

PORVOON TAIDETEHDAS: AVANTI-SALIN AKUSTINEN SUUNNITTELU

Sara Vehviläinen, Jukka Ahonen, Henrik Möller, Olli Salmensaari, Oskar Lindfors

Akukon Oy
Hiomotie 19
00380 Helsinki
info@akukon.fi

Tiivistelmä

Porvoon Taidetehtas on kulttuurihistoriallisesti arvokas rakennus, joka on valmistunut vuosien 1920 ja 1960 välisenä aikana Porvoonjoen varrelle. Alkujaan rakennus on nimensä mukaisesti toiminut tehtaana, jossa on mm. valmistettu vaneria sekä traktoreita. Vuodesta 1986 lähtien Taidetehtaalla on järjestetty erilaisia kulttuuritapahtumia (mm. Suvisoitto) sekä tarjottu taiteilijoille työhuoneita. Taidetehtaalla suoritettiin mittava remontti, jossa rakennuksen tilat uusittiin perusteellisesti. Merkittävämpänä remontoitavana tilana voidaan pitää monikäyttöistä Avanti-salia (henkilömäärä 560 - 800). Tässä paperissa esitetään Avanti-salin akustinen suunnittelu ja toteutus. Lisäksi paperissa arvioidaan remontin toteutusta suhteessa akustiseen suunnitteluun ja arvioidaan Avanti-saliin toteutettua akustiikkaa mittauksin.

1 JOHDANTO

Porvoon Taidetehtas on nimensä mukaisesti vanha tehdashalli, joka on vuosien saatossa valjastettu erinäisten kulttuuritapahtumien pitopaikaksi. Nykyisellään Taidetehtaan suurin yksittäinen tila on monikäyttöinen Avanti-sali, joka on myös alueen suurin konserttisali mahdollistaen 560 - 800 hengen yleisömäärän. Salin tarjonta koostuu niin klassisen kuin kevyen musiikin konserteista, teatterista ja muista kulttuuritapahtumista, konferensseista ja messutapahtumista. Avanti-salin tulee siis soveltua moneen eri käyttötarkoitukseen tarjoten hyvät akustiset olosuhteet eri kokoonpanojen akustisille konserteille sekä sähköisesti vahvistetulle musiikille. Muita Taidetehtaan tiloja ovat Tehdassali, kaksi tanssisalia, taiteilijoiden työhuoneet, galleria sekä muut näyttelytilat, kokouksetilat, ravintola ja myymälätila. Taidetehtaaseen yhdistyy lisäksi uudisrakennus Mediakeskus, jossa on neljä elokuvateatteria. Taidetehtaan kokonaispinta-ala on 7500 m².

Taidetehtaalla suoritettiin vuosien 2009 ja 2012 välillä merkittävät korjaus- ja muutostyöt (remontti valmistui pääosin vuoden 2012 syksyllä). Akukon Oy vastasi hankkeessa edellä mainittujen tilojen huoneakustiikan, rakennusakustiikan ja esitystekniikan suunnittelusta. Akustisen suunnittelun lähtökohdista on ollut kunnioittaa vanhan tehdasrakennuksen arkitekhtuuria, mutta kuitenkin samalla tehdä sen tiloista toimivia ja käyttötarkoitukseen hyvin soveltuvia. Akustisen suunnittelun lisäksi työryhmämme on pyrkinyt vaikuttamaan rakennuksen logiikan, käytettävyyden ja logistiikan suunnitteluun.

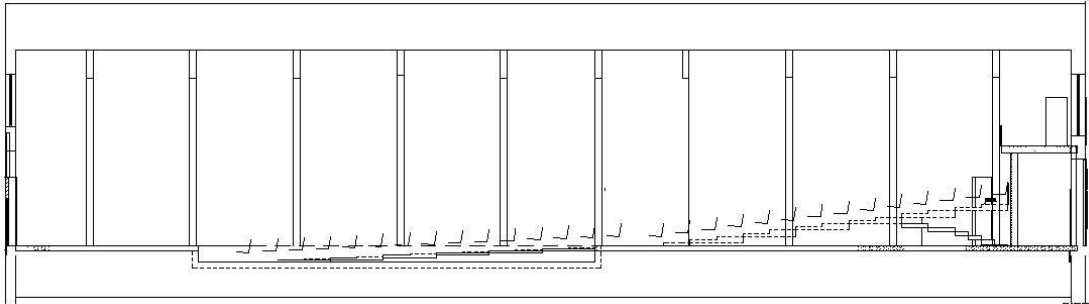
Tässä paperissa esitetään Avanti-salin akustinen suunnittelu, verrataan salin tämänhetkistä toteutusta annettuihin suunnitelmiin ja arvioidaan osin suunnitelmista poikkeavan toteutuksen vaikutusta Avanti-salin akustiikkaan. Lisäksi paperissa esitetään Avanti-salissa suoritettujen saliakustisten mittausten tulokset.

2 AVANTI-SALIN AKUSTINEN SUUNNITTELU

2.1 LÄHTÖKOHDAT JA TAVOITTEET

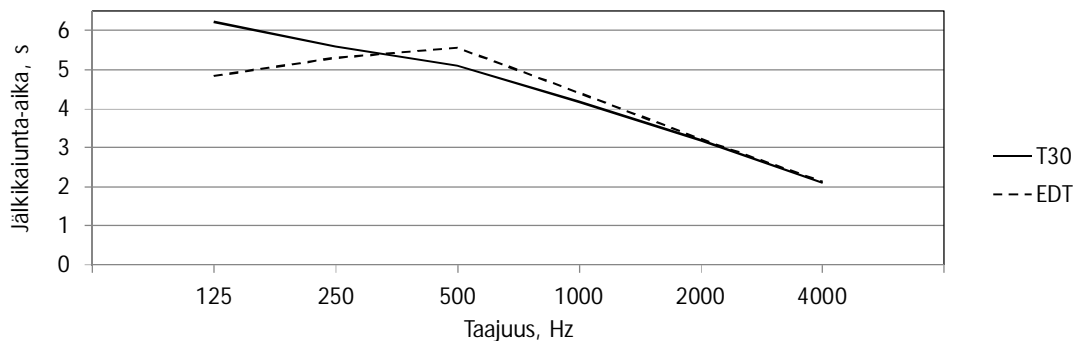
Avanti-salin geometria loi oman haasteensa salin akustiselle suunnittelulle. Sali on pituudeltaan 46 metriä, leveydeltään 17 metriä ja korkeudeltaan 8 metriä. Sali on siis melko pitkä ja matala.

Koska salin kattoa ei pystytty korottamaan, ehdotimme salin etuosaan katsomomonttua lavan etureunasta salin puoliväliin (kuva 1). Monttu tarjoaa osalle salin katsomosta suuremman huonekorkeuden (korkeimmillaan noin 9 m) ja mahdollistaa nousevalle katsomolle jyrkemmän nousukulman, mikä parantaa näköyhteyttä esiintymislavalle ja suoranäänen kulkeutumista lavalta katsomoon. Lisäksi nousevan katsomon ja katon välille saadaan suurempi etäisyys montun ansiosta, jolloin katosta heijastuvan äänen vaikutusta katsomon takaosalle saadaan pienennettyä.



Kuva 1. Avanti-salin poikkileikkaus.

Lähtökohtaisesti Avanti-salin jälkikaiunta-aika on pitkä erityisesti pienillä taajuuksilla (kuva 2). Tämän takia ratkaisuja, joilla saliin saadaan huonevaimennusta pienille taajuuksille, pyrittiin korostamaan jo suunnittelun alkuvaiheessa. Kuten jo edellä mainittiin, salin tulee soveltua eri käyttötarkoituksiin akustisista klassisen musiikin konserteista kevyen musiikin konsertteihin vahvistetulla äänentoistolla, konferensseihin ja messutapahtumiin. Näin ollen saliin tuli suunnitella muunneltava akustiikka, joka tarjoaa riittävän jälkikaiunnan sekä vahvistuksen akustiselle musiikille ja toisaalta riittävän huonevaimennuksen mm. sähköisesti vahvistetulle musiikille toivotulla taajuuskaistalla.

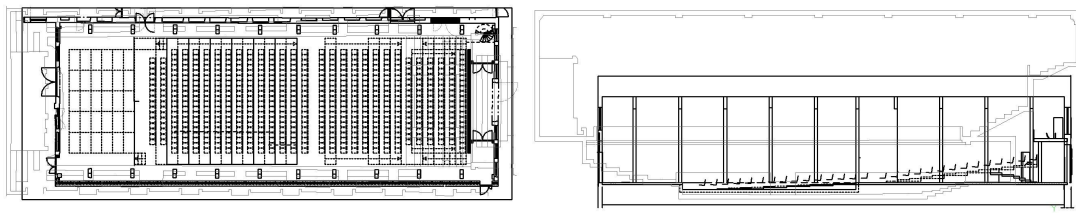


Kuva 2. Avanti-salin mitattu jälkikaiunta-aika T30 ja varhainen vaimenemisaika EDT ennen huoneakustisia toimenpiteitä ja katsomoa. Katsomomonttu on toteutettu saliin.

2.2 GEOMETRIAN TARKASTELU

Ennen varsinaisen suunnittelun aloitusta vertailimme Avanti-salin geometriaa muihin jo olemassa oleviin saleihin. Yhtenä vertailusalina käytettiin Wienin Musikverein-salia [1], joka on monelle tapaa ”benchmark” konserttisalien akustiikalle. Salien geometrian vertailu on esitetty kuvassa 3. Vaikka Musikverein on yleisömäärältään selvästi suurempi kuin Avanti-sali, on se pinta-alaltaan Avanti-salin kokoa. Yli kaksi kertaa suurempi yleisömäärä (paikkoja 1744) selittyy sillä, että Musikverein-salin katsomo on hyvin tiivis.

Musikverein on permannon tasolla hieman lyhyempi kuin Avanti-sali, mutta ei kuitenkaan merkittävästi. Kun parvet huomioidaan, salit ovat keskenään lähes samanpituiset. Suurin ero salien välillä on niiden korkeudessa, kuten kuvasta 3 voidaan selvästi nähdä. Musikverein on lähes kaksi kertaa korkeampi kuin Avanti-sali.



Kuva 3. Avanti- ja Musikverein-salien pohja- ja leikkauskuvat päällekkäin.

Salien geometrian vertailut osoittivat lisäksi, että Avanti-sali on huomattavasti pidempi ja matalampi kuin muut vastaavat salit, joihin Avanti-salia verrattiin kuvassa 3 esitetyllä tavalla. Toisaalta, jos Avanti-salin katsomosta on käytössä ainoastaan etupermanto (suurin piirtein katsomomontun kattava alue) ja muu katsomoalue on tyhjillään (tuolit poissa), niin salia voidaan hyvin verrata muihin pienempiin kamarimusiikkisaleihin. Tällaisessa tapauksessa Avanti-salin tyhjillään oleva takaosa lisää salin tilavuutta ja jälkikaiuntaa verrattuna muihin geometriavertailussa olleisiin kamarimusiikkisaleihin.

2.3 SALIAKUSTIIKAN MALLINNUS

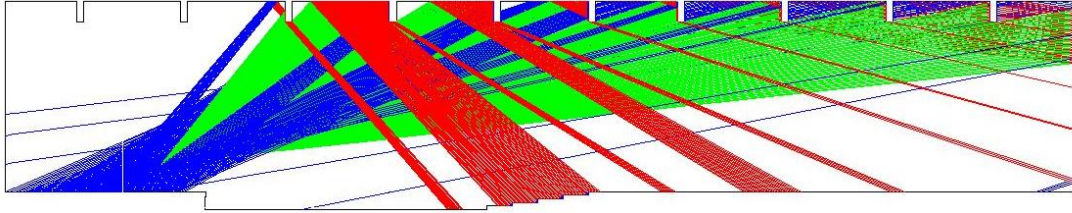
Suunnittelun alussa suoritettujen saliakustisten mittausten tuloksia käytettiin lähtötietona akustiselle suunnittelulle. Mittaustuloksia käytettiin hyväksi mm. salin tietokonemallien säätämisessä. Saliakustiset mallit tehtiin Odeon-ohjelmalla [2], ja niillä tarkasteltiin eri saliakustisten ratkaisujen ja arkkitehdin ehdottamien materiaalien vaikutusta salin akustiikkaan.

Avanti-salin Odeon-malleja käytettiin myös saliakustisten parametrien laskemiseen, joista seuraavaksi esitellään muutamia. Salin akustista vahvistusta kuvaava parametri, voimakkuustekijä G (*Strength*), on melko suuri, mutta ei kuitenkaan niin suuri kuin salin mitatun jälkikaiunta-ajan perusteella olisi voitu olettaa. Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että sali on verrattain matala. Vahvistus muuttuu oleellisesti etäisyyden kasvaessa noin 17 - 20 metriin ollen noin 10 - 11 dB salin etuosassa ja 5 - 6 dB salin takaosassa. Salin etuosa vastaa etupermannon katsomomontun aluetta.

Tilan tuntua salissa kuvaava lateraaliääniosuus LF (*Lateral Fraction*) on melko pieni salin leveys huomioiden, vain noin 20 %. Yleisesti LF kertoo kuinka suuri osuus aikaisista heijastuksista saapuu sivusuunnista kuuntelupisteeseen (eli heijastukset sivuseinistä). On siis loogista, että LF on suurempi kapeassa ja muutenkin pienessä salissa kuin isossa ja

leveässä salissa. Avanti-salin ollessa melko matala, katosta heijastuneen äänen osuus on sen verran dominoiva, että LF jää salin leveyteen verrattuna melko pieneksi.

Mallin avulla laskettiin myös lavan akustiset parametrit. Lisäksi salin pintojen heijastuksia katsomoon ja lavalle tutkittiin visualisoinnin avulla (kuva 4). Salin katon ollessa melko matalalla, ääni heijastuu tehokkaasti katosta ja sen pilareista lavalle tarjoten esiintyjille riittävän lavatukisuhteen (ts. esiintyjät kuulevat itsensä ja toisensa). Salin korkeus saattaa kuitenkin aiheuttaa ongelmia katsomossa, kun katosta heijastuva ääni saapuu kuulijalle turhan aikaisin ja turhan voimakkaana.



Kuva 4. Visualisointi Avanti-salin katosta heijastuvalle äänelle.

2.4 SALIAKUSTISET SUUNNITELMAT

Kuten jo edellä esitettiin, Avanti-saliin tuli saada huomattava määrä huonevaimennusta pienille taajuuksille. Salin seinille suunniteltiin sekä yksin- että kaksinkertaisia vanerilevyrakenteita, jotka asennettaisiin kenttinä seinille. Osa levyrakenteista oli tarkoitus asenta suoraan seinäpinnan suuntaisesti ja osa kallistettuina. Myös salin kattoon suunniteltiin levyrakenteita ja lisäksi osin ääntä hajottavaa pintaa. Salin takaosan parven etupintaan sekä äänisulun salinpuoleiseen seinään ehdotimme ääntä hajottavaa rakennetta. Seinien ja katon vanerilevytys olisi kuvastanut hyvin Taidetehtaan entistä toimintaa vaneritehtaan.

Salin muunneltava-akustiikka suunniteltiin toteutettavan raskailla verhoilla. Verhoille suunniteltiin tiiviit kotelot, joista verhot tarvittaessa vedetään esiin. Ts. jos verhot vedetään vain sivuun ilman kotelointia, on niiden vaikutus salin jälkikaiunta-aikaan edelleen merkittävä. Verhot oli tarkoitus sijoittaa sivuseinille, palkkien väliin, viiteen palkkiväliin katossa sekä lavan takaseinälle. Suunnittelussa verhot ryhmiteltiin tiettyihin ohjausryhmiin, jolloin niiden tuominen esille/piiloon olisi ollut helppoa.

Salin monikäyttöisyydestä johtuen katsomo suunniteltiin siirrettäväksi. Katsomo koostuu irrallisista tuoleista sekä nousevasta siirrettävästä rakenteesta, jonka nousukulmaa voidaan säätää. Katsomon nouseva osa suunniteltiin levyrakenteiseksi, jotta se vaimentaisi matalia ääniä. Lattian kantavuus mitoitettiin siten, että katsomorakenteet pystytään siirtämään tarvittaessa salista pois trukilla. Katsomon tuolit suunniteltiin pehmustetuiksi sekä istuin- että selkänojan osalta. Tuolityypin selvittyä, tuoleille suoritettiin mittaukset niiden vaimennusominaisuuksien selvittämiseksi. Näistä mittauksista saatuja tuloksia hyödynnettiin salin akustiikan tarkemmassa mallinnuksessa.

3 TOTEUTUS

3.1 MUUTOKSET SUUNNITELMISTA JA NÄIDEN VAIKUTUS

Taidetehtaan rakennuksen osittaisten purkutöiden edetessä, vapautui suuri määrä hyväkuntoisia tiiliä, joita päädyttiin käyttämään Avanti-salin seinäpinnoilla. Näin ollen seinä-

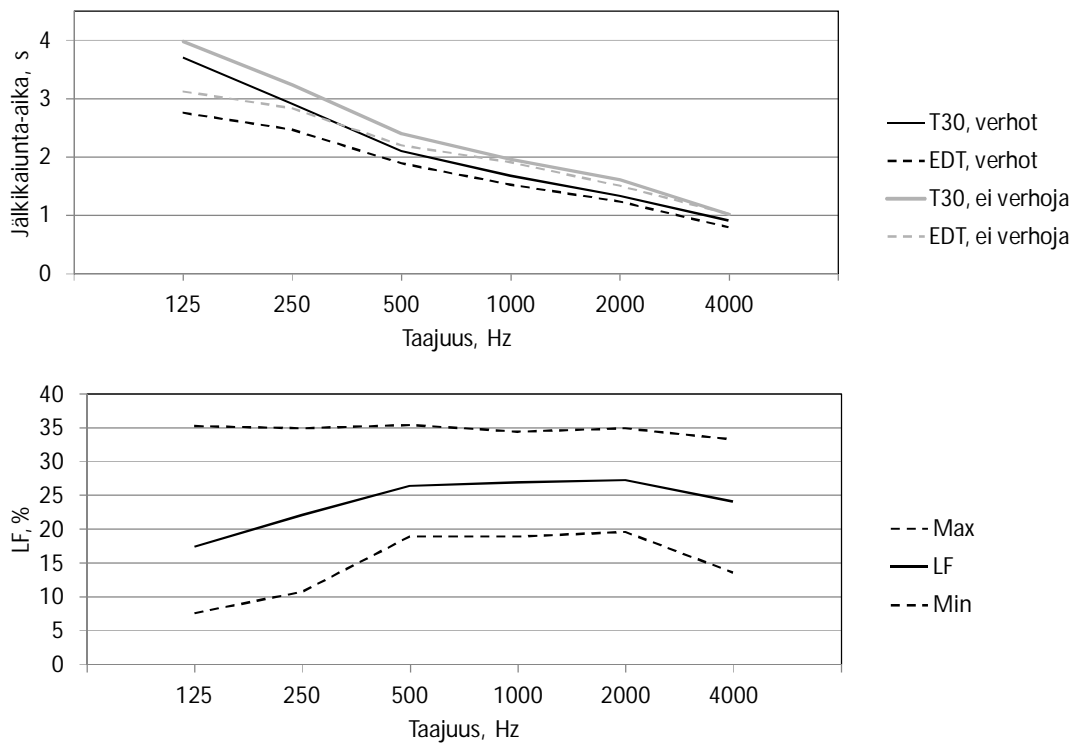
pinnoille ja kattoon suunniteltuja levyrakenteita ei toteutettu. Salista jäi siis pois suuri osa matalien äänen vaimentamiseen tarkoitetusta materiaalista. Sivusienien keskiosaan tulevat tiilet kuitenkin halkaistiin poikittain, jolloin ne muodostivat seinille korkeita ääniä hajottavan ja vaimentavan pinnan. Seinien alaosissa on sileää tiilipintaa. Seinien yläosiin rakennettiin levyverhoukset, jotka vaimentavat hieman matalia ääniä. Tässä vaiheessa lavan ensimmäisiin pilariväleihin ehdotettiin levyverhousta, mitä ei kuitenkaan toteutettu.

Seinien ja katon vaimennusverhoja sekä takaseinän ja katon ääntä hajottavia elementtejä ei myöskään toteutettu suunnitellusti. Suurimpina puutteina ovat verhojen koteloiden sekä kattoverhojen puuttuminen. Koteloiden poisjättäminen perusteltiin sillä, että verhot poistetaan tarvittaessa salista kokonaan ja ripustetaan jälleen takaisin. Tätä toimenpidettä voidaan perustellusti epäillä, ainakin pitkällä tähtäimellä.

Edellisten lisäksi salin lattiapinta päätettiin jättää betoniksi, mikä poikkesi suunnitellusta. Suunnitelmissa salin lattian pinnaksi ehdotettiin puuta.

3.2 SALIAKUSTISET MITTAUKSET

Seuraavaksi esitetään Avanti-salin jälkikaiunta-aika- ja LF-mittausten tulokset. Mittaukset suoritettiin standardin ISO 3382-1 mukaan [3]. Salin levyrakenteinen katsomo ei ollut valitettavasti pystytettyä kummankaan mittauksen aikana. Lisäksi jälkikaiunta-aikamittauksessa katsomomonttu oli suljettu levyillä, mikä toisaalta lisäsi jonkin verran huonevaimennusta pienillä taajuuksilla. LF-mittauksessa katsomomonttu oli auki. Jälkikaiunta-aikamittauksissa sivuseinillä ja lavan takaseinällä oli verhot, mutta ei LF-mittauksessa. Salin jälkikaiunta-aika mitattiin, kun verhot oli vedettynä seinien eteen sekä sivuun. Mittausten tulokset on esitetty kuvassa 5.



Kuva 5. Avanti-salin mitatut jälkikaiunta-ajat T30 ja EDT sekä lateraaliääniosuus LF.

Mittausten tuloksista on nähtävissä, että Avanti-salissa on turhan pitkä jälkikaiunta-aika pienillä taajuuksilla ($> 3,5$ s). Odeon-malli tuottaa jälkikaiunta-ajaksi alle 2 sekuntia pienillä taajuuksilla ilman verhoja, kun mallissa on mukana osa suunnitelluista levyverhouksista. Mittaustuloksista on myös nähtävissä verhojen koteloinnin vaikutus (tai tässä tapauksessa koteloinnin puuttuminen). Jälkikaiunta-ajoissa on vain noin 0,5 sekunnin ero ilman verhoja ja verhojen kanssa. Mitattu LF on melko lähellä Odeon-mallin tulosta.

3.3 LISÄSUUNNITTELU

Koska Avanti-salia ei toteutettu alkuperäisten suunnitelmien mukaan levyrakenteisilla seinä- ja kattoverhouksilla, matalat äänet eivät vaimene toivotulla tavalla. Käyttäjien mukaan liian pitkä jälkikaiunta-aika pienillä taajuuksilla on koettu ongelmaksi sähköisesti vahvistetulla musiikilla varsinkin, kun salissa ei ole levyrakenteista katsomoa pystytettynä. Tätä ongelmaa on osin pystytetty helpottamaan kerroksittain asennetuilla lisäverhoilla. Lisäsuunnittelussa olemme ehdottaneet matalien äänten vaimentamista roikotettavilla pressu-verho-pressu-rakenteilla.

Vaimennusverhot on toteutettu ainoastaan sivuseinillä sekä salin takaseinälle, mutta ilman tiiviitä koteleita. Lisäksi kattoverhot, jotka on katsottu erityisen tärkeäksi salin akustiikan kannalta, puuttuvat edelleen. Pyrimme edelleen vaikuttamaan siihen, että suunnitelmamme verhojen osalta toteutettaisiin, ainakin kattoverhojen osalta.

Salin takaosan parven etupintaan sekä äänisulun salinpuoleiseen seinään ei ole asennettu suosittelemiamme ääntä hajottavia rakenteita. Näiden puuttuminen aiheuttaa päätyseinien välille jossain määrin kuultavissa olevan kaiun. Näiden puutteiden osalta pyrimme siihen, että joko alkuperäiset suunnitelmamme tai lisäsuunnittelussa laatimamme hajottavat rakenteet toteutetaan.

3 YHTEENVETO

Tässä paperisessa käsiteltiin monikäyttöisen Avanti-salin akustista suunnittelua, verrattiin salin toteutusta annettuihin suunnitelmiin ja arvioitiin osin puutteellisen toteutuksen vaikutusta salin akustiikkaan.

Suoritettujen jälkikaiunta-aikamittaukset osoittivat, että salin jälkikaiunta-aika pienillä taajuuksilla on turhan pitkä salin käyttötarkoitus huomioiden. Toisaalta salin akustisesta mallista saadut tulokset osoittivat, että akustisen suunnittelun mukaisilla rakenteellisilla ratkaisuilla salin jälkikaiunta-aika olisi sopiva halutulla taajuusalueella. Saliakustiset mittaukset osoittivat myös kuinka salin monikäyttöisyys kärsii osin puutteellisesta toteutuksesta.

VIITTEET

- [1] L. Beranek, "Concert and opera halls – how they sound," Acoustical Society of America, Woodbury, NY, 1996.
- [2] Odeon A/S. Odeon Room Acoustics Software. URL: <http://www.odeon.dk/>
- [3] ISO Standard 3382-1, "Acoustics - measurement of room acoustic parameters - part 1: performance spaces," International Organization for Standardization, 2009.