

JOSEF STENBÄCK JA KIRKKOJEN AKUSTIIKKASUUNNITTELU 1800- JA 1900-LUKUJEN VAIHTEESSA

Mikko Kylliäinen

A-Insinöörit
Akustiikkasuunnittelu
Puutarhakatu 10
33210 Tampere
mikko.kylliainen@ains.fi

Tiivistelmä

Ennen Sabinen kaavan tulemista tunnetuksi puhe- ja musiikkitulojen suunnittelu perustui hyviksi havaittujen ratkaisujen toistamiseen, geometriseen huoneakustiikkaan sekä suoran äänen ja heijastuneen äänen aikaeroa tarkastelemaan menetelmään. Tämän 1800-luvun kuluessa kehittyneen menetelmän, ns. kaikuteorian, taustalla oli tieto äänen nopeudesta sekä havainnot ajasta, jonka kuluessa korvaan saapunut ääni aistitaan samana äänenä. Menetelmä oli vuosikymmenten ajan käytössä rinnan Sabinen kaavan kanssa, ja ainakin vielä 1920-luvulla sitä käytettiin konserttisalien suunnittelussa. Suomessa menetelmää sovelsi käytännön suunnittelutyössä arkkitehti Josef Stenbäck (1854–1929), joka suunnitteli kymmeniä kirkkoja eri puolille maata.

1 JOHDANTO

Akustiikkasuunnittelun alkupisteenä pidetään useimmiten W. C. Sabinen (1868–1919) työtä ja vuonna 1900 valmistunutta Bostonin Symphony Hallin rakennushanketta, jossa tieteellisen tutkimuksen tuloksia pystyttiin hyödyntämään käytännön suunnitteluongelman ratkaisemiseen. Aiemminkin esiintymistilojen suunnitteluun oli muodostunut vakiintuneita käytäntöjä sekä tieteelliseen tietoon pohjautuvia menetelmiä [1]. Historiallisten rakennusten akustiikkaa on viime aikoina lähestytty mallintamalla niiden huoneakustiikkaa säilyneiden rakennuspiirustusten, valokuvien ja materiaalitietojen perusteella [esim. 2–6] tai selvittämällä niiden rakennusaikana akustiikasta käytettävissä ollutta tietoa alkuperäislähteistä, kuten tieteellisistä julkaisuista sekä suunnitteluoppaista [7–10].

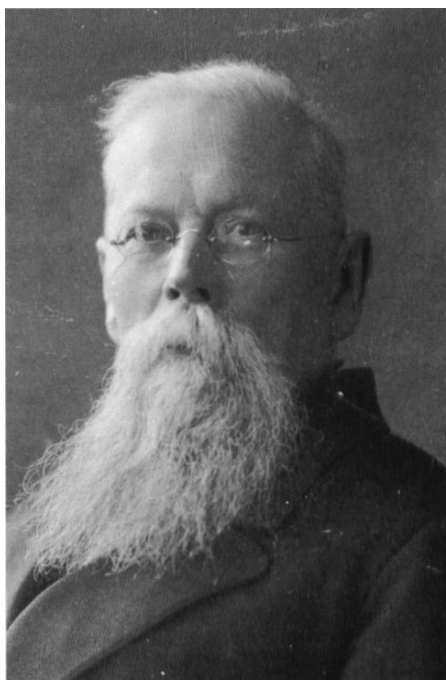
Esiintymistilojen akustiikka muodostui 1800-luvun Suomessa aiheeksi, joka toisinaan synnytti varsin vilkastakin keskustelua sanomalehtien palstoilla [2, 6]. Vaikka teatteritilojen ja muiden esiintymistilojen akustiikasta keskusteltiin, niitä rakennettiin verrattain vähän: 1800-luvun loppuun mennessä rakennettu suurimpiin kaupunkeihin oli noussut puolenkymmentä teatteritaloa, mutta ei vielä yhtään varsinaista konserttisalia. Useimmissa kaupungeissa paikkakunnan kulttuurielämän keskuksena toimivat seurahuoneet tai raatihuoneiden juhlasalit [11]. Kirkkoja rakennettiin 1800-luvun lopun ja 1900-luvun alun Suomessa monin verroin enemmän kuin teatteritaloja, sillä monilla paikkakunnilla vanhat kirkot kävivät väestön kasvaessa pieniksi, kaupunkeihin rakennettiin uusia kirkkoja ja



© 2021 Mikko Kylliäinen. Tämä on avoimesti julkaistu teos, joka noudattaa Creative Commons NIMEÄ 4.0 Kansainvälinen –lisenssiä (CC BY 4.0). Teosta saa kopioida, levittää, näyttää ja esittää julkisesti ja siitä saa luoda johdannaisteoksia, kunhan tekijän nimi ja lähde mainitaan asianmukaisesti.

myös tulipalot tuhosivat kirkkorakennuksia. Kirkkojenkin akustiikka oli mielenkiinnon kohteena. Esimerkiksi Hämeenlinnan 1798 valmistuneen kirkon akustiikasta kirjoitettiin vuonna 1859 [12]: ”Altarilta lukewan Papin sanat kertoo kaiku niin selvästi ja lujasti että harmiksi sitä kuultee ja outo luulisi jonkun Jumalan pilkkaajan osottelevan pappia.” Myös kirkkojen arkkitehtuurikilpailuissa tuomaristot arvioivat yhtenä tekijänä akustiikkaa, kuten Tampereen Johanneksen kirkon (nykyinen tuomiokirkko) arkkitehtuurikilpailutöiden arvioinnista vuonna 1901 käy ilmi [13].

Tuotteliain suomalainen kirkkoarkkitehti 1800-luvun loppuvuosina ja 1900-luvun alkuvuosikymmeninä oli Josef Stenbäck (1854–1929), mihin on voinut vaikuttaa se, että hän kuului tunnettuun pohjalaiseen pappissukuun. Stenbäck opiskeli arkkitehdiksi Helsingin polyteknillisessä koulussa ja täydensi opintojaan Stuttgartin polyteknillisessä korkeakoulussa vuosina 1878–1880. Hänen vilkkain kautensa kirkkoarkkitehtina alkoi 1890-luvulla [14]. Kaikkiaan Stenbäck suunnitteli eri puolille maata yli 35 kirkkoa, esimerkiksi Joensuun (kuva 1), Kotkan, Raahen ja Forssan kirkot, sekä lähes saman verran kirkkojen korjaus- ja muutostöitä. Näissä tehtävissä hän tuli perehtyneeksi myös akustiikkaan.



Kuva 1. Arkkitehti Josef Stenbäck (1854–1929) ja hänen suunnittelemansa Joensuun kirkko (1903). Kuvien lähde: Museoviraston valokuvakokoelmat. Joensuun kirkon kuvaaja: Pekka Kyytinen.

2 NIKOLAINKIRKON AKUSTIIKAN ONGELMAT

Helsingin ylle kohoava Nikolainkirkko, nykyinen Helsingin tuomiokirkko, rakennettiin vuosina 1830–1852 Helsingin uudelleenrakennuskomitean arkkitehdin ja intendentinkonttorin johtajan C. L. Engelin (1778–1840) suunnitelmien mukaisesti, joskin Engelin kuoltua hänen seuraajansa E. B. Lohrmann (1803–1870) kehitti suunnitelmia edelleen. Kirkon arkkitehtoniseksi perusratkaisuksi Engel oli valinnut symmetrisen tasavartisen ristin muotoisen keskeiskirkon. Kirkkosalissa ristin keskikohdalla kohoaa kupoli.

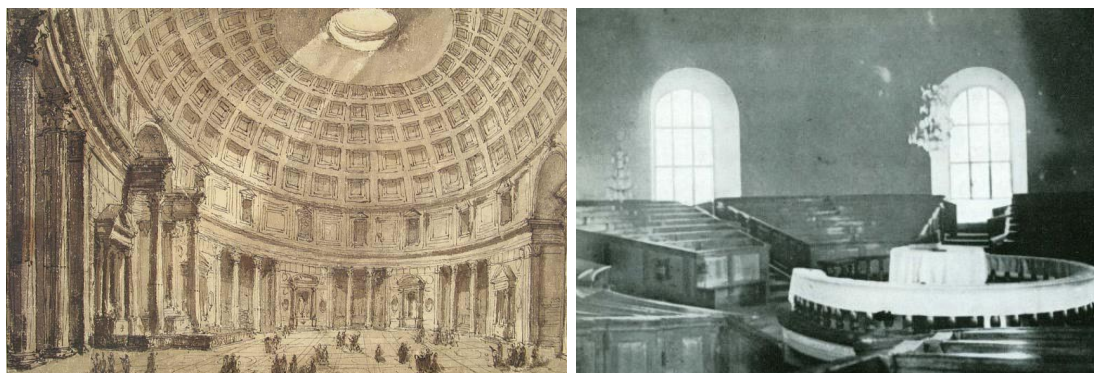
Vuonna 1883 Helsingin seurakunnan kirkkoneuvosto oli keskustellut kokouksessaan Nikolainkirkon vähemmän tyydyttävästä akustiikasta ja asettanut komitean lähestymään

vuonna 1880 perustettua Tekniska Föreningeniä akustisten ongelmien ratkaisemiseksi. Kokouksessaan kirkkoneuvosto oli kaavailut akustiikan parantamista esimerkiksi holviin ripustettavalla verkolla tai saarnastuolin paikan muuttamisella. Tekniska Förening asetti ongelmaa pohtimaan valiokunnan, jonka jäseniksi tuli kaksi arkkitehtiä, pankinjohtaja, professori ja johtaja [15]. Valiokunta esitti yhdistyksen kokouksessa 1885 lausuntonsa ja joutui toteamaan, että tieteellistä tutkimusta asian ratkaisemiseksi ei ollut mahdollista tehdä, mutta joihinkin akustiikan parannushankkeisiin julkisissa rakennushankkeissa oli voitu tutustua – tosin parannustoimien todettiin useimmiten epäonnistuneen. Valiokunta suositteli seurakunnalle tarkemman tutkimuksen teettämistä ja esitti kirkon käytävien päällystämistä paksuilla matoilla kaiun vähentämiseksi [16].

Kirkkojen akustiikkakysymys oli Nikolainkirkon ongelmien myötä tullut ajankohtaiseksi Tekniska Föreningenin piirissä. Samassa kokouksessa, jossa käsiteltiin Nikolainkirkon akustiikkaa koskevaa lausuntoa, Josef Stenbäck esitelmöi kirkkojen suunnittelumääräysten tarpeellisuudesta. Hän viittasi kirkkojen akustiikan tärkeyteen ja totesi kokemuksen osoittaneen, että kirkkojen kattomuotona holvi ja varsinkin kupoli ovat akustisesti ongelmallisia. Niiden sijasta hän suositteli kattojen rakentamista tasaisiksi. Hän otti kantaa myös saarnastuolin sijoittamiseen sekä kirkkosalin muotoihin, joista pitkänomainen suorakaide hänen mukaansa sopi parhaiten evankelis-luterilaiselle kirkolle [17].

3 HÄMEENLINNAN KIRKON LAAJENTAMINEN

Hämeenlinnan kaupunki oli siirtynyt nykyiselle paikalleen Kustaa III:n käskystä vuonna 1777. Kaupungin kirkko jäi kuitenkin entiselle paikalleen linnan läheisyyteen, ja uudessa asemakaavassa osoitettu kirkon tontti jäi aluksi tyhjäksi. Etsiessään liittolaisia kulttuuri-matkaksi naamioidulla matkallaan eri puolille Eurooppaa vuonna 1783 Kustaa III tutustui antiikin rakennusperintöön sekä uusklassismia edustaviin arkkitehteihin ja taiteilijoihin. Kuninkaan vierailu Rooman Pantheonissa johti siihen, että Hämeenlinnan uuden kivirakenteisen kirkon kirkkosali rakennettiin täysin pyöreäksi siten, että alttari oli kirkon keskellä kupolin alla ja penkkirivistöt nousivat amfiteatterin tavoin sen ympärille (kuva 2).



Kuva 2. Hämeenlinnan kirkon suunnitelleen ranskalaisen arkkitehti Louis Jean Desprez'n (1743–1804) piirros Pantheonista sekä valokuva Hämeenlinnan kirkosta noin vuonna 1890. Kuvälähteet: Nationalmuseum (Tukholma) ja Arkkitehti-lehti 5/1965.

Hämeenlinnan kirkosta tuli yksi merkittävimmistä kustavilaista arkkitehtuuria edustavista rakennuksista Suomessa [18–19]. Kirkkosalin pyöreä muoto ja alttarin sijainti keskellä kirkkosalia johtivat kuitenkin akustisiin ongelmiin, erikoisiin kaikuilmiöihin ja heikkoon puheenerotettavuuteen [12]. Jo vuonna 1836 saarnan kuuluvuutta oli yritetty parantaa rakentamalla saarnastuolin yläpuolelle ”himmeli” [20]. Hämeenlinnan kirkon ja Niko-

lainkirkon akustisia ongelmia käytettiin 1880-luvulla perusteluna sille, että Helsingin Johanneksen kirkko tulisi rakentaa pitkäkirkoksi [21], kuten sitten tapahtuikin.

Hämeenlinnan kaupungin kasvaessa kirkko kävi ahtaaksi, ja 1860 tehtiin ehdotus sen laajentamiseksi. Toimeen hämäläiset tarttuivat 1890-luvun alussa, jolloin tilattiin suunnitelmat Josef Stenbäckiltä. Hänen esittämistään kahdesta uudisrakennusehdotuksesta ja laajennusehdotuksesta jälkimmäinen valittiin toteutettavaksi [22]. Suunnitelmat laajentaa kirkko ristikirkoksi saivat kritiikkiä Muinaistieteellisen toimikunnan puheenjohtajalta, professori C. G. Estlanderilta (1834–1910), joka nosti esiin kirkon arvon ainutlaatuisena kirkkorakennuksena Suomessa [23]. Kirkon jo valmistuttua Stenbäck perusteli suunnitelmiaan muun muassa kirkkosalin akustiikalla, jonka hän määritteli ”epäsuotuisimmaksi, mitä kuvitella voi”. Lattian muuttaminen tasaiseksi, alttarin siirto kirkkosalin yhteen reunaan, suorat penkkirivistöt ja ristisakaroiden sekä lehterien rakentaminen olivat hänen mukaansa poistaneet kirkkoa vaivanneet akustiset ongelmat [24]. Tämä on voitu todentaa myös kirkon eri rakennusvaiheiden huoneakustisella mallinnuksella [25].

4 EHDOTUS NIKOLAINKIRKON AKUSTIIKAN PARANTAMISEKSI

Nikolainkirkon akustiset ongelmat olivat jääneet ratkaisematta. Stenbäckille oli kirkkojen rakennushankkeista kertynyt kokemusta paitsi kirkkojen arkkitehtisuunnittelusta, myös joidenkin kirkkojen akustisten ongelmien parantamisesta. Esimerkiksi Pirkkalan (nykyisen Nokian) kirkon kupoliin hän oli vuoden 1904 korjauksessa suunnitellut kasettikaton, jonka kasettien pohjalle oli sijoitettu pehmeää materiaalia. Vastaava korjaus oli tehty myös Alavuden sittemmin palaneeseen kirkkoon, joka Pirkkalan kirkon tavoin oli alkujaan Engelin suunnittelema. Kummankin seurakunnan kirkkoherra oli kertonut kirkon käyttöä aiemmin vaivanneiden kaikuja vähentyneen ja puheenerotettavuuden parantuneen [26].

Nähtävästi Stenbäck oli saanut mainetta akustisten kysymysten osajana, ja hän sai vuonna 1910 Helsingin pohjoiselta seurakunnalta toimeksiannon Nikolainkirkon akustiikan parantamiseksi. Nikolainkirkon ongelmien hän määritteli johtuvan kirkkosalin muodosta ja mittasuhteista sekä sen rakennusmateriaalien ominaisuuksista ja pintakäsittelystä. Esittämänsä korjaustavan perusteluksi hän esitti kuvauksen äänen etenemisestä ja heijastumisesta tilassa. Suoraan äänilähteestä tuleva ja tilan pinnasta heijastumalla saapunut ääni kuultaisiin kahtena erillisenä äänenä, jos niiden havaitsemisen välissä olisi suurempi aikaero kuin sekunnin yhdeksäsosa. Koska äänennopeuden tiedettiin olevan 340 m/s, kaikuja havaittaisiin Stenbäckin mukaan, jos heijastavan pinnan etäisyys tarkastelupisteeseen olisi 19 m tai enemmän. Nikolainkirkon kirkkosalin dimensioiden Stenbäck totesi sellaisiksi, että yli 19 m etäisyyksiä ja siten kaikuja esiintyy. Koska ääni voi heijastua suuressa tilassa lisäksi useita kertoja, yksittäisiä kaikuja syntyisi paljon.

Stenbäck kuvaili myös, mitä tapahtuu äänen heijastuessa pinnasta: jokaisen heijastuksen yhteydessä syntyisi heijastushäviötä (*reflexionsförlust*), jonka suuruus riippuu heijastavan pinnan ominaisuuksista. Siten kaikuihin voitaisiin vaikuttaa tilan pintamateriaalien valinnalla. Heijastushäviön arvo oli hänen mukaansa 5 % luokkaa sileillä puu-, kivi- ja metallipinnoilla, kun taas raskailla laskostetuilla verhoilla, plyyshellä tai muilla tekstiileillä voitaisiin saavuttaa 80 % heijastushäviötä. Koska Nikolainkirkon pintojen heijastushäviöt olivat Stenbäckin mukaan 5 ja 20 % välillä, seurauksena oli, että ”saarnaajan sanat hukkuivat kirkkosalissa kertautuvien ääniaaltojen mereen”. Koska Nikolainkirkon tilavuuteen tai kirkkosalin muotoon ei ollut mahdollista vaikuttaa, Stenbäck ehdotti akustiikan paran-

tamiseksi kasettikaton rakentamista holvien ja kupolin pintaan pehmeine materiaaleineen, raskaiden tekstiilitaideteosten ripustamista seinille sekä ornamentiikan ja veistosten lisäämistä kirkkosaliin. Näin kirkkosalin pintojen keskimääräinen heijastushäviö voitaisiin saada nousemaan 60 %:iin. [26]

Tietojen käyttämistään akustiikan suunnittelukeinoista Stenbäck kertoi olevan peräisin Berliinin kaupunginrakennusmestari Aurel Sturmhöfelfiltä, jonka hän mainitsi tunnetuksi asiantuntijaksi akustisissa kysymyksissä [26]. Sturmhöfelfi oli julkaissut vuosina 1889 ja 1898 kaksi kirjaa oppaiksi rakennusalan ammattilaisille akustisissa kysymyksissä [27–28] eli kumpikin niistä on voinut olla Stenbäckin kirjastossa artikkelin ilmestymisen aikaan vuonna 1910. Stenbäckin kuvailu äänen käyttäytymisestä vastaa hänen aikalaistensa käsitystä puheenerotettavuuteen vaikuttavista tekijöistä [10]. Aikaisten heijastusten vaikutusta puheenerotettavuuteen oli arvioitu pitkään, ja sitä koskevasta ajattelusta on akustiikan historiaa käsittelevässä tutkimuskirjallisuudessa käytetty termiä *kaikuteoria* [10]. Stenbäckin artikkelin kuvauksessa myöhäisistä heijastuksista ja heijastushäviöstä havaitaan myös aavistus jälkikäivän käsitteestä. Sturmhöfelfin menetelmiä Stenbäck kertoi käyttäneensä kirkkojen uudisrakennushankkeissa, kuten Kotkan, Rantasalmen ja Koiviston kirkkojen suunnittelussa, joissa hän oli määritellyt kirkkojen mittasuhteet niin, että kaikuraja ei ylittyisi. Samoin hän oli hyödyntänyt pintamateriaalien ominaisuuksia myöhäisten heijastusten vaimentamiseksi [26].

Stenbäckin ehdotusta Nikolainkirkon korjaamisesta ei vuonna 1910 toteutettu arkkitehtonisista syistä: Engelin arkkitehtuuria haluttiin suojella [29]. Stenbäckin kuvaukset akustiikan suunnittelusta osoittavat, että kaikuteoria on voinut olla käytössä laajemmin kuin aiemmin on arvioitu, sillä tutkimuskirjallisuudessa on lueteltu joitakin kymmeniä kohteita, joissa sitä tiedetään sovelletun [7, 8, 10].

VIITTEET

- [1] Thompson, E. 2002. *The soundscape of modernity – architectural acoustics and the culture of listening in America, 1900–1933*. Cambridge, The MIT Press.
- [2] Kylliäinen, M. & Takala, J. 2013. Kadonnutta akustiikkaa etsimässä – Helsingin Nya Teaternin huoneakustiikan ennallistaminen. *Tekniikan Waiheita*. Nro 4, s. 5–17.
- [3] Takala, J. & Kylliäinen, M. 2014. Comparison of modelled performance of a vanished building with historical information on its acoustics. *Proceedings of Forum Acusticum 2014*. Krakow, September 7–12, paper SS12-6.
- [4] Niemi, H. 2014. Helsingin kadonneiden 1800-luvun konserttitilojen akustiikan mallinnus ja auralisointi. *Diplomityö*. Tampere, Tampereen teknillinen yliopisto, talouden ja rakentamisen tiedekunta.
- [5] Kylliäinen, M., Niemi, H., Jäppinen, J. & Lindqvist, M. 2015. Helsingin keskeisten 1800-luvun konserttitilojen huoneakustiikan mallintaminen. *Musiikki*. Vol. 45 (2), s. 28–52.
- [6] Niemi, H., Kylliäinen, M., Jäppinen, J. & Lindqvist, M. 2015. Engelin teatterin huoneakustiikan mallintaminen. *Akustiikkapäivät 2015*. Kuopio, 1.–2.9., Akustiikan Seura ry, s. 145–150.
- [7] Postma, B. 2013. A history of the use of time arrivals after the direct sound in concert hall design before the reverberation time of Sabine became generally accepted. *Building Acoustics*. Vol. 20(2), s. 157–176.

- [8] Postma, B. & Katz, B. 2014. A history of the use of reflections arrival time in pre-Sabinian concert hall design. Proceedings of Forum Acusticum 2014. Krakow, September 7–12, paper PJ04-10.
- [9] Postma, B., Jouan, S. & Katz, B. 2018. Pre-Sabine room acoustic design guidelines based on human voice directivity. The Journal of the Acoustical Society of America. Vol. 143(4), s. 2428–2437.
- [10] Postma, B. & Katz, B. 2020. Pre-Sabine room acoustic assumptions on reverberation and their influence on room acoustic design. The Journal of the Acoustical Society of America. Vol. 147(4), s. 2478–2487.
- [11] Niskanen, R. 2008. Missä soitto soi – Musiikkitalat Suomessa. Helsinki, Multikustannus Oy.
- [12] Hämäläinen 15.4.1859, ”Hämeenlinnan kirkko”.
- [13] Redogörelse öfver den bedömmandet af täflingsprojektet till en ny evangelisk kyrka för Tammerfors stad nedsatta prisnämndens värksamhet. 1901. Tekniska Föreningens i Finland Förhandlingar. Vol. 21(1), s. 3–6.
- [14] Suominen-Kokkonen, R. 2007. Josef Stenbäck. Teoksessa: Klinge, M. et al. (toim.). Suomen Kansallisbiografia, osa 9. Helsinki, Suomalaisen Kirjallisuuden Seura, s. 276–277.
- [15] Tekniska Föreningens möte den 8 december 1883. 1884. Tekniska Föreningens i Finland Förhandlingar. Vol. 4(1–2), s. 65.
- [16] Tekniska Föreningens möte den II april 1885. 1885. Tekniska Föreningens i Finland Förhandlingar. Vol. 5(2–3), s. 97.
- [17] Stenbäck, J. 1885. Om behöfligheten af en byggnadsordning för kyrkor. Tekniska Föreningens i Finland Förhandlingar. Vol. 5(2–3), s. 76–80.
- [18] Lindeqvist, K. O. 1930. Hämeenlinnan kaupungin historia 1809–1875. Hämeenlinna, Hämeenlinnan kaupunki.
- [19] Alanen, E. A. 1948. Hämeenlinnan kirkko 1798–1948. Hämeenlinna, Hämeenlinnan seurakunta.
- [20] Kirkonkokouksen pöytäkirja 21.8.1836, II Ca Pitäjän- ja kirkonkokousten pöytäkirjat 1817–1849, Hämeenlinnan kaupunkiseurakunnan arkisto, Hämeenlinnan maakunta-arkisto.
- [21] Morgonbladet 17.11.1880, ”Genom antagandet af...”.
- [22] Heikkilä, M. 1989. Linnan pastoraatista kaupunkiseurakunnaksi – Hämeenlinnan seurakunnan historia 1639–1989. Hämeenlinna, Hämeenlinnan seurakunta.
- [23] Estlander, C. G. 1891. Angående luterska kyrkan i Tavastehus. Teknikern. Nro 3, s. 15.
- [24] Stenbäck, J. 1891. Ombyggande af Tavastehus kyrka. Teknikern. Nro 22, s. 178.
- [25] Kylliäinen, M. 2016. Hämeenlinnan kirkon akustinen historia. Hämeenlinna, Hämeenlinnan sukututkimusseura, 24.11.2016.
- [26] Stenbäck, J. 1910. Till frågan om akustikens förbättrande i Nikolaikyrkan. Arkitekten. Nro 1, s. 6–10.
- [27] Sturmhoefel, A. 1889. Scene der Alten und Bühne der Neuzeit. Berlin, Verlag von Ernst & Korn.
- [28] Sturmhoefel, A. 1898. Akustik des Baumeisters oder der Schall im begrenzten Raume. Dresden, Gerhard Kühtmann.
- [29] Arkitekklubbens sammanträden. 1910. Arkitekten. Nro 9, s. 6–10.