

# AKUSTIIKAN OPETUKSEN HISTORIAA SUOMESSA

Matti Karjalainen

Akustiikan alan toiminta käynnistyi Suomessa verrattain varhain mm. Ääniteknillisen Yhdistyksen (nykyisin Akustinen Seura ry) muodossa vuonna 1943, mutta akustiikan opetus sai vakiintuneen aseman vasta 1980-luvulla. Tässä artikkelissa luon katsauksen akustiikan opetuksen historiaan, painottaen vuodesta 1980 alkavaa kautta, jolloin olen ollut aktiivisesti kehittämässä opetusta Teknillisessä korkeakoulussa. Tiedot aiemmista vaiheista ovat kirjallisista lähteistä ja haastatteluista.

## AKUSTIIKAN OPETUS KÄYNNISTYY

Akustiikka on tieteenalana vanha ja omaa kunniaakkaat perinteet. 1900-luvun alkupuolella akustiikan kehitys oli ripeää, ja toisen maailmansodan vuosina ja pian sen jälkeen se oli varsin muodikas ala. Muiden muassa sähköakustiikka, huone- ja saliakustiikka sekä meluntorjunta kehittivät nopeasti, ja alan koulutustarve tunnistettiin alan johtavissa maissa. Esimerkiksi MIT:ssä (Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, USA) pidettiin oppikursseja jopa yli sadalle opiskelijalle<sup>1</sup>. Monitieteisenä ja -teknisenä alana akustiikka sijoittui eri yliopistoissa mm. fysiikan, kone- tai rakennusinsinööriopetuksen tai sähkötekniikan opetuksen ohkeen.

Suomessa oli joukko ääniteknisen alan pioneereja, jotka havaitsivat opetuksen tarpeen jo varhain, mutta maastamme puuttui sellainen teollinen pohja, joka olisi motivoinut kunnollisen panostuksen opetukseen. Esimerkiksi Ruotsissa auto-, lentokone- ja teletekninen teollisuus tarvitsivat runsaasti ääniteknikan osaajia, ja Tanskassa syntyi muun muassa merkittävää akustisen mitaustekniikan ja äänentoistoalan teollisuutta. Kuten Akustisen Seuran historiikista<sup>2</sup>

käy ilmi, on akustiikan opetusta pohdittu jo 1940-luvulla. Teknillisen korkeakoulun hallintokollegiolle toimitettiin vuonna 1947 kirjelmä, jonka aiheena oli ääniteknillisen laboratorion perustaminen. Ensimmäisen akustiikkaa koskevan oppikirjan<sup>3</sup> teki Paavo Arni vuonna 1949.

Akustiikan opetus Suomessa sai varsinaisen alkunsa vuonna 1950, kun vierailava professori Sveitsistä, Gubert R. von Salis, luennoi neljän vuoden aikana sähköakustiikkaa Teknillisessä korkeakoulussa<sup>4</sup>. Näistä luennoista tehtiin ensimmäinen sähköakustiikan moniste vuonna 1952. Vuonna 1957 luentosarjaa alettiin pitää säännöllisesti TKK:n sähkötekniikan osastolla, heikkovirtatekniikkaan liittyvänä, ja 1962 mukaan otettiin myös rakennus- ja meluakustiikkaa. Opetuksesta vastasi pääasiallisesti TkT Eero Lampio, sittemmin akustiikan dosentti TKK:ssa. Kurssimoniste painottui sähköakustiikkaan<sup>4</sup>, esikuvanaan Leo Beranekin akustiikkakirja<sup>5</sup>.

Vuonna 1965 käytiin aktiivista keskustelua alan opetustoiminnan tarpeista ja suuntaamisesta muun muassa Akustisen aikakauslehden kyseisen vuoden numerossa 2, jossa T. K. Laakso otti asiaan kantaa artikkelissaan<sup>6</sup> sekä haastatteli useita alan

johtavia ammattilaisia heidän näkemyksistään<sup>7</sup>. Kannanotoista käy ilmi turhautuminen siihen, että Teknillinen korkeakoulu ja opetushallinto eivät nähneet ja tunnustaneet alan tärkeyttä. Varsin suurisuuntaistenkin visioiden pohjana oli useilla ajatuksena se, että opetus tulisi toteuttaa ensisijaisesti teknillisen fysiikan yhteydessä. Toisaalta sähkötekniikan osastolla oli jo säännöllistä opetustoimintaa. Lisäksi suppeahkoja peruskursseja pidettiin rakennustekniikan ja arkkitehtiosaston opiskelijoille.

Akustiikan laboratorio perustettiin jo 1950-luvulla, ja pieni kaiuton huone toteutettiin Eerikinkadulle TKK:n tiloihin Helsingissä. Sitä käytettiin mm. harjoitustöissä kaiutinmittauksiin. Sitten näitä tiloja käytti Helsingin teknillinen oppilaitos. Kun siirtyminen Otaniemeen alkoi tulla ajan-kohtaiseksi, suunniteltiin sähköosastolle kokonainen siipi akustiikkaa varten erinomaisine mittaustiloineen, joiden akustisesta toimivuudesta vastasi Eero Lampio. Tilat käsittivät kolme kaiutonta huonetta ja kaiutahuoneeksi kalustetun tilan. Näiden kansainvälisestikin esimerkillisten huoneiden saantiin myötävaikutti merkittävästi puhelintekniikan professori Jaarli Jauhiainen, joka halusi kunnolliset äänitekniset tilat myös puhelinteknisten mittausten tekemistä varten. Sähköosaston rakennus, missä akustiikan laboratorio sijaitsee, valmistui vuonna 1969.

## PROFESSUURI AKUSTIIKKAAN

Kun akustiikan opetus oli siis alkanut vakiintua sähkötekniikan osastolle, tuli vihdoin ajankohtaiseksi saada alalle oma professuuri. Se perustettiin vuonna 1974. Suullisen perimätiedon mukaan kävi kuitenkin niin, että akateemisen politikoinnin ja lehmänkauppojen seurauksena virasta tulikin vain apulaisprofessuuri, ja virkaan melkein päi- teoikeutettu henkilö ei sitten halunnutkaan

apulaisprofessoriksi. Virkaa hoiti vuodesta 1975 DI Jarmo Toivanen, ja tuntiassistentteina olivat mm. Tapio Lahti ja Seppo Uosukainen. Jarmo Toivanen kuoli yllättäen kesken virantäyttöprosessin vuonna 1977. Niinpä virka meni taas hakuun. Haun aikana sitä hoiti ensin TkT Bertil Godenhjelm, ja sitten kesästä 1980 alkaen tämän artikkelin kirjoittaja.

Tulin viran täyttökuvioon mukaan sillä tavalla, että osaston professorit soittelivat niille äänialan henkilöille, jotka saattoivat tulla kysymykseen hakijoina, kertoen että virka saattaa mennä pois osastolta, ellei siihen löydy päteviä hakijoita. Olin siinä vaiheessa tutkijana Tampereen teknillisessä korkeakoulussa, ja äänitekniinen taustani liittyi mm. puhesynteesisitutkimukseen sekä aktiiviseen audiotekniikan harrastukseeni. Akustinen tietämykseni oli itse opittua, mutta sähköakustiikka sopi hyvin sähkötekniikan ja elektroniikan koulutustaustaan. Ehkäpä juuri tuo suuntaukseni silloin muodikkaaseen puheteknologiaan ja sen läheinen yhteys puhelin- ja tietoliikennetekniikkaan sai vastakaikua sähkötekniikan osastolla. Kilpahakijanani<sup>8</sup> loppusuoralla oli TkT Godenhjelm. Hoidin virkaa syksyllä 1980, ja sain nimityksen apulaisprofessorin virkaan alkaen 1.11.1980. Aluksi laboratorion esimiehenä toimi puhelintekniikan silloinen professori Kauko Rahko, mutta pian sain ohjat omiin käsiini. Läheinen yhteistyösuhde muodostui tietoliikennetekniikan laboratorioon, jota johti professori Seppo J. Halme.

Vuonna 1980 akustiikassa oli vain apulaisprofessuuri ja laboratoriomestarin toimi (H. Hovilampi, sittemmin J. Saronsalo). Sitten saatiin myös pysyvä assistentin toimi, jossa toimivat Jouni Koljonen ja tämän jälkeen Juha Backman. Näiden virkojen ja erinomaisten tilojen lisäksi ei sitten juuri muita resursseja ollutkaan. Siihen aikaan apulaisprofessori oli hieman kuin toisen luokan kastia, ja resurssointi oli TKK:lla

muutenkin verraten niukkaa. Vuonna 1986 virka saatiin muutettua täydeksi professuuriksi, joka nosti akustiikan statusta ihan havaittavasti. Kului kuitenkin vielä vuosia, ennen kuin laboratorion kasvu pääsi oikeasti vauhtiin. Kun valittelin rehtori Jussi Hyyppälle resurssien vähäisyyttä, hän totesi tyyppilliseen tyyliinsä: ”Älä sinä Matti murehdi tuota, kyllä sinä vielä ennen eläkkeelle pääsyä ehdit saada resurssjakin. Laboratorion kehittäminen vie 15–20 vuotta.” Ja siinä hän oli aivan oikeassa.

## PUHETEKNOLOGIAA JA SIGNAALINKÄSITTELYÄ

Teknillisessä korkeakoulussa on ollut vahva perinne, että kukin professori luo oman profiilinsa ja suuntauksensa kunkin alan sisällä. Kun tulin taloon, sain osaston sisältä selkeää tukea ajatukselleni panostaa tutkimuksessa mm. puheteknologiaan ja sen taustalla olevaan digitaaliseen signaalinkäsittelyyn. Tämä heijastui myös opetuksen laajentamisessa, vaikkakin katsoin tärkeäksi pitää opetuksen pohja laaja-alaisena, siinä määrin kuin se resurssien puitteissa oli mahdollista. Ongelmana Suomen kokiossa maassa oli (ja edelleen on) kattaa edes tyydyttävästi akustiikan ja äänitekniikan kirjat, kun opetuksen suppea kohdentaminen ei tule kysymykseen kentän monitahoisuuden vuoksi, ja laajapohjaisuus välttämättä merkitsee jonkinasteista pinnallisuutta.

Valitsemani tutkimuksen suuntaus sähkötekniikan modernien virtausten suuntaan sai ristiriitaisen vastaanoton akustikkojen parissa. Monet ’perinteisen’ akustiikan edustajat nurisivat, jotkut jopa moittivat suoraan, että meluntorjunnan ja muun käytännössä tärkeän teknillisen akustiikan panostus oli laiminlyöty. Nyt kun katson taaksepäin, olen edelleen sitä mieltä, että valintani niissä olosuhteissa oli perusteltu. Akateemisen tutkimuksen tulee katsoa uusiin tieteellisiin haas-

teisiin ja avautuviin uusiin mahdollisuuksiin. Esimerkiksi meluntorjunnan alalla Suomessa oli tutkimus- ja kehitystyötä mm. VTT:llä ja Työterveyslaitoksella sekä toimintaa konsulttien parissa, joten oli parempi suunnata teknistä perustutkimusta muualle. Nokian ja tietoliikennetekniikan voimakas nousu 1990-luvulla osui sitten mainiosti yhteen valitsemani suuntauksen kanssa, joten ei tarvitse katua, että olisi tehty väärä valinta. Silti harmittaa, että silloin ei ollut resurssia panostaa enemmän myös ’perinteisempään’ akustiikkaan.

1980-luku oli tietopohjan valamista ja pienimuotoista kasvua TKK:n akustiikan laboratoriossa. Opiskelijamäärät olivat vielä pieniä, ja teollisuuden kiinnostus alaan oli minimaalista. Siispä oli hyvä tehdä perustutkimusta, mihin Suomen Akatemialta saimmekin hyvin projektirahoitusta. Puheteknologian kehitys (mm. puheen synteesi, tunnistus ja koodaus) oli aktiivisessa vaiheessa, ja yhteistyö foneetikkojen kanssa oli hedelmällistä. Puheenkäsittelytekniikan lisäksi laajensimme digitaalisen signaalinkäsittelyn sovelluksiin, jossa olimme yksi uranuurtajista Suomessa. Jopa tekoälytekniikka ja sen äänitekniset sovellukset olivat tapetilla. Itse akustiikan piirissä kommunikaatioakustiikka, varsinkin kuulemiseen liittyvä psykoakustiikka sai merkittävän aseman tutkimuksessa ja opetuksessa, mikä myös on osoittautunut hyväksi painopistevalinnaksi. Kommunikaatioakustiikan luentokurssin perin edeltäjiltäni, ja innostuin siitä suuresti. Siltä pohjalta kehittämämme kuulon laskennalliset mallit ovat sittemmin olleet pohjana mm. MP3-äänenpakkaukselle ja äänenlaadun arviointimenetelmille.

Opetuksen osalta laajentuminen 1980-luvulla tapahtui siis lähinnä puheenkäsittelyn ja signaalinkäsittelysovellusten suuntaan. Akustiikan peruskurssina taloon tullessani oli ”Teknillinen akustiikka” Jarmo Toivasen samannimisen oppikirjan pohjalta. Vaihtoehtona oli kehittää tuota sinänsä hyvää mut-

ta keskeneräiseksi jäänyttä kurssia, tai koikeilla jotain muuta lähestymistapaa. Päätin poiketa traditiosta, jonka mukaan aloitetaan alan matemaattis-fysikaalisista perusteista, ja jaoin peruskurssin kahtia seuraavasti: Opintojaksosta *Akustiikan perusteet I* (nykyisin *Ääniteknologian perusteet*) tehtiin matemaattisesti kevyt mutta kattavuudeltaan laaja-alainen johdanto ääniteknologiaan T. D. Rossingin kirjan *The Science of Sound* pohjalta, kun taas *Akustiikan perusteet II* (nykyisin *Akustiikka ja äänen fysiikka*) oli perinteisempi teknillisen akustiikan opintojakso.

Tälläkin ratkaisulla on hyvät ja huonot puolensa. Pedagogisesti hyvä Rossingin kirja ja akustiikan yleisesittely ”mainoshenkisesti” veti mukaan runsaasti hyvin motivoituneita opiskelijoita, joista monet viehättyivät alaan ja valitsivat akustiikan pääaineekseen. Osalle heistä saattoi olla sitten hieman yllätys, kuinka matemaattinen ala akustiikka onkaan. Valittuun lähestymistapaan saattaa myös liittyä haittatekijänä se, että opiskeli-

jat eivät osaa ottaa matemaattis-fysikaalisen tietopohjan rakentamista riittävän tosissaan. Parhaille opiskelijoille tämä ei toki ole ongelma, mutta tietynlainen ”kaiutinväsäämisen asenne” tiukan opiskelun sijasta on joissakin määrin ollut havaittavissa.

Yksi opetuksen kehittämiseen liittyvistä painotusvalinnoista on edelleen se, rakennetaanko osaamista alhaalta ruohonjuuritasolta ylös vaiko tohtorien tuottamisesta tiedon leviämisen toivossa alaspäin. Muistan keskustelleeni tästä monesti erityisesti DI Kari Pesosen kanssa. Oma valintani oli tehdä akustiikan laboratorion tutkimusvetoinen ja jatkokoulutusaktiivinen ’tohtoritehdas’ pikemminkin kuin perusinsinöörien masakoulutusyksikkö. Tämäkin oli ehkä hyvä valinta, koska ’perusakustikkojen’ kysyntä ennen noin vuotta 1995 oli aika rajoitettua. Ääniteknikan ala on jossain määrin kutsumusammatti sikäli, että musiikki- ja äänen-toistoharrastus tuo jatkuvasti opiskelijoita, joilla on intohimoinen suhde ääneen. Näistä

Monikanavaäänen kuuntelua kaiuttomassa huoneessa. Kuva: TKK:n signaalinkäsittelyn ja akustiikan laitoksen kokoelmat.

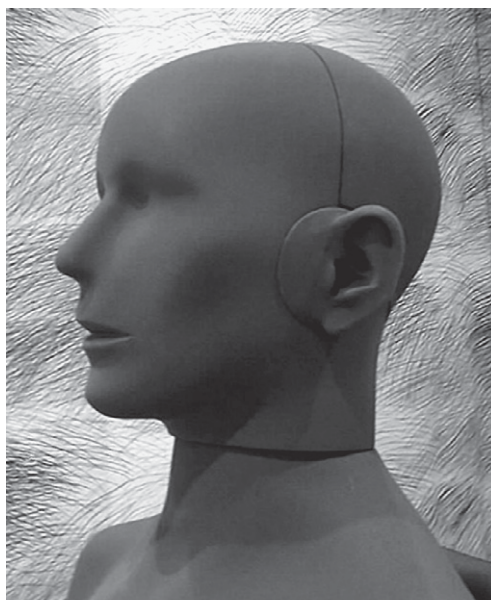


opiskelijoista on löytynyt koko joukko lahjakkuuksia, joista on ollut helppo kouluttaa erinomaisia tohtoreita jatkamaan alan tiedon syventämistä ja soveltamista. Noin yksi viidestä diplomi-insinööristä on koulutettu tohtoriksi saakka, mikä on nykyisin tavoitteena laajemminkin sähkötekniikan alalla.

## NOPEAN KASVU AIKA

1990-luvun alku oli vielä suhteellisen hiljais- ta ääniteknologiassa. Laboratorio oli toki jo kasvanut tusinaan henkilöön, ja opetus laajentunut uusiin kursseihin, mutta vielääkään ei teollisuus ollut kiinnostunut alasta. Opiskelijoiden määrä alkoi kasvaa nopeasti vuosikymmenen kuluessa, niin että huipussaan kurssille *Akustiikan perusteet I* ilmoittautui kolmisensataa opiskelijaa, ja monilla muilla kursseilla oli 30–60 opiskelijaa vuosittain. Varsinainen kasvuräjähdyks laboratorioissa alkoi noin 1995, ja syy oli ennen kaikkea Nokian kasvava menestys. Matkapuhelinten menestyksen myötä yritys havaitsi olevansa myös ääniteknologian alalla, ei ainoastaan elektroniikkalaitteiden valmistaja.

Nokian tuoma teknologinen optimismi heijastui muuallekin, ja äänitekniistä osaamista alettiin kysyä kiihtyvässä määrin. Vuosisadan vaihteessa akustiikan laboratorioissa työskentelevien määrä kasvoi muutamassa vuodessa yli kolmenkymmenen. Virkoja saatiin lisää ja tutkijoita voitiin palkata projekteihin ja tutkijakoulupaikkoihin. Vauhti oli päällä, ja osastolla tehdyissä ”viihtyvyysskyselyissä” Akustiikan laboratorio on ollut aivan kärkipäässä. Yksi syy rentoon ilmapiiriin on lähes kaikille yhteinen harrastustausta, musiikki. Yhteiset jamit mm. pikkujoulutapahtumissa ovat luoneet yhteenkuuluvuuden tunnetta akateemisissa ympäristöissä varsin yleisen kovan keskinäisen kilpailun sijaan. Hyvällä ilmapiirillä on tuntuva vaikutus siihen, kuinka tutkimus ja opetus toimii.



Akustiikan laboratorion keinopää. Kuva: TKK:n signaalinkäsittelyn ja akustiikan laitoksen kokoelmat.

Ripeän kasvun kausi n. 1995–2003 antoi mahdollisuudet myös opetuksen laajentamiseen. Henkilöstöpohja vahvistui, assistenttin toimesta tuli yliassistentuuri, jossa toimi aluksi Vesa Välimäki ja sitten Martti Rahkila, sihteeriksi saatiin Lea Söderman (v. 1997) ja tietotekniikan ylläpitoon tuli Jussi Hynninen. Laboratoriomestarin toimi lakkautettiin sen vapauduttua, koska konstruktioityön osuus toiminnassa oli jatkuvasti vähenemässä. Laboratorioinsinööriä ei myöskään ollut, mikä oli kyllä selvä puute, mutta näistä tehtävistä huolehdittiin kollektiivisesti, erityisesti yliassistentin avustuksella.

Yhden professorin varassa toimivassa laboratorioissa alkoivat paineet opetuksen ja tutkimuksen laajentamisesta käydä kohtuuttomiksi. Hyvien aikojen tilanne vuosituhatuuden vaihteen molemmin puolin piti käyttää hyväksi, ja laboratorio saikin kolme uutta professuuria. Alojen valintaan vaikutti ratkaisevasti paitsi osaston suuntaus ja tietoliikenneteollisuuden kasvu, myös se,

keitä akateemisesti ansioituneita tohtoreita oli tarjolla. Aluksi perustettiin puhekommunikaation professori (1999), johon tuli valituksi TkT Paavo Alku, ja tämän jälkeen puheteknologian professori (2001), ja siihen TkT Unto K. Laine. Kolmas uusi professori perustettiin audiosignaalinkäsittelyyn (2002), ja siihen tuli valituksi TkT Vesa Välimäki.

Nyt akustiikasta oli tullut keskisuuri laboratorio, joka painopistesektoreillaan oli jo kansainvälisesti näkyvä yksikkö. Mm. äänilähteiden laskennallisessa mallinnuksessa, erityisesti soitinten mallinnuksessa ja äänisynteesissä, oltiin aivan tunnetuimpien tutkimusryhmien joukossa jo 1990-luvun puoliväliin mennessä. Tilaäänien toisto (mm. monikanava-audio) ja havaitseminen muodostui myös laboratorion huippututkimusalueeksi, erityisesti TkT Ville Pulkin alkaessa vetää tämän aihepiirin tutkimusta. Kolmantena menestyneenä tutkimuksen puolella voisi mainita joukon puhekommunikaatioon liittyviä aiheita, mm. puheentuottamisen mallintaminen ja puheensierrossa käytettävät signaalinkäsittelymenetelmät.

Vaikka tutkimus usein keskittyikin tiettyihin suppeahkoihin ”keihäänkärkiin”, ovat tutkimuksen uusimmat tulokset useimmiten yleistettävissä ja siirrettävissä välittömästi opetuksen piiriin, mikä on yliopistojen toiminnan yksi keskeinen periaate. Eräs laboratorion menestyksekkäimmistä tutkimusteemoista 1990-luvulla oli ns. murtovii- vesuotimet<sup>8</sup> ym. digitaaliset erikoissuotimet, joille on löytynyt sovelluksia mitä moninai- simmilta alueilta.

## VAKIINTUMISTA JA MUUTOSTA 2000-LUVULLA

Vuosituhanne vaihteen jälkeen akustiikan laboratorion ja sitä mukaa opetuksen kasvu alkoi tasoittua; lähes 40 henkeä on työskennellyt yksikössä kuluvan vuosikymmenen

loppupuolella. Kasvun hidastumiseen on vaikuttanut myös budjettirahoituksen suhteellinen heikkeneminen, jopa niin, että viime vuosina monet yksiköt ovat olleet taloudellisissa vaikeuksissa hoitaa perustointoja, opetus mukaan lukien, vaikka ulkopuolista tutkimusrahoitusta on ollut hyvin saatavilla.

Opetuksen kurssitarjonta akustiikassa lisääntyi ko. vuosikymmenen alkupuolella. Mukaan tulivat omat kurssit huone- ja saliakustiikkaan, meluntorjuntaan, sähköakustiikkaan, audiosignaalinkäsittelyyn sekä useita vaihtuvaisältöisiä seminaareja sekä perus- että jatko-opiskelijoille. Akustiikan laboratorion oman henkilökunnan lisäksi opetukseen ovat osallistuneet kiitettävästi useat ulkopuoliset erikoisopettajat siitäkin huolimatta, että korvaus luentojen valmistelusta ja pitämisestä on varsin vähäinen. Mm. Tapio Lahti ja Timo Peltonen (akustinen mittaustekniikka), Seppo Uosukainen (erit. akustinen kenttäteoria), Juha Backman (erit. sähköakustiikka), Henrik Möller (salija huoneakustiikka) sekä Ila Tokola (tutustumistyö) ovat olleet käytettävissä. Erityispanoksen ovat antaneet dosentit<sup>9</sup> Valtteri Hongisto (meluakustiikka), Mikael Laurson (musiikkitekniologia), Tapio Lokki (virtuaaliakustiikka) sekä Ville Pulkki (tilääni).

Yksi selvä muutos aiempiin vuosiin nähden on se, että varsinaisia assistenttien toimia TKK:ssa on yhä vähemmän. Näitä tehtäviä hoitavat nykyisin jatko-opiskelijat ja postdoc-tohtorit ilman erillistä korvausta. Tässäkin on hyvät ja huonot puolensa. Toisaalta näin he saavat opetuskoemusta ja tutkimustyön tulokset saadaan nopeasti opetuksen pariin. Toisaalta tästä voi seurata jatkuvuuden puutetta, ja varsinkin perinteiset laboratoriotyöt on jouduttu jättämään hyvin vähiin. Heikennystä opetusresursseihin on tullut myös siksi, että uusien laitteiden hankintaan ei riitä rahoitusta juuri lainkaan. Ainoastaan tutkimusprojektien rahoituksella on voitu tehdä laitehankintoja.

Viime vuosina akustiikan laboratoriossa on tehty vuosittain noin 10–15 diplomitutkintoa ja 2–3 tohtorinväitöstä. Kaikkiaan diplomitutkintoja on vuosien mittaan kertynyt hieman toistasataa ja tohtoritutkintoja runsas kaksikymmentä<sup>10</sup>. Merkittävin työllistäjä on ollut Nokia, jonne lähes puolet diplomitoistista on suuntautunut. Akustiikka-alan konsulttiyritykset ovat myös työllistäneet viime vuosina (ennen 2008 tullutta taantumaa) hyvin. Alalle on tyypillistä, että akustikon pitää usein olla äänialan yleistaitaja ja yhdistää tämä osaaminen jonkun muun alan osaamiseen; suppea erikoistuminen tulee harvoin kysymykseen.

Vuonna 2008 alkoi nopean muutoksen kausi, ainakin hallinnollisessa mielessä. Laboratoriot lakkasivat olemasta opetuksen ja tutkimuksen perusyksiköitä. Akustiikan laboratorio yhdistyi signaalinkäsittelyn ja mittaustekniikan laboratorioden kanssa, ja näin muodostui Signaalinkäsittelyn ja akustiikan laitos, joka kuuluu Elektroniikan, tietoliikenteen ja automaation tiedekuntaan. Tätä kirjoitettaessa on edessä koko korkeakoulun yhdyntymisen Kauppakorkeakoulun ja Taideteollisen korkeakoulun kanssa Aalto-yliopistoksi<sup>11</sup>.

Välittömästi nämä muutokset eivät suuren vaikutusta perustason opetus- ja tutkimustoimintaan, mutta toivottavasti pidemmällä tähtäimellä vaikutus on positiivinen akustiikan kannalta. Joka tapauksessa TKK:n akustiikan yksiköllä on kansallisesti tärkeä tehtävä alan ainoana yliopistotason yksikkönä, joka vastaa perus- ja jatko-opetuksesta sekä tutkimuksesta. Opetuksen osalta on laitoksia ohjeistettu keskittymään vähäisempään määrään kursseja ja keskittymään kunkin alan perustietoihin. Akustiikan osalta tämä on huono suuntaus, koska ala on sisäisesti laaja ja monitahoinen. Nykyisistä noin kahdestakymmenestä oppikursista on vaikea tinkiä, pikemminkin olisi tarvetta lisätä muutama kurssi, mutta siihen ei liene mahdollisuuksia, ellei löydy uusia ulkopuolisia resursseja.

## AKUSTIIKAN OPETUS MUUALLA SUOMESSA

Pienimuotoista akustiikan ja ääniteknologian opetusta on jo pitkään ollut muuallakin kuin TKK:n akustiikan laboratoriossa. TKK:n arkkitehti- ja rakennusinsinööriosastoilla on ollut peruskursseja meluntorjunnasta ja harjoitustöitä rakennus- ja huoneakustiikasta, joita piti arkkitehti Alpo Halme vuosina 1966–1991. Tätä jatkoi Eija Halme-Salo. TKK:n puunjalostusosastolla DI Kari Pesonen piti vuosina 1982–2004 meluntorjuntaan liittyviä kursseja. Näiden loputtua perustettiin akustiikan laboratorioon meluntorjunnan kurssi. Koneosastolla on pyritty saamaan käyntiin koneakustiikan kursseja, mutta opiskelijoiden mielenkiinto on jäänyt vähäiseksi.

Alpo Halme ja Eija Halme-Salo aloittivat TKK:n arkkitehti- ja rakennusinsinööriosastoja vastaavat kurssit Tampereella sikäläisen teknillisen korkeakoulun perustamisen jälkeen. Eija Halme-Salo on pitänyt myös Oulussa kursseja joka toinen vuosi.

Akustiikan laboratorion kuunteluhuone.  
Kuva: TKK:n signaalinkäsittelyn ja akustiikan laitoksen kokoelmat.



Tampereen teknillisen korkeakoulun (nykyisin teknillinen yliopisto) sähköosastolla aloitin akustiikan peruskurssin 1984. Sitä jatkoi pian TkT Seppo Uosukainen. Nykyisin akustiikkaa luennoi DI Panu Majala. Tampereella on myös audiotekniikkaan suuntautunut TkT Anssi Klapurin johtama tutkimusryhmä, joka on järjestänyt akustiikkaan liittyvää koulutusta.

Tampereen teknillisen yliopiston arkkitehtuurin ja rakennustekniikan koulutusohjelmiin sisältyvät akustiikan koulutus yhdistetään vuonna 2009 niin, että kaikille opiskelijoille järjestetään johdantokurssi ja lisäksi valinnainen jatkokurssi rakennus- ja huoneakustiikasta. Opettajana on rakennustekniikan osastolla vuodesta 2000 akustiikkaa luennoinut TkL Mikko Kylliäinen.

Unohtaa ei sovi myöskään Kuopion yliopistoa, jossa dosentti Erkki Björk on antanut meluntorjuntaan liittyvää opetusta 1970-luvun lopulta saakka.

Opistotasoista akustiikan opetusta oli Helsingin teknillisessä oppilaitoksessa ainakin 1970-luvulta vuoteen 2007 saakka. Opetuksesta vastasivat DI Kari Pesonen sekä jossain määrin myös DI Juhani Borenus ja TkL Juhani Nuotio.

Oppilaitosten opetustarjontaa ovat täydentäneet insinöörijärjestöt (mm. INSKO, AEL), jotka ovat järjestäneet monia täydennyskoulutustyyppisiä tapahtumia akustiikan alalla. Edellen tulee mainita sisäiset koulutustapahtumat, joita on järjestetty esimerkiksi VTT:n akustikkojen parissa.

Vuosien mittaan on pohdittu, pitäisikö virkoja ja toimintaa saada muuallekin vaiko keskittää TKK:n akustiikan laboratorioon. Äänitekniikan erikoissektoreilla toimintaa on luonnollisesti muuallakin, mutta nykyisin vallalla oleva ajattelu lähtee siitä, että olemassa olevia vahvuuksia pitäisi tukea ja pikemminkin keskittää kuin hajauttaa toimintaa. Toisaalta monitahoisuus ja -tasoisuus koulutuksessa voi toteutua jonkinasteisen hajautuksen kautta.

Akustiikka-alan toiminta on Suomessa lisääntynyt huomattavasti 1990-luvun puolivälistä lähtien. Muutamana viime vuotena perinteisen teknillisen akustiikan rooli on jälleen korostunut, kun pyritään vähentämään melua tai ainakin estämään sen kasvua. Hyvä ääniympäristö on tärkeä osa elämisen laatua. Myös 'elämystuotteet' viihteen ja pelien muodossa tarvitsevat akustiikan osaamista. Kyllin laajan opetustarjonnan lisäksi tulee panostaa perusteiden syvällisempään hallintaan.

Kirjoittaja on professori Teknillisen korkeakoulun signaalinkäsittelyn ja akustiikan laitoksella.

<sup>1</sup> Leo Beranek: *Riding the Waves: A Life in Sound, Science, and Industry*. MIT Press, 2008.

<sup>2</sup> Eero Lampio: *Arkistojen kertomaa Seuran 50-vuotistaipaleelta (Akustisen Seuran historiikki)*, 1993, <http://www.acoustics.hut.fi/asf/history/index.htm#1942>

<sup>3</sup> Paavo Arni: *Käytännöllisen akustiikan perusteet*, Otava, Helsinki, 1949.

<sup>4</sup> Eero Lampio: *Sähköakustiikka*. Moniste no 255, Teknillisen korkeakoulun ylioppilaskunta, 1969.

<sup>5</sup> L. Beranek: *Acoustics*. Acoustical Society of America, 1954. Leo Beranek on yksi 1900-luvun merkittävimmistä akustikoista, joka on kehittänyt mm. sähköakustiikkaa, akustista mittaustekniikkaa, meluntorjuntaa ja saliakustiikkaa. Hänen yrityksensä BBN vaikutti myös merkittävästi Internetin syntyyn.

<sup>6</sup> T. K. Laakso: *Akustiikan opetus*. *Akustinen aikakauslehti*, 1965, no. 2, s. 1–3. *Diplomi-insinööri T. K. Laakso* työskenteli vuoteen 1937 saakka Yleisradiossa ja myöhemmin opettajana mm. Tampereen ja Helsingin teknillisissä oppilaitoksissa. Akustiikkaan erikoistuneena konsulttina hän toimi 1930-luvun lopulta lähtien sivutoimisesti ja 1950- ja 1960-luvuilla omassa insinööri-toimistossaan. Laakso työskenteli myös monien akustiikkaa koskevien tutkimushankkeiden johtoryhmissä ja harjoitti laajaa kirjallista toimintaa.

<sup>7</sup> T. K. Laakso: *Teknillisten alojen akustiikan opetuksen tarpeellisuus ja akustikkojen korkean tason opetus Suomessa*. *Akustinen aikakauslehti*, 1965, no. 2, s. 7–9. Artikkelin sisältää P. U. Lehtisen, Mauri Parjon, Juhani Borenin, Alpo Halmeen ja Eero Lampion vastaukset T. K. Laakson haastattelukierrokseen.



<sup>8</sup> Myös Juhani Nuotio ja Erkki Björk hakivat, mutta vetäytyivät pois ennen päätöstä.

<sup>8</sup> Alan klassikkojulkaisu: Timo Laakso, Vesa Välimäki, Matti Karjalainen ja Unto K. Laine, "Splitting the unit delay - Tools for fractional delay filter design", IEEE Signal Processing Magazine, no. 1, 1996. Lähes 400 viittausta alan aikakauslehdissä.

<sup>9</sup> Aiemmin dosentteina ovat olleet Eero Lampio, Bertil Godenhjelm, Unto K. Laine ja Vesa Välimäki.

<sup>10</sup> <http://www.acoustics.hut.fi/publications/>

<sup>11</sup> Nimetty arkkitehti Alvar Aallon mukaan. Tämä kuuluisan ja ansiokkaan arkkitehdin saavutukset akustiikan parissa ovat kuitenkin ristiriitaisia (mm. Finlandia-talon salin akustiikka).



## Helimäki Akustikot - akustiikan historian tekijöinä vuodesta 1996

 **HELIMÄKI**  
AKUSTIKOT

Helsinki: Tempelikatu 6 B, 00100 Helsinki  
Puh. 020 - 711 8590, fax Hki 09 - 5893 3861

Tampere: Pinninkatu 58 A, 33100 Tampere  
Puh. 020 - 711 8590, fax Tre 03 - 3180 121

w w w . h e l i m ä k i . f i  
i n f o @ h e l i m ä k i . f i