 6 Pienitaajuisen sisämelun tunnin keskiäänitason toimenpiderajat nukkumiseen tarkoitetuissa tiloissa (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 2015, liite 1)

Kaista/Hz	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200
Yöajan (klo 22–7) $L_{eq,1h}$/dB	74	64	56	49	44	42	40	38	36	34	32

3.4 Rakennusten akustinen luokittelu SFS 5907

Koska rakennusmääräyskokoelmassa C1 ei ole määritetty ääniolosuhteille raja-arvoja muille kuin asuinrakennuksille jää muuhun käyttötarkoitukseen suunniteltujen rakennusten äänieristyksen, meluntorjunnan ja huoneakustiikan suunnittelu ja tavoitearvojen määrittely suunnittelu- ja toteutusorganisaation vastuulle. Standardi SFS 5907 on tehty näitä suunnittelutarpeita varten ja osaltaan se varmistaa, että akustinen suunnittelu ja toteutus rakennusvaiheessa tehdään laadukkaasti. Standardi on luonteeltaan opastava asiakirja, eikä sen käyttö ole pakollista. (Kylliäinen 2006, 22.)

Standardissa SFS 5907 on määritelty rakennusten akustiset luokat ja raja-arvot ilma- ja askeleääneneristykselle, rakennusten LVIS-laitteiden aiheuttamille äänitasoille rakennuksen ulko- ja sisäpuolella, liikenteen aiheuttamille äänitasoille sekä huoneakustiikalle. Rakennukset jaotellaan akustisiin luokkiin A, B, C tai D niin, että A-luokka on vaativin ja D-luokka lievin. Luokka D on käytössä vain vanhoilla rakennuksilla, joiden rakentamisen aikaan ei ole ollut käytössä ääneneristysmääräyksiä ja joissa on heikot akustiset olosuhteet. Sitä käytetään käytännössä vain ilmoittamaan rakennuksen akustiset ominaisuudet. (Rakennusten akustinen luokitus, SFS 5907.)

Uudisrakentamisessa ja rakennuksen tai tilan käyttötarkoituksen muuttuessa asuinkäyttöön tulee tilojen täyttää aina vähintään luokan C akustiset olosuhteet, jotka ovat minimitaso täyttääkseen rakennusmääräyskokoelmassa C1 annetut viranomaismääräykset. Mutta koska viranomais-määräykset ovat luonteeltaan vähimmäisvaatimuksia on useissa tapauksissa perusteltua tavoitella parempia akustisia olosuhteita. Tämä onnistuu pyrkimällä täyttämään luokkien A ja B vaatimukset. (Kylliäinen 2006, 22.)

Akustisen luokituksen saadakseen rakennuksen akustiset ominaisuudet täytyy vielä todentaa akustisin kenttämittauksin. Rakentamismääräyksissä ääneneristyvaatimukset täyttyvät kun rakennus on rakennettu ja suunniteltu käyttäen ”aikaisemmin hyväksyttyjä rakenneratkaisuja ja teknisissä eritelmissä esitettyjä ratkaisuja” eli erillisiä kenttämittauksia ei vaadita. Saadakseen luokituksen johonkin akustiseen luokkaan vaaditaan kuitenkin, että rakennuksessa tehdään aina akustiset kenttämittaukset. (Kylliäinen 2006, 22.)

4 SISÄMELU

Melu on epämiellyttävää, häiritsevää, tai odottamatonta ääntä, joka saattaa pahimmillaan vahingoittaa kuuloaistia. Melun aiheuttamaan haittaan vaikuttaa äänen fysikaaliset ominaisuudet kuten voimakkuus, taajuus, kapeakaistaisuus ja impulssimaisuus. Haitan suuruuteen vaikuttaa myös altistumisen paikka ja aika sekä yksilön henkilökohtaiset ominaisuudet kuten meluherkkyys ja suhtautuminen äänilähdettä kohtaan. Melun aiheuttama haitta on joko kiusallinen tai häiritsevä tai näitä molempia. Kiusallinen melu on ei-odottamatonta ja häiritsevää ääntä, jonka voi kokea häiritsevän ympäristön viihtyisyyttä. Häiritsevä melu on puolestaan keskittymiskykyä heikentävää ja siten esimerkiksi työsuoritusta haittaavaa. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2015.)

Sisämelulla käsitetään sisätiloissa tapahtuvasta toiminnasta aiheutuva melu, joka kiusaa tai häiritsee tilassa olijoita. Sairaaloissa kyseistä melua aiheutuu esimerkiksi sairaalan päivittäisessä toiminnassa, ihmisten käyttäytymisen seurauksena, jäähdytys- ja ilmanvaihtolaitteistoista, hälytyksistä sekä sairaalan laitteista. Sisämeluun sisällytetään myös sisätiloihin ulkoa kantautuvat äänet, kuten esimerkiksi liikennemelu.

Sisämelulta suojautumiseen voi jokainen yksilö vaikuttaa omalla toiminnallaan tiettyyn rajaan saakka. Useimmissa tapauksissa kuitenkin vaikutusmahdollisuuksia ympäristöstä aiheutuvaan meluun ei ole, jolloin vaihtoehdoiksi jäävät melulta suojautuminen tai rakenteelliset toimenpiteet käytettäviin tiloihin. Melutasoille on annettu toimenpiderajat Sosiaali- ja terveysministeriön toimesta ja nämä raja-arvot myös sairaaloiden tulisi täyttää. Lisää toimenpiderajoista on kerrottu luvussa 3.3.

4.1 Sisämelun äänilähteet ja sisämelun torjunta sairaalaympäristössä

Nykyaikainen sairaalaympäristö on useiden tutkimusten mukaan huomattavasti aikaisempaa äänekkäämpi johtuen etenkin teknologian kehittymisestä ja sitä myöten erilaisten piippaavien laitteiden lisääntymisestä. Vuodesta 1960 keskimääräinen päiväajan keskiäänitaso on noussut 57 dB:stä 72 dB:n ja yöaikainen keskiäänitaso 42 dB:stä 60 dB:n mittaustulosten vaihdellessa vain vähän eri tyyppisten sairaaloiden välillä. (Rise in hospital noise poses problems for patients and staff, 2005.) Tyypillinen sairaalan ääniympäristö koostuu teknisten laitteiden lisäksi henkilökunnan ja asiakkaiden keskinäisestä kommunikoinnista, asiakkaille tehtävistä hoitotoimenpiteistä, kiinteistön ja laitteistojen huolto- ja kunnossapitotöistä, siivouksesta, lämmitys-, jäähdytys- ja ilmanvaihtolaitteista sekä ulkoa sisätiloihin kantautuvista äänistä. Myös rakentamistoiminta lisätiloja rakennettaessa tai jo olemassaolevia tiloja saneerattaessa synnyttää melua. Lukuisien äänilähteiden lisäksi sairaalaympäristön akustisiin olosuhteisiin vaikuttaa myös terveydenhuollon tiloille tyypilliset kovat, ääntä heijastavat pinnat, joita on paljon käytössä tarkkojen hygieniavaatimusten takia.

Sisämelun hallintaan on sekä teknisiä että sosiaalisia keinoja. Teknisillä keinoilla pyritään keinotekoisesti estämään melun syntymistä tai äänen leviämistä ja myös esimerkiksi melulta suojautuminen voidaan laskea tähän kategoriaan. Sosiaalinen ehkäisy painottuu puolestaan ihmisten

toimintaan. Sairaalaympäristössä teknisellä ehkäisyllä on suuri merkitys sisämelusta aiheutuvan häiriön vähentämiseen. Käytännössä hyötyjä saadaan fyysisillä tai arkkitehtuurisilla ratkaisuilla rakennuksen ulko- ja sisätiloissa, sekä erilaisista LVIS-laitteista lähtevän melun ehkäisyllä. Teknisen ehkäisyn lisäksi sairaalan henkilökunnalla ja asiakkailla on oma vaikutuksensa sekä melun syntymiseen, että siltä suojautumiseen. Sisämelua tarkastellaan jakamalla tilat karkeasti aulatiloihin, käytäviin, vastaanottohuoneisiin ja potilashuoneisiin. Myös eri sairaalaosastojen erikoispiirteet pyritään huomioimaan melulähteitä arvioitaessa. Seuraavissa luvuissa on kerrottu tarkemmin sairaalaympäristön äänilähteistä ja tavoista vähentää sisämelusta aiheutuvaa häiriötä.

4.1.1 Ihmisten toiminta

Sairaalan päivittäisessä toiminnassa syntyy huomaamatta ääntä, joka aiheuttaa ärsykettä tiloissa oleville. Syntyvän melun kokonaismäärä riippuu usein työtehtävästä ja työskentelevästä henkilömäärästä. Taulukossa 7 on kuvattu teho-osastolla mitattuja A-painotettuja äänitasoja erilaisista päivittäisen toiminnan äänilähteistä. Hyvin vähäiselläkin toiminnalla pystytään siis ylittämään taustamelun äänitaso selvästi. Akansel & Kaymakcin tutkimuksessa (2008) todettiin äänekkäiden ja korkeiden äänien olevan kaikkein kiusallisimpia ääniä potilaille. Äkkinäinen ääni, joka on voimakkuudeltaan yli 30 dB korkeampi kuin taustamelu, voi säikäyttää ja aiheuttaa suuremman stressaavan reaktion kuin tasaisena pysyvä korkea taustameteli (Christensen 2007). Ensiarvoisen tärkeää olisikin siis että altistuminen korkeille äänitasoille olisi mahdollisimman vähäistä ajatellen sekä sairaalan asiakkaita että henkilökuntaa. Matalaäänisistä, jatkuvalla rytmillä ääntä tuottavista äänilähteistä ei ollut häiriötä asiakkaille. Tälläisinä äänilähteinä mainittiin esimerkiksi hoitotoimenpiteet kuten hieronta sekä hengityslaitteet. (Akansel & Kaymacki 2008.)

Taulukko 7 Päivittäisestä toiminnasta syntyviä äänitasoja eri äänilähteistä (Pugh 2007)

Äänilähde	Äänitaso
Putoava esine	jopa 92 dBA
Esineiden siirtely (esim. sänky tai tuoli)	90 dBA
Puhuminen	75-85 dBA
Oven sulkeminen	85 dBA
Televisio	79 dBA
Puhelin	70-80 dBA

Akansel & Kaymacki (2008) huomasivat teho-osastoja käsitelleessä tutkimuksessaan, että syntyvän äänen kokonaistaso on suoraan riippuvainen työskentelevän henkilökunnan lukumäärään. Koska henkilökuntaa on paikalla eniten aamuisin ja vuoronvaihdoissa, häiriintyy asiakkaiden oleminen kaikkein eniten kyseisinä ajankohtina. Aamutunteihin sisältyy paljon työtehtäviä kuten välinehuoltoa, osastokierroksia, asiakkaille tehtäviä hoitotoimenpiteitä ja siirtelyä ja nämä tuottavat ääntä.

Henkilökunnan työskentelyn ja keskinäisen kommunikoinnin ohella kaikkein häiritsevimmiksi melulähteiksi koettiin tarkkailulaitteiden hälytykset, ensiavusta tai leikkaussalista teho-osastolle siirretyt, mahdollisesti kivuissa olevat asiakkaat ja yleisesti muiden asiakkaiden tuottamat äänet.

Ihmisten keskinäinen kanssakäynti ja keskustelut, puhelimet ja viihde-elektroniikkalaitteista kuuluvat äänet voivat vaikuttaa harmittomilta, mutta on mahdollista että tiloissa olijat kokevat ne häiritsevinä tai kiusallisina. Esimerkiksi naapurivuoteen potilasta katsomaan tulleet vieraat tai potilashuoneen televisio voivat rasittaa lepoa tarvitsevaa. Vierailijoiden tulisikin aina muistaa huomioida muut huoneessa olijat. Myös viihde-elektroniikkalaitteita käytettäessä olisi suositeltavaa huomioida muut paikallaolijat ja säätää äänenvoimakkuus sen mukaisesti.

Kun hoitajien lukumäärä asiakkaan ympärillä kasvaa, kasvaa myös syntyvän äänen määrä (Hilton 1985). Altistumisen määrä on siten usein suurin asiakkailla, jotka tarvitsevat hoitotoimenpiteitä muita useammin ja säännöllisemmin. Näin ollen olisikin tärkeää, että hoitohenkilöstö on tietoinen toiminnallaan aiheuttamastaan melusta ja osaa siten myös ennaltaehkäistä sitä. Hoitohenkilöstön keskustelut ovat yksi eniten asiakkaita häiritsevistä sairaalaäänistä, sillä ne koetaan kiusallisiksi. Pitämällä henkilökunnan keskustelut asiakkaiden korvien ulottumattomissa, voisikin olla positiivinen vaikutus toipumiseen. (Akansel & Kaymacki 2008.)

Etenkin äänen etenemiseen sisätiloissa vaikutetaan yleisimmin kattoon ja seiniin kiinnitettävillä akustiikkalevyillä. Akustiikkalevyillä voidaan vaikuttaa äänen voimakkuuteen ja etenemiseen, puheen selvyyteen sekä jälkikaiuntaan. Tarvittavat ominaisuudet määräytyvät tilan käyttötarkoituksen mukaan. Esimerkiksi leikkaushuoneissa äänen voimakkuuden säätäminen on tarpeellista henkilökunnan keskittymisen turvaamiseksi ja puheen selvyys puolestaan virheettömän kommunikaation aikaansaamiseksi operaatioon osallistujien välillä. Potilashuoneissa puolestaan potilaan levon turvaamiseksi äänen voimakkuutta ja leviämistä täytyy kontrolloida niin, etteivät esimerkiksi toiset potilaat häiritse lepäämistä. Hoitajien työpisteiden ja asiakkaiden odotustilojen välissä voi olla myös esimerkiksi läpinäkyviä lasirakenteita, jotka vaimentavat äänen kulkeutumista työpisteille, mutta säilyttävät kuitenkin näköyhteyden asiakkaisiin. (Ecophon Group 2011.)

4.1.2 Sairaalan laitteet

Myös sairaalan laitteet tuottavat ärsykettä aiheuttavaa ääntä. Tavallisimpia sairaalan hälytysääniä ovat kaukomittaushälytykset äänenvoimakkuudeltaan yli 70 dB, sydänsähkökäyrähälytykset (ECG) 75 dBA, laskimonsisäisen infuusion hälytykset välillä 44-80 dBA ja monitorien hälytykset 68 dBA (Hodge & Thompson 1990, Akansel & Kaymakci 2008, Taylor-Ford ym. 2008). Erityisen kiusallisia ääniä ovat muun muassa laitteiden hälytysäänet ja tarkkailulaitteiden piipitys (Akansel & Kaymacki 2008). Nämä laitteet on aina sijoitettu asiakkaan välittömään läheisyyteen ja siksi niiden toimintaan tulisi kiinnittää huomiota sillä jokainen hälytys aiheuttaa vastaanottajassa reaktion.

Asiakkaiden on todettu muodostavan vastustuskykyä laitteistojen meluärsykkeitä vastaan, sillä he luottavat henkilökuntaan ja siihen että laitteet ovat olemassa heidän hoitonsa turvaamiseksi (Topf 1984, Akansel & Kaymakci 2008). Kuitenkin esimerkiksi Walder ym. (2000) tutkimuksessa havaittiin, että teho-osaston monitorihälytyksistä useampi oli vääriä hälytyksiä, joten niillä voi jo olla suurikin merkitys ympäristön äänimaisemaan. Väärät hälytykset saattavat johtua monitorin hälytysasetusten väärästä säädöstä tai sitten henkilökunnan liian hitaasta reagoinnista (Walder ym. 2000). Standardien mukaan kuitenkin tiettyjen laitteistojen hälytyksillä, kuten esimerkiksi hengityskoneen hälytys, täytyy olla säädettynä tietylle äänenvoimakkuudelle, jota ei potilasturvallisuuden takia saa muuttaa (Taylor-Ford ym. 2008).

Toimenpiteitä vaatimattomien hälytyksien määrään ja ylipäätänsä koko hälytysäänien määrään voidaan vaikuttaa hälytysten hallintasuunnitelmalla ja teknologialla. Tarkoituksena on dataa keräämällä ja tulkitsemalla muuttaa hälytysjärjestelmää älykkäämmäksi ja siten vähentää hälytysten aiheuttamaa uupumusta henkilökunnalle ja asiakkaille, parantaa työnkulkua ja ylipäätään tehdä ympäristöstä viihtyisämpi asiakkaille ja läheisille. (GE Healthcare 2016.)

4.1.3 Jäähdytys- ja ilmastointilaitteet

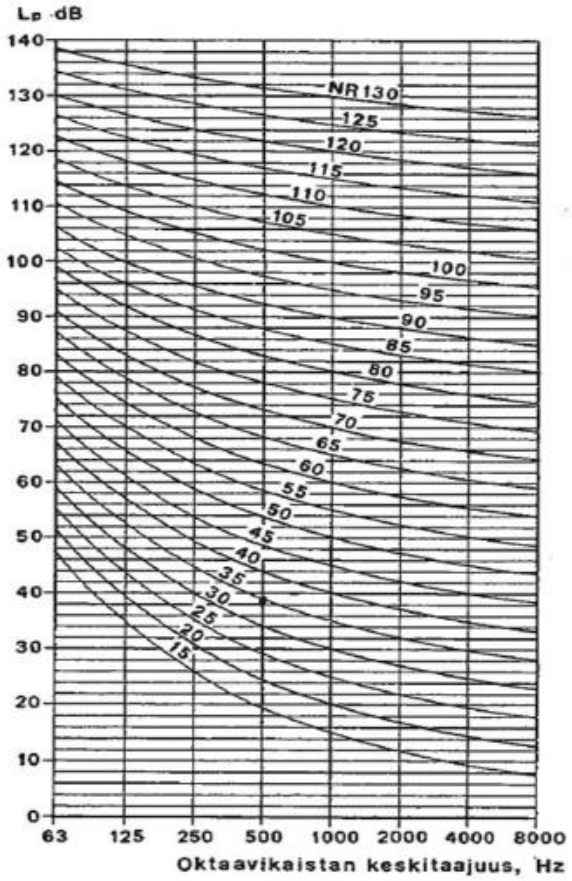
Tutkimuksissa yhdeksi yleisimmistä ongelmista työpaikan viihtyvyydelle nousee aina jäähdytys- ja ilmanvaihtolaitteistojen toiminta. Ilmanvaihdon ongelmien ja sopimattoman lämpötilan ohella laitteistosta aiheutuva ylimääräinen melu ja tärinä häiritsevät työntekoa. Ongelmat johtuvat pääosin rakentamisessa käytettävien rakenteiden ohentumisesta, kiertävän ilman nopeuden kasvusta, laitehuoneiden koon pienenemisestä ja laitteistojen käytöstä kovemmalla nopeudella. Pyrkimykset pienentää energiankäyttöä puolestaan usein lisäävät akustisia ongelmia. Käytössä oleva laiteteknologia on hyvää ja usein ääniongelmat johtuvatkin huonosta suunnittelusta rakennusvaiheessa. Onkin suositeltavaa käyttää laitteiston mekaniikkaa ja sijoitusta suunniteltaessa jo aikaisessa vaiheessa asiantuntija-apuna akustiikan ammattilaista. (Bhatia 2012.)

Jäähdytys- ja ilmastointilaitteista syntyvä melu on:

- matalataajuuksista tuulettimen ääntä. Tuulettimet tuottavat yleensä ääntä 16–250 Hz oktaavikaistalla. Myös esim. ilmamäärää säätävillä VAV-laatikoilla ääni on 125–500 Hz oktaavikaistataajuudella.
- keskitaajuuksista ilmavirtauksen tai turbulenssin aiheuttamaa ääntä. Ilmavirtauksen nopeus ja turbulenssi aiheuttaa ääntä putkistossa, joka on 31,5–1 000 Hz oktaavi-kaistataajuudella.
- korkeataajuuksista sulkimien ja ritilöiden pitämää ääntä. Näistä syntyy lopulta kokonaisääni, joka liikkuu 1 000–4 000 Hz oktaavikaistataajuudella. (Bhatia 2012.)

Jäähdytys- ja ilmastointilaitteiden suunnittelussa täytyykin huomioida kaikki taajuustasot. Ääni pystytään mittaamaan desibeleinä jaettuna kahdeksaan oktaavikaistaan. Häiritsevimmän oktaavikaistan äänenvoimakkuutta kuvaa äänitekniikassa NR-luku (noise rating), joka saadaan mitattua kustakin huoneesta A-painotettujen äänenpainetasolukujen perusteella. NR-käyrästö on

havainnollistettu kuviossa 4. Sijoittamalla mitatut arvot nomogrammiin oktaavikaistoittain ja yhdistämällä pisteet viivoilla saadaan NR-luku, joka on syntyvän käyrästön korkeimmassa kohdassa. NR-luku on yleensä noin 5 dB kokonaisäänitasoa pienempi. Yksityiset toimistot on usein suunniteltu NR-luvultaan välille 30–35 ja avokonttorit välille 40–45. Kokemus on osoittanut, että jos NR-luku ylittää arvon 45, tulee äänestä olemaan häiriötä (Bhatia 2012 ; Köykkä 2011, 37.)



Kuvio 4 NR-käyrästö (Köykkä 2011, liite 7)

4.1.4 Ulkoa kantautuva melu

Yhtenä sisämelun osa-alueena täytyy myös huomioida ulkotiloista sisälle kantautuvat äänet. Kaupunkiympäristössä tälläisia ääniä aiheutuu pääasiassa tie- ja raideliikenteestä, mutta myös lentokenttäkaupungeissa lentoliikenteestä. Myös etenkin isompiin sairaaloihin on usein suunniteltu helikopterille laskeutumisalusta rakennuksen katolle. Rakennusten tarvittava ääneneristys otetaan huomioon jo kaupunki- ja kaavasuunnittelua tehtäessä, sillä alueelliset erot vaihtelevat alueen tarkoituksen mukaan.

Yleis- ja asemakaavan antamilla määräyksillä melutasosta (kuva 3) pyritään siihen, että rakennusten sisätiloissa keskiäänitaso alittaisi Valtioneuvoston päätöksessä asetetut melutason ohjearvot (993/1992) (kuva 2). Rakennuslupien meluselvityksen päätavoitteena on sitten löytää rakenteet, jotka täyttävät asemakaavan meluntorjuntavaatimukset ja melutason ohjearvot. (Laine ym. 2014, 17.)

Sallittava sisämelun keskiäänitason päiväohjearvo $L_{A,eq,s,\ 7\text{-}22}$:

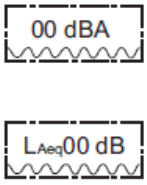
35 dB asuin-, potilas- ja majoitushuoneet sekä opetus- ja kokoontumistilat.

45 dB liike- ja toimistohuoneistot.

Sallittava sisämelun keskiäänitason yöohjearvo $L_{A,eq,s,\ 22\text{-}7}$:

30 dB asuin-, potilas- ja majoitushuoneet

Kuva 2 Valtioneuvoston päätöksen (993/1992) mukaiset päivä- ja yöaikaiset sisämelun keskiäänitason ohjearvot (Ympäristöministeriö 2003, 8)



Asemakaavamerkintä 132
"Merkintä osoittaa rakennusalan sivun, jonka puoleisten rakennuksen ulkoseinien sekä ikkunoiden ja muiden rakenteiden ääneneristävyyden liikennemelua vastaan on oltava vähintään 00 dBA"

tai

"Rakennuksen ulkopuolinen melutaso, jonka perusteella voidaan määrittää vaatimus ulkoseinän kokonaisääneneristävyydelle"

Kuva 3 Yleisesti käytettyjä kaavamerkintöjä koskien rakenteiden ääneneristävyyttä (Ympäristöministeriö 2003, 9)

Sisätiloihin kantautuvan äänitason selvittämiseksi, tulee suunnittelijan tietää julkisivuun kohdistuva melutaso ulkona sekä julkisivun rakennusosien kokonaisääneneristävyys. Kaikki julkisivuissa käytettävät rakennusosat sekä huoneiden muodot vaikuttavat äänitasoeron muodostumiseen. Näin ollen äänitasoero vaihtelee huoneittain. Merkittävin yksittäinen tekijä on kaikkein heikoimmin ääntä eristävän rakenteen eristävyysluku. Useimmissa tapauksissa ongelmakohdiksi nouseekin ikkunat ja läpiviennit. Rakennuslupavaiheessa vaatimukset ikkunoiden ja muiden rakennusosien ääneneristävyysluvuista onkin mitoitettava huonekohtaisesti. (Laine ym. 2014, 17–18.)

Lentomelualueilla yleis- ja asemakaavassa on määrätty että kaava-alueille sijoitettavan asuinrakennuksen kattorakenteiden, ulkoseinien sekä ikkunoiden ja muiden rakenteiden tulee olla sellaisia, että ulko- ja sisämelutasojen erotus tulee olla vähintään 00 dB. Molempien kaavamääräysten vaatimus koskee koko rakennuksen vaipan äänitasoeroa eli se ei anna vaatimuksia esimerkiksi yksittäiselle ikkunalle. Kaavamääräyksen äänitasoero muodostetaan ulkomelun (päivä- tai yöaikainen) keskiäänitason $L_{A,eq,u}$ ja vastaavan sallittavan sisämelun päivä- tai yökohtaisen keskiäänitason $L_{A,eq,s}$ erotuksena kaavan

$$\Delta L = L_{A,eq,u} - L_{A,eq,s} \tag{13}$$

mukaisesti, missä

ΔL = kaavamääräyksenä annettava ääneneristävyysvaatimus (0 dB). (Ympäristöministeriö 2003, 9.)

Useimmissa tapauksissa yksittäiset meluhuiput kuten lentokoneiden ylilennot, helikopteri tai ohiajava juna koetaan kaikkein häiritsevimmäksi tekijäksi. Tällöin kaavamerkinnän ja -määräyksen perusteena voidaan käyttää useamman yöaikaisen äänitasoltaan voimakkaimman tyypillisen ohiajon enimmäisäänitason $L_{A,max,u}$ keskiarvoa. Käytännössä ulkomelun (päivä- tai yöaikainen) keskiäänitason $L_{A,eq,u}$arvo korvataan enimmäisäänitason $L_{A,max,u}$ arvolla ja vastaavan sallittavan sisämelun päivä- tai yökohtaisen keskiäänitason $L_{A,eq,s}$ arvo korvataan arvolla 45 dB. (Ympäristöministeriö 2003, 9.)

Lähes poikkeuksetta ulkoa kantautuvan melun torjunta toteutetaan aina rakennusten julkisivuilla ja pienissä määrin myös tonteille asennettavilla pienillä meluaidoilla. Keskeisimmiksi tekijöiksi äänentorjunnan kannalta nousevat julkisivuissa tällöin ikkunat ja parvekeovet, sillä ne ovat seinärakenteisiin verrattuna eristävyydeltään keskimäärin heikompia. Suurempi ikkunapinta-ala nostaa aina huoneelle vaadittavan äänieristävyysluvun arvoa. Tällöin esimerkiksi ikkunan rakenteella on suuri merkitys tavoiteltavan ääneneristysluvun saavuttamiseksi. (Laine ym. 2014, 18.)

Ikkunoiden ja parvekeovien ohella julkisivurakenteiden ongelmakohtia ovat läpiviennit kuten ulkoilmaventtiilit ja karmiventtiilit. Koska läpivientien tarkoituksena on sallia ilman virtaus rakenteen lävitse aiheuttaa se samalla myös äänelle mahdollisuuden kulkeutua sisätiloihin. Nykyisillä rakennusmenetelmillä voidaan kuitenkin välttää läpiviennit rakennusten meluisille sivustoille. Valtaosassa uusiorakennuksia ilmanvaihto toteutetaan koneellisella ilmanvaihdolla, jossa tuloilma otetaan katolta tai hiljaiselta julkisivulta ja johdetaan ulos katolta. (Laine ym. 2014, 16.)

4.1.5 Rakentamistoiminnan melu

Rakennuksia remontoidessa ja uutta rakentaessa syntyy ympäristölle poikkeuksellista melua, joka vaikuttaa sekä työntekijöiden työympäristön viihtyisyyteen että myös asiakkaiden kokemukseen ympäristöstä. Kuten kaikkea muutakin melua, myös rakennustoiminnan melua voidaan ennustaa, mitata ja kontrolloida. Erityisesti tietyt työvaiheet ja -välineet kuten esimerkiksi paalutuskoneet, katuporat, kiviporat ja räjäytykset aiheuttavat kovaa ääntä ja näin ollen näiden työvälineiden käytön vaikutukset tulisi tarkastella huolella ja suunnitella työvaiheet mahdollisimman vähän häiriötä aiheuttaviksi. (Burgé & Thalheimer 2012.)

Keinoja kontrolloida rakennustoiminnan melua voi olla esimerkiksi löytää käyttöön vähemmän melua tuottavia työvälineitä, tehdä kovameluisia työvaiheita silloin kun niistä aiheutuu vähiten häiriötä (esimerkiksi työskentelevälle henkilökunnalle) tai estää melun leviämistä meluesteillä. Paras keino meluntorjuntaan on kuitenkin ennenkaikkea välttää kaiken melun syntyä. Jos melun syntyä ei pystytä välttämään, tulee ainakin huolehtia siitä että melulle altistuvien kuulo suojataan asianmukaisin kuulosuojaimin. (Burgé & Thalheimer 2012.)

5 SISÄMELUN VAIKUTUKSET VIIHTYVYYTEEN JA TERVEYTEEN

Sairaalaympäristö voi olla asiakkaalle hyvinkin stressaava kokemus. Asiakkaan paranemiselle olisi tärkeää saada riittävästi lepoa ja unta, sillä paraneminen ja omasta terveydentilasta sekä lähimmäisistä huolehtiminen vie voimia. Asiakkaiden ympärillä tapahtuva toiminta tuottaa kuitenkin ärsykkeitä, kuten ääniä, jotka häiritsevät lepoa. Kyseinen häiriömelu saattaa aiheuttaa psykososiaalisia ja fysiologisia vaikutuksia asiakkaille, mutta meluun harvoin puututaan sillä sen koetaan kuuluvan normaaliin sairaalatoimintaan. (Wiese 2010, 7.)

Korkeiden äänitasojen tiedetään vaikuttavan ihmiseen esimerkiksi häiritsemällä unta sekä aiheuttamalla stressiä, uupumusta ja rauhattomuutta. Tutkimuksissa on myös havaittu melun häiritsevän sairauden jälkeistä kuntoutumista, kiihdyttävän hengitystiheyttä ja sykettä, nostavan verenpainetta, aiheuttavan päänsärkyä, nostavan veren kolesterolia ja aiheuttavan vasokonstriktiota. Ympäristön äänillä on siis selkeä vaikutus asiakkaiden hyvinvointiin ja olisikin tärkeää tehdä ympäristöstä mahdollisimman rauhallinen. (Wiese 2010, 7.)

Ympäristön rauhallisuus on tärkeää, koska monissa tutkimuksissa on osoitettu häiriöäänien aiheuttavan stressiä asiakkaille. Pitkittyneenä jatkunut altistus melulle ja siitä aiheutunut pitkittynyt stressitila voi johtaa pahimmillaan vakaviinkiin terveyshaittoihin. Pitkittynyt stressitila nimittäin aiheuttaa muutoksia rasva-aineenvaihdunnassa, nostaa veren hyytymistekijöiden pitoisuuksia sekä heikentää immuunijärjestelmän toimintaa ja edesauttaa tulehdusprosessien kehittymistä. (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, 2015.) Pitkittyneen stressin lisäksi häiriöäänet aiheuttavat fyysisiä vaikutuksia muunmuassa verenkiertojärjestelmään ja aiheuttaa myös muita fyysisiä oireita kuten päänsärkyä ja kuulon heikkenemistä. Esimerkiksi asiakkailla, jotka nukkuessaan altistettiin äkkinäiselle äänille ja henkilökunnan keskusteluille, havaittiin verenkiertojärjestelmän toiminnassa pidempiaikaisia vaikutuksia kuten verenpaineen nousua ja sykkeen tihentymistä (Snyder-Helpern 1985, Topf 1988).

Myös haavojen paranemiseen tarvittavan ajan uskotaan olevan pidempi häiriöäänille altistuessa. Tutkimukset tämän osalta rajoittuvat kuitenkin tältä osin lähinnä eläinkokeisiin rotilla ja hiirillä (Wysocki 1996). Haavojen hitaamman paranemisen ohella tarvittavan lääkityksen määrän on tutkittu olevan suurempi rauhattomassa ympäristössä (Hagerman ym. 2005.) Esimerkiksi Fife & Rappaport (1976) tutkivat rakennusaikaisen melun vaikutusta asiakkaiden kotiuttamiseen. Koehenkilöt olivat läpikäyneet kaihileikkauksen ja tuloksena asiakkaiden kotiutuminen oli huomattavasti hitaampaa rakennusaikaan leikkauksessa käyneillä verrattuna aikaan ennen ja jälkeen rakennustoiminnan (Fife & Rappaport 1976).

Hagerman ym. (2005) tutkivat puolestaan akustiikan vaikutuksia sepelvaltimotaudista kärsivien asiakkaiden sydämen toimintaan. Potilashuoneessa käytettiin vuorotellen huonoja, ääntä heijastavia, akustisia levyjä ja hyviä, ääntä vaimentavia akustiikkalevyjä. Asiakkaiden sykkeessä ei tutkimuksessa havaittu eroja, mutta pulssin amplitudissa eli yläpaineen ja alapaineen erossa niitä oli. Huonon

akustiikan ympäristön koettiin aiheuttavan erittäin negatiivisia fysiologisia vaikutuksia akuuteista sairausjaksoista toipuville. (Hagerman ym. 2005.)

Koville äänitasoille altistuminen voi aiheuttaa myös vaurioita kuuloelimiin. Ortopedian leikkausvälineistön yli 100 dBA:n synnyttämän äänen on todettu aiheuttavan sisäkorvan vaurioita ja pitkäaikaista tinnitystä. Tämän lisäksi pitkäaikainen altistuminen äänitasolle 85-90 dB on tutkittu aiheuttavan kuulon heikkenemistä. (Nott & West 2003.) Työntekijöiden suojaamiseksi Valtioneuvoston asetuksessa 85/2006 (Valtioneuvoston asetus työntekijöiden suojelemisesta melusta aiheutuvilta vaaroilta) on määritelty alempi toimenpidearvo, ylempi toimenpidearvo sekä raja-arvo, joilla pyritään suojelemaan työntekijää liialta melualtistukselta ja mahdollisilta kuulovaurioilta (Työterveyslaitos 2015).

Sairaalaympäristö on hektinen ja useimmille asiakkaille vieras. Vieraan ja äänekkään ympäristön lisäksi asiakkaita stressaa huoli omasta terveydentilasta ja läheisistä. Kun tähän lisätään vielä fyysinen kipu, on ymmärrettävää että sairaalakokemuksella on vaikutusta myös asiakkaan mielentilaan. Hweidin (2007) tutkimuksessa kävi ilmi, että sairaalakokemusta kokonaisuutena ajatellen asiakkaat kokevat kaikkein stressaavimmiksi tekijöiksi putket nenässä ja suussa, kivun, sen etteivät pysty nukkumaan, piippaukset ja hälytysäänet sairaalan laitteista, janon ja kontrollin puutteen ympäristössään. Ääneen liittyviä stressaavia tekijöitä olivat piippaukset ja hälytysäänet laitteistoista, epätavalliset ja tuntemattomat äänet, herätetyksi tuleminen hoitajien toimesta, henkilökunnan liian kovaääniset keskustelut ja oman monitorin hälytyksen laukeaminen. (Hweidi 2007.)

Stressaavuuden kokemiseen vaikuttaa yksilön ääniherkkyys ja kontrollin tunne. Esimerkiksi Biley (1994) tutkimuksessaan havaitsi, että yksilö voi tottua tiettyyn ääneen ajan kuluessa ja turtua siihen. Toisaalta uudet äänet kiinnittävät aina turtuneidenkin yksilöiden huomion. Turtuminen pätee myös äänen tuottamiseen eli esimerkiksi hoitohenkilökunta voi aiheuttaa häiritsevää melua toiminnassaan kiinnittämättä asiaan itse huomiota. Turtuminen selittää tiettyjen ihmisten suurta toleranssia työskennellä esimerkiksi korkean äänitason leikkausosastoilla. (Biley 1994.)

Asiakkaan mahdollisuudelle kontrolloida hoitopaikassaan olevaa ääntä on suuri vaikutus äänen häiritsevyyteen. Kontrollin puute saattaa jopa aiheuttaa enemmän stressin tunnetta kuin itse äänelle altistuminen. (Hatfield ym. 2002.) Olisikin siis tärkeää, että asiakkailla on kokemus siitä, että halutessaan he voivat vaikuttaa ympäristönsä tapahtumiin esimerkiksi muuttamalla kaukosäätimellä television tai radion äänenvoimakkuutta tilanteeseen sopivaksi.

Sisämelun vaikutuksia työntekijöihin täytyy ajatella sekä työstä suoriutumisen, että työntekijöiden hyvinvoinnin näkökulmasta. Meluhäiriö vaikuttaa työtekijöihin samoin kuin asiakkaisiinkin, joten työntekijöillä on yhtälailla riski kärsiä samoista terveysongelmista. Äänestä aiheutuvan stressin havaittiin Topf ja Dillonin 1988 tutkimuksessa olevan yhteydessä työuupumukseen. 100 vapaaehtoista hoitajaa käytti Jones's Staff Burnout Scale for Health Professionals työuupumusmittaria sekä Masclah´s Burnout Inventory:n (MBI) emotionaalista väsymystä mittaavaa

kyselyä. Meluhäiriön vaikutus oli suurin erityisesti kahdeksantuntista iltavuoroa tekevillä hoitajilla. Jatkotutkimus osoitti myös, että meluhäiriön subjektiivinen kokemus oli suurempi vähemmän sitoutuneella henkilökunnan osalla. (Topf & Dillon 1988.)

West ym. tutkimuksessa 2005 puolestaan tutkittiin keinoja purkaa esteitä, jotka heikentävät asiakkaiden saamaa hoidon laatua. Riittämättömien resurssien, kuten henkilökunnan, tilojen ja laitteiden lisäksi kyseisessä tutkimuksessa selvisi, että henkilökuntaa stressaa myös vaikutusmahdollisuuksien puute esimerkiksi tilojensa melutasoon ja lämpötilaan. (West ym. 2005.) Konkanin ja Oakleyn (2012) tutkimuksessa 66% hoitajista koki meluisan työympäristön ärsyttäväksi ja väsyttäväksi, 43%:lla oli keskittymisvaikeuksia ja 40%:lla oli jännittyneisyydestä aiheutuneita päänsärkyjä. (Konkani & Oakley 2012.)

Blomkvist ym. (2005) tutkimuksessa testattiin erilaisten akustiikkalevyjen vaikutusta työympäristöön kardiologisessa yksikössä. Tutkimuksessa käytettiin sekä ääntä heijastavia akustiikkalevyjä, että ääntä vaimentavia levyjä. Havaintoina oli että työntekijöiden kokemus työympäristöstään vaikutti mielikuvaan koko työorganisaatiosta. Kun yksilö kokee ettei hallitse ympäristöään, muodostuu hänelle siitä kielteinen mielikuva ja se aiheuttaa stressiä. Pitkäaikainen ja negatiivinen psyykkinen kokemus työympäristöstä aiheuttaa fysiologisia oireita, jotka voivat johtaa sairauteen. Tutkimuksen johtopäätöksenä todettiin, että parantamalla tilojen akustiikkaa parannetaan koko työympäristön toimivuutta ja mielekkyyttä. (Blomkvist ym. 2005.)

6 KYSELYTUTKIMUS SAIRAALOIHIN

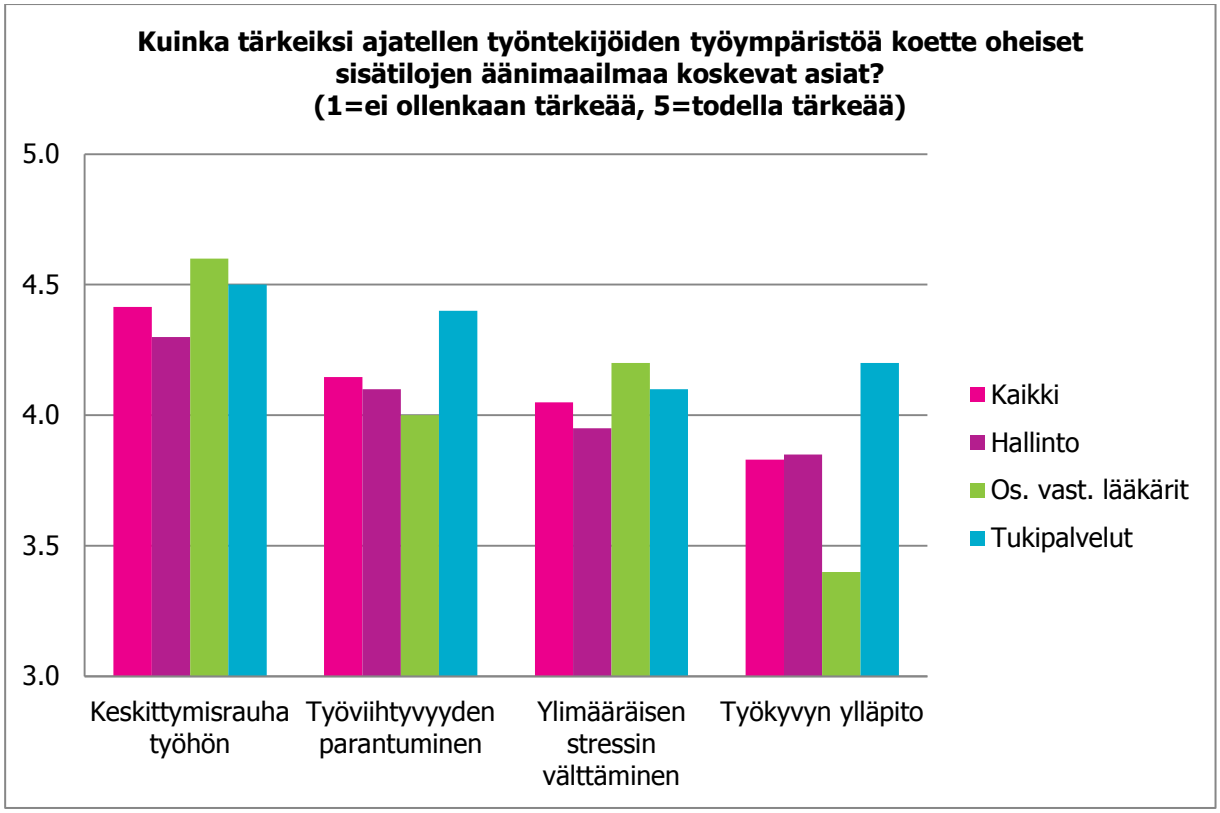
Opinnäytetyössä tehtiin sairaaloihin kyselytutkimus. Kyselytutkimuksen tarkoituksena oli kartoittaa henkilökunnan näkökulmasta sairaalan sisätilojen äänimaailman vaikutuksia henkilökunnan ja asiakkaiden viihtyvyyteen. Kyselyn avulla luotiin näkemys siitä millaiseksi sisätilojen äänimaailma koetaan sekä selvitettiin sairaalaympäristön merkittävimmät sisämelun äänilähteet. Tavoitteena oli myös saada tietoa siitä, kuinka tietoisia sairaaloissa ollaan sisätilojen äänitasoista ja onko tilojen korjauksia tai laajennuksia suunniteltaessa huomioitu sisätilojen äänien hallinta. Sisätilat jaettiin neljään osa-alueeseen: aulatiloihin, käytäviin, vastaanottohuoneisiin ja potilashuoneisiin.

Kyselylomake lähetettiin valikoiduille henkilöille vastattavaksi toukokuussa 2015. Kohderyhmäksi valittiin henkilöitä sairaaloiden hallinnosta, osastoista vastaavia lääkäreitä, henkilöitä tukipalveluista (kiinteistö- ja tekniset palvelut) ja potilasturvallisuuden asiantuntijoita. Kyselyyn valittujen ei tarvitse välttämättä osallistua sairaalan päivittäiseen toimintaan, kuten usein esimerkiksi tukipalvelujen henkilöiden kohdalla tilanne on, mutta myös heidän näkemyksensä asiaan haluttiin selvittää. Yhteensä kyselyä lähetettiin 296 henkilölle kattaen kaikki Suomen yliopistolliset sairaalat ja keskussairaalat poislukien Ahvenanmaan keskussairaala. Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin, Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirin, Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiirin ja Pirkanmaan sairaanhoitopiirin osalta postituslistaan sisältyi pääsairaaloiden lisäksi myös alueella toimivia pienempiä yksiköitä. Postituslista koottiin käsin sairaanhoitopiirien internetsivuilta löytyneiden yhteystietojen perusteella.

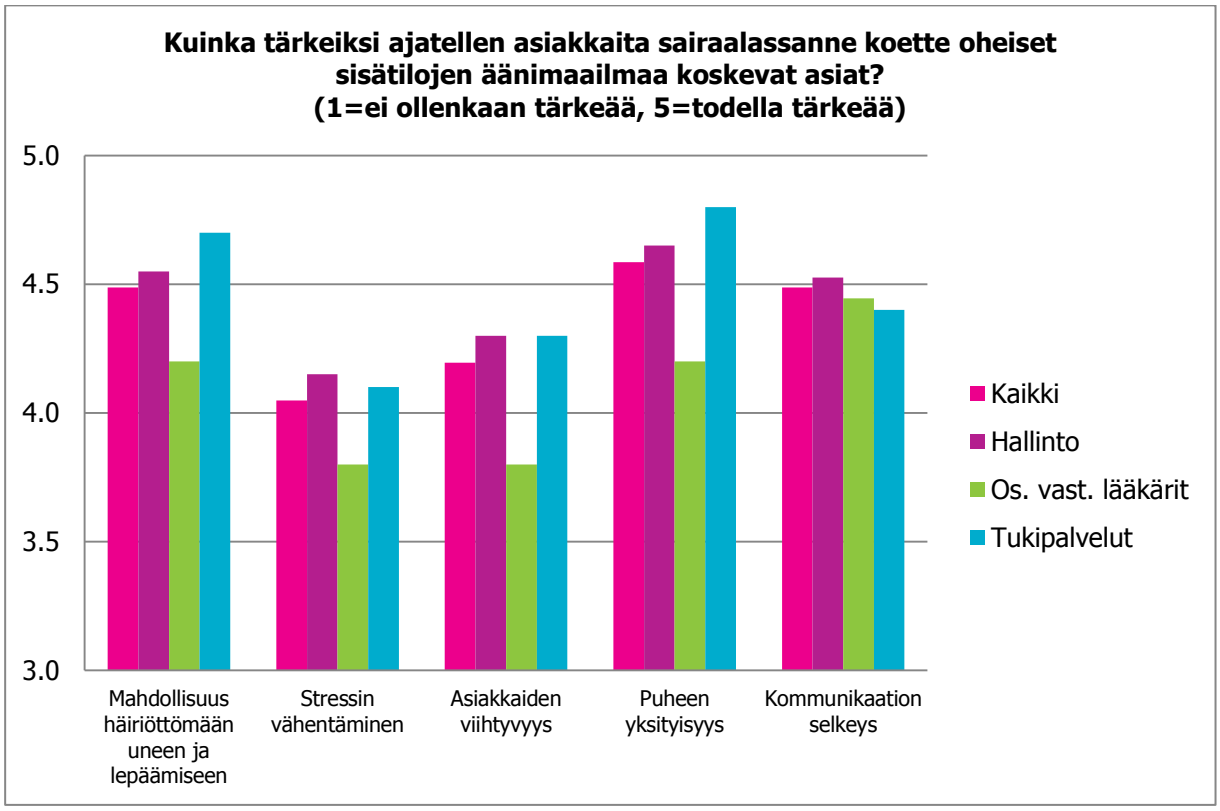
Vastauksia kyselyyn saatiin yhteensä 41 kappaletta vastausprosentin ollessa 13,85%. Vastausprosentti on mielestäni kohtalainen, mutta erityisesti vastaajien sijoittuminen eri puolille Suomea on hyvä asia ja antaa mielestäni kohtalaiset lähtökohdat analysoida kyselyn tuloksia valtakunnallisella tasolla. Ryhmittäin jaoteltuna vastausten lukumäärä jakautui niin, että hallinnosta vastauksia saatiin 20 kappaletta, osastojen vastaavilta lääkäreiltä 10 kappaletta, tukipalveluista 10 kappaletta ja potilasturvallisuuden asiantuntijoilta 1 kappale. Kysymysten 1–7 osalta vastaukset on esitetty sekä kokonaisuutena että vastaajaryhmien osalta eriteltynä poislukien potilasturvallisuuden asiantuntijat johtuen pienestä otoksesta. Näin pyritään saamaan selville miten eri toimijat kokevat sisämelun ja mitkä heidän mielestään ovat häiritsevimmät melulähteet.

Kyselylomake löytyy kokonaisuudessaan liittestä 1.

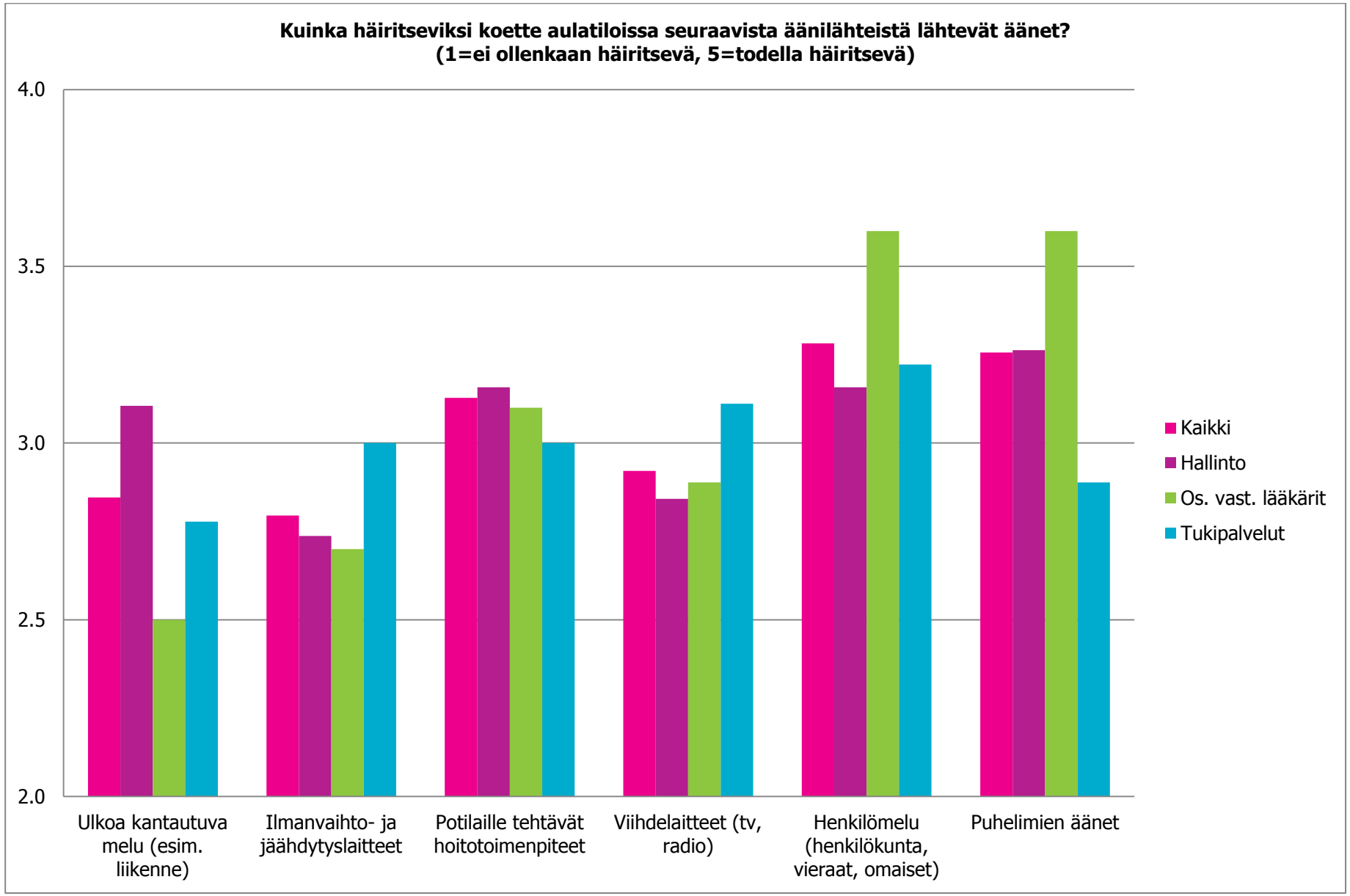
6.1 Kyselyn tulokset



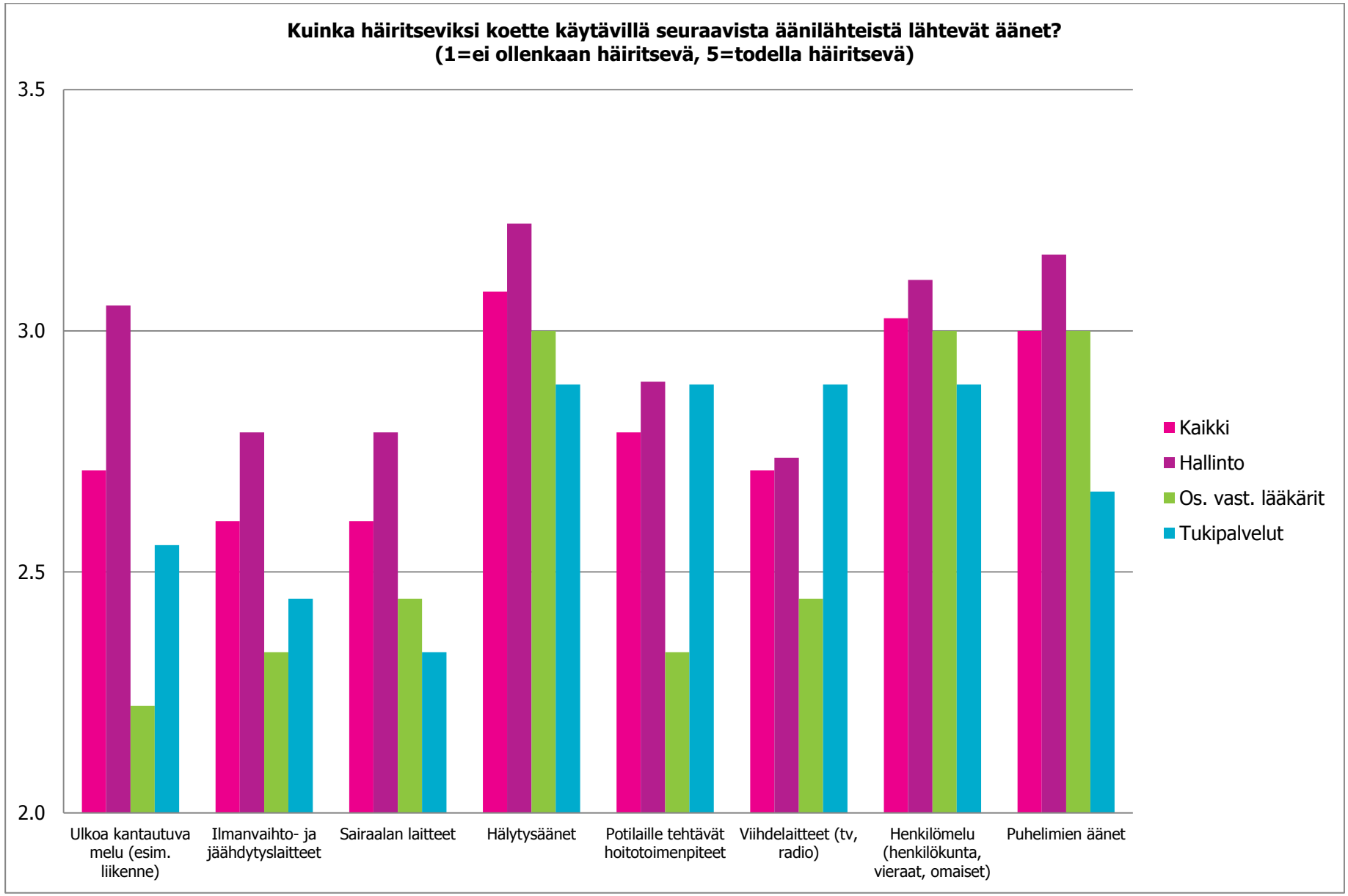
Kuvio 5 Kuinka tärkeiksi ajatellen työntekijöiden työympäristöä koette oheiset sisätilojen äänimaailmaa koskevat asiat?



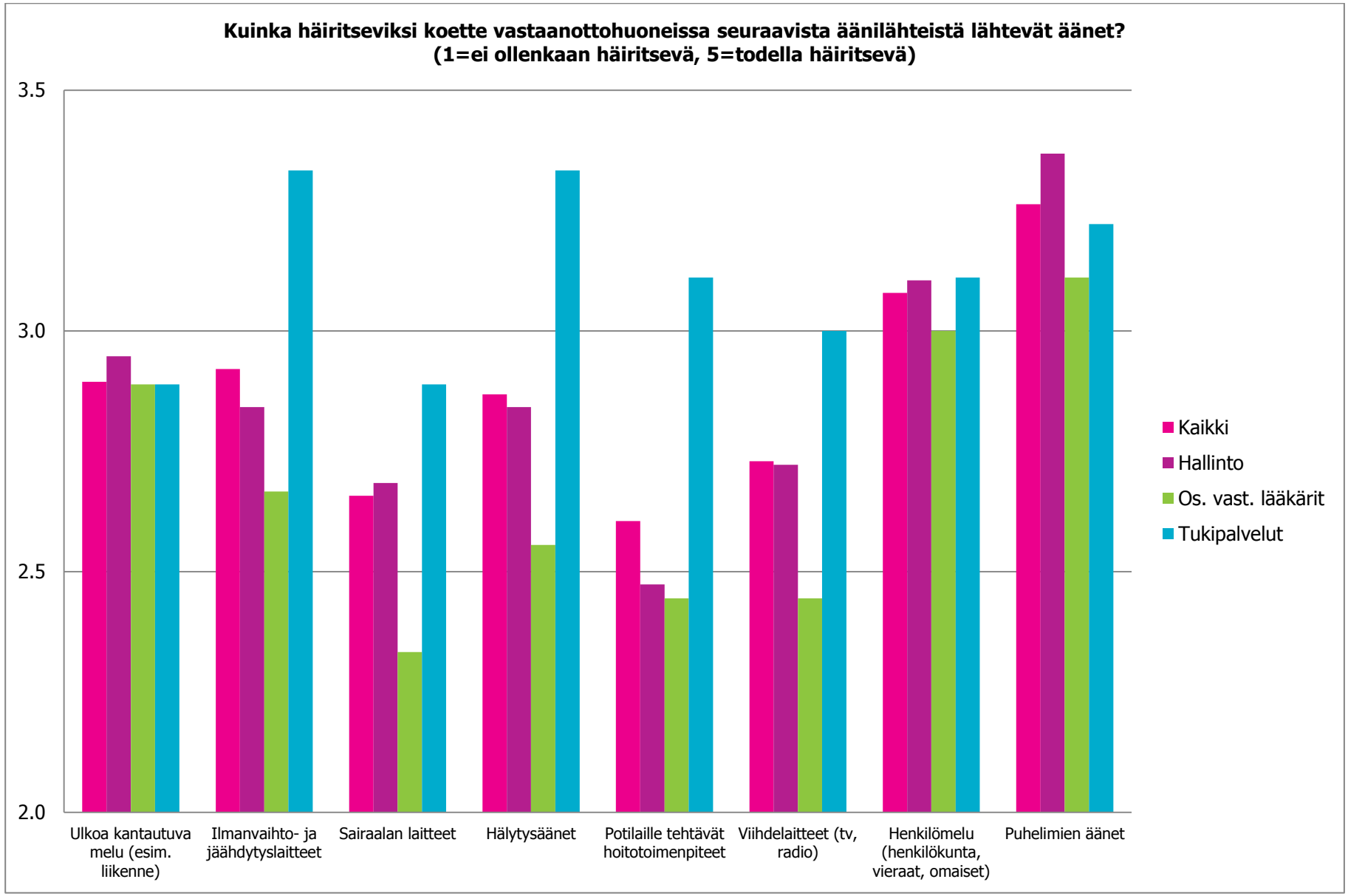
Kuvio 6 Kuinka tärkeiksi ajatellen asiakkaita sairaalassanne koette oheiset sisätilojen äänimaailmaa koskevat asiat?



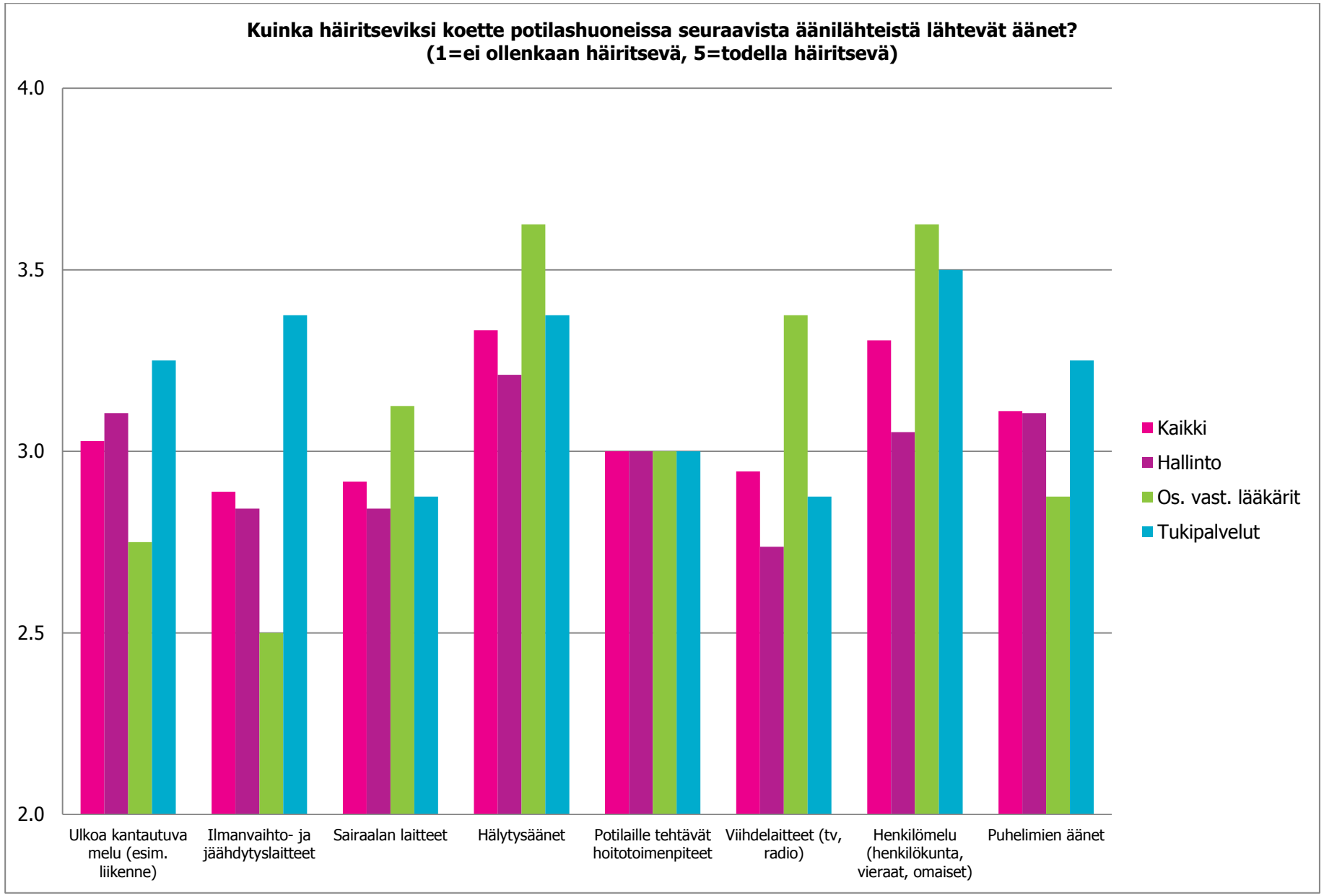
Kuvio 7 Kuinka häiritseviksi koette aulatiloissa seuraavista äänilähteistä lähtevät äänet?



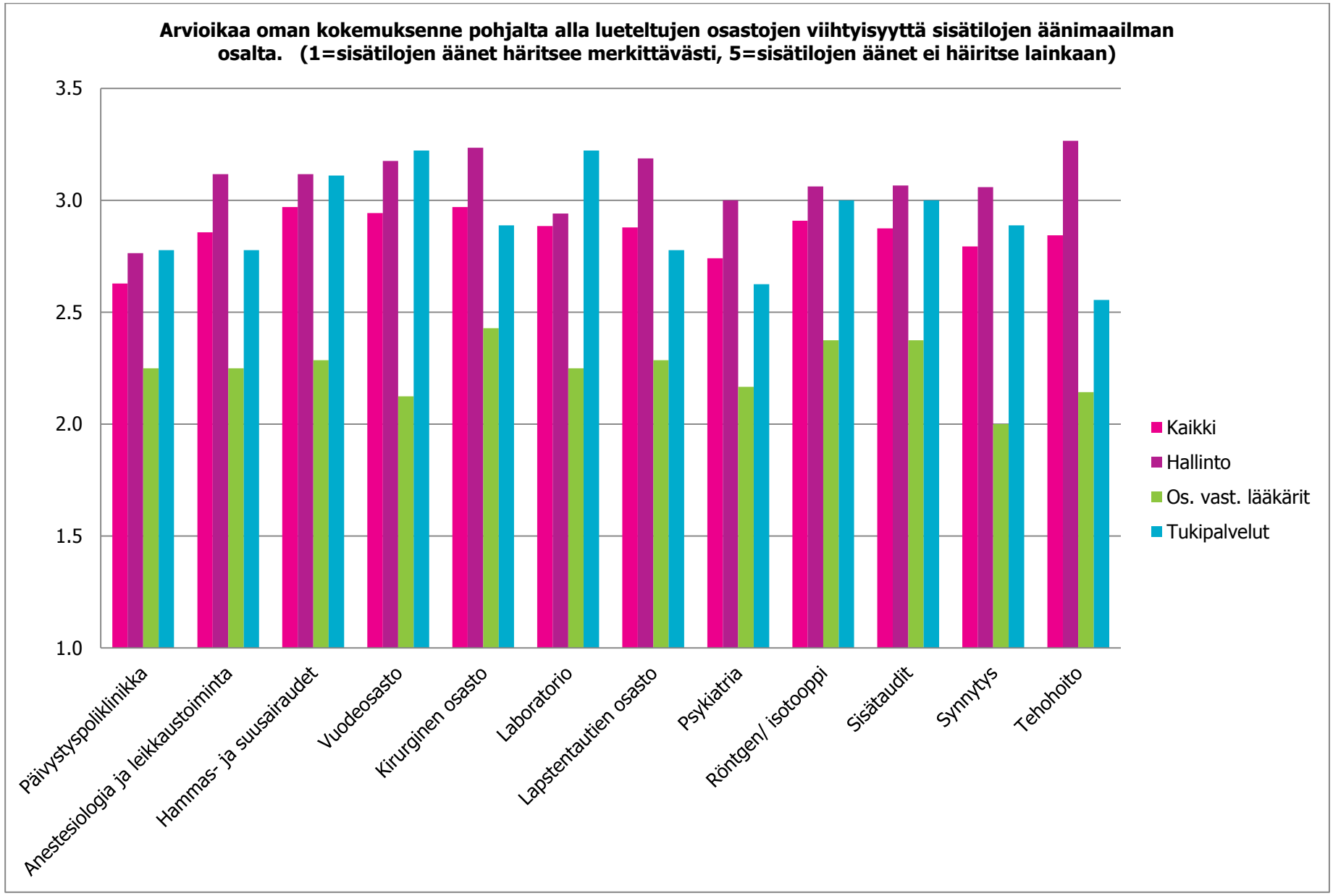
Kuvio 8 Kuinka häiritseviksi koette käytävillä seuraavista äänilähteistä lähtevät äänet?



Kuvio 9 Kuinka häiritseviksi koette vastaanottohuoneissa seuraavista äänilähteistä lähtevät äänet?



Kuvio 10 Kuinka häiritseviksi koette potilashuoneissa seuraavista äänilähteistä lähtevät äänet?



Kuvio 11 Arvioikaa oman kokemuksenne pohjalta alla lueteltujen osastojen viihtyisyyttä sisätilojen äänimaailman osalta

Taulukko 8 Oletteko teettäneet aikaisemmin sisätilojen äänitasojen mittauksia sairaalassanne?

Oletteko teettäneet aikaisemmin sisätilojen äänitasojen mittauksia sairaalassanne?	**Vastausten lukumäärä**
Kyllä	12
Ei	13
En tiedä	11

Taulukko 9 Millä osastoilla mittaukset tapahtuivat ja mistä johtuen äänitason mittauksia teetettiin?

Millä osastoilla mittaukset tapahtuivat ja mistä johtuen äänitason mittauksia teetettiin?	**Vastaukset**
	labra
	osastotilat, unilaboratorio
	teho-osastolla kartoitettiin melua
	Tehostetun hoidon toimintayksikkö / teho ja neuroteho liittyen EVICURES -hankkeeseen
	kuulontutkimusosasto
	Väliseinien ääneneristävyysmittauksia poliklinikoilla. Ilmanvaihdon äänitasomittauksia.
	Mittaukset tapahtuvat pääasiassa uudiskohteissa. Näiden lisäksi mittauksia tehdään tarvittaessa.
	lepohuoneet, työpisteet taustamelun selvittäminen

Taulukko 10 Millaisia tuloksia olette saaneet teettämissänne sisätilojen äänitasojen mittauksissa?

Millaisia tuloksia olette saaneet teettämissänne sisätilojen äänitasojen mittauksissa?	**Vastausten lukumäärä**
Huonekohtaisia keskiäänitasoja esim. potilashuoneille ja vastaanottohuoneille	7
Huonekohtaisia äänen taajuusjakaumia (sisältäen matalat taajuudet)	4
Huonekohtaisia suosituksia parannustoimenpiteistä	7
Tilakohtaisia keskiäänitasoja esim. käytäville ja aulatiloihin	3
Tilakohtaisia äänen taajuusjakaumia (sisältäen matalat taajuudet)	2
Tilakohtaisia suosituksia parannustoimenpiteistä	5
Kustannusarvio tarvittavista investoinneista (mukaan lukien läpiviennit, ulko-ja sisäseinien äänieristävyys, ikkunoiden äänieristävyys)	7
Piha-alueiden keskiäänitasot	1
Piha-alueiden äänien taajuusjakauma	1
Toimintaohjeita henkilökunnalle esim. tilojen rauhoittamiseen	5
Esitys työympäristön viihtyisyyden parantamiseksi sisämelun suhteen	2
Arvio sisämelusuositusten toteutumisesta	4
Muita tuloksia (täsmennä)	1

Taulukko 11 Millaisia tuloksia haluaisitte saada tulevaisuudessa sisätilojen äänitasojen mittauksissa?

Millaisia tuloksia haluaisitte saada tulevaisuudessa sisätilojen äänitasojen mittauksissa?	**Vastausten lukumäärä**
Huonekohtaisia keskiäänitasoja esim. potilashuoneille ja vastaanottohuoneille	15
Huonekohtaisia äänen taajuusjakaumia (sisältäen matalat taajuudet)	6
Huonekohtaisia suosituksia parannustoimenpiteistä	19
Tilakohtaisia keskiäänitasoja esim. käytäville ja aulatiloihin	13
Tilakohtaisia äänen taajuusjakaumia (sisältäen matalat taajuudet)	5
Tilakohtaisia suosituksia parannustoimenpiteistä	22
Kustannusarvio tarvittavista investoinneista (mukaan lukien läpiviennit, ulko-ja sisäseinien äänieristävyys, ikkunoiden äänieristävyys)	16
Piha-alueiden keskiäänitasot	1
Piha-alueiden äänien taajuusjakauma	0
Toimintaohjeita henkilökunnalle esim. tilojen rauhoittamiseen	22
Esitys työympäristön viihtyisyyden parantamiseksi sisämelun suhteen	25
Arvio sisämelusuositusten toteutumisesta	19
Muita tuloksia (täsmennä)	1

Taulukko 12 Oletteko tehneet perusparannuksia tai laajennuksia, joissa sisätilojen äänitasojen hallinta on huomioitu suunnitteluvaiheessa?

Oletteko tehneet perusparannuksia tai laajennuksia, joissa sisätilojen äänitasojen hallinta on huomioitu suunnitteluvaiheessa?	**Vastausten lukumäärä**
Kyllä	19
Ei	6
En tiedä	10

Taulukko 13 Oletteko suunnittelemassa perusparannuksia tai laajennuksia?

Oletteko suunnittelemassa perusparannuksia tai laajennuksia?	**Vastausten lukumäärä**
Kyllä	28
Ei	4
En tiedä	2

Taulukko 14 Onko näissä hankkeissa otettu sisätilojen äänitasojen hallinta huomioon?

Onko näissä hankkeissa otettu sisätilojen äänitasojen hallinta huomioon?	**Vastausten lukumäärä**
Kyllä	18
Ei	2
En tiedä	8

Taulukko 15 Haluatteko lisätietoa nykyaikaisista sisämelun mittausmenetelmistä?

Haluatteko lisätietoa nykyaikaisista sisämelun mittausmenetelmistä?	**Vastausten lukumäärä**
Kyllä	18
Ei	16

6.2 Tulosten analysointi

Työntekijöiden työympäristöä ajatellen kaikkein tärkeimmäksi asiaksi koettiin työntekijöiden keskittymisrauha työntekoon (kuvio 5). Toiseksi tärkeimmäksi asiaksi koettiin työviihtyvyyden parantaminen. Myös ylimääräisen stressin välttäminen ja työkyvyn ylläpito nähtiin tarpeellisiksi, muttei kuitenkaan aivan niin kriittisiksi tekijöiksi. Vastaajaryhmien välillä eroja löytyi esimerkiksi työviihtyvyyden parantamisen ja työkyvyn ylläpidon kohdalta, jossa tukipalveluryhmän vastausten keskiarvot erottuivat muista ryhmistä. Sisätilojen äänimaailman suunnittelussa tulisi siis keskittää

huomiota järjestämään viihtyisät ja rauhalliset työtilat työntekijöille, jossa he voivat keskittyä työskentelyyn ilman ylimääräisiä häiriötekijöitä.

Vastaajien näkökulmasta sairaalan asiakkaita ajatellen tärkeimmiksi seikoiksi koettiin kommunikaation turvaaminen eli puheen yksityisyys ja kommunikaation selkeys (kuvio 6). Asiakkaan kanssa on pystyttävä kommunikoimaan selkeästi eli puheesta on saatava vaivattomasti selvää puolin ja toisin. Yksityisyydensuojan kannalta on myös tärkeää, että puhe ei pääse leviämään ympäristöön. Tärkeäksi seikaksi koettiin myös mahdollisuus häiriöttömään nukkumiseen ja lepoon. Tämä tarkoittaa rauhoitettuja nukkumatiloja, joihin ei kantaudu ääntä viereisistä huoneista tai muista tiloista kuten esimerkiksi käytäviltä. Myös useamman potilaan huoneissa tulisi huomioida huoneen sisällä syntyvän äänen leviäminen niin, etteivät potilaat häiriinny toisistaan.

Kyselyssä haluttiin myös selvittää sairaalan eri tiloissa ne merkittävimmät tekijät, jotka aiheuttavat häiritsevää ääntä. Aulatiloissa häiritsevimmiksi ääniksi koettiin ihmisten toiminnasta aiheutuvat äänet matkapuhelimet (kuvio 7). Erityisen isona häiriötekijänä henkilömelua ja matkapuhelimia pitivät eri osastojen vastaavat lääkärit, jotka osallistuvat päivittäiseen työskentelyyn sairaalan arjessa. Aulatilat ovat yleensä niitä, joissa asiakkaat yleensä ilmottautuvat olevansa paikalla ja sen jälkeen odottavat pääsyänsä vastaanotolle. Paikalla voi olla esimerkiksi lapsia tai kivuissa olevia potilaita eli ääntä voi syntyä myös tavallisen kanssakäynnin oheen. Erityispiirteenä aulatiloissa ja etenkin ilmoittautumis-pisteellä on huomioitava puheen yksityisyys.

Käytävillä havaitut häiriötekijät ovat hyvin pitkälle yhtenäisiä aulatiloissa havaittujen kanssa eli ihmisten puheensorina ja puhelimien äänet (kuvio 8). Vastausten perusteella kuitenkin käytävien häiritsevimmäksi äänilähteeksi koettiin hälytysäänet. Laitteistojen hälytysäänien täytyy kuitenkin potilasturvallisuuden vuoksi olla hyvinkuuluvia ja huomiotaherättäviä ja siksi niille on määritelty vähimmäisäänentaso, jota ei voi pienentää.

Vastaanotto- ja potilashuoneissa (kuviot 9 ja 10) häiritsevimmiksi äänilähteiksi koettiin henkilömelu ja puhelimien äänet. Vastaanottohuoneissa puhelimet voivat häiritä työntekoon keskittymistä oli kyseessä sitten asiakkaan puhelin, käytäviltä kuuluvat hälytysäänet tai henkilökunnan omat työpuhelimet. Potilashuoneissa puolestaan etenkin vierailijoiden käyttäytymisellä on suuri merkitys huoneen pitämiseen rauhallisena. Näiden lisäksi ulkoa kantautuva melu oli suurempi häiriötekijä muihin kyselyssä olleisiin tiloihin verrattuna. Vastaanotto- ja potilashuoneet ovat yleensä ikkunallisia tiloja ja siten alttiita ympäristön melulle, joten tulos selittynee sillä.

Mielenkiintoista oli huomata sairaalan teknisistä palveluista vastaavan tukipalvelujen ryhmän huomioineen vastauksissaan muita ryhmiä tarkemmin ilmanvaihto- ja jäähdytyslaitteiden, sairaalan laitteiden ja niiden hälytysäänien sekä viihdelaitteiden vaikutukset ympäristön äänimaailmaan. He varmasti työnsä luonteen perusteella keskittyvät tarkemmin teknisten laitteiden yksityiskohtiin ja ominaisuuksiin ja kiinnittävät helpommin huomiota myös niistä lähteviin ääniin.

Tulokset vastaajien kokemuksista eri osastojen äänimailmojen häiritsevyydestä on esitetty kuviossa 11. Äänekkäimmiksi osastoiksi vastausten perusteilla koetaan päivystyspoliklinikka, synnytysosasto, tehohoito ja psykiatrian osasto. Melun syntyyn olennaisimmin vaikuttaviksi tekijöiksi näkisin ihmisten lukumäärän ja toiminnan sekä eri osastoille tyypilliset työtoimenpiteet. Erityisesti osastojen työtoimenpiteet ja osastojen yleinen luonne vaikuttaa häiritsevyyden kokemukseen. Kysymyksenasettelu antoi mahdollisuuden kertoa kokemuksensa eri osastojen äänimaailman häiritsevyydestä vaikkei osallistuisikaan osaston päivittäiseen toimintaan. Näiltä osin tulokset ovat suurelta osin yhtenäiset yleisen mielipiteen mukaan. Huomioitava on osastoista vastaavien lääkäreiden kokemus sisämelun häiriöstä, joka on hieman suurempaa kuin muilla vastaajaryhmillä.

Kysyttäessä aikaisemmin teetetyistä sisätilojen äänitasojen mittauksista sairaaloissa (taulukko 8) kolmannes vastaajista (12/36) ilmoitti, että kyseisiä mittauksia on tehty. Loput ilmoittivat joko, että mittauksia ei ole teetetty (13 kpl), tai ei ollut asiasta varma (11 kpl). Taulukossa 9 on esitetty vastaukset siitä missä sisämelumittauksia on tehty ja miksi, jos niitä on tehty. Sisämelumittauksia oli tehty laboratoriotiloissa, tehostetun valvonnan osastolla, kuulontutkimusosastolla ja osastotiloissa yleisesti. Myös työntekijöiden lepotiloista ja työpisteistä oli selvitetty taustamelun äänitasoja. Yhden vastauksen perusteella melutasot mitataan uudiskohteista ja tarpeen mukaan vanhemmista tiloista. Syitä sisämelumittauksien tekemättömyyteen voisi olla esim. tulevien korjaustöiden/laajennuksien odottaminen, jolloin nykytilannetta ei ole tarvetta kartoittaa tai muutoin mittausten näkeminen tarpeettomiksi, eli mahdollisia häiriötekijöitä ei koeta niin häiritseviksi, että niille kannattaisi tehdä mitään.

Kysyttäessä tehdyistä sisämelumittauksesta saaduista tuloksista vastaajat ilmoittivat saaneensa tuloksia taulukon 10 mukaisesti. Eniten tuloksia oli saatu huonekohtaisista keskiäänitasoista ja näiden perusteella sitten myös suosituksia parannustoimenpiteistä. Näistä parannustoimenpiteistä oli lisäksi saatu myös kustannusarviot. Vastaajista myös viisi ilmoitti saaneensa henkilökunnan käyttöön toimintaohjeita tilojen rauhoittamiseen. Neljä vastaajaa ilmoitti myös saaneensa arvion sisämelusuositusten toteutumisesta.

Taulukossa 11 on kuvattu vastaajien toiveet tulevaisuudessa tehtävien sisämelumittausten tuloksista. Huomionarvoista on, että pelkkien mittaustulosten sijaan tulokset pitää olla pitkälle analysoityja sisältäen mittaustulokset, niiden merkitys, suositukset tarvittavista toimenpiteistä ja kustannusarvio. Halutuin tulos olisi esitys työympäristön viihtyisyyden parantamiseksi sisämelun suhteen. On tulosten analysoijan ammattitaidosta ja kokemuksesta kiinni, millaisia toimenpiteitä tulee ehdotetuksi. Tavoitteenahan on saada taloudellisesti järkevällä tavalla sisätilojen äänitasot sellaiselle ohjearvojen tasolle, että häiriötön työnteko on mahdollista ja työntekijät ja asiakkaat viihtyvät.

Kysyttäessä jo tehdyistä perusparannuksista tai laajennuksista (taulukko 12) vastaajista 19/35 kertoi että ovat myös huomioineet sisätilojen äänitasojen hallinnan jo rakentamisen suunnitteluvaiheessa. Vastaajista 10 kappaletta ei tiennyt asiasta ja kuusi vastaajaa ilmoitti, että rakennustoimintaa ei ole tehty tai sitten sitä on tehty ilman äänitasojen huomioimista. Huomioitavaa tuloksissa on että viisi

henkilöä ilmoitti, että nykyisiä sisätilojen äänitasoja ei ole selvitetty ja että myöskään rakennustoimintaa ei ole tehty, jossa asia olisi otettu huomioon. Kuitenkin neljä näistä viidestä tiesi että suunnitelmissa on perusparannuksia.

Myös rakentamistoiminnan tulevaisuus huomioitiin kyselyssä ja vastaajista 28/35 ilmoitti että suunnitteilla on jo peruskorjauksia tai laajennuksia omalle sairaalalle (taulukko 13). Viisi vastaajaa kertoi, että eivät suunnittele juuri nyt rakentamista ja kaksi vastaajaa ei osannut sanoa asiasta. Kysyttäessä onko näissä hankkeissa huomioitu sisätilojen äänitasot kaksi vastaajista ilmoitti että ei ole, 18 vastaajaa ilmoitti, että asia on huomioitu ja kahdeksan ei osannut sanoa (taulukko 14). Tästä voidaan huomata että perusparannuksia ja laajennuksia on suunnitteilla todella paljon ympäri Suomen ja valtaosasta niissä sisätilojen äänitasot huomioidaan jo suunnitteluvaiheessa.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Sisämelun on todettu aiemmissa tutkimuksissa olevan yksi eniten ympäristöhaittaa tuottavista tekijöistä sairaalaympäristössä. Sitä myöten se häiritsee työntekijöiden keskittymistä työntekoon ja heikentää ympäristön viihtyisyyttä. Hyvin suunniteltu meluntorjunta vähentää äänistä aiheutuvaa ympäristöhaittaa ja siten tekee tiloista miellyttävämmät käyttää sekä sairaaloiden työntekijöiden että asiakkaiden kannalta. Kyselyyni vastanneiden perusteella sisämelua ei kuitenkaan koeta ongelmaksi. Kyselyn perusteella työntekijöiden kannalta tärkeimmäksi asiaksi koettiin rauhallisten työtilojen turvaaminen ja asiakkaita ajatellen kommunikaation selkeys ja yksityisyydensuojan turvaaminen. Asiakkaille koettiin myös tärkeäksi järjestää rauhalliset nukkumatilat tarvittavan levon turvaamiseksi.

Jos sisämeluongelmia kuitenkin ilmenee niin niiden ratkaisu on tärkeää koska sisämelu voi aiheuttaa monenlaisia negatiivisia vaikutuksia ihmisten terveyteen esimerkiksi nostamalla stressitilaa, aiheuttamalla fyysisiä oireita kuten päänsärkyä ja aiheuttamalla työuupumusta. Pahimmillaan sisämelu voi siis olla osasyyllinen jopa työntekijöiden työpoissaoloihin. Työntekijät voivat ongelmia huomatessaan olla yhteydessä työsuojeluvastaavaan ja asiakkaiden kokemuksia voidaan oleskeluajasta pyytää palauttein.

Vaikka ympäristön häiritsevimmät äänilähteet onkin usein helppo paikallistaa voi niiden aiheuttamaa häiriötä olla etenkin vanhemmissa rakennuksissa vaikea vähentää. Akustiset ongelmat voivat olla muitakin kuin pelkästään liian kovia äänitasoja eli ongelmia voi aiheutua esimerkiksi myös äänen leviämisestä tai kaiunnasta. Yleensä akustiset ongelmat ilmenevät yksittäisien tapauksien seurauksena ja tarvittavia toimenpiteitä selvitetään sitten mittaamalla äänitasoja ja jälkikaiunta-aikoja kyseisissä tiloissa.

Syntyvä melu on pitkälti riippuvainen tilojen käyttötarkoituksesta ja etenkin sairaalaympäristössä tietyt osastot koetaan meluisammiksi kuin toiset. Kyselyn perusteella ainakin päivystyspoliklinikka, synnytysosasto, tehohoito ja psykiatrian osasto olisivat tälläisia osastoja. Erot muilla osastoilla koettuihin äänien häiritsevyyteen ovat kuitenkin pienet. Tästä voidaan päätellä että joko akustiset ratkaisut on suunniteltu valmiiksi hyvin kyseisiin tiloihin tai sitten kyseisien osastojen meluun suhtaudutaan erilailla eikä sitä koeta niin häiritseväksi. Mielestäni tilat joiden akustiikkaan tulisi ensin kiinnittää huomiota on käyttäjämäärältään suurimmat, sillä normaalitilanteessa ihmisten toiminta aiheuttaa suurimman meluhaitan sairaalaympäristössä.

Meluntorjunta pitää suunnitella kunkin tilan käyttötarkoituksen perusteella huomioiden syntyvien äänien luonne. Kyselyn perusteella ihmisten toiminnasta lähtevät äänet koettiin kaikissa vastaajaryhmissä kaikkein häiritsevimmiksi, joten työskentelevällä henkilökunnalla on merkittävä rooli meluhäiriön ehkäisemisessä. Akustiikan ammattilaisilta toivottiinkin sisämelumittausten tuloksena henkilökunnalle toimintaohjeita tilojen rauhoittamiseen ja kokonaisvaltaista esitystä työympäristön viihtyisyyden parantamiseksi. Toinen merkittävä häiriötä aiheuttava melulähde on sairaalan laitteista lähtevät hälytysäänet. Kirjallisuuden perusteella iso osa hälytyksistä on kuitenkin

turhia. Turhista hälytyksistä aiheutuvaa meluhaittaa voidaan yrittää pienentää hälytysten hallintasuunnitelmalla ja uudella teknologialla.

Uutta rakennustoimintaa on Suomen sairaalaverkostoon suunnitteilla paljon. Nykyään uusia tiloja rakennettaessa ja vanhoja remontoidessa akustinen suunnittelu huomioidaan paremmin tilojen käyttötarkoitus huomioiden. Suunnitteluorganisaatioille on myös käytössä tilojen akustista suunnittelua ja rakentamista ohjaavia ohjekirjoja jolla pystytään varmistamaan haluttu lopputulos tilakohtaisesti. Rakennustoiminnan melu aiheuttaa kuitenkin ympäristölleen poikkeuksellista ääntä ja rakennusprojektien keston aiheuttaessa häiriötä sairaaloien päivittäiseen toimintaan pitkiäkin aikoja, kokisin hyvänä kehitysideana, että rakennustoiminnan melua ja siltä suojautumista tutkittaisiin tulevaisuudessa tarkemmin.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

Acousticalsurfaces.com [verkkoaineisto]. [viitattu 2015-10-02.] Saatavissa: http://www.acousticalsurfaces.com. Polku. http://www.acousticalsurfaces.com. Resources. Acoustics 101. Sound Absorption

AKANSEL, Neriman & KAYMACKI, Senay. 2008. Effects of Intensive Care Unit Noise on Patients: a Study on Coronary Artery Bypass Graft Surgery Patients. Journal of clinical nursing volume 17. [viitattu 2015-04-13.] Saatavissa: http://onlinelibrary.wiley.com/

BHATIA A. 2012. Overview of Noise Control and HVAC Acoustics in Buildings. PDH Course M206. [viitattu 2015-03-10.] Saatavissa: http://www.seedengr.com/documents/Overview%20of%20Noise%20Control%20and%20HVAC%20Acoustics%20in%20Buildings.pdf

BIES, Joni. 2011. Keilahallin melututkimus. Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [viitattu 2015-04-08.] Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/31411/Joni_Bies.pdf?sequence=1

BILEY F.C. 1994. Effects of Noise in Hospitals. British Journal of Nursing volume 3. [viitattu 2015-04-13.] Saatavissa: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed

BLOMKVIST V., ERIKSEN C.A., THEORELL T., ULRICH R., RASMANIS G. 2005. Acoustics and psychosocial environment in intensive coronary care. Occup Environ Med. [viitattu 2015-10-04.] Saatavissa: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1740974/pdf/v062p000e1.pdf

BJÖRK, Erkki. 1994. Meluntorjunta. Kuopion yliopisto. Ympäristötieteiden laitos. 1997

BURGÉ, Paul M. & THALHEIMER Erich 2012. Five myths of construction noise. Sound & Vibration/December 2012. [viitattu 2016-02-03.] Saatavissa: http://www.sandv.com/downloads/1212thal.pdf

CHRISTENSEN M. 2007. Noise Levels in a General Intensive Care Unit: A Descriptive Study. Nursing in Critical Care volume 12. [viitattu 2015-03-28.] Saatavissa: http://onlinelibrary.wiley.com/

ECOPHON GROUP 2011. Terveellinen ääniympäristö potilaille ja henkilökunnalle [verkkoaineisto]. [viitattu 2015-09-04.] Saatavissa: http://www.ecophon.com/fi/akustiikkaratkaisut/health-care/

FIFE, Daniel. & RAPPAPORT, Elizabeth. 1976. Noise and Hospital Stay. American Journal of Public Health volume 66. [viitattu 2015-03-15.] Saatavissa: http://ajph.aphapublications.org/doi/pdf/10.2105/AJPH.66.7.680

GE HEALTHCARE 2016. Alarm management [verkkoaineisto]. [viitattu 2016-01-30]. Saatavissa: www.gehealthcare.com

HAGERMAN, Inger, RASMANIS, Gundars, BLOMKVIST, Vanja, ULRICH, Roger, ERIKSEN, Claire Anne & THEORELL, Töres. 2005. Influence of Intensive Coronary Care Acoustics on the Quality of Care and Physiological State of Patients. International Journal of Cardiology volume 98. [viitattu 2015-03-16.] Saatavissa: http://nbm.pub30.convio.net/assets/pdfs/influence_of_intensive_coronary_care_acoustics.pdf

HATFIELD, Julie, JOB, Raymond, HEDE, Andrew J., CARTER, Norman, PEPLOE, Peter, TAYLOR Richard & MORRELL Stephen. 2002. Human response to environmental noise: the role of perceived control. International Journal of Behavioral Medicine volume 9. [viitattu 2015-03-16.] Saatavissa: http://link.springer.com/article/10.1207%2FS15327558IJBM0904_04

HILTON, Ann. 1985. Noise in acute patient care areas. Research in Nursing & Health volume 8. [viitattu 2015-03-17.] Saatavissa: http://onlinelibrary.wiley.com/

HODGE B. & THOMPSON J.F. 1990. Noise pollution in the operating theatre. The Lancet volume 335. [viitattu 2015-03-15.] Saatavissa: http://www.sciencedirect.com/

HWEIDI, Issa M. 2007. Jordanian patients' perception of stressors in critical care units: A questionnaire survey. International Journal of Nursing Studies volume 44. [viitattu 2015-03-14.] Saatavissa: http://www.journalofnursingstudies.com/

Ihminen kuuleekin infraääniä 2015-07-14. Helsingin Sanomat. [viitattu 2015-09-30.] Saatavissa: http://www.hs.fi/paivanlehti/14072015/a1436754719447

KONKANI, Avinash & OAKLEY Barbara. 2012. Noise in hospital intensive care units—a critical review of a critical topic. Journal of Critical Care volume 27. [viitattu 2015-03-04.] Saatavissa: http://www.barbaraoakley.com/pdf/Noise_in_hospital_icu-critical_review_of_a_critical_topic_Oct2012.pdf

KYLLIÄINEN, Mikko, TAKALA, Joose & HONGISTO, Valtteri. Ilmanääneneristysluku sekä standardisoitu ja normalisoitu äänitasoeroluku huoneistojen välisen ilmanääneneristävyyden kuvaajina [verkkoaineisto]. [viitattu 2015-11-03.] Saatavissa: http://www.akustinenseura.fi/wp-content/uploads/2015/09/AP2015_Paperin_palautus_10.pdf

KYLLIÄINEN, Mikko. 2006. Talonrakentamisen akustiikka. Tampereen teknillinen yliopisto. Rakennetekniikan laitos. Tutkimusraportti 237. [viitattu 2015-11-01.] Saatavissa: https://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/22136/kylliainen_talonrakentamisen_akustiikka.pdf?sequence=1

KYLLIÄINEN, Mikko. 2011. Kivitalojen ääneneristys. Betoniteollisuus Ry. Suomen Rakennusmedia Oy. ISBN 978-952-5785-84-5. [viitattu 2015-11-01.] Saatavissa: http://issuu.com/kivirakentaminen/docs/kivitalojen-aaneneristys/55

KÖYKKÄ, Kimmo. 2011. Ilmastoinnin äänenpainetasojen mittaus. Mikkelin ammattikorkeakoulu. Talotekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [viitattu 2015-06-08.] Saatavissa: http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/28800/Opinnaytetyo%20Kimmo%20Koykka.pdf?sequence=1

LAINE, Petteri, YLI-KÄTKÄ, Veli-Matti & HOSIOKANGAS, Jari. 2014. Ikkunoiden ääneneristävyysominaisuudet ja niiden vaikutus julkisivujen ääneneristävyyteen. Kirjallisuusselvitys. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 52/2014. Liikennevirasto 2014. [viitattu 2015-15-05.] Saatavissa: http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lts_2014-52_ikkunoiden_aaneneristavyysominaisuudet_web.pdf

LOHKO, Hanna. 2012. Melulle altistuminen Lappeenrannan koulujen ja päiväkotien pihoilla sekä leikkikentillä. Mikkelin ammattikorkeakoulu, Ympäristöteknologian koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [viitattu 2015-01-11.] Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/44589/mamk-opinn2012A8832.pdf?sequence=1

MAANKÄYTTÖ- JA RAKENNUSLAKI 1999/132, 117f § [verkkoaineisto]. Saatavissa: http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132

NOTT M.R. & WEST P.D.B. 2003. Orthopaedic Theatre Noise: a Potential Hazard to Patients. Anaesthesia volume 58. [viitattu 2015-04-04.] Saatavissa: http://onlinelibrary.wiley.com/

PUGH, Richard J. 2007. The impact of noise in the intensive care unit. [viitattu 2015-11-30]. Saatavissa: http://www.ihe-online.com/fileadmin/artimg/the-impact-of-noise-in-the-intensive-care-unit.pdf

RAKENNUSTEN AKUSTINEN SUUNNITTELU – AKUSTIIKAN PERUSTEET. RIL 243-1-2007. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry

RAKENNUSTEN AKUSTINEN LUOKITUS 2006. SFS 5907. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. Saatavissa: http://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut

Rise in hospital noise poses problems for patients and staff 2005 [verkkoaineisto]. Johns Hopkins University. [viitattu 2015-11-30] Saatavissa: http://www.eurekalert.org/pub_releases/2005-11/jhu-rih111905.php

SNYDER-HELPERN, Rita. 1985. The Effects of Critical Care Unit Noise on Patient Sleep Cycles. Critical Care Quarterly volume 7. [viitattu 2015-05-04.] Saatavissa: http://journals.lww.com/ccnq/pages/default.aspx

SOSIAALI- JA TERVEYSMINISTERIÖN ASETUS ASUNNON JA MUUN OLESKELUTILAN TERVEYDELLISISTÄ OLOSUHTEISTA SEKÄ ULKOPUOLISTEN ASIANTUNTIJOIDEN PÄTEVYYSVAATIMUKSISTA 2015/545, 12 §. [verkkoaineisto] Saatavissa: http://stm.fi/documents/1271139/1408010/Asumisterveysasetus/

SOSIAALI- JA TERVEYSMINISTERIÖN ASETUS ASUNNON JA MUUN OLESKELUTILAN TERVEYDELLISISTÄ OLOSUHTEISTA SEKÄ ULKOPUOLISTEN ASIANTUNTIJOIDEN PÄTEVYYSVAATIMUKSISTA 2015/545, 13 §. [verkkoaineisto] Saatavissa: http://stm.fi/documents/1271139/1408010/Asumisterveysasetus/

TAKA-PRAMI, Turo. 2012. Meluntorjunta voiteluainetehtaassa. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Teknillinen tiedekunta. Konetekniikan koulutusohjelma. Diplomityö. [viitattu 2015-15-09.] Saatavissa: https://doria.fi/bitstream/handle/10024/88053/Diplomity%C3%B6_Taka-Prami.pdf?sequence=1

TAYLOR-FORD, Rebecca, CATLIN, Anita, LAPLANTE Mollie, WEINKE, Candace. 2008. Effect of a Noise Reduction Program on a Medical Surgical Unit. Clinical Nursing Research. [viitattu 2015-08-04.] Saatavissa: http://cnr.sagepub.com/content/17/2/74

TERVEYDEN JA HYVINVOINNIN LAITOS 2015. Melu [verkkoaineisto]. [viitattu 2015-06-03.] Saatavissa: http://www.thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/melu

TIIHONEN, Jyrki & HÄNNINEN Otto. 1997. Meluntorjunnan perusteet: meluntorjunnan koulutusaineisto ja käsikirja. Pohjois-Savon ympäristökeskus. ISBN-10: 952-11-0583-6

TOPF, Margaret. 1984. A Framework for Research on Aversive Physical Aspects of the Environment. Research in Nursing & Health volume 7. [viitattu 2015-06-03.] Saatavissa: http://onlinelibrary.wiley.com/

TOPF, Margaret. 1988. Noise-Induced Occupational Stress and Health in Critical Care Nurses. Hospital Topics volume 66. [viitattu 2015-07-03.] Saatavissa: http://www.tandfonline.com/

TOPF, Margaret & DILLON, Ellen. 1988. Noise-induced stress as a predictor of burnout in critical care nurses. Heart & Lung volume 17.

TYÖTERVEYSLAITOS 2015. Työmelun raja- ja toiminta-arvot. [viitattu 2015-20-12.] Saatavissa: http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/melu/melun_toiminta_arvot/sivut/default.aspx

YMPÄRISTÖMINISTERIÖ 2003. Rakennuksen julkisivun ääneneristävyyden mitoittaminen. Ympäristöopas 108. Helsinki. [viitattu 2015-20-05.] Saatavissa: www.ymparisto.fi

WALDER, Bernhard, FRANCIOLI, David Phys, MEYER, Jean-Jacques, LANCON, Michel Eng., ROMAND, Jacques-A. 2000. Effects of guidelines implementation in a surgical intensive care unit to control nighttime light and noise levels. Critical Care Medicine volume 28. [viitattu 2015-10-03.] Saatavissa: http://journals.lww.com/ccmjournal/pages/default.aspx

WEST, Elizabeth, BARRON, David N., REEVES, Rachel. 2005. Overcoming the barriers to patient-centred care: time, tools and training. Journal of Clinical Nursing volume 14. [viitattu 2015-11-03.] Saatavissa: http://onlinelibrary.wiley.com/

WIESE, Cassandra H. 2010. Investigation of patient perception of hospital noise and sound level measurements: before, during and after renovations of a hospital wing. University of Nebraska, Lincoln. Architectural Engineering. Thesis. [viitattu 2015-01-03.] Saatavissa: http://digitalcommons.unl.edu/archengdiss/4

WYSOCKI, Annette B. 1996. The effect of intermittent noise exposure on wound healing. Adv Wound Care. 1996 Jan-Feb, volume 9. [viitattu 2015-10-03.] Saatavissa: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed

ÄÄNENERISTYS JA MELUNTORJUNTA RAKENNUKSESSA. Suomen Rakennusmääräyskokoelma C1. 1998. Määräykset ja ohjeet 1998. Helsinki:Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto. [Viitattu: 2015-11-12.] Saatavissa: http://www.finlex.fi/data/normit/1917-c1.pdf

LIITE 1: KYSELYLOMAKE

Yhteystiedot. Jos haluatte saada oman kappaleen insinöörityötä sen valmistuttua täyttäkää yhteystietonne. Kaikkia tietoja käsitellään luottamuksellisesti.

Nimi:

Yritys:

Osoite:

Paikkakunta:

Postinumero:

Sähköpostiosoite:

Puhelinnumero:

1. **Kuinka tärkeiksi ajatellen työntekijöiden työympäristöä koette oheiset sisätilojen äänimaailmaa koskevat asiat? (1=ei ollenkaan tärkeää, 5=todella tärkeää)**

- Keskittymisrauha työhön
- Työviihtyvyyden parantuminen
- Ylimääräisen stressin välttäminen
- Työkyvyn ylläpito
- Jokin muu, mikä? _____

2. **Kuinka tärkeiksi ajatellen asiakkaita sairaalassanne koette oheiset sisätilojen äänimaailmaa koskevat asiat?**

- Mahdollisuus häiriöttömään uneen ja lepäämiseen
- Stressin vähentäminen
- Asiakkaiden viihtyvyys
- Puheen yksityisyys
- Kommunikaation selkeys
- Jokin muu, mikä? _____

3. **Kuinka häiritseviksi koette aulatiloissa seuraavista äänilähteistä lähtevät äänet? (1=ei ollenkaan häiritsevä, 5=todella häiritsevä)**

- Ulkoa kantautuva melu (esim. liikenne)
- Ilmanvaihto- ja jäähdytyslaitteet
- Potilaille tehtävät hoitotoimenpiteet
- Viihdelaitteet (tv, radio)
- Henkilömelu (henkilökunta, vieraat, omaiset)
- Puhelimien äänet
- Jokin muu, mikä? _____

4. Kuinka häiritseviksi koette käytävillä seuraavista äänilähteistä lähtevät äänet?
(1=ei ollenkaan häiritsevä, 5=todella häiritsevä)

- Ulkoa kantautuva melu (esim. liikenne)
- Ilmanvaihto- ja jäähdytyslaitteet
- Sairaalan laitteet
- Hälytysäänet
- Potilaille tehtävät hoitotoimenpiteet
- Viihdelaitteet (tv, radio)
- Henkilömelu (henkilökunta, vieraat, omaiset)
- Puhelimien äänet
- Jokin muu, mikä? _____

5. Kuinka häiritseviksi koette vastaanottohuoneissa seuraavista äänilähteistä lähtevät äänet?
(1=ei ollenkaan häiritsevä, 5=todella häiritsevä)

- Ulkoa kantautuva melu (esim. liikenne)
- Ilmanvaihto- ja jäähdytyslaitteet
- Sairaalan laitteet
- Hälytysäänet
- Potilaille tehtävät hoitotoimenpiteet
- Viihdelaitteet (tv, radio)
- Henkilömelu (henkilökunta, vieraat, omaiset)
- Puhelimien äänet
- Jokin muu, mikä? _____

6. Kuinka häiritseviksi koette potilashuoneissa seuraavista äänilähteistä lähtevät äänet?
(1=ei ollenkaan häiritsevä, 5=todella häiritsevä)

- Ulkoa kantautuva melu (esim. liikenne)
- Ilmanvaihto- ja jäähdytyslaitteet
- Sairaalan laitteet
- Hälytysäänet
- Potilaille tehtävät hoitotoimenpiteet
- Viihdelaitteet (tv, radio)
- Henkilömelu (henkilökunta, vieraat, omaiset)
- Puhelimien äänet
- Jokin muu, mikä? _____

7. Arvioikaa oman kokemuksenne pohjalta alla lueteltujen osastojen viihtyisyyttä sisätilojen äänimaailmaa osalta.
(1=sisätilojen äänet häritsee merkittävästi, 5=sisätilojen äänet ei häiritse lainkaan)

Päivystyspoliklinikka
Anestesiologia ja leikkaustoiminta
Hammas- ja suusairaudet
Vuodeosasto
Kirurginen osasto
Laboratorio
Lastentautien osasto
Psykiatria
Röntgen/ isotooppi
Sisätaudit
Synnytys
Tehohoito

8. Oletteko teettäneet aikaisemmin sisätilojen äänitasojen mittauksia sairaalassanne?

- Kyllä
- Ei
- En tiedä

9. Millä osastoilla mittaukset tapahtuivat ja mistä johtuen melutason mittauksia teetettiin?

_____
_____
_____

10. Millaisia tuloksia olette saaneet teettämissänne sisätilojen äänitasojen mittauksissa?

- Huonekohtaisia keskiäänitasoja esim. potilashuoneille ja vastaanottohuoneille
- Huonekohtaisia äänen taajuusjakaumia (sisältäen matalat taajuudet)
- Huonekohtaisia suosituksia parannustoimenpiteistä
- Tilakohtaisia keskiäänitasoja esim. käytäville ja aulatiloihin
- Tilakohtaisia äänen taajuusjakaumia (sisältäen matalat taajuudet)
- Tilakohtaisia suosituksia parannustoimenpiteistä
- Kustannusarvio tarvittavista investoinneista (mukaan lukien läpiviennit, ulko-ja sisäseinien äänieristävyys, ikkunoiden äänieristävyys)
- Piha-alueiden keskiäänitasot
- Piha-alueiden äänien taajuusjakauma
- Toimintaohjeita henkilökunnalle esim. tilojen rauhoittamiseen
- Esitys työympäristön viihtyisyyden parantamiseksi sisämelun suhteen
- Arvio sisämelusuositusten toteutumisesta
- Muita tuloksia (täsmennä)

_____

_____

11. Millaisia tuloksia haluaisitte saada tulevaisuudessa sisätilojen äänitasojen mittauksissa?

- Huonekohtaisia keskiäänitasoja esim. potilashuoneille ja vastaanottohuoneille
- Huonekohtaisia äänen taajuusjakaumia (sisältäen matalat taajuudet)
- Huonekohtaisia suosituksia parannustoimenpiteistä
- Tilakohtaisia keskiäänitasoja esim. käytäville ja aulatiloihin
- Tilakohtaisia äänen taajuusjakaumia (sisältäen matalat taajuudet)
- Tilakohtaisia suosituksia parannustoimenpiteistä
- Kustannusarvio tarvittavista investoinneista (mukaan lukien läpiviennit, ulko-ja sisäseinien äänieristävyys, ikkunoiden äänieristävyys)
- Piha-alueiden keskiäänitasot
- Piha-alueiden äänien taajuusjakauma
- Toimintaohjeita henkilökunnalle esim. tilojen rauhoittamiseen
- Esitys työympäristön viihtyisyyden parantamiseksi sisämelun suhteen
- Arvio sisämelusuositusten toteutumisesta
- Muita tuloksia (täsmennä)

  _____

  _____

12. Oletteko tehneet perusparannuksia tai laajennuksia, joissa sisätilojen äänitasojen hallinta on huomioitu suunnitteluvaiheessa?

- Kyllä
- Ei
- En tiedä

13. Oletteko suunnittelemassa perusparannuksia tai laajennuksia?

- Kyllä
- Ei
- En tiedä

14. Onko näissä hankkeissa otettu sisätilojen äänitasojen hallinta huomioon?

- Kyllä
- Ei
- En tiedä

15. Haluatteko lisätietoa nykyaikaisista sisämelun mittausmenetelmistä?

- Kyllä
- Ei