

Akustické vlastnosti Baumhornových synagóg na Slovensku

The Acoustical Qualities of Baumhorn's Synagogues in Slovakia

Pavol Brezina, Lucia Šutková, Peter Zaňko

The synagogues in the territory of Slovakia rank among the significant historic buildings that have lost their original intended purpose. In post-Holocaust Europe, it has been necessary to find a new use for them. Among such buildings in Slovakia we can include the works of Leopold (Lipót) Baumhorn, perhaps a minor architect historically but the author of several architecturally interesting buildings. His productive period can be divided into two stages: the 'national' style of the early 20th century and the period of 1920 – 1930's, which was influenced by the WWI. Baumhorn's architectural idiom is clearly recognizable and contains mostly Romanesque, Gothic, Renaissance, Baroque and Art Nouveau elements, often combined with Moorish motifs. In Slovakia, Baumhorn designed two buildings in total – the Art Nouveau synagogue in Nitra and the Art Nouveau synagogue in Lučenec. The third building, where he acted as the architect of the reconstruction, is the Art Nouveau synagogue in Liptovský Mikuláš.

The Art Nouveau synagogue in Nitra was built in 1911 on a central square plan extended on the southern side by a polygonal bay. The Jewish community was active in Nitra until; after the expulsion of the rabbinical school of Samuel Ungar, the synagogue was used as a warehouse. Reconstruction work on the synagogue took place during the end of the 1990s and the synagogue is now used for cultural and social events. The synagogue in Liptovský Mikuláš was originally built in 1732, but had to be rebuilt due to insufficient capacity, acquiring its present form in 1906. The synagogue has two floors, with a massive columned portico on the west side behind which is an atrium. After WWII, the building became dilapidated and restoration took place after 1990. It is now used as a space for cultural and social events. The largest synagogue in Slovakia, the Art Nouveau synagogue in Lučenec, was designed by Leopold Baumhorn and built in 1924. It has a Greek cross layout with a central dome reaching up to 35.4 meters high. The building was only restored in 2016, when its demolition was imminent. In the present, the synagogue is used for cultural and social events and activities.

The investigation of the acoustic properties of the synagogues was based on several standards (in particular STN EN ISO 3382-1 and STN EN 60268-16) and methodologies. The main methodological basis was the publication by Pavol Brezina, *Acoustic Conditions in Historic Sites in Slovakia [Akustické podmienky v historických priestoroch na Slovensku]*. Two types of devices – a sound source and microphones – were placed in the synagogues. In all the synagogues, the sound source was positioned in three locations representing the most appropriate stage location of musical instruments. The microphones were placed in different positions and their number differed for each synagogue. In the Nitra and Lučenec synagogues, 12 microphone positions were created and in Liptovský Mikuláš 11 positions were chosen. The main objective of the research was to describe the primary acoustic parameters that relate to the new purpose of all the synagogues studied – the organizing of cultural and social events. At these events, the dominant elements are music and the spoken word. Therefore, one of the most important parameters studied was the reverberation time (T_{30}). In all three synagogues, the measured reverberation time was significantly greater (more than 4 seconds) than the recommended value for concert venues (within 2 seconds). In addition, the reverberation time has a significant impact on the intelligibility of speech, and spaces like this without a sound reinforcing system cannot be used for their present purpose. This finding was also confirmed by the measurement of a specific parameter of the speech transmission index (STI), where the values of speech intelligibility only reached the level of poor to average. Regarding musical productions, the halls of the examined synagogues are extremely specific, and it is important to pay close attention to the selection of suitable musical ensembles and musical repertoire. For musical performances,

NEOLOGICKÁ SYNAGÓGA V NITRE

SYNAGOGUE IN NITRA

Autor Author: Peter Zafko



the investigated areas are particularly appropriate for works of slow tempo played on musical instruments that do not have a pronounced percussion character. The examination of the clarity index C_{80} , which compares early sound energy arriving in the first 80 ms and late sound energy, arriving after 80 ms, showed values well below the 0 dB threshold suggesting that the investigated spaces are particularly suitable for organ music.

The aim of investigating the acoustic properties of the synagogues built by Leopold Baumhorn is not just to provide a dry statistical description but also to try to preserve the acoustics of the space in a more expressive form. Therefore, the archiving of the acoustic model, which can be used, for example, when presenting a synagogue as a conference venue or in a website, was also carried out in each space. Besides the practical use, documenting the acoustic properties of sites and their sound models can be seen as preserving a form of intangible cultural heritage, the importance of which has been increasing in recent years. The acoustic properties of Baumhorn's synagogues represent the first methodologically unified complex set to which the research team plans to gradually add other constructions.

Leopold Baumhorn a synagógy na Slovensku

Akustické vlastnosti sakrálnych priestorov sú predmetom skúmania už pomerne dlhé obdobie, no až v posledných rokoch sa do popredia dostáva analýza priestorov, ktoré sú historickým vývojom predurčené na zmenu pôvodnej funkcie využitia. Jedným z takýchto špecifických súborov stavieb sú práve synagógy. Tie sa po období druhej svetovej vojny vo väčšine už nevyužívali na pôvodný účel a mnohé z nich následkom toho aj zanikli. Zo synagóg, ktoré sa na Slovensku zachovali, patria k najvýznamnejším určite stavby staviteľa a architekta Leopolda Baumhorna. Nepatrí síce k najväčším architektom svojej doby (najmä ak berieme do úvahy mená architektov ako Lechner Ödön, Lajta Béla, Komor Marcel či Jakab Dezső, tvorcov národného uhorského štýlu spájajúceho prvky ľudového umenia a nastupujúcej secesie), no napriek tomu štyroch desaťročí aktívnej tvorby vytvoril počas významné diela. Väčšina z nich sú veľké, elegantne zdobené chrámy, ktoré boli pýchou židovskej komunity, aj

samotného mesta. Leopold Baumhorn sa narodil v Kisbéréne v Komárňanskej župe. Po ukončení základnej školy v Győri pokračoval v štúdiu na Technische Hochschule vo Viedni, kde ho učili stavební majstri ako König, Ferstel a Weyr. V rokoch 1884 – 1894 pracoval pod vedením architekta Ödöna Lechnera v Budapešti.¹ Rušné architektonické dianie a priame kontakty s osobnosťami poskytli Leopoldovi Baumhornovi podnety a možnosti stretnúť sa s aktuálnymi trendmi, ktoré ovplyvnili jeho smerovanie a architektonický štýl.² Podieľal sa na výstavbe viac ako 25 synagóg a mnoho ďalších v Rakúsko-Uhorsku obnovil. Podľa tvrdenia Szegőa Györgya patrí k najvýznamnejším maďarským architektom kostolov a jeho aktivitu možno rozdeliť do dvoch období:

- začiatok 20. storočia – národný štýl,
- roky 1920 – 1930 – obdobie ovplyvnené prvou svetovou vojnou.



**NEOLOGICKÁ SYNAGÓGA
V LIPTOVSKOM MIKULÁŠI**
SYNAGOGUE IN LIPTOVSKÝ
MIKULÁŠ

Autor Author: Peter Zaťko

Architektonické usporiadanie, riešenie či vybavenie synagóg je funkčne a logicky premyslené, prísne tradičné a predpísané náboženským zákonom dodržiavaným až do 19. storočia.³ Na prelome 19. a 20. storočia spôsobil nárast židovského obyvateľstva väčší dopyt po synagógach. Baumhornov štýl bol jasne rozpoznateľný, obsahoval románske, gotické, renesančné, barokové a secesné prvky, ktoré často miešal s maurskými motívmi.⁴ Reformné úpravy a odlišnosť od ortodoxného štýlu bola podmienkou mnohých objednávateľov v tomto období. Leopold Baumhorn bol jedným z architektov, ktorí reflektovali nový štýl s prihliadnutím na prvky židovskej tradície.⁵ Dokázal zásadným spôsobom zvýrazniť svoje umelecké a obchodnícke kvality a vďaka tomu realizoval mnoho stavieb. Plány jeho synagóg dodržiavali prísny kódex. Obsahovali štvorcovú modlitebnú miestnosť lemovanú dvoma alebo štyrmi schodiskami vedúcimi k ženskej galérii, ktorá stála v exteriéri. Baumhornove synagógy stoja v mnohých častiach Maďarska, rovnako aj v susedných regiónoch – na Slovensku, v Rumunsku a v Srbsku.⁶ Medzi jeho stavby patrí napríklad synagóga v Ostrihome, Budapešti, Temešvári, Novom Sade či v Rijeke.⁷ Leopold Baumhorn zomrel vo veku 72 rokov vo svojom rodnom meste. Je pochovaný na Ústrednom židovskom cintoríne v Budapešti. Na jeho náhrobnom kameni je vyobrazená práve Szegedská synagóga.⁸

V súčasnosti je na Slovensku vyše sto synagóg a modlitební. Mnohé boli zničené počas holokaustu alebo komunistického totalitného režimu.⁹ Na Slovensku sa Leopold Baumhorn architektonicky podieľal na výstavbe synagógy v Lučenci, v Nitre a na renovácii synagógy v Liptovskom Mikuláši. V súčasnosti sú všetky tri budovy prístupné verejnosti a využívajú sa na kultúrne účely. Priestory všetkých troch synagóg sa v prevažnej

väčšine po zmene funkčnosti využívajú na koncertné účely, kde akustické vlastnosti zohrávajú mimoriadne dôležitú úlohu. Cieľom akustického terénneho výskumu je preto zozbieranie relevantného množstva dát, na základe ktorých bude možné tieto priestory kategorizovať, prípadne navrhnúť zmeny na úpravu interiéru s cieľom dosiahnuť akusticky kvalitnejšie prostredie.

Neologická synagóga v Nitre

Nitrianska synagóga je vzácnou architektonickou pamiatkou zapísanou v Ústrednom zozname pamiatkového fondu Slovenskej republiky. Dominanta mesta, postavená podľa projektu architekta Leopolda Baumhorna, bola slávnostne posvätená 19. septembra v roku 1911. Má centrálny štvorcový pôdorys, rozšírený na južnej strane o polygonálny rizalit. Hlavný vstup na nachádza na južnom priečelí. Tvoria ho dvojkrídlové vstupné dvere s bohatým ozdobným kovaním a kovanou kľučkou. Vnútorňa výzdoba synagógy je skromná, interiér synagógy tvorí sieňový priestor otvorený do ústrednej kupoly, ktorú nesú štyri piliere s ozdobnými hlavicami. Po stranách centrálného priestoru obieha empóra, prístupná z troch strán točitým schodiskom.¹⁰ Synagógu poznačili kruté udalosti, ktoré zasiahli tunajších židovských obyvateľov. Ešte v roku 1940 žilo v Nitre 4 358 Židov, z ktorých väčšina počas holokaustu zahynula. Mesto bolo dôležitým centrom židovského vzdelávania až do roku 1944, keď zanikla aj rabínska škola Samuela Ungara.¹¹ Po prerušení kontinuity vzájomného spoluzitia niekoľkých etník a náboženských skupín sa sakrálny objekt využíval ako sklad. Obnova tejto budovy sa začala v roku 1982. Nitrianskej verejnosti bola sprístupnená až v roku 2003. Keďže synagóga má vynikajúcu akustiku, jej otvorením a sprí-

NEOLOGICKÁ SYNAGÓGA V LUČENCI

SYNAGOGUE IN LUČENEC

Autor Author: Peter Zaľko



stupnením verejnosti mesto Nitra získalo vzácny priestor na realizáciu komorných koncertov, literárnych večerov či výstav.¹² Svoje miesto tu mala aj expozícia Múzea židovskej kultúry Slovenského národného múzea v Bratislave pod názvom *Osudy slovenských Židov*.¹³

Neologická synagóga v Liptovskom Mikuláši

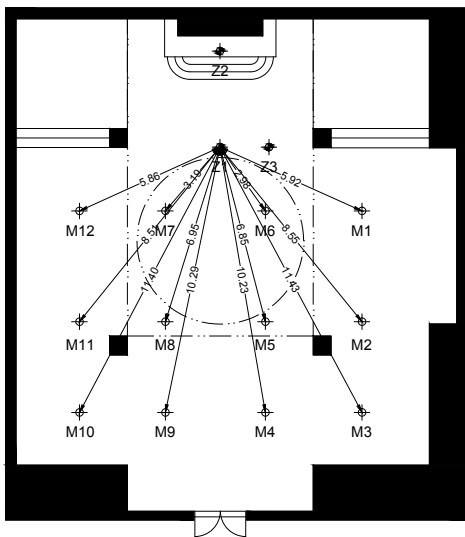
Náboženskej obci Liptovského Mikuláša bola v roku 1732 postavená prvá synagóga. Židovská obec sa postupne rozrastala a priestory pôvodnej synagógy boli nedostačujúce. Preto pôvodnú synagógu nahradili novou. Po zničujúcich požiaroch v rokoch 1878 a 1903 bola synagóga obnovená a po poslednom požiari v roku 1906 prestavaná do dnešnej podoby podľa architektonického plánu Leopolda Baumhorna.¹⁴ Synagóga má dve podlažia, na západnej strane mohutný predsuntý stĺpový portikus, za ktorým je predsieň. Vnútorň priestor z troch strán oblieha galéria. Pri prestavbe sa stala synagóga v Liptovskom Mikuláši jednou z najväčších a najkrajších na území Slovenska.¹⁵ Po druhej svetovej vojne prestala synagóga slúžiť svojmu pôvodnému účelu. Mestský národný výbor ju v roku 1979 odkúpil od židovskej obce. Niekoľko rokov potom slúžila ako skladový priestor, čo viedlo k jej výraznému poškodeniu. Po roku 1990 mesto investovalo nemalú sumu na jej obnovu. V súčasnosti patrí opäť Ústrednému zväzu židovských náboženských obcí v Slovenskej republike. V letných mesiacoch je sprístupnená verejnosti a využíva sa ako priestor na kultúrne podujatia.¹⁶

Neologická synagóga v Lučenci

Najpočetnejšia novohradská židovská obec sa vytvorila v Lučenci. Neologická synagóga bola postavená v roku 1863 na juhovýchodnom okraji mesta. Vďaka štyrom nárožným vežičkám, ktoré sa podobajú na minarety, má stavba orientálny vzhľad. V roku 1924 starú synagógu zbúrali a na jej mieste postavili novú podľa projektu Leopolda Baumhorna. Prelínajú sa v nej prvky maurského a byzantského slohu s výrazovými prostriedkami secesie. Lučenecká synagóga je najväčšia na Slovensku, má pôdorys gréckeho kríža s centrálnou kupolou dvíhajúcou sa do výšky 35,4 metra.¹⁷ Počas socializmu slúžila ako sklad umelých hnojív. V roku 2016 na synagóge realizovali kompletnú rekonštrukciu interiéru a statické zabezpečenie.¹⁸ Zámerom rekonštrukcie bolo vytvoriť multifunkčné kultúrne centrum slúžiace širokej verejnosti so zachovaním všetkých kultúrohistorických, architektonických hodnôt národnej kultúrnej pamiatky.¹⁹

Metodika merania akustického priestoru

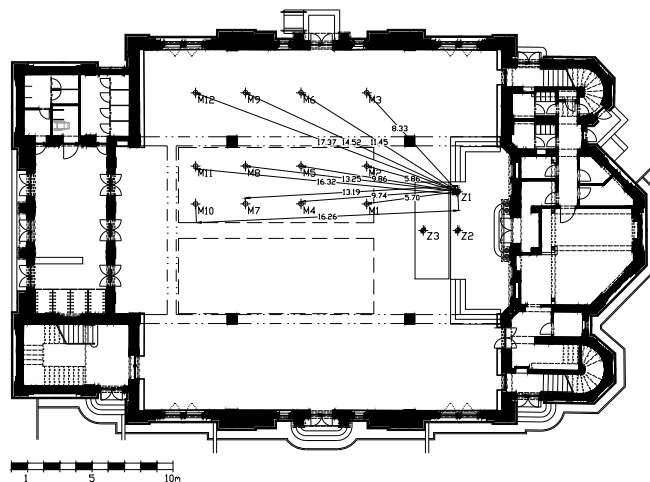
Metodika snímania akustických vlastností všetkých troch synagóg vychádza predovšetkým z požiadaviek noriem STN EN ISO 3382-1²⁰ a STN EN 60268-16.²¹ Keďže synagógy už neslúžia svojmu pôvodnému účelu, ale využívajú sa na usporadúvanie kultúrno-spoločenských podujatí, metodika rozloženia zdrojov zvuku a mikrofónov vychádza aj z odporúčaní na meranie akustických parametrov sakrálnych priestorov²² a koncertných priestorov.²³ Konceptom metodiky vychádza výskum z publikácie *Akustické*



**PÔDORYS SYNAGÓGY V NITRE
A ROZMIESTNENIE POZÍCIÍ
ZDROJA ZVUKU A MIKROFÓNOV
(VZDIALENOSTI SÚ UVEDENÉ
V METROCH)**

LAYOUT OF THE SYNAGOGUE IN
NITRA AND POSITIONS OF SOUND
SOURCE AND MICROPHONES
(DISTANCES ARE METRIC)

Autor Author: Peter Zaťko



**PÔDORYS SYNAGÓGY V LUČENEC
A ROZMIESTNENIE POZÍCIÍ
ZDROJA ZVUKU A MIKROFÓNOV
(VZDIALENOSTI SÚ UVEDENÉ
V METROCH)**

LAYOUT OF THE SYNAGOGUE
IN LUČENEC AND POSITIONS
OF SOUND SOURCE AND
MICROPHONES (DISTANCES ARE
METRIC)

Autor Author: Peter Zaťko

podmienky v historických priestoroch na Slovensku.²⁴ Pri meraniach boli využité nasledujúce technické zariadenia:

- všesmerový zdroj zvuku Norsonic Nor276,
- smerový aktívny reproduktor Yamaha HS50 (pre potreby vytvorenia akustického modelu priestoru),
- zvuková karta Roland Quad Capture,
- kalibrováný meračí mikrofón Audix TM1 Plus,
- meracie mikrofóny Behringer ECM8000 (pre potreby vytvorenia akustického modelu priestoru),
- umelá hlava Soundman John s kalibrovanými mikrofónmi Soundman OKM II,
- meračí softvér ARTA,
- konvulčný dozvukový program AudioEase Altverb 7.

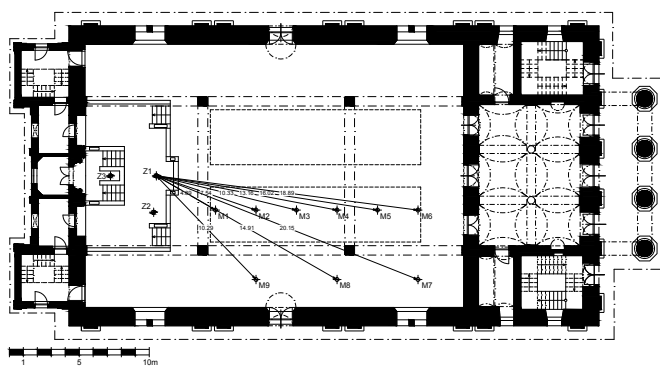
Terénne výskumy sa uskutočnili v nasledujúcich dátumoch:

Nitra – 15. júna 2015, Liptovský Mikuláš – 24. októbra 2015, Lučenec – 11. júna 2016.

Polohy zdroja zvuku

Všesmerový zdroj zvuku bol vo všetkých skúmaných objektoch umiestnený vo výške 1,5 metra nad podlahou celkovo v troch pozíciách. Voľby pozícií zodpovedajú štandardnému umiestneniu interpretov a hudobných nástrojov v priestore synagóg. V nitrianskej synagóge je na pozícii Z1 najčastejšie umiestňovaný klavír, pozícia Z3 zodpovedá stojacemu alebo sediacemu sólistovi a pozícia Z2 predstavuje priestor pre zborové spevácke telesá (obrázok na s. 214 v ľavo hore).

Pozícia Z2 zároveň zahŕňa aj priestor vyvýšeného pódia v minulosti slúžiaceho pre potreby bohoslužieb. Pre vytvorenie akustického modelu priestoru bol zdroj zvuku umiestnený v pozícii Z1 vzhľadom na požiadavku čo najsúmernejšieho vybudenia zvuku



**PÔDORYS SYNAGÓGY
V LIPTOVSKOM MIKULÁŠI
A ROZMIESTNENIE POZÍCIÍ
ZDROJA ZVUKU A MIKROFÓNOV
(VZDIALENOSTI SÚ UVEDENÉ
V METROCH)**

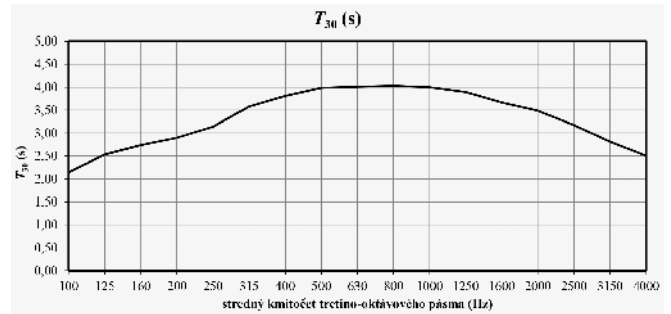
LAYOUT OF THE SYNAGOGUE
IN LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ
AND POSITIONS OF SOUND SOURCE
AND MICROPHONES (DISTANCES
ARE METRIC)

Autor Author: Peter Zaťko

**ČAS DOZVUKU T_{30} (S)
V TRETINOOKTÁVOVOM
FREKVENČNOM PÁSME
(SYNAGÓGA V NITRE)**

REVERBERATION TIME T_{30} (S)
IN THIRD-OCTAVE FREQUENCY
SPECTRUM (SYNAGOGUE IN NITRA)

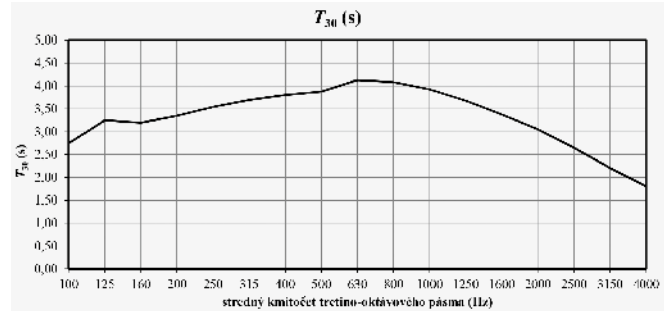
Autor Author: Pavol Brezina



**ČAS DOZVUKU T_{30} (S)
V TRETINOOKTÁVOVOM
FREKVENČNOM PÁSME
(SYNAGÓGA V LIPTOVSKOM
MIKULÁŠI)**

REVERBERATION TIME T_{30} (S)
IN THIRD-OCTAVE FREQUENCY
SPECTRUM (SYNAGOGUE
IN LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ)

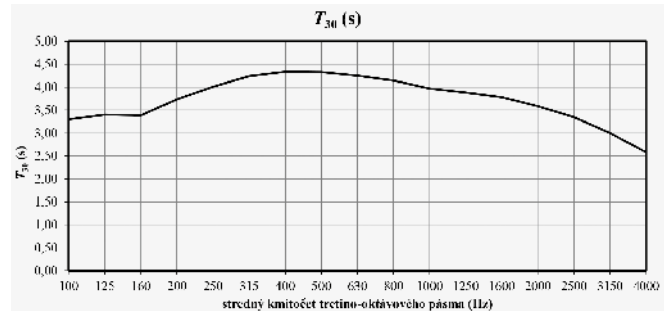
Autor Author: Pavol Brezina



**ČAS DOZVUKU T_{30} (S)
V TRETINOOKTÁVOVOM
FREKVENČNOM PÁSME
(SYNAGÓGA V LUČENCI)**

REVERBERATION TIME T_{30} (S)
IN THIRD-OCTAVE FREQUENCY
SPECTRUM (SYNAGOGUE IN
LUČENEC)

Autor Author: Pavol Brezina



v priestore. V synagóge v Liptovskom Mikuláši sa pozície nachádzali na vyvýšenom pódium v južnej časti synagógy. Z1 a Z2 boli umiestnené na prvom vyvýšenom stupni a pozícia Z3 v priestore niekdajšieho Aron ha-kodeš (obrázok na s. 214 v pravo hore).

Akustický model priestoru bol vytvorený z pozície Z1 kvôli zachovaniu súmernosti zvukového modelu priestoru. Lučenecká synagóga má v súčasnosti v priestore južného vyvýšeného pódia aj umelo predsunuté pódium pre potreby organizácie kultúrno-spoločenských akcií. Pozícia Z3 bola preto umiestnená aj v tomto umelo dotvorenom priestore (obrázok na s. 214 dolu). Ostatné pozície zdroja zvuku vychádzajú zo štandardných umiestnení použitých aj v predchádzajúcich dvoch synagógach.

Merania vo všetkých priestoroch boli vykonané v stave bez obsadenia.

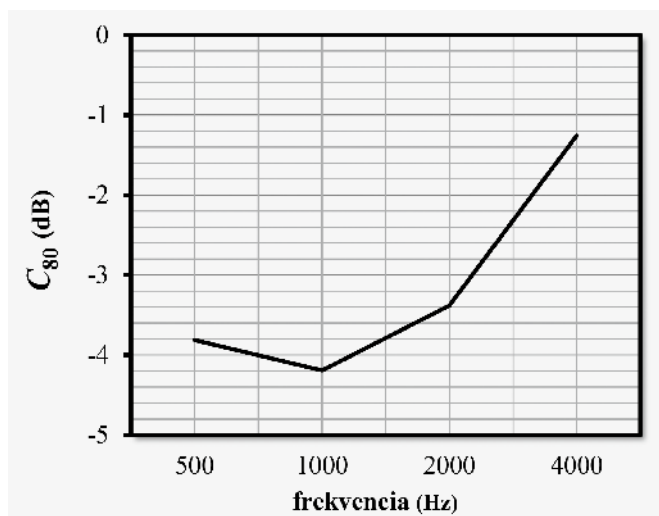
Polohy mikrofónov

V každej zo synagóg bol umiestnený vzhľadom na charakter priestoru iný počet meracích mikrofónových bodov. Mikrofón bol vždy umiestnený vo výške uší sediaceho poslucháča, čo predstavuje úroveň 1,2 metra nad podlahou. V každej pozícii sa vykonali tri následne priemerované merania na dosiahnutie vyššej presnosti merania. V priestore nitrianskej synagógy bolo zvolených dvanásť meracích mikrofónových bodov M (obrázok na s. 214 v ľavo hore). Na balkónoch pozície situované neboli,

keďže tento priestor sa nevyužíva počas kultúrnych akcií a v čase merania bol určený stálej expozícii. Pre tvorbu akustického modelu priestoru sa využili mikrofónové pozície M5 a M8. V synagóge v Liptovskom Mikuláši bolo zvolených jedenásť meracích mikrofónových bodov. Deväť v 1. nadzemnom podlaží (obrázok na s. 214 v pravo hore) a dva v 2. nadzemnom podlaží. Keďže priestor synagógy je symetrický podľa pozdĺžnej osi, merania sa uskutočnili len v jednej polovici priestoru. Akustický model priestoru bol snímaný približne z pozície M3 a jej zrkadlovej pozície. Meracie mikrofónové body v lučeneckej synagóge boli umiestnené v dvanástich pozíciách v 1. nadzemnom podlaží a v dvoch pozíciách v 2. nadzemnom podlaží (obrázok na s. 214 dolu). Keďže takisto ide o priestor symetrický podľa pozdĺžnej osi, merania boli vykonané len v jednej polovici priestoru. Akustický model priestoru bol zosnímaný z pozície M4 a jej zrkadlovej pozície.

Metodika snímania akustiky priestoru

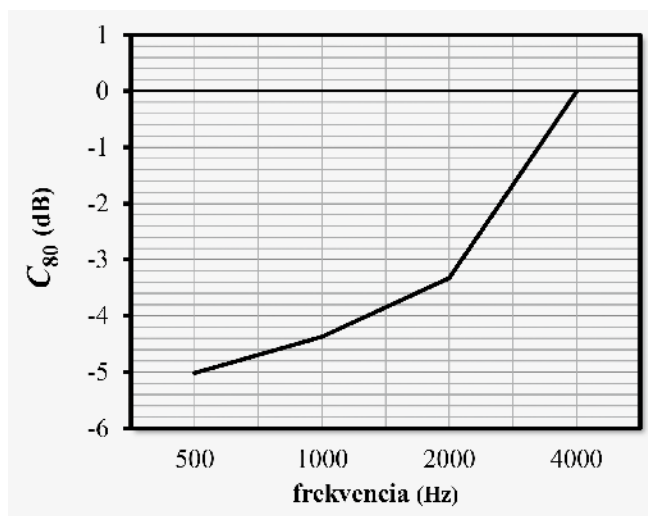
Snímanie a reprodukcia akustického priestoru boli realizované pomocou konvolučného dozvukového procesora Altiverb 7 podľa metodiky poskytnutej spoločnosťou AudioEase. Reprodukcia akustiky priestoru je vhodná pre postprodukčnú úpravu monofonického zvukového signálu (napríklad hovorené slovo, spev, sólový nástroj).



MIERA JASNOSTI PRE HUDBU
 C_{80} (dB) V OKTÁVOVOM
FREKVENČNOM PÁSME
(SYNAGÓGA V NITRE)

CLARITY FOR MUSIC C_{80} (dB) IN
OCTAVE FREQUENCY SPECTRUM
(SYNAGOGUE IN NITRA)

Autor Author: Pavol Brezina



MIERA JASNOSTI PRE HUDBU
 C_{80} (dB) V OKTÁVOVOM
FREKVENČNOM PÁSME
(SYNAGÓGA V LIPTOVSKOM
MIKULÁŠI)

CLARITY FOR MUSIC C_{80} (dB) IN
OCTAVE FREQUENCY SPECTRUM
(SYNAGOGUE IN LIPTOVSKÝ
MIKULÁŠ)

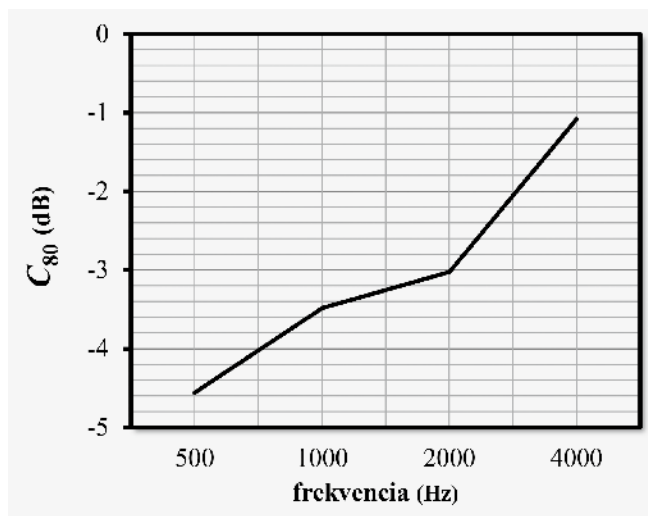
Autor Author: Pavol Brezina

Vyhodnotenie výskumu a závery

Priestory skúmaných synagóg slúžia v súčasnosti na koncertné a kultúrno-spoločenské podujatia, preto sa vyhodnotenie výskumu opiera predovšetkým o normu STN EN ISO 3382-1. Prezentované dáta vychádzajúce z tejto normy sú priemerom meraní vo všetkých pozíciách mikrofónov a zdrojov zvuku tak, ako sú zakreslené v pôdorysoch (obrázky na s. 214).

- čas dozvuku (T_{30})

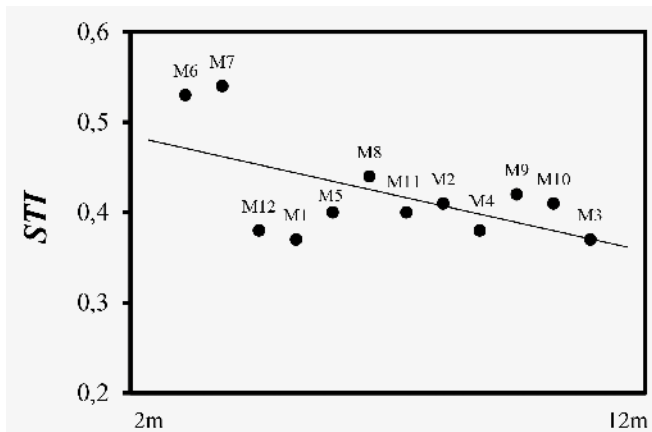
Jedným z najdôležitejších ukazovateľov charakteristiky akustických vlastností priestoru je čas dozvuku získaný z poklesovej krivky v rozsahu 30 dB. Beranek²⁵ odporúča, aby sa priemerná hodnota dozvuku v koncertnej sále pohybovala v rozmedzí 1,9 až 2,1 sekundy. Dlhší čas dozvuku vplýva aj na nižšiu zrozumiteľnosť hovoreného slova. Nitrianska synagóga disponuje dlhším časom dozvuku (graf na s. 215 hore v ľavo), aký je vo všeobecnosti odporúčaný v štandardných koncertných sálach, a vo väčšej časti frekvenčného spektra vysoko prevyšuje hranicu dvoch sekúnd. Priestor synagógy v Liptovskom Mikuláši vykazuje podobne vyššie hodnoty času dozvuku (graf na s. 214 hore v pravo) a priebeh krivky grafu T_{30} je do značnej miery podobný s krivkou nitrianskej synagógy v oblasti vysokých frekvencií. Priebeh krivky času dozvuku nameraného v synagóge v Lučenci (graf na s. 215 dolu) má oproti predchádzajúcim dvom synagógam mierne vyšší nárast v oblasti nižších frekvencií. Celkovo sa však úroveň času dozvuku pohybuje na podobných hodnotách. Z pohľadu dĺžky dozvuku sú všetky tri skúmané priestory vhodné predovšetkým pre hudobné nástroje, ako sú organ, dychové nástroje alebo akustická gitara. Voľba hudobného repertoáru by mala byť zacielená na výber pomalších skladieb s menším dôrazom na perkusívny charakter. Priestory takisto nie sú vhodné na



MIERA JASNOSTI PRE HUDBU
 C_{80} (dB) V OKTÁVOVOM
FREKVENČNOM PÁSME
(SYNAGÓGA V LUČENCI)

CLARITY FOR MUSIC C_{80} (dB) IN
OCTAVE FREQUENCY SPECTRUM
(SYNAGOGUE IN LUČENEC)

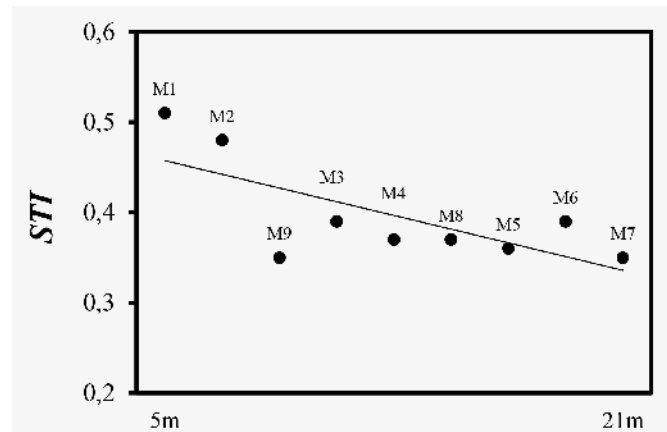
Autor Author: Pavol Brezina



INDEX PRENOSU REČI *STI*
VYJADRENÝ PRE KAŽDÚ MERANÚ
POZÍCIU A JEJ VZDIALENOSŤ OD
ZDROJA ZVUKU Z1 (SYNAGÓGA
V NITRE)

SPEECH TRANSMISSION INDEX
STI FOR EVERY MEASURED
POSITION AND ITS DISTANCE FROM
SOUND SOURCE Z1 (SYNAGOGUE IN
NITRA)

Autor Author: Pavol Brezina



INDEX PRENOSU REČI *STI*
VYJADRENÝ PRE KAŽDÚ MERANÚ
POZÍCIU A JEJ VZDIALENOSŤ OD
ZDROJA ZVUKU Z1 (SYNAGÓGA
V LIPTOVSKOM MIKULÁŠI)

SPEECH TRANSMISSION INDEX
STI FOR EVERY MEASURED
POSITION AND ITS DISTANCE FROM
SOUND SOURCE Z1 (SYNAGOGUE
IN LIPTOVSKÝ MIKULÁŠ)

Autor Author: Pavol Brezina

prednes hovoreného slova bez ozvučenia, lebo dlhší čas dozvuku negatívne vplýva na zrozumiteľnosť reči.

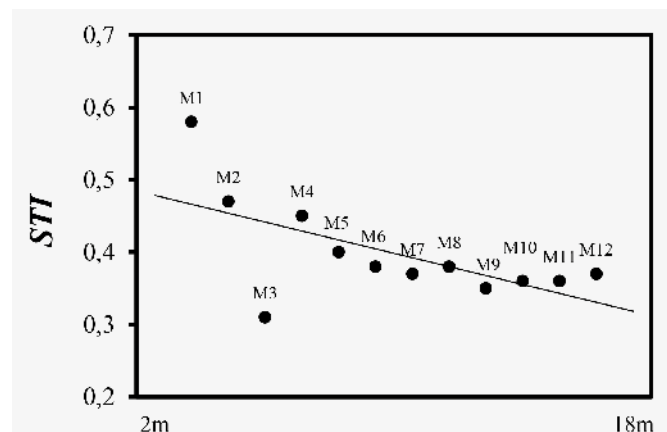
- index počiatkovej a neskoršie prichádzajúcej zvukovej energie (C_{80})

Dôležitým parametrom z pohľadu jasnosti a zrozumiteľnosti hudby v priestore je pomer počiatkovej a neskoršie prichádzajúcej zvukovej energie C_{80} . Vo všetkých meraných priestoroch (grafy na s. 216) sa hodnoty nachádzajú predovšetkým vo frekvenčnom pásme 500 až 2 000 Hertzov výrazne pod úrovňou hranice o dB. Tieto hodnoty spadajú podľa aktuálnej kategorizácie parametra C_{80} do pásma koncertných priestorov vhodných, ako už bolo uvedené, na interpretáciu hudby dychovými nástrojmi, organom alebo gitarou. Priestor nie je príliš vhodný pre nástroje perkusívneho charakteru (klavír, perkusie, bicie nástroje), ktorých frekvenčná odozva dominuje na stredných až nízkych frekvenciách.

- index prenosu reči (*STI*)

V súčasnosti sa už vo väčšine synagóg, ktoré sa využívajú na kultúrno-spoločenské akcie, používa ozvučovací systém. Z historického hľadiska je však prínosné zistiť, aká je miera zrozumiteľnosti hovoreného slova v daných priestoroch bez použitia ozvučenia. Podľa normy STN EN 60268-16 je zrozumiteľnosť reči definovaná indexom prenosu reči *STI* a rozdelená je do niekoľkých kategórií (tabuľka na s. 218).

Kedže hodnoty parametra *STI* priamo závisia od vzdialenosti mikrofónu od zdroja zvuku, tento údaj je pre lepšiu orientáciu zakreslený aj v pôdorysoch všetkých synagóg (obrázky na s. 214). Graf na s. 217 v ľavo hore prezentuje výsledky meraní parametru *STI* v nitrianskej synagóge a v polohe zdroja zvuku Z1. Z grafu je zrejmé, že zrozumiteľnosť reči bez použitia ozvučenia sa v celom priestore pohybuje na priemernej úrovni. Pozície mikrofónov



INDEX PRENOSU REČI *STI*
VYJADRENÝ PRE KAŽDÚ MERANÚ
POZÍCIU A JEJ VZDIALENOSŤ OD
ZDROJA ZVUKU Z1 (SYNAGÓGA
V LUČENECI)

SPEECH TRANSMISSION INDEX *STI*
FOR EVERY MEASURED
POSITION AND ITS DISTANCE FROM
SOUND SOURCE Z1 (SYNAGOGUE IN
LUČENEC)

Autor Author: Pavol Brezina

| Parameter STI | Subjektívne hodnotenie zrozumiteľnosti |
|------------------------|--|
| STI parameters | Subjective evaluation of intelligibility |
| $0,75 \leq STI$ | Výborná Outstanding |
| $0,60 \leq STI < 0,75$ | Dobrá Good |
| $0,45 \leq STI < 0,60$ | Uspokojivá Satisfactory |
| $0,30 \leq STI < 0,45$ | Slabá Weak |
| $STI < 0,30$ | Zlá Bad |

M6 a M7 majú výrazne vyššie hodnoty, lebo sa nachádzajú najbližšie k zdroju zvuku. Najnižšia zrozumiteľnosť je v bodoch M12 a M1, ktoré sa nachádzajú na periférii smerovosti vyžarovania zdroja zvuku. V priestore synagógy v Liptovskom Mikuláši bol parameter *STI* meraný pre zdroj zvuku v pozícii Z1 (graf na s. 217 v pravo hore). Zrozumiteľnosť hovoreného slova sa v celom priestore pohybuje na slabej až priemernej úrovni. Najvyššiu úroveň zrozumiteľnosti majú opäť body, ktoré sú k zdroju zvuku najbližšie (M1 a M2). Výrazne najnižšia úroveň zrozumiteľnosti bola zaznamenaná v bode M9, čo je spôsobené blokováním priamych zvukových vln stĺpom nachádzajúcim sa medzi zdrojom zvuku a mikrofónovou pozíciou. Synagóga v Lučenci má sponedzi všetkých meraných priestorov najhoršiu úroveň zrozumiteľnosti *STI* (graf na s. 217 dolu). Je to spôsobené aj tým, že ide o priestor s výrazne väčším objemom. Prvé tri merané pozície (M1, M2 a M3) najlepšie vystihujú prudký pokles zrozumiteľnosti v závislosti od vzdialenosti mikrofónu a zdroja zvuku. Priame zvukové vyžarovanie k pozícii s najnižšou zrozumiteľnosťou M3 je navyše blokované stĺpom, podobne ako v synagóge v Liptovskom Mikuláši. Ostatné merané pozície však korelujú v porovnaní s ostatnými synagógami v menších hodnotách. Z uvedených skúmaných dát možno vyvodit' záver, že priestory skúmaných synagóg nie sú v súčasnom stave akustického riešenia schopné poskytnúť akceptovateľnú úroveň zrozumiteľnosti hovoreného slova. Ozvučovacie systémy sú preto na tento účel nevyhnutné.

Diskusia

Tri synagógy na Slovensku, ktorých architektom je Leopold Baumhorn, tvoria významné kultúrne dedičstvo. Aj napriek tomu, že už neslúžia pôvodnému účelu, sú bohato využívané na rôzne kultúrno-spoločenské podujatia a práve vzhľadom na zvukové a akustické požiadavky vyplývajúce z nového spôsobu využitia je nesmierne potrebné popísať akustické vlastnosti týchto priestorov. Tie môžu byť nápomocné správcom daných priestorov, ale aj interpretom a umelcom, ktorí sa v nich chystajú organizovať koncerty. Okrem praktického využitia je zdokumentovanie akustických vlastností priestorov a ich zvukových modelov určitou formou uchovania nehmotného kultúrneho dedičstva, ktorého význam sa v ostatnom období zvyšuje. Akustické vlastnosti Baumhornových synagóg tvoria prvý metodicky rovnako spracovaný a komplexný súbor, ktorý výskumný tím plánuje postupne dopĺňať aj o ďalšie stavby.

DELENIE SUBJEKTÍVNEHO HODNOTENIA ZROZUMITELNOSTI REČI PODĽA NORMY STN EN 60268-16

SUBJECTIVE RANKING OF SPEECH INTELLIGIBILITY DEFINED BY STN EN 60268-16

Autor Author: Pavol Brezina

DOC. MGR. PAVOL BREZINA, PHD. MGR. LUCIA ŠUTKOVÁ

KATEDRA HUDBY,
PEDAGOGICKÁ FAKULTA
UNIVERZITA KONŠTANTÍNA
FILOZOFA V NITRE

Dražovská cesta 4, 949 74 Nitra
Slovensko

pbrezina@ukf.sk
lucia.sutkova@ukf.sk

ING. PETER ZAĽKO

STAVEBNÁ FAKULTA
SLOVENSKÁ TECHNICKÁ
UNIVERZITA V BRATISLAVE

Radlinského 11, 810 05 Bratislava
Slovensko

zatko@euroakustik.sk

1 GYÖRGY, Szegő et al., 1999. *Baumhorn Lipót Építész 1860 – 1932*. Budapest: deMax Print, s. 5 – 6.

2 ŠOLTÉSOVÁ, Danica, 2004. Baumhornove stavby na Slovensku. *Architektúra & urbanizmus*. **38**(3 – 4), s. 217.

3 KOLLÁR, Daniel, 2013. *Kultúrne krásy Slovenska, Synagógy*. Bratislava: DAJAMA, s. 5.

4 György, S., 1999, s. 7 – 9.

5 Znonitra.sk. *Synagóga – exkurz do minulosti*. [online] 2016 [cit. 14. 11. 2016], Dostupné z: <http://www.znonitra.sk/>

6 Centropa.org. *Lipót Baumhorn Tour*. [online] 2016 [cit. 28. 11. 2016], Dostupné z: <http://www.centropa.org/>

7 Yivoencyklopedia.org. *Baumhorn, Lipót*. [online] 2016 [cit. 14. 11. 2016], Dostupné z: <http://www.yivoencyklopedia.org/>

8 E-architecture.ro. *Leopold (Lipót) Baumhorn Critical review*. [online] 2017 [cit. 27. 2. 2017], Dostupné z: <http://www.e-architecture.ro/>

9 Slovak-jewish-heritage.org. *Synagógy*. [online] 2016 [cit. 28. 11. 2016], Dostupné z: <http://www.slovak-jewish-heritage.org/>

10 Kollár, D., 2013, s. 58 – 59.

11 Slovak-jewish-heritage.org. *Nitra – synagóga*. [online] 2017 [cit. 27. 2. 2017], Dostupné z: <http://www.slovak-jewish-heritage.org/>

12 Nitra.sk. *História synagógy*. [online] 2016 [cit. 28.11.2016], Dostupné z: <http://www.nitra.sk/>

13 Znonitra.sk, 2016.

14 Zilina-gallery.sk. *Židovský cintorín Liptovský Mikuláš*. [online] 2016 [cit. 1. 12. 2016], Dostupné z: <http://www.zilina-gallery.sk/>

15 Kollár, D., 2013, s. 17.

16 Mikulas.sk. *Synagóga*. [online] 2016 [cit. 20. 11. 2016], Dostupné z: <http://www.mikulas.sk/>

17 Kollár, D., 2013, s. 99.

18 Spravy.pravda.sk. *Židovská synagóga je opäť pýchou Lučenca*. [online] 2016 [cit. 28. 11. 2016], Dostupné z: <http://www.spravy.pravda.sk/>

19 Lukus.sk. *Lučenecká synagóga*. [online] 2016 [cit. 28. 11. 2016], Dostupné z: <http://www.lukus.sk/>

20 SUTN. 2004. *STN EN ISO 3382 Meranie akustických vlastností miestnosti Časť 1: Sálové priestory*. Bratislava: Slovenský ústav technickej normalizácie.

21 SUTN. 2011. *STN EN 60268-16 Elektroakustické zariadenia. Časť 16: Objektívne hodnotenie zrozumiteľnosti reči indexom prenosu reči*. Bratislava: Slovenský ústav technickej normalizácie.

22 MARTELLOTTA, Francesco et al., 2009. Guidelines for acoustical measurements in churches. *Applied Acoustics*. **70**(2), s. 378 – 388.

23 HIDAKA, Takayuki, BERANEK, Leo L. a OKANO, Toshiyuki, 1995. Interauralcross-correlation, Lateral Fraction, and Low- and High-frequency Levels as Measures of Acoustical Quality in Concert Halls. *The Journal of the Acoustical Society of America*. **98**(2), s. 988 – 1007.

24 BREZINA, Pavol, 2014. *Akustické podmienky v historických priestoroch na Slovensku*. Nitra: UKF. 80 s.

25 BERANEK, Leo L., 2011. The sound strength parameter G and its importance in evaluating and planning the acoustics of halls for music. *The Journal of the Acoustical Society of America*. **125**(5), s. 3025.

26 VONDRÁŠEK, Martin a ANTEK, Michael, 2005. Comparison of objective criteria of concert halls quality. *Acoustic Letters*. **11**(3), s. 10.