

# Helsingin keskeisten 1800-luvun konserttitilojen huoneakustiikan mallintaminen

———— Mikko Kylliäinen, Henry Niemi, Jere Jäppinen ja Mikko Lindqvist

Helsinki kehittyi Suomen musiikkielämän keskuksesi yliopiston muutettua sinne vuonna 1828. Tärkeimpiä sinfonisen orkesterimusiikin esityspaikkoja 1800-luvulla olivat Yliopiston juhlasali, Seurahuoneen ensimmäinen ja toinen juhlasali sekä Vapaaehtoisen palokunnan talon juhlasali. Näitä tiloja ei enää ole tai niitä on huomattavasti muutettu. Siten 1800-luvun konserttielämystä ei akustisten olosuhteiden kannalta ole Helsingissä enää mahdollista tavoittaa. Näiden neljän konserttitilan akustiikkaa tutkittiin huoneakustisella tietokonemallinnuksella. Huoneakustisen mallinnuksen tuloksia verrattiin sanomalehtien konserttiarvosteluissa esitettyihin konserttitilojen akustiikkaa koskeviin arvioihin, jotka vastasivat mallinnuksen tuloksia. Kaikki neljä konserttitilaa olivat akustiikaltaan sinfonisen orkesterimusiikin esittämiseen sopivia, mutta jokaisella oli omat erityispiirteensä. Yliopiston juhlasalin tilaratkaisu oli poikkeuksellinen: puoliympyrän muotoinen auditorio, jonka toisessa päässä oli orkesterilava. Tämä tarkoitti sitä, että kuulokuva on ollut epäsymmetrinen: orkesterin ääni on kuulunut lavan suunnasta tai salin etuseinästä heijastuneena voimakkaampana kuin nousevan katsomon suunnasta, jossa yleisö on vaimentanut heijastuksen. Seurahuoneen ensimmäinen juhlasali oli tutkituista tiloista selvimmin perinteinen kenkälaatikon muotoinen sali. Kuulokuva on sivuseiniltä yleisölle saatujen heijastusten johdosta ollut leveä, mutta tila oli melko matala. Mataluutensa vuoksi sali on kuulostanut jonkin verran kuivemmalta kuin muut salit. Seurahuoneen toisen juhlasalin erityispiirre oli se, että salin etuosassa orkesterilavan molemmin puolin oli salonki, josta oli kulkuaukko saliin. Osa äänestä kulki salonkeihin, eikä kuulokuvan kannalta tärkeitä sivuheijastuksia saapunut yleisölle niin paljon kuin muissa tiloissa. Vapaaehtoisen palokunnan talon ominaispiirre oli se, että sali oli leveyssuunnassa epäsymmetrinen: molemmilla puolilla oli parvi, mutta vasemmalla puolella istuinpaikkoja oli parven alla, oikealla ei. Subjektiivisena havaintona tämä on konserttitilanteessa tarkoittanut sitä, että kuulokuva on siirtynyt vasemmalle.

## Johdanto

Pääkaupungin aseman vuonna 1812 saanut Helsinki kehittyi Suomen musiikkielämän keskuksesi yliopiston muutettua sinne vuonna 1828. Kaupunkiin

rakennettiin 1800-luvun kuluessa joukko juhlasaleja, joista tärkeimpiä orkesterimusiikin esityspaikkoja olivat Yliopiston juhlasali (arkkitehti C. L. Engel 1832), Seurahuoneen ensimmäinen (Engel 1833) ja toinen juhlasali (A. H. Dahlström 1863) sekä Vapaaehtoisen palokunnan talon juhlasali (Th. Höijer 1889). Yliopiston juhlasalissa järjestettiin sinfoniakonsertteja, ja muissa konserttitiloissa kuultiin populaarikonsertteja, joiden ohjelmaan ei sinfoniaa sisällynyt (Kurkela 2012; Kurkela 2015). 1800-luvun Helsingin konserttitiloja on myöhemmin huomattavasti muutettu tai rakennukset, joissa ne sijaitsivat, on purettu. Siten esimerkiksi Sibeliuksen 1. sinfoniaa, jonka ensimmäinen versio kantaesitettiin säveltäjän johtamana Yliopiston juhlasalissa keväällä 1899 ja uudistettu versio seuraavan vuoden kesällä Vapaaehtoisen palokunnan talon juhlasalissa Robert Kajanuksen johdolla, ei voida enää kuunnella niissä akustisissa olosuhteissa, joissa teoksen versiot ensimmäisen kerran esitettiin (*Uusi Suometar* 1899; 1900; Tavaststjerna 1989, 139–140 ja 169).

1800-luvulla rakennukset, joiden käyttötarkoituksen kannalta akustiikka oli keskeisessä asemassa, suunniteltiin lähinnä hyväksi havaittuja ratkaisuja toistamalla. Esimerkiksi vuonna 1863 palaneen Nya Teaternin suunnittelija, arkkitehti Georg Theodor Chiewitz (1815–1862) selosti sanomalehdessä vuonna 1858 julkaisemassaan artikkelissa laajasti noudattamiaan suunnitteluperiaatteita, jotka perustuivat akustiikastaan kansainvälisesti tunnettujen teattereiden toimimiseen esikuvina (Kylliäinen ja Takala 2013, 7–9). Tieteelliseen tietoon perustuvia laskentamenetelmiä ei ennen 1890-lukua ollut olemassa (Thompson 2002, 18–33). Nykyisin uusien konserttitilojen suunnittelu perustuu paljolti huoneakustiikan tietokonemallinnukseen. Tämän menetelmän juuret juontavat osittain erilaisista fyysisistä malleista, joiden avulla äänen kulkua tilassa on pyritty seuraamaan. Tällaisia malleja olivat 1900-luvun alkuvuosikymmeninä käytetyt vesi- ja valomallit: puhe- tai konserttisalista valittiin jokin poikkileikkaus ja valon tai aaltoilemaan saatetun veden kulkua ja heijastumista poikkileikkauksen pinnoista seurattiin valokuvaamalla (Arni 1949, 119–120; Rindel 2002). Ensimmäiset kokeilut akustisista pienoismallitutkimuksista tehtiin 1930-luvulla. Niistä tuli tärkein suurten teattereiden ja konserttisalien suunnittelumenetelmä vuosikymmeniksi vaativuudestaan huolimatta: pienoismallitutkimuksessa äänen taajuuden lisäksi pienoismallin pintojen ominaisuuksia on muutettava mallin ja tulevan salin kokojen suhteessa (Halme 2009, 27–28; Välimäki ym. 2012, 1436).

Huoneakustiikan mallintamisesta tietokoneella julkaistiin ensimmäiset artikkelit 1960-luvulla (Schroeder 1961, 1061–1064; Krokstad ym. 1968, 118–125; Schroeder 1973, 463–470; Välimäki ym. 2012, 1423–1424). 1980-luvun loppupuolelta saakka tietokonemallit ovat alkaneet syrjäyttää pienoismallein tehtäviä kokeita (Vorländer 2008, 175; Barron 2010, 64–65). Huoneakustisista tietokonemallinnusohjelmista on viimeistään 1990-luvulla tullut akustiikkasuunnittelijoiden jokapäiväisiä työkaluja (Lahti ja Möller 1996, 20–22; Välimäki ym. 2012, 1433). Mallinnusmenetelmät ja -ohjelmat ovat kehittyneet 2000-luvulla niin pitkälle, että niillä voidaan simuloida tilojen akustisia ominaisuuksia pieniä taajuuksia lukuun ottamatta hyvin tarkasti verrattuna mittaustuloksiin (Bork 2005, 762).

Jokaisella tilalla on oma akustinen luonteensa, ja akustiikka sekä sen muutokset ovat osa rakennusten rakennushistoriaa (Blessner ja Salter 2009). Huoneakustiikan tietokonemallinnus on kehitetty uusien rakennusten suunnittelutyökaluksi, mutta viime vuosikymmenten aikana akustiikan tutkijat ovat käyttäneet tietokonemalleja myös kadonneiden tai historian saatossa muuttuneiden rakennusten akustiikan tutkimiseen. Hävinneen tilan akustiikan mallintaminen ei poikkea uuden, vasta suunniteltavan tilan mallintamisesta, joskin edellytyksenä on, että tilasta on säilynyt riittävästi tietoa raunioina, piirustuksina, maalauksina tai valokuvina. Erityisen runsaasti mallintamalla on tutkittu antiikin Kreikan ja Rooman teattereita (esim. Vassilantonopoulos ja Mourjopoulos 2003; Rindel 2011; Lokki ym. 2013). Mallintamalla on tutkittu myös renessanssin ja barokkiajan teattereiden akustisia ominaisuuksia (Weinzierl ym. 2015; Rychtáriková 2012). Osa historiallisten rakennusten akustiikan ennallistamiseen pyrkineistä tutkimuksista on pyrkinyt tuottamaan uutta tietoa musiikin esityskäytännöistä eri aikakausina (Weinzierl 2002, Howard ja Moretti 2009). Suomalaisten historiallisten rakennusten akustiikan mallintamisesta on julkaistu ensimmäiset artikkelit viime vuosina (Kylliäinen ja Takala 2013; Takala ja Kylliäinen 2014).

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tuottaa tietoa Helsingissä 1800-luvulla käytössä olleiden keskeisten konserttitalojen huoneakustiikasta tietokonemallinnuksen keinoin. Tilamallien luomiseksi etsittiin rakennushistoriallista taustatietoa, erityisesti alkuperäisiä rakennuspiirustuksia, arkistoista sekä kirjallisuudesta. Lisäksi täydentävänä aineistona käytettiin valokuvia. Kadonneen rakennuksen mallintaminen eroaa uuden rakennuksen suunnittelusta sikäli, että uuden rakennuksen akustisia ominaisuuksia voidaan sen valmistuttua mitata ja arvioida subjektiivisesti sekä edelleen verrata mallinnettuihin arvoihin. Kadonneen rakennuksen mallinnuksen tuloksia ei ole mahdollista validoida näin. Tämä tutkimus kohdistui 1800-luvulla rakennettuihin rakennuksiin. Siksi mallinnuksen tulokset validoitiin vertaamalla niitä tilojen akustiikkaa koskeviin aikalaismielipiteisiin, joita on löydettävissä esimerkiksi sanomalehtien konserttiarvosteluista ja muista kirjoituksista sekä muistelmakirjallisuudesta.

## Konserttitalojen rakennushistoria

Yliopiston siirtämisestä Turusta Helsinkiin päätettiin lokakuussa 1827, vajaan kaksi kuukautta Turun palon jälkeen (Klinge 1989, 88). Yliopiston lukuvuosi alkoi syksyllä 1828 Helsingissä väliaikaisissa tiloissa, mutta C. L. Engel (1778–1840) oli esittänyt rakennustoimikunnalle ensimmäiset luonnokset uudesta, Helsinkiin rakennettavasta yliopiston päärakennuksesta jo muutaman viikon kuluttua siitä, kun yliopiston muutosta oli päätetty. Suunnittelutyön aikana Engel teki kaksi ehdotusta juhlasalista: toinen oli suorakaiteen muotoinen ja toinen puoliympyrä. Puoliympyrää pidettiin tarkoituksenmukaisempana, ja sellaisena juhlasali myös toteutettiin (Pöykkö 1972, 33–34). Toinen juhlasalin parvista oli alkujaan tarkoitettu kuorolle ja muusikoille, mutta myöhemmin 1800-luvulla salin nurk-

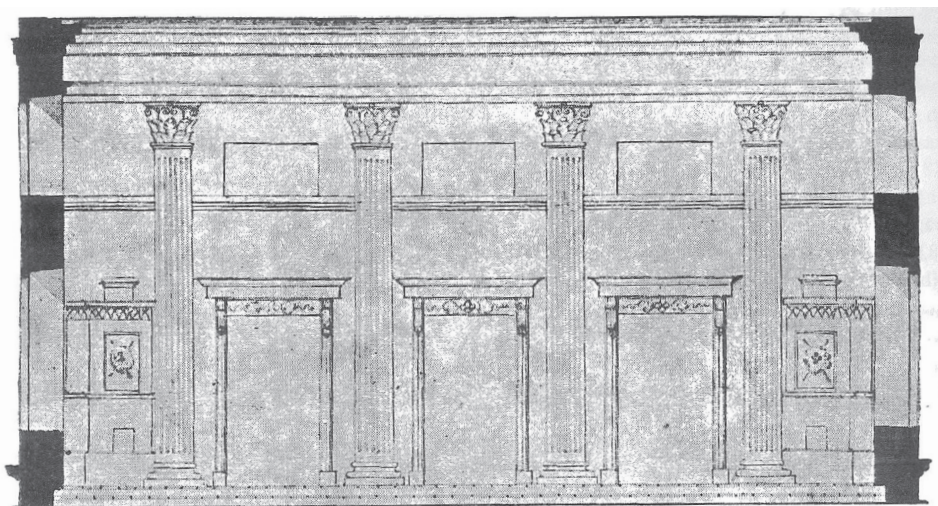


*Kuva 1. Yliopiston juhlasali koristeltuna, luultavasti vuoden 1921 Pohjoismaisia musiikkipäiviä varten. Kuvalähde: Helsingin kaupunginmuseon kuvakokoelmat.*

kaan (kuva 1) rakennettiin esiintymislava. Juhlasalin paikkamäärä laski tällöin alkuperäisestä noin 800 hengestä noin 700 henkeen (Lappalainen 1994, 18). Yliopiston päärakennus ja juhlasali vihittiin käyttöön vuonna 1832.

Vuonna 1928 professori Armas Lindgren (1874–1929) laati suunnitelman, jonka mukaan salin suoraa etuseinää olisi siirretty 12 metriä ulospäin (Lappalainen 1994, 195). Tämä suunnitelma ei toteutunut. Toteutumatta jäivät myös vuonna 1931 järjestetyssä arkkitehtuurikilpailussa tehdyt esitykset salin laajentamisesta joko suorakaiteen muotoisella osalla ja siitä, että puoliympyrän muotoinen sali täydennettäisiin kokonaiseksi ympyräksi. Vuonna 1934 yliopisto tilasi arkkitehtuurikilpailussa jaetulle toiselle sijalle sijoittuneelta professori J. S. Siréniltä (1889–1961) suunnitelman päärakennuksen ja juhlasalin laajentamiseksi. Päärakennuksessa tehtiinkin 1930-luvun loppuun asti erilaisia muutostöitä, mutta juhlasalin laajennus, jonka yhteydessä orkesterilava olisi siirtynyt salin etuosan keskelle, päätettiin hetki ennen rakennustöiden aloittamista jättää toteuttamatta (Knapas 1990, 600–604).

Yliopiston päärakennus ja juhlasali vaurioituivat pahasti jatkosodan ilmapommituksissa helmikuussa 1944. Päärakennus rakennettiin Sirénin suunnitelmien mukaisesti uudelleen vuosina 1944–1948. Tässä yhteydessä juhlasalia pidennettiin yhdeksän metriä siirtämällä suoraa ulkoseinää ulospäin (Knapas 1990, 620). Samassa yhteydessä juhlasalin kattoon tehtiin näkyvän katon yläpuolelle ääntä heijastavia ja absorboivia pintoja (Arni 1949, 133; Sirén 1950,



Kuva 2. Seurahuoneen ensimmäisen juhlasalin päätyseinän projektio C. A. Edelfeltin 1860 teettämien mittapiirustusten mukaan. Kuvälähde: Wasastjerna 1941.

76). Yleinen mielipide oli se, että laajennus ja muut toimenpiteet muuttivat juhlasalin akustiikkaa konserttitoimintaa ajatellen huonommaksi (Lappalainen 1994, 203–208). 1990-luvulla juhlasalin akustiikkaa on muutettu puhesalin suuntaan sijoittamalla salin kattoon ja seinille ääntä absorboivia pintoja (S.n. 1991, 34–41).

Samaan aikaan yliopiston uuden päärakennuksen kanssa Engel suunnitteli myös Helsingin Seurahuonetta (nykyisin Helsingin kaupungintalo), joka valmistui Kauppatorin laidalle 1833 (Ringbom 1988, 150). Seurahuoneen toiseen kerrokseen tehtiin kaksi kerrosta korkea juhlasali, joka oli kenkälaatikon muotoinen (kuva 2). Juhlasalia käytettiin monen muun tarkoituksen ohella populaarikonserttien esityspaikkana. Näissä konserteissa orkesteri soitti salin toiseen päättyyn sijoitetulla irtolavalla, jolloin yleisöä saattoi mahtua saliin noin 800 henkeä (Wasastjerna 1941, 52).

Vuosina 1861–1863 Seurahuoneella tehtiin korjauksia, joiden yhteydessä vuonna 1862 juhlasali jaettiin välipohjalla kahteen kerrokseen ja muutettiin hotellihuoneiksi. Uusi, edellistä hieman pienempi juhlasali sijoittui Seurahuoneen sisäpihalle rakennettuun siipeen. Uusi juhlasali otettiin käyttöön vuoden 1863 lopulla, joskin sen sisustus valmistui lopullisesti vasta 1865 (Wasastjerna 1941, 60–66). Uuden juhlasalin (kuva 3) suunnitteli arkkitehti Axel Hampus Dahlström (1829–1882), joka oli voittanut juhlasalin suunnittelusta järjestetyn arkkitehtuurikilpailun ehdotuksellaan ”Tuhat kuulijaa”. Myös uusi juhlasali oli pohjamuodoltaan suorakulmainen. Sen etuosassa olivat orkesterikoroke sekä avoimet kulkuaukot molemmilla puolilla sijainneisiin salonkeihin (Ringbom 1988, 157). Saliin on arvioitu mahtuneen yleisöä 1000 henkeä (Niskanen 2008, 50), mikä johtunee kilpailuehdotuksen nimestä. Tilan pinta-alan perusteella saliin tuskin mahtui näin suurta yleisöä, vaan todennäköisesti konserttitilanteessa yleisöä

saattoi olla noin 600–700 henkeä. Seurahuoneen toista juhlasalia pidettiinkin jo valmistuessaan liian pienenä (Wasastjerna 1941, 77).

Arkkitehti Hugo E. Saurén (1860–1929) laati vuonna 1885 suunnitelmat uudesta, paljon suuremmasta juhlasalista, mutta näitä suunnitelmia ei toteutettu. Sitä vastoin toista juhlasalia päätettiin laajentaa arkkitehti Bruno F. Granholmin (1857–1930) ehdotuksen mukaan. Vuonna 1888 valmistuneissa laajennustöissä juhlasalia levennettiin molempiin suuntiin kuusi metriä (Wasastjerna 1941, 77–79; Ringbom 1988, 158–159). Seurahuoneen toisen vaiheen juhlasalista on jäljellä Helsingin kaupungintalon juhlasalissa sen keskiosan katto.

Arkkitehti Theodor Höijerin (1843–1910) suunnittelema Helsingin Vapaaehtoisen palokunnan talo valmistui vuonna 1889 (Ringbom 1988, 321). Rakennuksen keskellä sijaitsi kaksikerroksinen juhlasali, jonka toisessa kerroksessa molemmilla sivuilla oli parvi. Toinen parvista rajautui ulkoseinään, jonka isoista ikkunoista juhlasaliin saatiin luonnonvaloa. Tästä syystä ulkoseinän puoleisen parven alla oli yleisön istumapaikkoja, mutta vastakkaisella puolella parven alla istumapaikkoja ei ollut (kuva 4). Juhlasali oli siten permannon tasolla epäsymmetrinen. Konserttitilanteessa orkesteri esiintyi salin etuosassa sijainneella puurakenteisella orkesterikorokkeella (Viljo 1985, 89–94). Juhlasalin pinta-alan perusteella tilaan saattoi mahtua noin 1000 henkeä. Talon juhlasali toimi vuosina

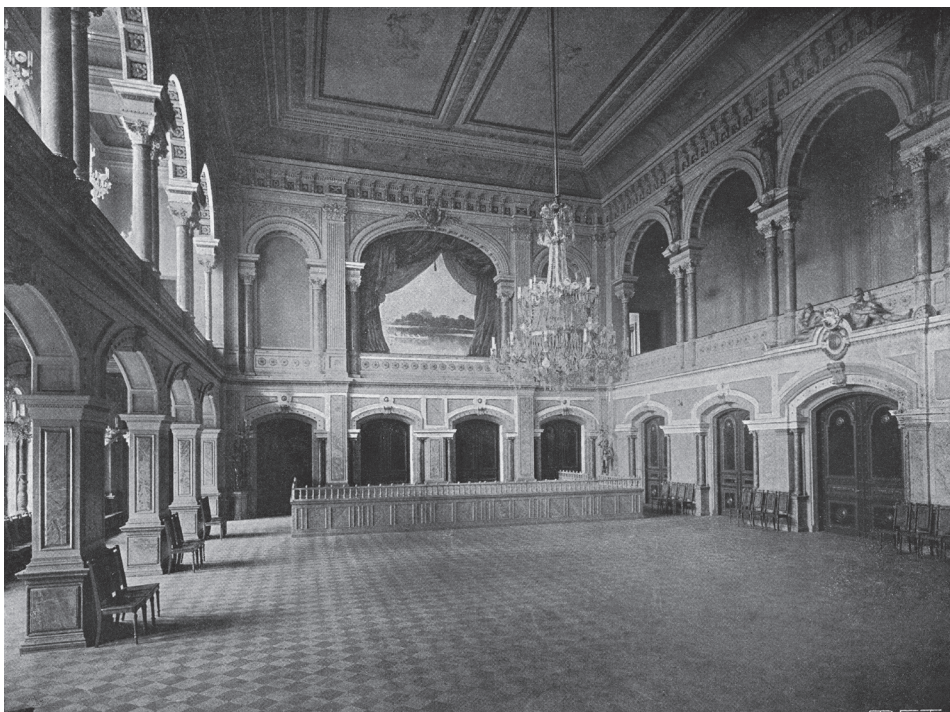


Kuva 3. Seurahuoneen toinen juhlasali 1880-luvun puolivälissä otetussa valokuvassa, joka on värjätty. Kuvälähde: Helsingin kaupunginmuseon kuvakokoelmat.

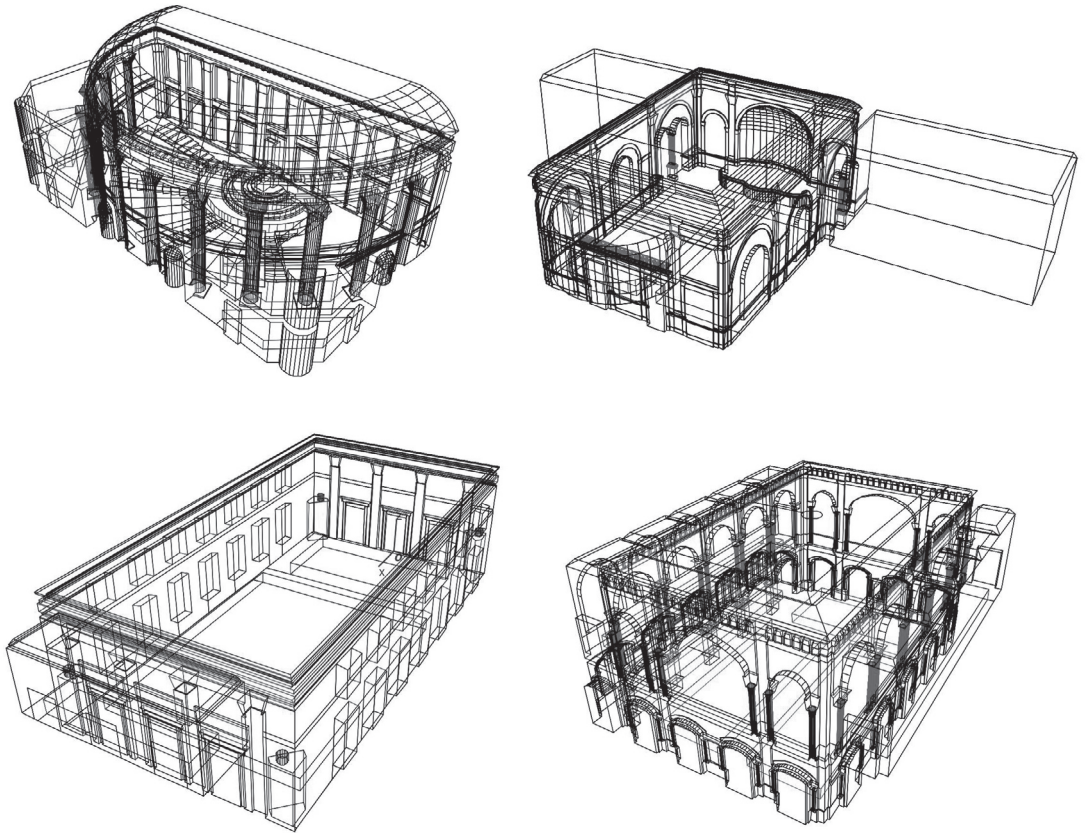
1907–1910 yksikamarisen eduskunnan istuntosalina ja 1920-luvulla Liittopankin konttorina. Rakennus purettiin vuonna 1967 (Manninen 2004, 319).

## Geometrinen mallintaminen

Kadonneiden tilojen huoneakustinen mallinnus edellyttää sitä, että riittävästi aineistoa on säilynyt tilojen geometrian mallintamiseksi. Yliopiston juhlasalin alkuperäiset, Engelin laatimat suunnitelmat vuodelta 1828 sisältyvät Helsingin yliopistomuseon kokoelmiin. Juhlasalista on myös runsaasti valokuvia 1800-luvun lopulta lähtien. Sitä vastoin Seurahuoneen ensimmäisen rakennusvaiheen piirustukset ovat hävinneet jo ennen 1860-lukua, jolloin Seurahuoneen uudistukseen liittyen lääninarkkitehti C. A. Edelfelt (1818–1869) teetti Engelin suunnitelmien mukaan toteutetusta juhlasalista mittapiirustukset (Wasastjerna 1941, 38 ja 57). Nämäkin piirustukset ovat nähtävästi sittemmin kadonneet, mutta niistä on julkaistu valokuvia Wasastjernan (1941, 38–43) ja Ringbomin teoksissa (1988, 64 ja 152–154). Lisäksi salin ikkunoiden koot ja sijainnit voidaan päätellä Helsingin kaupungintalon julkisivusta. Koska Seurahuoneen ensimmäisen juhlasalin arkkitehtuuri oli muihin mallinnettaviin tiloihin nähden yksinkertaisempaa



*Kuva 4. Helsingin Vapaaehtoisen palokunnan talon juhlasali vuonna 1900. Kuvalähde: Viljo 1985.*



*Kuva 5. Yliopiston juhlasalin (yllä vas.), Seurahuoneen ensimmäisen juhlasalin (alla vas.) ja toisen juhlasalin (yllä oik.) sekä Vapaaehtoisen palokunnan talon (alla oik.) geometriset mallit.*

ja koristelutkin nähtävästi vähäisempiä, katsottiin sen mallintamisen olevan lähdekritiikin puitteissa kuitenkin mahdollista.

Seurahuoneen toisesta juhlasalista ovat Dahlströmin alkuperäiset rakennuspiirustukset säilyneet Helsingin kaupunginarkistoon tallennetussa Helsingin maistraatin arkistossa. Lisäksi salista on olemassa kaksi valokuvaa (joista toinen edellä, kuvassa 3). Valokuvien perusteella todettiin, että juhlasalin sivuseinien ikkuna-aukkoja kaariholveineen ei ollut toteutettu suunnitelmien mukaisesti, vaan kolmen ikkunan ja holvin sijasta niitä oli vain yksi. Geometrinen mallinnus tehtiin siten tältä osin valokuvien perusteella. Maistraatin arkistoon sisältyvät myös Höijerin laatimat Vapaaehtoisen palokunnan talon suunnitelmat. Lisäksi Viljon (1985) teoksessa on yksi valokuva ajalta, jolloin juhlasali oli vielä konserttikäytössä.

Konserttitilojen geometrinen mallintaminen tehtiin SketchUp 2013 -ohjelmalla. Kaikkia salien sisustuksen ornamentteja ja muita koristeluja ei mallinnettu tarkasti, sillä huoneakustisessa mallinnuksessa pintojen karheus voidaan



ottaa huomioon määrittelemällä niille sileästä pinnasta poikkeava sirontakeroin. Yleisö ja tyhjä yleisön alue mallinnettiin laatikkona, jonka korkeus lattiasta ylöspäin on 0,8 m. Tilojen geometriset mallit on esitetty kuvassa 5.

Konserttisalin koetut ja mitatut akustiset ominaisuudet riippuvat tilan muodosta, tilavuudesta ja sen pintojen materiaaleista eli siitä, kuinka paljon pinnat heijastavat, absorboivat ja sirottavat ääntä. Geometrinen mallien perusteella on laskettu mallinnettujen tilojen tilavuudet  $V$ , jotka on esitetty taulukossa 1 tilojen päämittojen eli pituuden  $L$ , leveyden  $B$  ja korkeuden  $H$  ohella. Käytännössä konserttitiloissa merkittävimmät ääntä absorboivat pinnat ovat yleisö tai katsomo. Tavallisesti ajatellaan, että konserttisalin tilavuuden pitäisi olla  $10 \text{ m}^3$  yhtä yleisöpaikkaa kohti (Barron 2010, 31). Nykyaikaisissa konserttisaleissa katsomo suunnitellaan tavallisesti niin, että neliömetrillä on kaksi istuinpaikkaa (Baumann 2011, 161). Mallinnettujen tilojen yleisön aluetta ja paikkalukuja tarkastelemalla voitiin todeta, että 1800-luvun Helsingissä yleisö on istunut tiiviimmin niin, että neliömetrin alalla on ollut keskimäärin ainakin 2,5 istuinpaikkaa. Näin ollen tilavuuden ja yleisöpaikkojen määrän suhde ei ole vertailukelpoinen nyky-saleihin nähden. Tilan akustisten ominaisuuksien kannalta tarkkaa paikkalukua merkittävämpi tekijä lienee kuitenkin yleisön alueen pinta-ala. Siksi taulukossa 1 on esitetty tilavuuden ja yleisön alueen pinta-alan suhde  $V/S_{\text{yleisö}}$ , jonka avulla eri tiloja voidaan paremmin vertailla keskenään (Barron 2010, 31; Baumann 2011, 163).

*Taulukko 1. Mallinnettujen konserttitilojen päämitat ja paikkaluvut.*

Tila	$L$ [m]	$B$ [m]	$H$ [m]	$V$ [m <sup>3</sup> ]	Paikkaluku	$V/S_{\text{yleisö}}$ [m]
Yliopiston juhlasali	30,3	17,2	14,4	5260	n. 700	24,8
Seurahuoneen 1. juhlasali	30,7	15,0	8,0	3680	n. 800	17,7
Seurahuoneen 2. juhlasali	25,8	14,2	9,5	3480	n. 600–700	22,9
Palokunnantalon juhlasali	22,8	17,4	12,4	4740	n. 1000	19,8

## Huoneakustiikan mallintaminen

Huoneakustiikan tietokonemallinnus perustuu impulssivasteen laskemiseen. Impulssivastetta ilmiönä kuvaa käsien lyönti yhteen kaiuntaisessa huoneessa: impulssi vastaa käsien lyönnistä syntyvää pamausta ja vaste sen jälkeen vaime-nevana kuultavaa ääntä. Tässä artikkelissa ei ole tarkoituksenmukaista selostaa huoneakustiikan mallinnuksen teoreettista ja laskentamenetelmien matemaattista taustaa, vaan tyydytään esittämään mallinnuksessa käytetyt laskentaparametrit, joiden perusteella tutkimus on toistettavissa. Mallintamisen teoreettisen taustan osalta viitataan Vorländerin teokseen (2008) sekä artikkeleihin, joiden kirjoittajina ovat Christensen ja Rindel (2005) sekä Zeng, Christensen ja Rindel (2006).

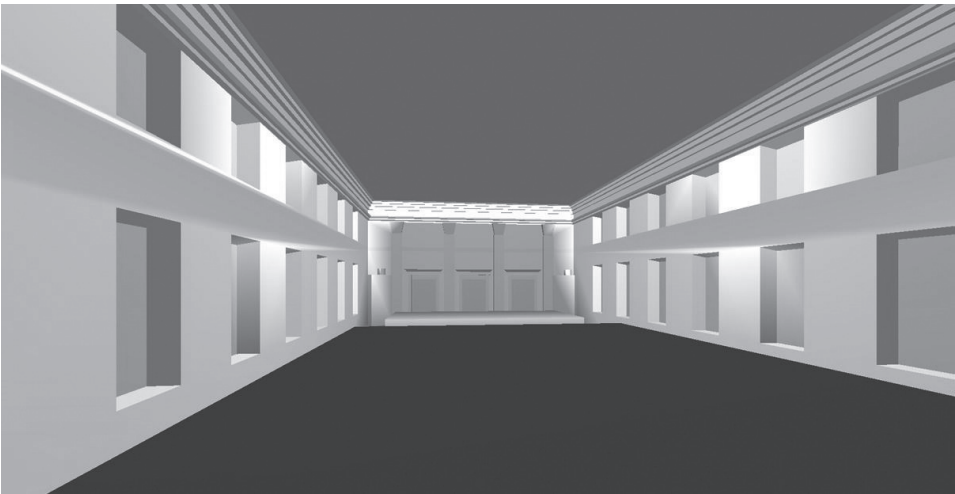
Huoneakustinen mallinnus tehtiin Odeon Auditorium 12 -ohjelmalla. Kun geometrinen malli on siirretty Odeon-ohjelmaan, sen pinnoille on määriteltävä absorptiosuhteet ja sirontakertoimet. Absorptiosuhde kuvaa pinnan absorboiman äänitehon suhdetta pinnan kohdanneen ääniaallon äänitehoon. Absorptiosuhteen arvo 0 tarkoittaa sitä, että pinta heijastaa kaiken äänen takaisin, ja arvo 1 sitä, että kaikki pinnan kohdannut ääniteho absorboituu pintaan. Esimerkiksi hyvin pehmustettujen istuinten absorptiosuhde on lähellä arvoa 1, mutta rapatun ja maalatun tiiliseinän absorptiosuhde on lähellä nollaa. Mallinnuksessa käytetyt absorptiosuhteet on esitetty taulukossa 2.

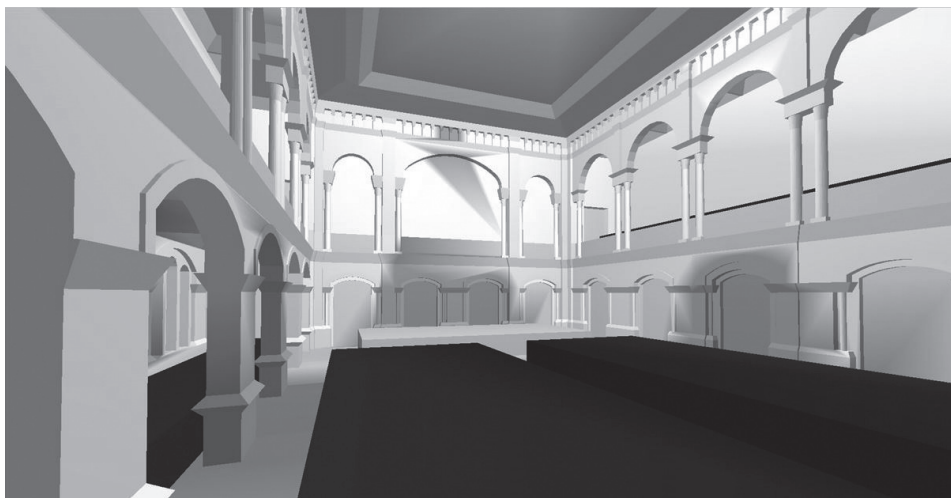
Konserttisaleissa merkittävin absorboiva pinta on yleisön alue eli tyypillisesti kuulijat ja heille tarkoitetut istuinkalusteet (kuva 6, sivuilla 38 ja 39). Nykyisin konserttisalien suunnittelussa pyritään siihen, että salin ominaisuudet olisivat mahdollisimman samanlaiset sekä konsertti- että harjoitustilanteessa eli silloin kun salissa on tai ei ole yleisöä. Siksi nyt käytetään hyvin pehmustettuja istuimia, jotka vastaavat yleisön absorptiota. 1800-luvun helsinkiläisissä konserttitiloissa istuimet olivat valokuvien perusteella puisia ja hyvin kevyesti päällystettyjä, joten tilojen akustiset olosuhteet saattoivat muuttua paljonkin harjoitus- ja konserttitilanteen välillä, mikä luultavasti vaikeutti orkesterin harjoittamista. Siksi kukin tila mallinnettiin kahdesti: konserttitilanteessa, jossa tila oli täynnä yleisöä, ja harjoitustilanteessa, jossa yleisön alueella oli pelkät istuimet. Absorptiosuhteet valittiin Beranekin ja Hidakan (1998) mittaamista arvoista. Koska istuimet oli valokuvien perusteella päätelty hyvin ohuin pehmustein varustetuiksi, absorptiosuhteina käytettiin pienimpiä Beranekin ja Hidakan esittämistä arvoista.

*Taulukko 2. Huoneakustiikan mallinnuksessa käytetyt pintamateriaalien absorptiosuhteet  $\alpha$ .*

Pinta	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Yleisön alue, täynnä	0,51	0,64	0,75	0,80	0,82	0,83
Yleisön alue, tyhjänä	0,35	0,4	0,41	0,35	0,33	0,27
Ikkunat	0,35	0,25	0,18	0,12	0,07	0,04
Ovet	0,14	0,10	0,06	0,08	0,10	0,10
Maalatut muuratut seinät	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05
Pilarit, pilasterit ja kapiteelit	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05
Katot ja välipohjat	0,19	0,14	0,09	0,06	0,06	0,05
Lattiapinnat	0,15	0,11	0,10	0,07	0,06	0,07
Orkesterilava	0,18	0,12	0,10	0,09	0,08	0,07
Veistokset, kaakeliuunit	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02

Kuulohavaintoon ja tilan akustisiin ominaisuuksiin vaikuttaa se, millä tavalla ääni heijastuu tai siroaa tilan pinnoista. Tämä voidaan ottaa huomioon sirontakertoimella. Sirontakertoimen arvo 0 tarkoittaa, että heijastus on täysin peilimäi-





Kuva 6 (sivut 38 ja 39). Mallinnettuja näkymiä konserttitiloihin, joissa ainoina merkittävänä absorboivina pintoina ovat tummimpana näkyvät yleisön alueet: Yliopiston juhlasali, Seurahuoneen ensimmäinen juhlasali, Seurahuoneen toinen juhlasali ja Vapaaehtoisen palokunnan talon juhlasali.

nen. Mallinnusohjelma laskee sirontakertoimia muun muassa pinnan muotojen perusteella, mutta ei ole tarkoituksenmukaista mallintaa jokaista koristekuviota erityisen tarkkaan, vaan laskenta-ajan ja tulosten tarkkuuden kannalta on edullista yksinkertaistaa pintoja. Tällöin niiden sirontakerrointa kasvatetaan. Mallinnuksessa käytetyt sirontakertoimet on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Huoneakustiikan mallinnuksessa käytetyt pintamateriaalien sirontakertoimet.

Pinta	Sirontakerroin
Yleisön alue, täynnä	0,7
Yleisön alue, tyhjänä	0,5
Sileät pinnat	0,05
Syvät ornamenttikuviot	0,3
Yhtenäisenä pintana mallinnetut kuvioidut pinnat	0,2
Pilarien ja pilasterien kapiteelit ja jalustat	0,3
Veistokset	0,7

Mallinnuksessa äänilähteenä käytettiin standardin ISO 3382-1 (2009) mukaisesti ympärisäteilevää lähdettä, joka sijoitettiin 1,5 m korkeudelle orkesterikorokkeen keskelle. Yleisön alue jaettiin verkoksi, jossa vastaanottopisteiden väli oli 0,5 m. Vastaanottopisteet sijoitettiin 0,4 m yleisöä kuvaavan 0,8 m kor-

kean ”laatikon” yläpuolelle (kuva 6) eli vastaanottopisteet sijaitsivat 1,2 m korkeudella tilojen lattiasta.

Mallinnuksen tuloksena laskettiin seuraavat huoneakustiikan mittaluvut: jälkikaiunta-aika  $T_{30}$ , varhainen jälkikaiunta-aika  $EDT$ , selvyys  $C_{80}$ , voimakkuus  $G$  ja sivuttaisenergisuhde  $LF_{80}$ . Kaikki nämä mittaluvut ovat taajuudesta riippuvia, joten ne on laskettu oktaavikaistoittain keskitaajuuksilla 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz ja 4000 Hz.

Jälkikaiunta-aika on huoneakustiikan mittaluvuista vanhin, sillä sitä on tarkasteltu laskennallisesti 1890-luvun lopulta saakka. Lukuna jälkikaiunta-aika vastaa aikaa, jonka kuluessa äänenpainetaso laskee 60 dB äänilähteen sammuttamisen jälkeen. Tavallisesti jälkikaiunta-aika määritetään kuitenkin 30 dB äänenpainetason laskusta ja näin saatu arvo kerrotaan kahdella. Tällöin mittaluvun merkintä on  $T_{30}$ . Määritelmän johdosta jälkikaiunta-aika vastaa tilan koettua kaiuntaisuutta musiikin lakattua äkillisesti. Jälkikaiunta-aikaa paremmin koettua kaiuntaisuutta jatkuvan musiikin aikana on todettu kuvaavan varhaisen jälkikaiunta-ajan, joka määritetään 10 dB äänenpainetason laskua vastaavasta ajasta (Barron 2010, 46; Baumann 2011, 102). Kun tämä arvo kerrotaan kuudella, saadaan luku, jonka tulisi olla lähellä jälkikaiunta-aikaa.

Selvyys  $C_{80}$  tarkoittaa määritelmänsä mukaan 80 ms aikana vastaanottopisteeseen saapuneen äänienergian ja 80 ms jälkeen saapuneen äänienergian suhdetta. Mittaluku on yhteydessä siihen, kuinka hyvin kuulija pystyy erottamaan äänet toisistaan musiikkiesityksen aikana. Selvyys saa suurempia arvoja tilassa, jossa jälkikaiunta-aika on lyhyt tai jossa kuuntelupisteeseen saapuu nopeasti varhaisia heijastuksia, kuin tilassa, joka on hyvin kaiuntainen (Barron 2010, 46; Beranek 2004, 24).

Sivuttaisenergisuhde  $LF_{80}$  kuvaa vastaanottopisteeseen 80 ms aikana sivulta saapuvan äänienergian suhdetta kaikista suunnista saapuvaan äänienergiaan. Mittaluku kuvaa äänilähteen koettua leveyttä, ja sillä on yhteys kokemukseen tilantunnusta ja musiikin ympäröivyydestä (Beranek 2004, 519–520; Barron 2010, 42–46). Voimakkuus  $G$  kuvaa tilan koettua äänekkyyttä. Taulukkoon 4 on koottu kirjallisuudessa esitettyjä arvoja, jotka vastaavat nykykäsitystä hyvästä konserttisaliakustiikasta ja tyypillisistä konserttisaleissa mitatuista arvoista (Beranek 2003, Beranek 2004, Barron 2010).

*Taulukko 4. Kirjallisuudessa esitettyjä hyviksi koettujen konserttisalien mittalukujen arvoja tilanteessa, jossa sali on täynnä yleisöä. Arvot on esitetty keskiarvoina 500 Hz ja 1000 Hz oktaavikaistoille lukuun ottamatta sivuttaisenergisuhdetta  $LF_{80}$  jolle arvot on annettu 125–1000 Hz oktaavikaistojen keskiarvona.*

Lähde	$T_{30}$ [s]	$EDT$ [s]	$C_{80}$ [dB]	$G$ [dB]	$LF_{80}$
Beranek 2003, 2004	1,8...2,1	–	-4...-1	3...7	0,16...0,24
Barron 2010	1,8...2,2	1,8...2,2	-2...2	> 0	0,1...0,35

## Mallinnuksen tulokset

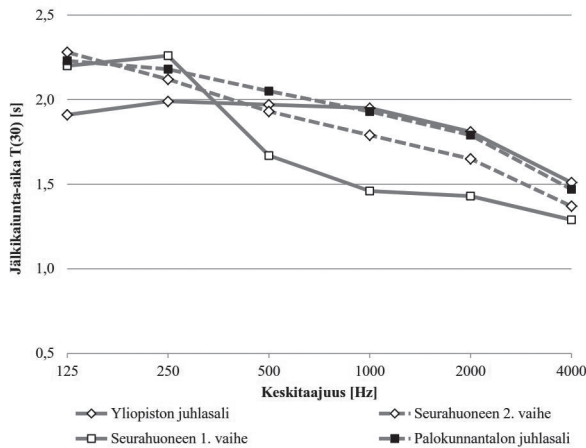
Mallinnuksessa käytetyn laskentapisteverkon perusteella on saatu mittaluvuille jakauma. Taulukoissa 5 ja 6 on esitetty mittalukujen keskiarvot sekä 10 % ja 90 % fraktiileja (prosenttipisteitä) vastaavat arvot. Standardin ISO 3382-1 (2009) mukaisesti mittaluvut  $T_{30}$ ,  $EDT$ ,  $C_{80}$  ja  $G$  on esitetty keskiarvoina 500 Hz ja 1000 Hz oktaavikaistojen arvoista ja  $LF_{80}$  keskiarvona oktaavikaistojen 125–1000 Hz arvoista. Lisäksi kuvassa 7 on esitetty mallinnettujen tilojen jälkikaiunta-ajat oktaavikaistoittain.

*Taulukko 5. Tutkittujen konserttitilojen mallinnetut huoneakustiset mittaluvut, kun katsomo on täynnä yleisöä. Lihavoitu arvo osoittaa keskiarvon, vasen luku 10 % fraktiilin ja oikea 90 % fraktiilin.*

Tila	$T_{30}$ [s]	$EDT$ [s]	$C_{80}$ [dB]	$G$ [dB]	$LF_{80}$
Yliopiston juhlasali	1,9... <b>2,0</b> ...2,0	1,8... <b>2,0</b> ...2,1	-2,7...- <b>0,6</b> ...1,7	6,2... <b>8,4</b> ...9,8	0,10... <b>0,22</b> ...0,33
Seurahuoneen 1. juhlasali	1,6... <b>1,6</b> ...1,6	1,5... <b>1,6</b> ...1,6	-0,6... <b>0,2</b> ...1,0	8,7... <b>9,8</b> ...11,7	0,21... <b>0,25</b> ...0,27
Seurahuoneen 2. juhlasali	1,8... <b>1,9</b> ...1,9	1,5... <b>1,6</b> ...1,7	-0,6... <b>1,3</b> ...2,8	10,5... <b>11,2</b> ...11,9	0,11... <b>0,18</b> ...0,23
Palokunnan-talon juhlasali	2,0... <b>2,0</b> ...2,1	1,8... <b>2,0</b> ...2,0	-3,0...- <b>0,7</b> ...0,8	7,3... <b>9,0</b> ...10,6	0,17... <b>0,25</b> ...0,33

*Taulukko 6. Tutkittujen konserttitilojen mallinnetut huoneakustiset mittaluvut, kun tilassa ei ole yleisöä. Lihavoitu arvo osoittaa keskiarvon, vasen luku 10 % fraktiilin ja oikea 90 % fraktiilin.*

Tila	$T_{30}$ [s]	$EDT$ [s]	$C_{80}$ [dB]	$G$ [dB]	$LF_{80}$
Yliopiston juhlasali	2,7... <b>2,7</b> ...2,7	2,6... <b>2,7</b> ...2,9	-4,6...- <b>2,6</b> ...-0,5	8,8... <b>10,6</b> ...11,8	0,11... <b>0,22</b> ...0,33
Seurahuoneen 1. juhlasali	2,2... <b>2,2</b> ...2,2	2,2... <b>2,2</b> ...2,3	-2,8...- <b>2,1</b> ...-1,1	11,9... <b>12,6</b> ...13,8	0,22... <b>0,25</b> ...0,28
Seurahuoneen 2. juhlasali	2,4... <b>2,4</b> ...2,4	2,1... <b>2,3</b> ...2,4	-2,3...- <b>1,0</b> ...0,7	12,6... <b>13,2</b> ...13,8	0,12... <b>0,18</b> ...0,24
Palokunnan-talon juhlasali	2,8... <b>2,8</b> ...2,9	2,7... <b>2,8</b> ...2,9	-5,1...- <b>2,9</b> ...-1,0	9,8... <b>11,3</b> ...12,5	0,18... <b>0,26</b> ...0,33



Kuva 7. Tutkittujen konserttitilojen mallinnettujen jälkikaiunta-aikojen keskiarvot oktaavikaistoittain tilan ollessa täynnä yleisöä.

## Mallinnettujen mittalukujen tulkinta

Kaikki tutkitut tilat olivat pieniä verrattuna Keski-Euroopassa samalla aikakaudella rakennettuihin konserttisaleihin, joista suurimmissa oli enemmän kuin 2000 paikkaa (Beranek 2004, Barron 2010). Paikkalukunsa perusteella tutkitut tilat ehkä luokiteltaisiin Keski-Euroopassa pikemminkin kamarimusiikkisaleiksi kuin konserttisaleiksi, mutta niiden akustiset ominaisuudet vastasivat kuitenkin isoja konserttisaleja: esimerkiksi jälkikaiunta-aika ja varhainen jälkikaiunta-aika olivat samalla tasolla kuin paljon suuremmissa tiloissa. Beranekin (2004) ja Barronin (2010) mukaan suurissa konserttisaleissa tilavuuden ja yleisön alueen pinta-alan suhde  $V/S_{\text{yleisö}}$  on tyypillisesti 13–24 m. Tähän väliin tutkittujen tilojen mitat myös osuvat. Tästä taas on lähtökohtaisesti seurannut se, että tutkitut tilat ovat kaikki sopineet sinfonisen orkesterimusiikin esittämiseen.

Tutkittuihin konserttitiloihin mahtui orkesteri klassismin ja romantiikan kauden musiikin esittämisen sopivassa kokoonpanossa. Tutkituista saleista olivat myöhäisromantiikan kaudella olemassa Yliopiston ja Vapaaehtoisen palokunnan talon juhlasalit, joihin molempiin suurikin orkesteri mahtui. Äänen voimakkuus olisi kaikissa tutkituissa ja etenkin Seurahuoneen juhlasaleissa muodostunutkin varsin korkeaksi, jos esityskokoonpano olisi ollut suuri, sillä pienemmän koon vuoksi voimakkuus  $G$  on tutkituissa tiloissa ollut selvästi suurempi kuin suurissa konserttisaleissa (ks. taulukot 4 ja 5). Toisaalta voimakkuutta yleisön alueella ja myös näkyvyyttä orkesterikorokkeelle lienee heikentänyt se, että Yliopiston juhlasalia lukuun ottamatta juhlasalien yksi käyttötarkoitus oli tanssiaiset, minkä johdosta niissä oli tasainen lattia. Sen vaikutusta ei kuitenkaan ole mahdollista tutkia huoneakustisella tietokonemallinnuksella.

Yhteinen piirre tutkituille tiloille on ollut se, että niiden ominaisuudet ovat muuttuneet varsin paljon riippuen siitä, oliko tila tyhjä vai oliko se täynnä yleisöä. Selvyyden arvot ovat mallinnuksen perusteella kaikissa tiloissa harjoitustilanteessa olleet selvästi pienemmät kuin konserttitilanteessa, mikä on tarkoittanut sitä, että orkesterin harjoittaminen on ollut tyhjässä tilassa jossain määrin vaikeaa. Beranekin (2004, 526–527) mukaan kapellimestarit yleensä nykyisin toivovat harjoitustilanteessa suurempaa selvyyttä kuin konserttitilanteessa. 1800-luvun Helsingissä tilanne on ollut päinvastainen.

Yhteisten piirteiden lisäksi tutkituilla konserttitiloilla on ollut keskenään eroja ja kullakin tilalla omat ominaispiirteensä. Taulukossa 4 esitetyt arvot ovat salien välillä poikenneet toisistaan niin paljon, että yleisö on varmasti havainnut salien erilaiset akustiset ominaisuudet. Standardin ISO 3382-1 (2009) mukaan esimerkiksi selvydessä  $C_{80}$  havaittavissa oleva ero on 1 dB. Mallinnettujen tilojen selvyysarvon 10 % ja 90 % fraktiilien suurimman ja pienimmän arvon ero on 5,8 dB. Sivuttaisenergisuhteen havaittavissa oleva ero on 0,05. Kolmessa salissa neljästä paikkojen vaihteluväli salin sisällä on moninkertainen tähän nähden ja salien välillä vaihteluväli on 0,10...0,33.

Helsingin konserttitiloista ensimmäisenä valmistuneen Yliopiston juhlasalin tilaratkaisu oli konserttitilaksi poikkeuksellinen: puoliympyrän muotoinen auditorio, jonka toisessa päässä oli orkesterilava. Konserttitilanteessa kuulokuva on ollut yleisön kannalta epäsymmetrinen. Orkesteriin nähden salin vastakkaisessa nurkassa istunut yleisö on nähnyt orkesterin kääntämättä päätään, mutta sivuheijastukset se on havainnut voimakaina vasemmalta juhlasalin etuseinästä, mutta oikealta tulleet heijastukset ovat olleet vaimeita, koska nousevissa penkkiriveissä istunut yleisö on vaimentanut ne. Lähempänä orkesteria yleisön on orkesterin nähdäkseen pitänyt kääntää päätään oikealle, jolloin tilanne on ollut sama kuin orkesteriin nähden vastakkaisessa nurkassa: vasemmalta etuseinästä on havaittu voimakkaita heijastuksia. Suoraan eteensä katsoessaan kuulija on havainnut paljon suoraa ääntä orkesterikorokkeelta oikealta. Parvien paikat olivat voimakkuudeltaan heikompia kuin muut paikat, joiden välillä yleensäkin erot olivat suuria.

Seurahuoneen ensimmäinen juhlasali oli tutkituista tiloista selvimmin perinteinen kenkälaatikon muotoinen tila, mistä johtuu se, että tutkituista neljästä tilasta siinä paikkojen väliset erot olivat pienimmät. Esimerkiksi sivuttaisenergisuhteen vaihteluväli on Seurahuoneen ensimmäisessä juhlasalissa vain 0,06. Muihin tiloihin nähden Seurahuoneen ensimmäinen juhlasali oli melko matala, mistä seurasi pienehkö tilavuus ja muita tutkittuja tilojen lyhyempi jälkikaiunta-aika. Korkeus on kuitenkin ollut riittävä siihen, että ensimmäiset heijastuneet äänet on yleisön alueella havaittu sivulta katon sijaan. Tällöin on syntynyt leveä kuulokuva koko tilassa. Jälkikaiunta-ajan perusteella Seurahuoneen ensimmäinen juhlasali oli tutkituista saleista lähimpänä kamarimusiikkisalia (Beranek 2004, 551; Barron 2010, 231), ja orkesterimusiikkia soittaessa se on todennäköisesti vaikuttanut kuivemmalta kuin muut salit.

Tavallisesti selvyyden  $C_{80}$  arvot korreloivat varsin vahvasti jälkikaiunta-ajan kanssa: mitä pidempi jälkikaiunta-aika, sitä pienempi on selvyyden arvo. Seu-



rahuoneen toisessa juhlasalissa selvyiden arvo oli kuitenkin mallinnuksen perusteella selvästi suurempi kuin Yliopiston ja Vapaaehtoisen palokunnan talon juhlasaleissa, vaikka jälkikäiunta-aika oli samaa luokkaa. Sitä vastoin varhainen jälkikäiunta-aika poikkesi tutkituissa saleissa eniten jälkikäiunta-ajasta Seuraahuoneen toisessa juhlasalissa. Samoin sivuttaisenergiasuhteen arvoissa oli paljon hajontaa paikkojen välillä. Selittävä tekijä näille arvoille ovat salin etuosan avoimet kulkuaukot daamien ja herrojen salonkeihin. Orkesterin tuottamaa ääntä on edennyt aukkojen kautta salonkeihin ja vaimentunut siellä. Tämä osa äänestä on jäänyt heijastumatta seinistä yleisölle. Varsinkin tilan etuosassa sivuheijastusten puute on johtanut kapeaan kuulokuvaan ja heikkoon tilantuntuun: ääni on havaittu suoraan edestä. Sivuheijastusten puuttuessa myös varhainen jälkikäiunta-aika on jäänyt varsinkin tilan etuosassa lyhyeksi, jolloin tila on koettu kuivemmaksi kuin jälkikäiunta-ajan perusteella voisi päätellä.

Vapaaehtoisen palokunnan talon juhlasalin ominaispiirre oli se, että sali oli leveyssuunnassa epäsymmetrinen: molemmilla puolilla oli parvi, mutta vasemmalla puolella istuinpaikkoja oli parven alla, oikealla ei. Subjektivisena havaintona tämä on konserttitilanteessa tarkoittanut sitä, että orkesteri on kuulokuvassa paikallistunut oikealla todellista sijaintiaan lähemmäksi, koska sivuheijastukset on havaittu tästä suunnasta voimakkaampina. Siten tilantunnuksen ja ympäröivyyden kannalta parhaat paikat ovat sijainneet salin takaosasta katsottuna katsomon vasemmassa lohossa, ei keskellä niin kuin tavallisesti. Osittain vasen lohko on kuitenkin jäänyt sivuheijastusten kannalta katveeseen, koska ulkoseinän puoleista parvea kannattavat pilarit ovat estäneet ulkoseinän kautta heijastunutta ääntä etenemästä permannon keskialueelle. Parvilla ja parven alla kuunteluolosuhteet ovat olleet heikkommat kuin permannolla.

## Mallinnustulosten validointi

Tutkittujen tilojen mallintamisessa pyrittiin mahdollisimman suureen tarkkuuteen käytettävissä olevan lähdeaineiston puitteissa. Lähteiden tulkinnessa tehdyt päätelmät ja mallintamisessa tehdyt yksinkertaistukset kuitenkin ovat voineet heikentää tulosten tarkkuutta. Myös vanhojen piirustusten lukutarkkuus on rajallinen, sillä niiden mittakaavoissa pienin esitetty pituusyksikkö on kyynärä (ruotsinkyynärä = 0,594 m) tai metri. Ryhdyttäessä suunnittelemaan olemassa olevan vanhan rakennuksen korjausta akustiikkasuunnittelu alkaa tavallisesti saliakustiikan mittauksin, jolloin laadittu huoneakustinen malli voidaan sovittaa mittaustuloksiin. Uudisrakennushankkeessa huoneakustiset arvot mitataan rakennuksen valmistuttua, jolloin suunnittelija voi verrata mallintamalla määrittämiään arvoja mitattuihin. Kadonneen rakennuksen tapauksessa mallinnuksen validointi kummallakaan tavalla ei ole mahdollista.

Suomessa erilaisten tilojen akustiikasta on keskusteltu 1800-luvun alkupuolelta alkaen (Kylliäinen 2009, 36–38; Lappalainen 1994). Myös tutkituista konserttitiloista on olemassa sanomalehtien palstoilla painettuja aikalaiskäsit-

siä konserttiarvosteluissa. Niihin sisältyviä kuvauksia tilojen akustisista ominaisuuksista voidaan verrata mallinnuksen tuloksena saatuihin mittalukuihin, joten tuloksia on jossain määrin mahdollista validoida (Takala ja Kylliäinen 2014). Tieteenhistoriassa toisaalta yleinen ongelma on se, että historiallisia lähteitä tulkitaan nykynäkökulmasta, jolloin samasta ilmiöstä voidaan käyttää erilaisia käsitteitä. Siksi on mahdollista, että aikalaiskäsitykset voidaan tulkita väärin (Kragh 2003, 133–149). Tässä tapauksessa, kun aikalaismielipiteissä kuvaillaan kuultua ja kuulokuvia, väärintulkintojen mahdollisuus lienee pieni, sillä akustisten ilmiöiden kokeminen sinänsä tuskin on kovin paljon muuttunut. On kuitenkin todettava, että joissakin konserttiarvosteluissa käytetyt käsitteet jäävät epäselviksi, kuten Seurahuoneen toisen juhlasalin vihkiäisiä koskeva arvio siitä, että ”luonnolliset disharmoniat” ovat tavallista selvemmin kuultavissa (*Helsingfors Tidningar* 1863).

Helsingin konserttitilojen akustiikkaa koskevia kirjoituksia ilmestyi sitä enemmän, mitä pidemmälle 1800-luku eteni. Käsitys musiikin absoluuttisuudesta (Dahlhaus 1978) ja 1800-luvun autonomiaestetiikka (Bowie 1990, 257–264) vaikuttivat konserttitilanteeseen niin, että kuuntelukulttuuri muuttui aiempaa enemmän musiikkiin keskittyväksi. Vuosisadan loppupuolella musiikkikritiikki kehittyi Helsingissä sävellysteknisten suoritusten arvioinnista konserttiyleisön makutottumuksia ohjaavaksi toiminnaksi (Sarjala 1994). Nähtävästi Helsingissä toimineet musiikkikritikot käsittivät konserttitilojen akustiikan niin keskeiseksi osaksi kuuntelukokemusta, että myös sitä oli arvioitava konserttikritiikeissä.

Seurahuoneen vuonna 1862 hotellihuoneiksi muutetun ensimmäisen juhlasalin akustiikkaa koskevia arvioita on olemassa vielä melko vähän, mutta vertailukohtiakin tuohon aikaan oli niukasti. Vuonna 1888 Seurahuoneen toisen juhlasalin laajennuksen valmistuttua lehdistössä käytiin kiivastakin keskustelua siitä, missä Kajanuksen johtamat sinfoniakonsertit tulisi järjestää. Tähän keskusteluun liittyen *Helsingfors Dagbladissa* julkaistiin kirjoitus, jonka mukaan helsinkiläinen konserttiyleisö oli jo tottunut siirtymään paremmasta huonompaan. Kirjoittaja viittasi Seurahuoneen ensimmäiseen juhlasaliin, joka hänen mielestään oli toista parempi (*Helsingfors Dagblad* 1888a). Mallinnettujen mittalukujen perusteella näin näyttäisi olleenkin: ensimmäinen juhlasali oli tosin kuivempi kuin toinen, mutta toisessa juhlasalissa kuulokuva on varsinkin etuosassa ollut kapea. Vuonna 1884 Seurahuoneen toista juhlasalia luonnehdittiinkin akustisesti laulusolistille sopimattomaksi (*Finlands Allmänna Tidning* 1884). Tämä arvio voi selittyä sillä, että salin etuosan käyntiaukot salonkeihin johtivat siihen, että laulaja ei saanut salista tukea varsinkaan katsomon etuosan kuulijoita ajatellen.

Yliopiston juhlasalia pidettiin yleensä kaupungin muita konserttitiloja parempana esiintymispaikkana, jonka akustiikasta käytettiin luonnehdintoja ”akustisesti suotuisa”, ”edullinen akustiikka” ja ”miellyttävä akustiikka” (*Helsingfors Dagblad* 1885; *Hufvudstadsbladet* 1888; 1889a). Miellyttäväksi akustiikkaa luonnehti nimimerkillään Bis *Hufvudstadsbladetin* musiikkikritikko Karl Fredrik Wasenius (1850–1911), joka kuitenkin mainitsi myös siitä, että juhlasalin mahdollisuudet tuottaa kaikkialle hyvää akustista symmetriaa olivat rajalliset, mille esiintyjä ei voi mitään (*Helsingfors Dagblad* 1887). Akustinen symmetria tar-

koittanee joko sivuheijastusten havaitsemista voimakkaampana toisesta suunnasta tai paikkojen välisiä eroja salissa. Jälkimmäisestä seikasta kirjoitettiin jo kolmekymmentä vuotta aiemminkin: Yliopiston juhlasalissa musiikki oli miellyttävää ja äänet kuuluivat kirkkaasti, mutta kokemus akustiikasta riippui kuulijan istuinpaikan sijainnista (*Helsingfors Tidningar* 1858). Kansainvälisen näkemyksen Yliopiston juhlasalin akustiikasta lausui Helsingissä 1881 vierailut Pablo de Sarasate, joka oli pahoillaan siitä, että helsinkiläiset eivät voineet tarjota hänelle akustisesti suotuisampaa tilaa (*Helsingfors* 1882).

Vapaaehtoisen palokunnan talossa oli tarkoitus järjestää saksalaisen pianistin Alfred Reisenauerin konsertti 13.12.1889, mutta se peruttiin, koska yleisöä oli saapunut paikalle vain 150 henkeä, ja konsertin järjestäjä oli sitä mieltä, että juhlasalin akustiikka heikkenisi yleisön vähälukuisuuden vuoksi (*Finland* 1889). Myöhemminkin juhlasalin arvioitiin toimivan parhaiten silloin, kun permanto ja parvet olivat täynnä yleisöä (*Nya Pressen* 1895). Nämä kuvaukset vastaavat mallinnuksella saatua tietoa siitä, että Helsingin konserttitilojen akustiikka oli erilainen harjoitus- ja konserttitilanteessa. Palokunnan talon juhlasalissa muutos sekä kaiunnassa että selvydessä oli mallinnuksen perusteella suurin harjoitus- ja konserttitilanteiden välillä.

Yliopiston juhlasalin tavoin Vapaaehtoisen palokunnan talon juhlasalia luonnehdittiin myös "akustisesti edulliseksi", "hyväksi" ja "kunnolliseksi" (*Aftonposten* 1898; 1897; *Hufvudstadsbladet* 1902a). Waseniuksen mielestä juhlasalin akustiikka oli erittäin hyvä ja konserteille akustisesti sopiva (*Hufvudstadsbladet* 1889b). 1900-luvulle tultaessa juhlasali sai jo arvosanakseen "akustisesti loistava" (*Hufvudstadsbladet* 1902b). Seurahuoneen kolmanteen, levennettyyn juhlasaliin verrattuna Vapaaehtoisen palokunnan talon juhlasalin todettiin tarjoavan varmasti tasaisempaa akustiikkaa (*Nya Pressen* 1895). Tämä arvio tarkoittanee sitä, että paikkojen väliset erot olivat pienemmät kuin levennettyssä Seurahuoneen juhlasalissa.

Yksin kiitosta Vapaaehtoisen palokunnan talon juhlasali ei akustiikastaan saanut. Fortissimoiden arvioitiin soivan siellä liian kovaa ja pianissimoiden olevan liian heikkoja (*Finland* 1890). Samasta asiasta oli todennäköisesti kysymys, kun juhlasalia moitittiin liian suuresta "resonanssista" (*Hufvudstadsbladet* 1890). Tässä yhteydessä resonanssi tarkoittanee äänenvoimakkuutta juhlasalissa eli sen vastetta orkesterin tuottamaan ääneen. Tämä voi olla yhteydessä siihen, että voimakkuuden G arvo salissa oli konserttisaliksi suuri, ja Kajanuksen orkesterissa soitti näihin aikoihin ajoittain 50 muusikkoa, jolloin äänitaso salissa on voinut muodostua suureksi (Lappalainen 1994, 90; Salmenhaara 1995, 502). Voimakkuuden vähentämiseksi juhlasaliin asennettiin 1890 villalankaverkko, jollaista kerrottiin käytettävän ulkomailla konserttisaleissa, joissa on "liian vahva resonanssi" (*Hufvudstadsbladet* 1890).

## Yhteenveto

Helsingissä 1800-luvulla käytössä olleiden neljän konserttitilan akustiikkaa tutkittiin huoneakustisella tietokonemallinnuksella. Mallinnuksen tuloksena saatujen mittalukujen perusteella kaikki Helsingin keskeiset 1800-luvulla rakennetut konserttitilat olivat akustiikaltaan sinfonisen orkesterimusiikin esittämiseen sopivia, mutta jokaisella tilalla oli omat erityispiirteensä. Yhteinen piirre kaikille tutkituille konserttitiloille oli, että akustiset olosuhteet harjoitus- ja konserttitilanteessa olivat erilaiset. Harjoitustilanteessa, kun saleissa ei ollut yleisöä, kaiunta lisääntyi ja selvyys heikkeni. Kansainvälisesti verrattuna helsinkiläiset konserttitilat olivat pieniä: niiden paikkaluku oli 600–1000 henkeä, mutta muualla Euroopassa rakennettiin samaan aikaan konserttisaleja, joiden paikkaluku oli suurimmillaan yli 2000.

Yliopiston juhlasalin tilaratkaisu oli konserttitilaksi poikkeuksellinen: puoliympyrän muotoinen auditorio, jonka toisessa päässä oli orkesterilava. Tämä tarkoitti sitä, että kuulokuva on ollut epäsymmetrinen. Juhlasalissa orkesterin ääni on kuulunut lavan suunnasta tai salin etuseinästä heijastuneena voimakkaampana kuin nousevan katsomon suunnasta, jossa yleisö on vaimentanut heijastuksen. Seurahuoneen ensimmäinen juhlasali oli tutkituista tiloista selvimmän perinteinen kenkälaatikon muotoinen sali. Tilantuntu on sivuseiniltä yleisölle saatujen heijastusten johdosta ollut hyvä, mutta tila oli melko matala. Tästä johtuneen pienemmän tilavuuden vuoksi sali on kuulostanut jonkin verran kuivemmalta kuin muut salit. Seurahuoneen toisen juhlasalin erityispiirre oli se, että salin etuosassa orkesterilavan molemmin puolin oli salonki, josta oli kulkuaukko saliin. Osa äänestä kulki salonkeihin, eikä kuulokuvan leveyden kannalta tärkeitä sivuheijastuksia saapunut yleisölle niin paljon kuin muissa tiloissa. Vapaaehtoisen palokunnan talon ominaispiirre oli se, että sali oli leveyssuunnassa epäsymmetrinen: molemmilla puolilla oli parvi, mutta vasemmalla puolella istuinpaikkoja oli parven alla, oikealla ei. Subjektiivisena havaintona tämä on konserttitilanteessa tarkoittanut sitä, että orkesteri on kuulokuvassa paikallistunut oikealla lähemmäksi, koska sivuheijastukset on havaittu tästä suunnasta voimakkaampina.

Huoneakustiikan tietokonemallinnus perustui rakennuspiirustusten ja valokuvien perusteella laadittuihin geometrisiin malleihin. Alkuperäisten rakennuspiirustusten lukutarkkuus on rajallinen ja toisaalta niiden sekä valokuvien välillä oli eroja, joten geometrisiä malleja tehtäessä oli tehtävä tulkintoja. Kadonneiden rakennusten ollessa kysymyksessä ei ollut mahdollista validoida mallinnuksen tuloksia mittauksin tai subjektiivisin havainnoin. Mallinnuksen tuloksia sitä vastoin verrattiin 1800-luvun konserttiarvosteluissa esitettyihin akustiikkaa koskeviin huomioihin, joita oli eniten Yliopiston juhlasalista ja Vapaaehtoisen palokunnan talon juhlasalista. Mallinnuksen tulokset vastasivat aikalaisten käsityksiä. Mallinnuksen johdosta tiedetään myös tilojen ominaisuuksiin perustuvat syyt aikalaismielipiteisiin.

Koon lisäksi Helsingin konserttitaloille oli 1800-luvulla yhteistä se, että yksikään niistä ei ollut pelkästään konserttisali, vaan kaikilla oli muitakin käyttötarkoituksia: Yliopiston juhlasalissa pidettiin erilaisia akateemisia juhlia. Seurahuoneen ja Vapaaehtoisen palokunnan talon tiloissa järjestettiin puhetilaisuuksia, juhlia ja tanssiaisia. Pablo de Sarasaten ensimmäisen vierailun jälkeen *Helsingfors*-lehti totesi, että hänen lausuntonsa Yliopiston juhlasalin akustiikasta ”muistuttaa meitä erityisen konserttisalin rakentamisesta kaupunkiin: tämä kysymys on silloin tällöin tullut herätetyksi, mutta mitään varsinaista toimintaa asian suhteen ei liene odotettavissa vielä pitkään” (*Helsingfors* 1882). Sarasaten lausunnon aikaan käytössä oli myös Seurahuoneen toinen juhlasali, jota pidettiin kelvollisena konserttitilana, ja pian rakennettiin Vapaaehtoisen palokunnan talo juhlasaleineen, joka sekini sopi sinfonisen orkesterimusiikin esityspaikaksi. Mitään näistä tiloista ei enää ole olemassa sellaisena kuin ne olivat 1800-luvulla. Myös Seurahuoneen toisen salin laajennuksen jälkeen lehdistössä tuli esiin toive hyvästä konserttisalista: ”Ei, parempi sen pitää olla, ja korkeemmalle pitää laulun kaikua, kun Helsinki kerran saa musiikkisalin, joka saa unohtamaan Yliopiston juhlasalin” (*Helsingfors Dagblad* 1888b). Helsinkiin rakennettiinkin 1900-luvulla ja 2000-luvulla useita konserttisaleja, mutta jo 1800-luvulla esitettyjä toiveita vastaavaa konserttisalia ei ehkä vieläkään ole saatu aikaan.

## Lähteet

### Sanomalehdet

- Aftonposten* 1897. Fröknarna Lindbergs och Petrinis sista konsert... 18.10.  
*Aftonposten* 1898. Konserten i söndags... 16.3.  
*Finland* 1889. Reisenauer-konserten i går... 14.12.  
*Finland* 1890. Orkesterföreningens extra populära konsert... 10.1.  
*Finlands Allmänna Tidning* 1884. Fröken Mathilda Lagermark... 24.6.  
*Helsingfors* 1882. Toner och stämningar. 13.2.  
*Helsingfors Dagblad* 1885. Konserten i universitetes solennitetssal. 9.8.  
*Helsingfors Dagblad* 1887. Den första symfonikonserten. 28.10.  
*Helsingfors Dagblad* 1888a. Från allmänheten. 10.11.  
*Helsingfors Dagblad* 1888b. Ett ord i en musikfråga. 10.11.  
*Helsingfors Tidningar* 1858. Till konserten i söndags... 29.9.  
*Helsingfors Tidningar* 1863. Societetshusets nya salong invigdes... 14.12.  
*Hufvudstadsbladet* 1888. Tivadar Nachéz' andra konsert. 2.5.  
*Hufvudstadsbladet* 1889a. M.M:s Pariserkörs afskedskonsert. 18.6.  
*Hufvudstadsbladet* 1889b. Beträffande friw. brandkårens... 20.10.  
*Hufvudstadsbladet* 1890. Populära konserten i går... 25.10.  
*Hufvudstadsbladet* 1902a. Populära konserten i går... 26.3.  
*Hufvudstadsbladet* 1902b. Filharmoniska sällskapets orkester... 2.10.  
*Nya Pressen* 1895. Populära orkesterkonserten i går... 2.10.  
*Uusi Suometar* 1899. Keskiviikkona 29 päivänä huhtikuuta... 26.4.  
*Uusi Suometar* 1900. Filharmonisen Orkesterin Pariisinturnee. 1.7.

## Kirjallisuus

- Arni, Paavo. 1949. *Käytännöllisen akustiikan perusteet*. Helsinki: Otava.
- Barron, Michael. 2010. *Auditorium acoustics and architectural design*. Toinen painos. London: Spon Press.
- Baumann, Dorothea. 2011. *Music and space: a systematic and historical investigation into the impact of architectural acoustics on performance practice followed by a study of Handel's Messiah*. Bern: Peter Lang AG.
- Beranek, Leo ja Takayuki Hidaka. 1998. Sound absorption in concert halls by seats, occupied and unoccupied, and by the hall's interior surfaces. *Journal of the Acoustical Society of America* 101 (6): 3169–3177.
- Beranek, Leo. 2003. Subjective rank-orderings and acoustical measurements for fifty-eight concert halls. *Acta Acustica united with Acustica* 89 (3): 494–508.
- Beranek, Leo. 2004. *Concert halls and opera houses: music, acoustics, and architecture*. New York: Springer-Verlag.
- Blessner, Barry ja Linda-Ruth Salter 2009. *Spaces speak, are you listening? Experiencing aural architecture*. Toinen painos. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Bork, Ingolf. 2005. Report on the 3rd round robin in room acoustical computer simulation – part II: calculations. *Acta Acustica united with Acustica* 91 (5): 753–763.
- Bowie, Andrew. 1990. *Aesthetics and subjectivity from Kant to Nietzsche*. Manchester: Manchester University Press.
- Christensen, Claus Lyng ja Jens Holger Rindel. 2005. A new scattering method that combines roughness and diffraction effects. *Proceedings of Forum Acusticum 2005*, Budapest, 29.8.–2.9.
- Dahlhaus, Carl. 1978. *Die Idee der absoluten Musik*. Kassel: Bärenreiter-Verlag.
- Halme, Alpo. 2009. Musiikki- ja puhesalien akustisen suunnittelun vaiheita 1900-luvulla. *Tekniikan Waiheita* 27 (2): 19–35.
- Howard, Deborah ja Laura Moretti. 2009. *Sound and space in Renaissance Venice*. New Haven: Yale University Press.
- ISO 3382-1. 2009. *Acoustics – measurement of room acoustic parameters – part 1: performance spaces*.
- Klinge, Matti. 1989. Keisarillinen yliopisto. Teoksessa *Keisarillinen Aleksanterin Yliopisto 1808–1917*. Kirj. Matti Klinge, Rainer Knapas, Anto Leikola ja John Strömberg. Helsinki: Otava. 9–139.
- Knapas, Rainer. 1990. Rakennettu ja rakentamaton yliopisto. Teoksessa *Helsingin yliopisto 1917–1990*. Kirj. Matti Klinge, Rainer Knapas, Anto Leikola ja John Strömberg. Helsinki: Otava. 587–647.
- Krokstad, Asbjørn, Svein Strøm ja Svein Sørsdal. 1968. Calculating the acoustical room response by the use of a ray tracing technique. *Applied Acoustics* 8 (1): 118–125.
- Kragh, Helge. 2003. *An introduction to the historiography of science*. Viides painos. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kurkela, Vesa. 2012. Amusing the cultivated classes and cultivating masses: changes in concert repertoires in nineteenth-century Helsinki. Teoksessa *Critical musicological reflections*. Toim. Stan Hawkins. Farnham: Ashgate Publishing Company. 75–94.
- Kurkela, Vesa. 2015. Seriously popular: deconstructing popular orchestral repertoire in late nineteenth-century Helsinki. Teoksessa *Critical music historiography: probing canons, ideologies and institutions*. Toim. Vesa Kurkela ja Markus Mantere. Farnham: Ashgate Publishing Company. 123–138.
- Kylliäinen, Mikko. 2009. Tämä akustiikka on niin uutta! *Akustiikkapäivät 2009*, Vaasa, 14.–15.5., 36–41.
- Kylliäinen, Mikko ja Joose Takala. 2013. Kadonnutta akustiikkaa etsimässä: Helsingin Nya Teaternin huoneakustiikan ennallistaminen. *Tekniikan Waiheita* 31 (4): 5–17.

- Lahti, Tapio ja Henrik Möller. 1996. Konserttisalin akustiikka ja tietokone. *Arkkitehti* 4: 18–25.
- Lappalainen, Seija. 1994. *Tänä iltana Yliopiston juhlasalissa*. Helsinki: Yliopistopaino.
- Locki, Tapio, Alex Southern, Samuel Siltanen ja Lauri Savioja. 2013. Acoustics of Epidaurus: studies with room acoustics modelling methods. *Acta Acustica united with Acustica* 99 (1): 40–47.
- Manninen, Antti. 2004. *Puretut talot: 100 tarinaa Helsingistä*. Helsinki: Helsingin Sanomat.
- Niskanen, Riitta. 2008. *Missä soitto soi? Musiikkitalat Suomessa*. Vantaa: Multikustannus Oy.
- Pöykkö, Kalevi. 1972. *Das Hauptgebäude der Kaiserlichen Alexander-Universität von Finnland*. Helsinki: Suomen Muinaismuistoyhdistyksen Aikakauskirja 74.
- Rindel, Jens Holger. 2002. Modelling in auditorium acoustics: from ripple tank and scale models to computer simulations. *Proceedings of Forum Acusticum 2002*, Sevilla, 16.–20.9., KL-04.
- Rindel, Jens Holger. 2011. The ERATO project and its contributions to our understanding of the acoustics of ancient theatres. *Proceedings of the Acoustics of Ancient Theatres Conference*, Patras, 18.–21.9..
- Ringbom, Åsa. 1988. *Societetshusen i Storfurstendömet Finland*. Helsinki: Suomen Muinaismuistoyhdistyksen Aikakauskirja 92.
- Rychtáriková, Monika, Jana Dolejší, Iveta Šturmová, František Dolejší, Jan Dolejší ja Ladislav Pouzar. 2012. Acoustic properties of four baroque theatres. *Akustika* 18: 35–43.
- Salmenhaara, Erkki. 1995. Romantiikka ja biedermeier. Teoksessa: *Suomen musiikin historia 1*. Porvoo: WSOY. 325–518.
- Sarjala, Jukka. 1994. *Musiikkimaun normitus ja yleinen mielipide: musiikkikritiikki Helsingin sanomalehdistössä 1860–1888*. Turku: Turun yliopiston julkaisuja C100.
- Schroeder, Manfred. 1961. Improved quasi-stereophony and colorless artificial reverberation. *The Journal of the Acoustical Society of America* 33 (8): 1061–1064.
- Schroeder, Manfred. 1973. Computer models for concert hall acoustics. *American Journal of Physics* 46 (4): 461–471.
- Sirén, Johan Sigfrid. 1950. Restaureringen av Helsingfors universitets huvudbyggnads gamla del och förstoringen av solennitetssalen. *Arkkitehti* 1950 (1): 74–82.
- S.n. 1991. Helsingin yliopiston päärakennus, peruskorjaus. *Arkkitehti* 88 (6): 34–41.
- Takala, Joose ja Mikko Kylliäinen. 2014. Comparison of modelled performance of a vanished building with historical information on its acoustics. *Proceedings of Forum Acusticum 2014*, Krakova, 7.–12.9., SS12-6.
- Tavaststjerna, Erik. 1989. *Jean Sibelius 2: 1893–1903*. Kolmas painos. Helsinki: Otava.
- Thompson, Emily. 2002. *The soundscape of modernity: architectural acoustics and the culture of listening in America, 1900–1933*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Vassilantonopoulos, Stamatis L. ja John N. Mourjopoulos. 2003. A study of Ancient Greek and Roman theater acoustics. *Acta Acustica united with Acustica* 89 (1): 123–136.
- Viljo, Eeva Maija. 1985. *Theodor Höjjer, en arkitekt under den moderna storstadsarkitekturens genombrottsstid i Finland från 1870 till sekelskiftet*. Helsinki: Suomen Muinaismuistoyhdistyksen Aikakauskirja 88.
- Vorländer, Michael. 2008. *Auralization: fundamentals of acoustics, modeling, simulation, algorithms and acoustic virtually reality*. Berliini: Springer-Verlag.
- Välimäki, Vesa, Julian D. Parker, Lauri Savioja, Julius O. Smith ja Jonathan S. Abel. 2012. Fifty years of artificial reverberation. *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing* 20 (5): 1421–1448.
- Wasastjerna, Nils. 1941. *En krönika om Helsingfors*. Helsinki: Förlagsaktiebolag Söderström & c:o.

- Weinzierl, Stefan. 2002. *Beethovens Konzerträume: Raumakustik und symphonische Aufführungspraxis an der Schwelle zum modernen Konzertwesen*. Frankfurt am Main: Verlag Erwin Bochinsky.
- Weinzierl, Stefan, Paolo Sanvito, Frank Schultz ja Clemens Büttner. 2015. The acoustics of Renaissance theatres in Italy. *Acta Acustica united with Acustica* 101 (3): 632–641.
- Zeng, Xiangyang, Claus Lyng Christensen ja Jens Holger Rindel. 2006. Practical methods to define scattering coefficients in a room acoustics computer model. *Applied Acoustics* 67 (8): 771–786.

## Acoustics of vanished concert halls of the 19<sup>th</sup> century Helsinki

Helsinki became the capital of the Grand Duchy of Finland in 1812, three years after the war between Sweden and Russia. After the former capital Turku burnt disastrously in 1827, the University moved to Helsinki. After that, Helsinki soon developed into the Finnish center of music. In the end of the 19<sup>th</sup> century, there were three theatres and at least four large halls meant for the performance of orchestral music.

The most important concert halls and other music performance spaces of 19<sup>th</sup> century Helsinki have either vanished, or have been converted into other use. Such spaces are the first and second banquet halls of the Hotel Societetshuset (architect C. L. Engel 1833 and A. H. Dahlström 1863), the much altered main auditorium of the University of Helsinki (Engel 1832) and the banquet hall of the Voluntary Fire Brigade House (Theodor Höijer 1889). The most important venues for the performance of orchestral music were the first and second banquet halls of the Hotel Societetshuset, the much altered main auditorium of the University of Helsinki and the banquet hall of the Voluntary Fire Brigade House. Symphony concerts were performed mostly in the main auditorium of the university. In other venues, the concerts usually included a popular program which consisted of orchestral music like overtures and suites with the exception of symphonies. For example, the first symphony by Jean Sibelius had its premiere in the main auditorium of the university in 1899. The second version of the work was performed the following year in the Fire Brigade House. As the main auditorium of the University has been enlarged and altered after being damaged in the air raids of 1944 and the Fire Brigade House was changed to Parliament Chamber in 1907, the music of Sibelius or other 19<sup>th</sup> century Finnish composers cannot be heard in the acoustics where they were first performed. The banquet halls of the Hotel Societetshuset have also been altered or converted to other use.

The aim of this study was to produce information on the acoustics of the vanished concert halls by means of room acoustical computer modelling. The project was multidisciplinary as the geometrical models of the halls were formed using information on their architectural history. The sources used for the geo-



metric modelling were old construction plans, photographs and seating charts. The room acoustical modelling was carried out with commercial software.

All of the studied concert spaces were small compared with those built during the same century in Central Europe. Regarding the number of seats, the Finnish concert halls of the 19<sup>th</sup> century would probably be classified as chamber music halls. However, the results of room acoustical computer modelling show that their acoustics differed from chamber music halls and corresponded to larger halls. Even though there were noticeable differences between the studied halls, the results also mean that the studied halls have been reverberant enough and suitable for the performance of symphonic music. On the other hand, the value of strength was large compared to larger halls of Central Europe. This means that performances might have been excessively loud when the size of the orchestras in Helsinki started to grow during the last decades of the 19<sup>th</sup> century. Another common feature in all halls is the large difference between the concert and rehearsal situation; the latter being much more reverberant.

*TkL Mikko Kylliäinen (mikko.kylliainen@tut.fi) on yliassistentti Tampereen teknillisen yliopiston rakennustekniikan laitoksella tutkimus- ja opetusalanäänä akustiikka. Hän on julkaissut useita artikkeleita alansa historiasta sekä historiallisten rakennusten akustiikan mallintamisesta. Hän työskentelee myös yksikönjohtajana A-Insinöörit Suunnittelu Oy:n akustiikkasuunnitteluyksikössä.*

*DI Henry Niemi (henry.niemi@ains.fi) työskentelee akustiikkasuunnittelijana A-Insinöörit Suunnittelu Oy:n akustiikkasuunnitteluyksikössä. Myös muusikon ammattitutkinnon suorittaneena hän esiintyy säännöllisesti erilaisissa kokoonpanoissa kamarimusiikkiryhtyeistä sinfoniaorkestereihin instrumenttinaan klarinetti.*

*FM Jere Jäppinen (jere.jappinen@hel.fi) työskentelee tutkijana Helsingin kaupunginmuseumissa. Yksi hänen erityisaloistaan on musiikinhistoria, etenkin Helsingin vanhempi musiikinhistoria, josta hän on julkaissut useita artikkeleita ja äänilevyjä.*

*Arkkitehti Mikko Lindqvist (mikko.lindqvist@hel.fi) työskentelee Helsingin kaupunginmuseumissa vastuualueenaan helsinkiläisten rakennusten rakennushistoria ja kulttuuriympäristön vaaliminen.*