

Akusztikai tervezés egy rekonstrukciós feladat kapcsán

1. Bevezetés

Az akusztikai tervezés területe – legyen akár új épületről szó, akár rekonstrukcióról vagy átépítésről – igen szerteágazó, azt is lehetne mondani, hogy az akusztikus egy épület tervezés és kivitelezése során mindenki tortájába beletenyerel. Általánosságban is elmondható, hogy az akusztikai tervezés tárgykörét nehéz egyszerűen összefoglalni, hiszen az akusztika mint tudományág nagyon sok szakterületet foglal magába. Mivel ez a szaklap építéstechnikai kérdésekkel foglalkozik elsősorban, cikkünkben az épületakusztikai tervezés problémakörére koncentrálnunk.

Egy épület akusztikai tervezése során az alábbi alapvető kérdésekkel szükséges foglalkozni:

a) Teremakusztikai tervezés

- a terem térfogatának meghatározása,
- a terem alakjának, a főbb teremméretek arányainak meghatározása,
- felületek burkolatának teremakusztikai jellemzők szerinti meghatározása,
- a helyiség funkciójának megfelelő nézőtér, vagy emberi tartózkodási helyek meghatározása ill. figyelembevétele;

b) Hanggátlás tervezése

- helyszíni zajviszonyok vizsgálata,
- megengedhető zajszintek meghatározása,
- akusztikailag igényes helyiségek optimális elhelyezkedésének meghatározása (ha új épületről van szó),
- fal- és födémszerkezetek meghatározása,
- rezgésszigetelés megtervezése,
- egyeztetés a teremakusztikai tervekkel;

c) Épületgépészeti berendezések akusztikai tervezése

- az épületgépészeti helyiségek, berendezések optimális elhelyezkedésének meghatározása,
- az épületgépészeti berendezésekkel szemben támasztott zajszintkövetelmények meghatározása,
- rezgésszigetelés megtervezése,
- épületgépészeti vezetékek akusztikai tervezése,
- fal- és födémáttörések megtervezése (egyeztetés a hanggátlási tervekkel);

d) Hangrendszerek tervezése (ha a terem funkciója megkívánja)

- hangrendszer kiválasztása, termen belüli elhelyezkedésének meghatározása,
- egyeztetés a teremakusztikai tervekkel,
- rendszertervek, rendszerelemek meghatározása.

2. A Zenekadémia Kamaratermének rekonstrukciója

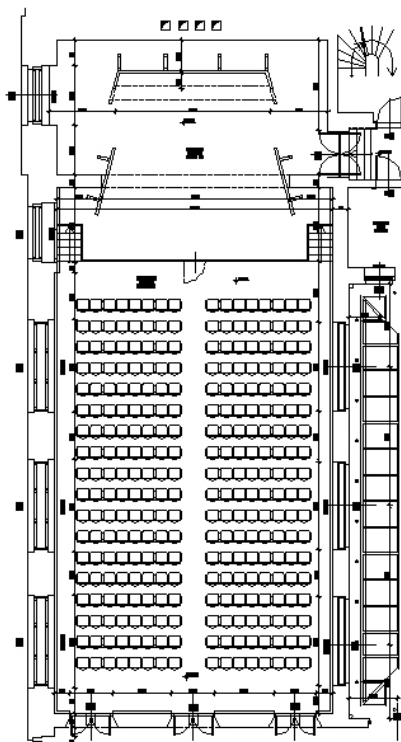
Ki ne ismerné a zeneszerető közönség által olyannyira kedvelt Zeneakadémia épületét, mely 1907-ben épült! Az épület magán hordozza az akkori kor építészeti stílusjegyeit a maga meghitt, kedves hangulatával és hangzásvilágával.

A kisterem jól funkcionál kamarateremként, de kevesen tudják, hogy eredetileg kamaraoperai előadások megtartására tervezték.

A Zeneakadémia épületének rekonstrukciója évek óta aktuális, de a felújítás konkrét feladattá csak 2002-ben érlelődött. Mivel műemléki épületről van szó, a rekonstrukció a Kulturális Örökségvédelmi Hivatal Állami Műemlékhelyreállítási és Restaurálási Központ irányításával történik. Az elvégzendő akusztikai feladatokról a Hivatal építészeivel és a Zeneakadémia munkatársaival közösen történt megállapodás.



1. ábra: A Zeneakadémia Kistermének hosszmeteszete és alaprajza



1. ábra (folyt.): A Zeneakadémia Kistermének hosszmetSZete és alaprajza

Rekonstrukciós, átépítési és felújítási munkáknál a feladat első része a részletes helyszíni felmérés, a feladatok rögzítése, akusztikai mérések elvégzése. A mérések eredményei alapján kell kidolgozni a szükséges beavatkozások akusztikailag fontos lépéseit, s ezzel egyidőben kell konzultálni az építész tervezővel – aki a Műemlékhelyreállítási és Restaurálási Központ szempontjait is képviseli –, s egyeztetni kell a Kamaraterem üzemeltetőivel.

A cikk további részében a munka első fázisában történekről adunk áttekintést.

2.1. A Kamaraterem jelenlegi állapotának felmérése

Az akusztikai mérések előtt az üzemeltetővel való megbeszéléseken rögzítettük azokat a zavaró jelenségeket, amelyek akusztikai problémára vezethetők vissza. Ezeket a kérdéseket két csoportra lehet osztani:

- A Kamaraterem alapzaja nagyon magas, az épületen belülről és kívülről sok a zavaró zaj.

- Néhány zavaró teremakusztikai jelenség is fellép, így pl. rossz a színpad és a terem akusztikai csatolása. Mivel azonban az átépítés során a terem visszakapja eredeti kamara-operai funkcióját, ezért elsősorban arra kell koncentrálnunk, hogy a terem jelenlegi jellemzőinek ismeretében meg tudjuk tervezni az új átalakított (eredeti) formának megfelelő akusztikai hangzást.

2.2. Az elvégzett akusztikai mérések

Az akusztikai méréseket az előző pontban leírt két fő problémakörnek megfelelően végeztük el.

2.2.1. Hanggátlási mérések

A Kamaraterembe jutó zavaró hatások szempontjából kétféle hanggátlást kell vizsgálni:

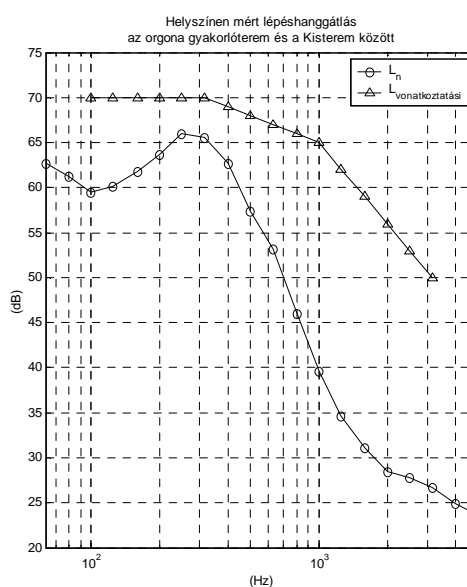
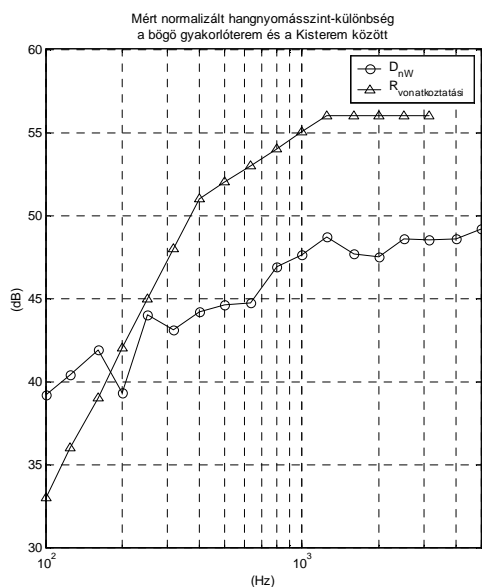
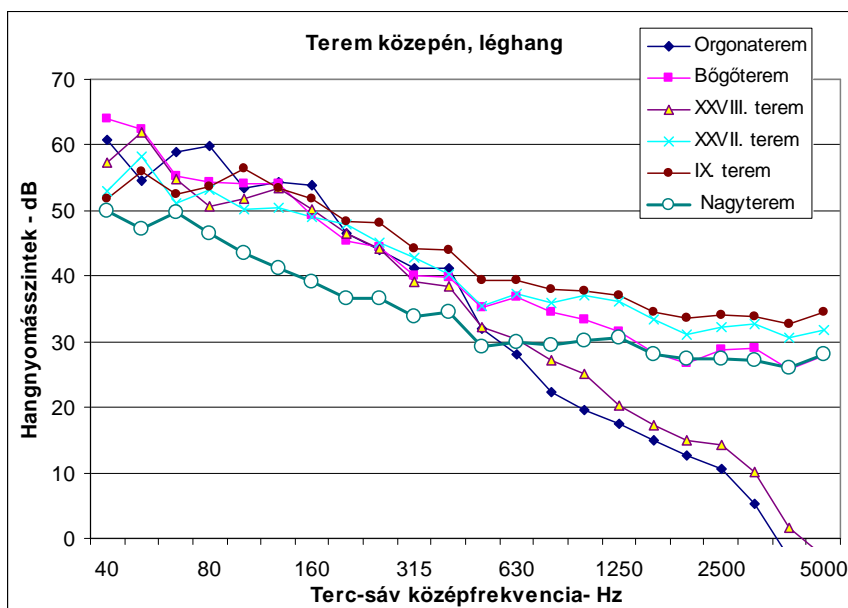
- homlokzati hanggátlás,
- helyiségek közötti hanggátlás.

A homlokzati és az épületen belüli hanggátlási mérések célja ugyanakkor a jellemző hangátvezetési utak megkeresése is.

A homlokzati hanggátlás mérése az utcai közlekedési zajt vizsgálva történt. Az értékelések egyértelműen azt mutatják, hogy a homlokzat hanggátlását egyértelműen a három nagy üveglap rontja, ezért azok akusztikai javítása nélkül a terembe beszűrődő utcai zajok elleni védelem nem oldható meg.

Az épületen belüli hanggátlási mérések során a Kamaraterem környezetében fekvő, az üzemeltető által kritikusnak megjelölt termekben rendre egy mesterséges léghang- ill. testhangforrást helyeztünk el és annak működtetése közben a Kamaraterem három pontján elhelyezett mérőmikrofonnal mértük a bejutó zajokat.

Ebből a méréssorozatból lehet azonosítani a vizsgált épületben a Kamaraterem és a körülötte lévő tantermek között különböző hangátviteli utakat. A részletes mérési eredmények ismertetésére nincs mód, de néhány jellemző érték alakulása a 2. ábrán látható.



2. ábra: Jellemző hanggátlási mérési eredmények.

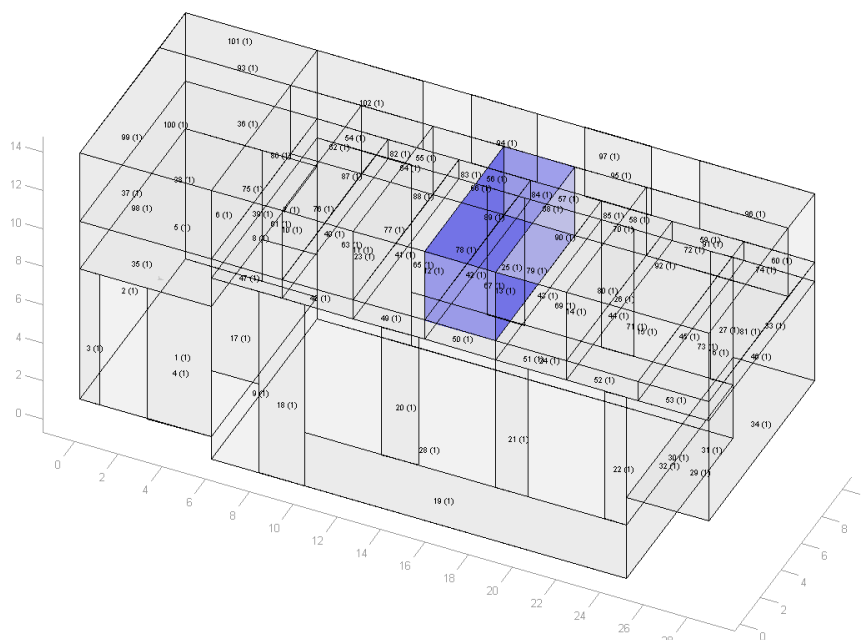
2.2.2. A léghangszigetelési mérések számítógépes szimulációja

A hanggátlási kérdések részletesebb vizsgálata érdekében egy új, Magyarországon még kevésbé ismert számítógépes elemzési eljárással, a statisztikai energiaanalízissel (SEA) módszerével végeztünk számításokat, ezzel keresve igazolást a feltárt hangutak azonosítására.

A mért és a számított eredmények is azt bizonyították, hogy a rekonstrukció során a kerülő léghangutakat feltétlenül fel kell tární és lehetőség szerint meg kell szüntetni ahhoz, hogy

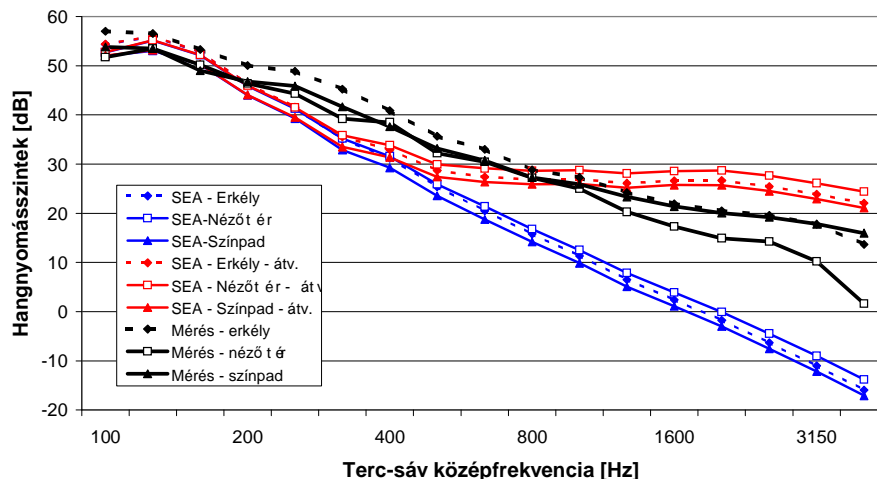
a tanterekben folyó oktatás ne zavarhassa a Kamarateremben folyó próbákat és előadásokat.

A hanggátlás javítását célzó javaslatok kidolgozásánál elsődleges szempontként figyelembe kell vennünk, hogy műemléki épületről van szó, ezért a helyiség rekonstrukciója csak a régi eredeti forma és megjelenés megtartásával történhet. A részletes megoldások kidolgozása a tervezési fázisban szoros együttműködésben történik a Kulturális Örökségvédelmi Hivatal Állami Műemlékhelyreállítási és Restaurálási Központ munkatársával és a többi társtervezővel.



3. ábra: A vizsgált SEA modell

Átlagos hangnyomásszintek az egyes térrészekben



4. ábra: A SEA módszerrel számított eredmények és a mérések összehasonlítása

2.2.3. Teremakusztikai mérések

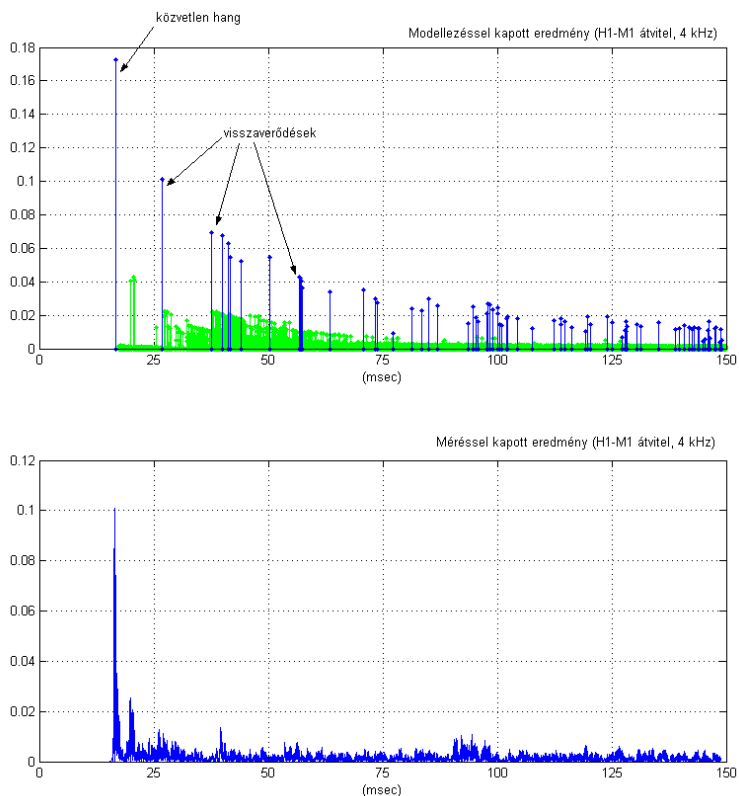
A teremakusztikai mérések célja a helyiségben különböző objektív (mérhető) paraméterek meghatározása, melyek kapcsolatba hozhatók az érzékelt, szubjektív akusztikai minőséggel.

Az érzékelt minőségre a mérések során az ISO 3382 szabványban foglalt teremakusztikai paraméterek alapján, a helyiségben megszólaló hangforrás és mikrofon pozíciók között értelmezhető felvett impulzusválaszokból lehet következtetni. A Kamaraterem különböző pontjai közötti impulzusválaszok mérése az

úgynevezett MLS módszerrel történt. A kiértékelés az alábbi paraméterekre történik:

- Utózengezési és lecsengési idők: RT, T₅₋₂₅, T₅₋₃₅, EDT₁₀,
- Korai-késői és korai összes energiaarányok: C₈₀ („clarity”), D₅₀ („deutlichkeit”),
- Mélyhang arány („bass-ratio”),
- Hangfényesség („high-ratio”).

A mérési eredmények értékeléséhez számítógépes teremakusztikai modell készült. A geometriai modell a mérés során felvett impulzusválaszokban a visszaverődések forrásának és irányának azonosítására szolgált.



5. ábra: Mért és modellezett impulzusválasz összevetése

A mért teremakusztikai paraméterek alapján több javaslat is született a terem jelenlegi állapotának javítására, hangsúlyozni kell azonban, hogy ezek a javaslatok a mérések elemzéséből adódó első megállapítások. A részletes megoldások kidolgozása a tervezési fázisban történik szoros együttműködésben a Kulturális Örökségvédelmi Hivatal munkatársával és a többi társtervezővel együtt.

2003.01.17./2010.05.20.

Fürjes Andor Tamás, Borsiné Arató Éva, dr. Augusztinovicz Fülöp, Nagy Attila, Csott Róbert