

AKUSTIIKAN OSA-ALUEET JA LIIKETOIMINTA SUOMESSA

Rauno Pääkkönen¹

¹A-Insinöörit Oy
Puutarhakatu 10
33201 Tampere
Rauno.Paakkonen@ains.fi

Tiivistelmä

Akustiikkaan kuuluu tutkimus soittimista ja arkkitehtonisista tiloista, mutta se kattaa monia alueita kuten esimerkiksi meluntorjuntaa, sukellusvenenavigointia, lääketieteellisen kuvantamisen ultraääntä, lämpöakustista jäähdytystä, seismologiaa, bioakustiikkaa, ja sähköakustista viestintää. Fononien käsite liittyy aaltohiukkasdualismiin kvanttimekaanisen hiukkasominaisuuksien ymmärryksen äänen painevaihtelujen synnystä ja etenemisestä väliaineissa. Akustiikan suunnittelu lienee suurin osa-alue akustiikassa (80 henkilöä ja 8 miljoonaa euroa), sitten työ- ja ympäristömelu (60 henkilöä ja 6 miljoonaa euroa), sähköakustiikka ja musiikkiakustiikka (40 henkilöä ja 4 miljoonaa euroa) ja loput mm. geoakustiikka, bioakustiikka ja merentutkimus (40 henkeä ja 3-4 miljoonaa euroa). Akustiikkaa lähellä olevien soveltavien alueiden liikevaihto on huomasti suurempaa, esimerkiksi kuulontutkimus ja akustiikkaa soveltavat materiaalit ja laitteet, mutta näistä on vaikea sanoa, mikä akustiikan osuus niissä on. Esityksessä tarkastellaan paitsi akustiikan osa-alueita, myös akustiikkaan liittyviä rajapintoja kuten audiologiaa sekä kuulon ja puheentutkimusta. Akustiikan suunnittelussa sekä työ- ja ympäristömelussa on päästy harrastelusta ammattimaiseen työskentelyyn. Esimerkiksi ääneen ja rakenteisiin liittyvät mallinnukset ovat arkipäivää ja äänen mittaustekniikka on kehittynyt huomasti. Myös terveydenhuoltoon ja viestintään liittyvät akustiikan asiat ovat kehittyneet paljon, erityisesti on tullut sellaisia apuvälineitä, joista ei voitu haaveillakaan esimerkiksi 1970-luvulla.

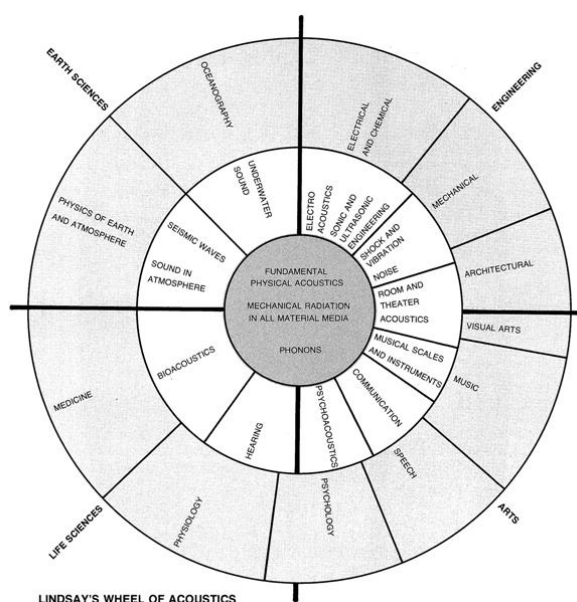
1 JOHDANTO

Akustiikka määritellään tieteenalaksi, joka käsittelee äänen tuotantoa, hallintaa, läpäisyä, havaitsemista ja vaikutuksia (Merriam-Webster sanakirja). Monet ihmiset luulevat, että akustiikka on vain musiikillista tai arkkitehtonista luonteeltaan. Akustiikkaan kuuluu tutkimus soittimista ja arkkitehtonisista tiloista, mutta se kattaa monia alueita kuten esimerkiksi meluntorjuntaa, sukellusvenenavigointia, lääketieteellisen kuvantamisen ultraääntä, lämpöakustista jäähdytystä, seismologiaa, bioakustiikkaa, ja sähköakustista viestintää. Ehkä yleisimmin akustiikkaa kuvataan "Lindsayn akustisella pyörällä", jonka julkaisi R. Bruce Lindsey artikkelissa *J. Acoust. Soc. Am.* V. 36, p. 2242 (1964) [4]. Tämä pyörä kuvaa akustiikan osa-alueet alkaen neljästä laajasta kentästä: maapallon tutkimus, insinööritoiminta, luonnontieteet ja taiteet. Amerikan akustinen seura, the Acoustical Society of America (ASA) koostuu 13 pääalueesta, joita kutsutaan teknisisiksi komiteoiksi (TC):



© 2019 Rauno Pääkkönen. Tämä on avoimesti julkaistu teos, joka noudattaa Creative Commons NIMEÄ 4.0 Kansainvälinen –lisenssiä (CC BY 4.0). Teosta saa kopioida, levittää, näyttää ja esittää julkisesti ja siitä saa luoda johdannaisteoksia, kunhan tekijän nimi ja lähde mainitaan asianmukaisesti.

- Akustinen oseanografia (valtamerten tutkimus)(AO)
- Eläinten bioakustiikka (AB)
- Arkkitehtoninen akustiikka (AA)
- Biolääketieteellinen ultraääni/värähtelyn biovasteet (BB)
- Akustinen tekniikka (EA)
- Musiikkiakustiikka (MU)
- Melu (NS)
- Fysikaalinen akustiikka (PA)
- Psykologinen ja fysiologinen akustiikka (PP)
- Akustinen signaalinkäsittely (SP)
- Puheviestintä (SC)
- Rakenteellinen akustiikka ja värinä (SA)
- Vedenalainen akustiikka (UW)



Kuva 1. Lindsayn akustiikan osa-alueita kuvaavat ympyrät [4]

Suomessa näitä jaotteluita ovat esittäneet kuvina Kari Pesonen ja Panu Maijala. Heidän esityksensä luultavasti perustuvat myös yllä olevaan Lindsayn ympyrään, mutta jokainen muovaa akustiikan maailmankuvaansa omista lähtökohdistaan eikä varmaan tässä suhteessa ole oikeita tai vääriä näkemyksiä.

Puhdas akustiikka fysiikan osana on ollut teoreettisesti koottuna jo yli sata vuotta. Ymmärretään mitä ääni on, sen leviäminen ja hallinta aika- ja taajuustasossa. Näkökulmaa on noussut jo Lindsayn ympyrässäkin mainituista fononeista, mitkä liittyvät parempaan ymmärrykseen äänen painevaihtelujen synnystä ja etenemisestä väliaineissa. Fononit ovat ryhmässä tapahtuva atomirakenteiden ja hilojen järjestelmällinen ja joustava järjestäytyminen kiinteässä aineessa ja nesteissä. Kaasut, kuten ilma, ovat järjestäytymättömiä samalla tavalla kuin kiinteät aineet ja nesteet, mutta paineaaltojen eteneminen muokkaa ilmamolekyylien rakenteen käyttäytymisen samankaltaiseksi kuin mitä tapahtuu kiinteissä aineissa ja nesteissä. Fononien käsite tuo aaltohiukkasdualismiin kvanttimekaanisen hiukkasominaisuuksien ymmärryksen, kun atomien hilat tai

molekyylit värähtelevät yhdellä taajuudella. Fononin käsitteen sanotaan ensimmäisen kerran esitetyn 1932, jolloin pitkäaaltoisten fononien kuvataan synnyttävän ääntä.

2 AKUSTIIKKAAN LIITTYVÄ LIIKETOIMINTA

Suomessa on ollut ja on suhteellisen vähän fysiikan perustutkimusta akustiikan näkökulmasta. Yleensä tutkimuksissa on kysymys akustiikan soveltamisesta erilaisilla tieteen alueilla, joita edellä olevassa Lindsayn ympyrässäkin esitetään. Jos edellä olevasta näkökulmasta siirtyy suomalaiseen soveltavaan akustiikkaan, voidaan esittää seuraavan kaltainen arvio (Taulukko 1). Arvio voi mennä pahastikin pieleen, mutta antaa kuitenkin käsitystä eri alueista. Näistä alueista voidaan kiistellä, ovatko ne akustiikkaa vai eivät. Joka tapauksessa ne soveltavat akustiikan tietämystä ja useimmiten ovat monitieteisiä.

Taulukko 1. Käytännön akustiikan osa-alueita ja liiketoiminnan arviointia Suomessa

Akustiikan osa-alueet ja henkilöresurssi-arvio	arvio		
	henkilötyövuosia	liiketoimintaa	liiketoiminta €
1. Akustiikka			
Akustiikkasuunnittelu	80	Kyllä +++	8 milj
Ympäristömelu	50	Kyllä +++	5 milj
Musiikkiakustiikka	20	Kyllä osin ++	2 milj
Sähköakustiikka	20	Kyllä osin ++	2 milj
Geoakustiikka	15	Osin +	1,5 milj
Bioakustiikka	15	Kyllä osin ++	1,5 milj
Merentutkimus	10	osin +	1 milj
Työmelu	10	Kyllä +++	1 milj
2. Akustiikkaa tai audiologiaa soveltavia			
Kuulo ja kuuleminen*	1000	Kyllä +++	100 mij
Materiaaliliiketoiminta*	200	Kyllä +++	20 milj
yhteensä, noin	1400		142 miljoonaa €
*audiologit, audionomit, KNK-asiantuntijat neuvolat, terveyskeskukset, ym			
*materiaaliliiketoimintaan kuuluvat akustiset rakennemateriaalit, kuulonsuojaus ja kuulolaitteet, laitteiden tuotekehitys jne			

Puhtaan akustiikan osalta akustiikkasuunnittelu ja ympäristömelu ovat merkittävimmät osa-alueet, mutta akustiikan rajapinnassa kuuloon ja puheeseen liittyvä toiminta on ylivoimaisesti merkittävin osa-alue, sitten tulee materiaaliliiketoiminta. Pieniin osa-alueisiin kuuluvat sähköakustiikka, geoakustiikka, bioakustiikka, merentutkimus ja työmelu. Erilaisten arvioiden mukaan potilaspuolella on 700 - 800 000 ihmistä, joilla on huonontunut kuulokyky. Heitä varten tarvitaan audiologeja, kuulontutkijoita, korvalääkäreitä, ja muuta tutkimushenkilökuntaa. Samoin puheentutkimustyössä on aktiviteetteja yliopistosairaaloissa ja yliopistoissa toisaalta potilastyössä, mutta myös tutkimustoiminnassa.

Taulukko 2. Kuulon aleneman ja kommunikaatiohäiriön esiintyminen Suomessa (arvio) [6]

Yhteensä (10-12 %)	700.000 – 800.000
Työssä olevat	250.000
(Meluvamma edellä olevista)	50 000
Eläkkeellä olevat	500.000
Lapsikuurot	2.000
Aikuiskuurot	4.000
Esikoululapset	700
Koululaiset	2.000
Kuulolaitetta käyttävät	200.000
Kuulolaitteita/vuosi	20.000

3 AKUSTIIKAN TOIMIJOITA

Suomessa on myös yhdistyksiä ja toimijoita akustiikan alalla kuten Suomen audiologian yhdistys ry, Akustinen Seura ry ja Kuuloliitto ry. Suomen Audiologian yhdistyksessä ja Suomen Akustisessa seurassa on yhteensä noin 500 jäsentä. Kuuloliitossa on 37 työntekijää ja sen jäsenyhdistykseen kuuluu yhteensä yli 16 000 jäsentä. Sitten ovat vielä Suomen Akustisen Ekologian Seura ry ja Suomen Ääniergonomian Seura ry.

Akustiikkaa opetetaan useimmiten muiden aineiden yhteydessä yliopistoissa, ammattikorkeakouluissa ja muissa oppilaitoksissa. Akustiikan professuureja on Aalto-yliopistossa ja kuulon tai puheen kautta lääketieteen puolella yliopistollisten sairaaloiden korvalääketieteessä. Ehkäpä merkittävämpi akustisten asioiden opetus tapahtuu soveltavien tieteiden alueella kuten lääketieteessä, fysiikassa ja tekniikassa. Suomessa akustiikka ei ole saanut merkittävää jalansijaa omana oppiaineenaan. Luonnontieteissä ja tekniikassa on kuitenkin usein akustiikan kursseja nimettyinä. Aalto-yliopistossa voi opiskella maisteriksi akustiikan alalta. Tampereen yliopistossa voi opiskella akustiikkaa sivuaineena. Opetus painottuu erityisesti rakennusakustiikkaan. Taideyliopistossa voi opiskella musiikkiteknologiaa ja äänisuunnittelua. Helsingin yliopistossa ja Itä-Suomen yliopistossa voi opiskella musiikkitiedettä, johon liittyy akustiikan kursseja.

Ministeriöt: Useimmilla ministeriöillä on kytkentöjä akustiikkaan tai meluun tai niiden soveltamiseen. Sosiaali- ja terveysministeriö hallinnoi työturvallisuuslainsäädäntöä ja asumisterveyttä, ympäristöministeriö valvoo maankäyttöä, maaperän pilaantumista, kaavoitusta, melulle altistuvia kohteita sekä rakentamista (rakennusakustiikka) [7-13]. Työ- ja elinkeinoministeriön toimivaltaan kuuluvat tuotteisiin, vientiin ja tuontiin liittyvät kysymykset, mm. melupäästökysymykset. Puolustusministeriön ja pääesikunnan osalta esiin nousee sotilaallisesta toiminnasta syntyvä melu. Sisäministeriön toimialaan kuuluu mm. poliisi- ja pelastustoimen melukysymyksiä. Opetusministeriön alueella selvitetään opettamiseen ja liikuntapaikkoihin liittyvää akustiikkaa ja puheentutkimusta. Valtiovarainministeriö ohjaa mm. akustiikan tutkimukseen liittyvää rahankäyttöä. Viranomaistasoon kuuluvat muun muassa aluehallintovirastot ja ELY-keskukset. Kuntien terveys- ja ympäristövalvontaan liittyy paljon äänikysymyksiä.

Akustiikkaan liittyvien asiantuntijalaitosten toimijoita tällä alueella ovat muun muassa Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, Valvira, Tukes, SYKE, Työterveyslaitos ja VTT. Joillakin yliopistoilla on ääneen ja meluun liittyvää tutkimusta, mm. Aalto, Turun ja Itä-Suomen yliopistot, sekä Tampereen ja Lappeenrannan yliopistot. Ammattikorkeakoulut, mm. Metropolia, Mikkeli, Tampere ja Turku tekevät palvelua, tutkimusta ja kehitystyötä. Ympäristömelun ja rakennusakustiikan alueella toimii joitakin konsultteja ja insinööritoimistoja, mm. A-Insinöörit Oy, Akukon Oy, Promethor Oy, Helimäki Akustikot Oy, Ramboll Oy, Ax-suunnittelu Oy, Kari Pesonen Oy ja Vahanen Oy. Meluntorjunnan alalla toimii myös joitakin yrityksiä; OC-systems Oy, Paroc Oy, Isover Saint-Gobain Oy, Savox Communications Oy, Silenta Oy, Rakenne Ahlfors Oy. Materiaaleja akustiikkaan liittyen ovat mm. kuulokojeet, kuulonsuojaimet, tilojen akustiset materiaalit, äänitason mittauslaitteet ja niin edelleen. Alalla tunnettuja yrityksiä ovat mm. Ecophon Oy, Paroc Oy, MIP Electronics Oy, Siemens Oy, Nokia Oy ja Huawei Oy.

Akustiikan standardisointi jaetaan akustiikkaan, meluntorjuntaan, rakennusakustiikkaan, ympäristömeluun ja mekaaniseen värähtelyyn [2]. Vastaavasti myös muut (melun lisäksi) kuulovammoja aiheuttavat tekijät jakautuvat monen hallinnon kesken: Varhaislapsuuden korvatulehdukset kuuluvat STM:n ja sisäasiainministeriön hallinnon alaan. Terveet nuoruusiän tavat liittyvät opetusministeriön ja puolustusministeriön mukaan. Samoin suunnittelijoiden koulutus on opetusministeriön toiminnan alaa. Ympäristömelu on pääsääntöisesti ympäristöministeriön työkentässä. Laitteiden ja kokeiden osalta myös työ- ja elinkeinoministeriö on mukana. Ympäristömelun vaikutukset (lisääntynyt kuolleisuus, taustamelun vaikutukset työssä) tulevat STM:n toimialaan.

Puheen akustiikasta tai puheakustiikasta (tai ASA:n luokituksessa puheviestinnästä) käytetään myös yleisempää nimitystä puheentutkimus. Se kattaa sekä kielellisiä ilmiöitä että ei-kielellisiä (prosodiikkaa) ja niiden tutkimusta. Suomessa on julkaistu vuonna 2001 ”Puheen tutkimuksen resurssit Suomessa”. Toimintaa on myös äänenkäytön ohjaus. Laulunopettajat ovat myös paitsi Sibelius Akatemiassa ja muissa oppilaitoksissa, myös yksityisissä firmoissa toimijoita, jotka ovat päivittäin tekemisissä puhe/lauluäänen akustiikan kanssa. Oppilaitokset myös myyvät omien työntekijöidensä (esim. logonomien) laatimia kursseja muillekin kuin ao. oppilaitoksessa opiskeleville. Vokologit toimivat samoin terveiden äänten harjaannuttamisen ja ongelmien ennalta ehkäisyn parissa kaupallisilla markkinoilla. Vokologiaa voi opiskella Tampereen yliopistossa.

Kuulokojesovitususten määrä voi olla jo yli 20 000/vuosi, koska väestö vanhenee. Sairaalat ostavat kuulokojeita ja kuulokojesovituspalveluita yksityisiltä firmoilta. Sisäkorvaistutetta maahan tuovia yrityksiä on tällä hetkellä neljä (Cochlear, MED-EL; Oticon, Advanced Bionics), ja Suomessa aikuisia istutteen saaneita on vähintäänkin noin yli 1000 (vuonna 2011 ja sitä ennen leikattujen aikuisten luku oli noin 700 ja vuonna 2015 vastaava luku oli 951) ja lapsia noin yli 400 (vuonna 2015 heitä oli noin 330, noin 20–30 uutta leikataan joka vuosi). Istutteen ovat kalliita, samoin hoito ja kuntoutus.

Kuulovammojen määrä 750 000 - 800 000 (Taulukko 2) on suuri. Lievimmissä tapauksissa ei vielä välttämättä tarvitse sovittaa kuulokojetta. Määrällisesti kuulonhuollon resurssien tarve on suuri myös sisäkorvaistutehoidossa ja synnynnäisesti kuulovikaisten lasten tutkimisessa ja kuntoutuksessa [3, 14-15]. Noin 300 000:n (6 % Suomessa asuvista) on arvioitu kuulonsa perusteella tarvitsevan kuulokojeen ja/tai muuta kuulon kuntoutusta. Kouluikäisiä kuulovammaisia lapsia on opetuspuolen tilastojen mukaan ilmoitettu perinteisesti olevan noin 2500 - 3000. Sanna Häklin väitöskirjaan sisältyvän

lasten kuulovikojen prevalenssityön perusteella (prevalenssi 1/1000 eli 60 000 syntyvää lasta kohden syntyy 60 vähintään keskivaikeasti kuulovikaista lasta per vuosi) [1]. Voisi haarukoida, että alle 18-vuotiaita kuulovammaisia lapsia ja nuoria on Suomessa noin 2500–3000.

4 POHDINTAA AKUSTIIKAN OSA-ALUEISTA JA LIIKETOIMINNASTA

Edellä mainittua näkemystä (Taulukko 1 ja kuva 1) voidaan hyvinkin kyseenalaistaa [5], koska on paljon mielipiteitä siitä, katsotaanko tätä asiaa akustiikasta käsin vai esimerkiksi terveydenhuollosta, rakentamisesta tai tekniikasta. Tällöin rajapinnat muuttuvat sameiksi. Varsinkin terveydenhuollon puheen ja kuulon sisällyttäminen akustiikkaan voi herättää kovinkin kriittisiä näkökulmia. Tärkeätä ei kuitenkaan ole se, miten rajapinnat kulkevat, vaan se, mitä hyötyä akustiikan osaamisesta on eri tahoille. Tieteiden väliset rajapinnat lienevät myös akustiikan osalta niitä, missä uusia löytöjä voi tulla. Siksi olisi hyödyllistä, jos akustiikan tieteiden välisiä rajoja voitaisiin ravistella.

Liitetoiminnan kehittäminen uusille alueilla voisi luoda Suomeenkin työtä ja tulevaisuutta. Tästä on esimerkkejä mm. terveydenhuollossa ja rakentamisessa. Akustiikan trendit ja tulevaisuus kiinnostaa ainakin akustiikan osalta aktiivisia asiantuntijoita. Yliopistomaailman myllerrysten perusteella on epätodennäköistä, että akustiikkaan liittyvää yliopisto-opettamista ratkaisevasti lisättäisiin. On todennäköisempää, että akustiikkaan liittyvät koulutukselliset resurssit pysyvät ennallaan tai hieman vähentyvät. Sen sijaan soveltavan akustiikan alueilla väestön vanhenemisen pitäisi lisätä kuulemiseen selvittelyihin liittyvää aktiviteettia.

Puheviestinnän merkitys nousee koko ajan niin ihmisten kuin laitetekniikan osalta ja kysymys kuuluu, tuleeko sille alueelle uusia innovaatioita esimerkiksi konepuheen tai robotiikan alueilta. Rakennusakustiikkaan ja rakentamiseen liittyvät aktiviteetit seurannevat yleisiä rakentamisen syklejä. Ilmastonmuutoskeskusteluissa ja ympäristönsuojelussa akustiikan osalta ei ole näkyvissä radikaaleja muutospaineita. Voisi ajatella, että maaperän, oseanografian, bioakustiikan ja seismologian alueilla voisi odottaa uusia löydöksiä, missä maapallon lämpenemistä ja jäätiköiden sulamista voisi tutkia värähtelyn keinoilla entistä paremmin.

Värähtelyjen osalta tärinään liittyvä akustiikka jää usein vähemmälle huomiolle. Tärinään liittyvä altistuminen työssä on jo lainsäädännön perusteella työnantajan selvittämismääräisyys, mutta esimerkiksi ympäristötärinän arviointi kaipaa säännöksiä. Ympäristötärinä on kehittyvä alue.

Oman kokemukseni (noin 40 vuotta akustiikkaa jotenkin seuranneena) voisinkin todeta, että akustiikkasuunnittelussa sekä työ- ja ympäristönsuojelussa on päästy harrastelusta ammattimaiseen työskentelyyn. Esimerkiksi melumallinnukset ja rakenteiden mallinnukset ovat arkipäivää. Myös terveydenhuoltoon ja viestintään liittyvät akustiikan asiat ovat kehittyneet paljon, erityisesti on tullut sellaisia apuvälineitä, joista ei voitu haaveillakaan esimerkiksi 1970-luvulla. Toisaalta ei voi oikein sanoa, että mikään alue olisi merkittävästi taantunut. Vaikutelma on, että akustiikkasuunnittelu ja ympäristömelu ovat osa-alueina kasvaneet voimakkaasti lähimenneisyydessä. Esimerkiksi tuulivoimaan liittyvät äänikysymykset aiheuttavat tutkimustarvetta jatkossakin, koska kysymys ei ole puhtaasta akustisesta mittaustekniikasta, vaan asiaan liittyy ihmisten kokeminen ja poliittisluonteiset näkökulmat. Sisäympäristöön ja sähköherkkyyteen liittyvät pohdinnat antavat tähän suuntaa.

VIITTEET

1. Häkli, Sanna, Childhood hearing impairment in northern Finland : prevalence, aetiology and additional disabilities. Acta Universitatis Ouluensis. D, Medica Oulu 2014. <http://jultika.oulu.fi/Record/isbn978-952-62-0662-2>
2. Konkarikoski Kimmo, Akustiikka ja standardisointi. Ympäristö ja Terveys-lehti 2/2017, 70-76.
3. Kuulonhuollon keskiössä – audionomikoulutuksen kehittäminen. Opetus- ja kulttuuriministeriön työryhmämuistioita ja selvityksiä 2013:12. Helsinki: Opetus- ja kulttuuriministeriö. Saatavilla osoitteessa: <http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Julkaisut/2013/liitteet/tr12.pdf?lang=fi>
4. Lindsay R B, artikkelissa J. Acoust. Soc. Am. V. 36, p. 2242 (1964)
5. Majjala P, Metsta, akustiikka, ääni ja melu. <https://www.slideshare.net/SFSedu/akustiikka-ni-ja-melu>
6. Mäki-Torkko, Elina; Roine, Risto; Laippala, Pekka, Hearing impairment among adults (HIA)- Report of a joint (Nordic-British) project, Edita Oyj, Helsinki 2001.
7. RIL 243 Rakennusten akustinen suunnittelu
8. RIL 243-1 Akustiikan perusteet Rakennusinsinöörien liitto, Helsinki 2007
9. RIL 243-2 Opetustilat, auditoriot, liikuntatilat ja kirjastot Rakennusinsinöörien liitto, Helsinki 2007
10. RIL 243-3 Toimistot Rakennusinsinöörien liitto, Helsinki 2008
11. RIL 243-4 Teollisuustilat Rakennusinsinöörien liitto, Helsinki 2010
12. RIL 243-5 Asunnot
13. SFS 5907 standardi, Rakennusten akustinen luokitus. Suomen standardoimisliitto, Helsinki 2006.
14. Toivanen J & Miettinen M: Puheen tutkimuksen resurssit Suomessa. Tieteellinen laskenta Oy. Oulu 2001. <http://www.mediateam.oulu.fi/publications/pdf/325.pdf>
15. Uimonen, S., Huttunen, K., Jounio-Ervasti, K., & Sorri, M. (1999). Do we know the real need for hearing rehabilitation at the population level? Hearing impairments in the 5- to 75-year-old cross-sectional Finnish population. British Journal of Audiology, 33(1), 53–59.