

A teremakusztikai tervezés szerepe az építészeti akusztikában

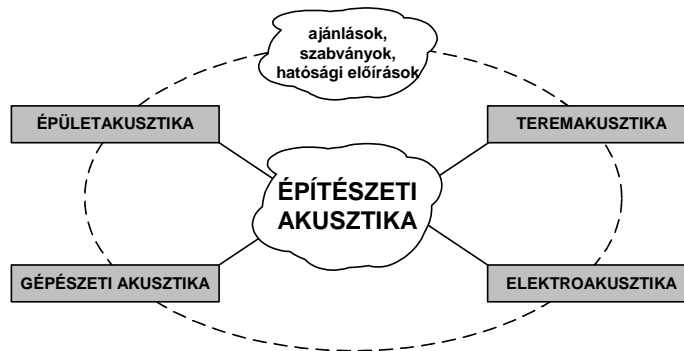
Az építészeti tervezés során a tervezőknek több olyan szakterület áttekintő, összefogó ismeretével kell rendelkezniük, mely szakterületek megállnak ugyan önállóan a lábukon, de mégis szerves, integrált részét képezik egy épület tervezésének. E szakterületek közül alapértelmezésben egyik talán a legkevésbé befogadott szakág az építészeti akusztika.

Az akusztikát kissé „misztikus” tudományterületnek tartják sokan, többek között talán azért, mert az akusztikai feladatok összességét igen nehéz egy építészeti tervezés során felsorolni és összefoglalni. Az akusztikus tevékenységéről egy nemzetközileg elismert akusztikai tervező cég vezetője jegyezte meg

egyszer, hogy a társtervezők úgy tartják, „az akusztikus mindenki tortájába beletenyerel”...

Építészeti akusztikai tervezési feladatok

Az építészeti akusztika általános feladatkörei leegyszerűsítve az 1. ábra szerint csoportosíthatók. Az épületakusztikai, gépészeti akusztikai, teremakusztikai és elektroakusztikai tervezés célját az építészet által meghatározott használati funkció alapján szabványok, ajánlások és hatósági előírások szabályozzák. Ezek nem egyszerűen csak az akusztikai komfort javítását célozzák, hanem az építészeti funkciót támogatják, de az építészeti funkciótól függetlenül is környezetvédelmi illetve egészségügyi szempontokat egyaránt figyelembe vesznek.

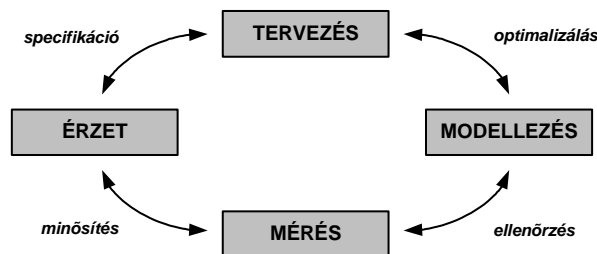


1. ábra: Az építészeti akusztika általános feladatkörei

Az akusztikus szakma tevékenységének (tervezés, kutatás) összetettségét a 2. ábra szemlélteti; látható, hogy a méréssel, modellezéssel és tervezéssel foglalkozó mérnöki és kutatói tevékenység célja az akusztikai érzet

(hang- és rezgés) minősítése, tudatos kiszolgálása.

Az 1. ábrán említett feladatkörhöz sorolható témákat részletesebben az 1. táblázat mutatja be.



2. ábra: Építészeti akusztika a gyakorlatban

| | Építészeti akusztika fő feladatkörei | | | |
|---------------------------------|--|--|---|--|
| | Épületakusztika | Gépészeti akusztika | Teremakusztika | Elektroakusztika |
| Rövid fogalmi magyarázat | Zárt helyiségek egymás közötti és környezetük közötti hang- és rezgésszigetelés méretezése | Az épületben és környezetében működő gépészeti zaj- és rezgésforrások zavaró hatásait gátló megoldások méretezése | Zárt terek (helyiségek, termek) hangzásának méretezése | Hang rögzítésére, feldolgozására, tárolására, sugárzására, továbbadására alkalmas eszközök és rendszerek méretezése |
| Tervezési feladatok | <ul style="list-style-type: none"> helyszíni zaj- és rezgésviszonyok vizsgálata megengedhető zaj- és rezgésszintek meghatározása helyiségek szomszédosságának, épületen belüli elhelyezkedés-ének vizsgálata a helyiségek határoló szerkezeteinek (fal, földem, nyílászáró) méretezése | <ul style="list-style-type: none"> a zaj- és rezgésforrások azonosítása, helyzetük és szomszédosságuk vizsgálata, optimális elhelyezése a megengedhető zaj- és rezgésszinteket biztosító megoldások (alátámasztások, függesztések, fal-áttörések, stb.) méretezése | <ul style="list-style-type: none"> helyiség mérete/ térfogata helyiség alakja és méreteinek arányai helyiség elrendezése teremakusztikai minőséget leíró paraméterértékek meghatározása visszaverő és hangelnyelő burkolatok és elemek elhelyezése, méretezése a helyiség belső felületein | <ul style="list-style-type: none"> fő rendszerek azonosítása az elvárt funkciók alapján a rendszeren belüli és rendszerek közötti kapcsolatok meghatározása a rendszer elemeinek és egészének minőségét meghatározó funkciók és paraméterek meghatározása, a működést meghatározó tényezők figyelembe vétele a rendszer elhelyezése, beépítése, ellenőrzése, beállítása a megengedhető zaj- és rezgésszinteket biztosító megoldások (alátámasztások, függesztések, faláttörések, stb.) méretezése |

1. táblázat: Az építészeti akusztika fő feladatköreihez sorolható témák összefoglalása

Az akusztikus szerepvállalására jó példa a teremakusztikai tervezés, mely szerves részét képezi az építészeti akusztikai tervezésnek. A gyakorlat azt mutatja, hogy alapvető funkcióbeli zavarokat okozhat, ha egy terem építészeti és belsőépítészeti tervezése teremakusztikai megfontolások nélkül történik, például előadóterem, színházterem vagy akár tanterem esetén.

Magától értetődő, hogy építészeti, esztétikai megfontolásokból különböző alakú termek születnek. Ugyanakkor azonban vannak olyan teremalakok és formák amelyek látványban előnyösek, de teremakusztikailag nem tartoznak a jó megoldások közé.

A teremakusztikai feladatok közül nagy hangsúllyal szerepel a helyes teremarányok és teremformák meghatározása. Ha az akusztikai megfontolások már az építészeti tervezés kezdeti lépéseinél figyelembe vehetők, több későbbi, korrekcióra szoruló megoldás elkerülhető.

Más irányú az akusztikus közelítésének módszere, ha már egy meglévő, esetleg rekonstrukcióra váró létesítményről van szó. Ebben az esetben talán még nehezebb a feladat, hiszen szempont lehet az eredeti forma, milió megtartása. 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, restaurátorral, az épület üzemeltetőjével.

A terem alakjának fontossága

A termekről alkotott teremakusztikai ítéletünk nagyon szubjektív, akárcsak a terem külső megjelenése. A tervezéshez és méretezéshez az érzeti minőséget leíró, de pontosan mérhető és méretezhető teremakusztikai paraméterek alkalmazására van szükség (ld. korábbi cikkünk 2. ábráját).

A teremakusztikai paraméterek közül az utózengei idő értelmezhető és érzékelhető a legegyszerűbben. A méretezés egészen a közelmúltig számszerűen szinte csak az utózengei idővel foglalkozott, pedig ez önmagában csak nagyon durva képet fest a termekben lezajló összetett akusztikai folyamatokról és azok érzékeinkre gyakorolt hatásától.

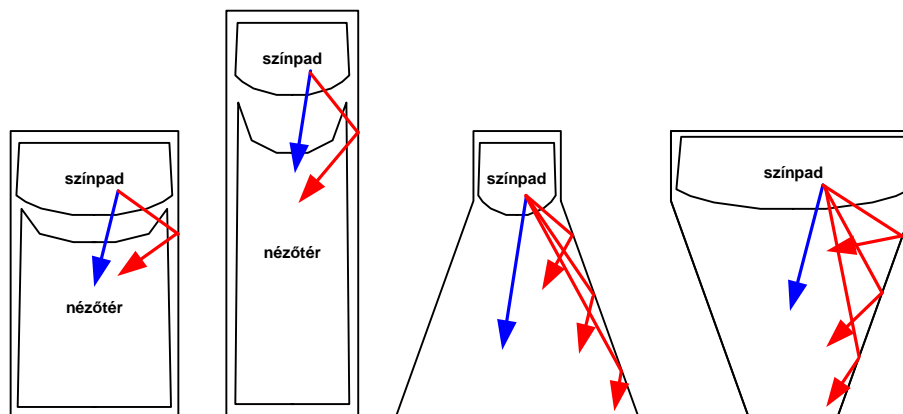
A termekben megszólaló hangok a felületekről útjuk során többször is visszaverődnek, a hallgató fülébe érkező visszaverődések adják a teremérzetet. A kialakuló teremérzet minőségét a visszaverődések nagyságai, irányai és időzítései összetett módon határozzák meg,

ezért ezek vizsgálata elengedhetetlen a teremakusztikai tervezésben.

Általánosságban a visszaverődések irányait és időzítéseit a termék alakja és mérete befolyásolja, ezért ezek megválasztása alapján rögzíti a megépülő terem lehetőségeit. Erre néhány egyszerű példával lehet rávilágítani.

Például egy keskenyebb téglatest alakú koncertteremben az oldalfalak relatív közelsége miatt az oldalról jövő visszaverődések hamarabb és nagyobb energiával érkeznek a hallgatóhoz, ami a térérzet növekedéséhez vezet. Viszont a

végletekig keskenyített teremben adott nézőszám mellett túl nagy színpadtávolság adódna, ami a zenész és a hallgató között túl nagy távolságot eredményez, lecsökkentve a színpadról jövő közvetlen hang energiáját. A téglatesttől eltérve, ferde oldalfalak hatására az oldalról érkező visszaverődések iránya változik meg: legyező alaprajzú teremben inkább szemből, fordított legyező alaprajzú teremben inkább oldalról érkeznek visszaverődések a hallgatókhoz (1. ábra).



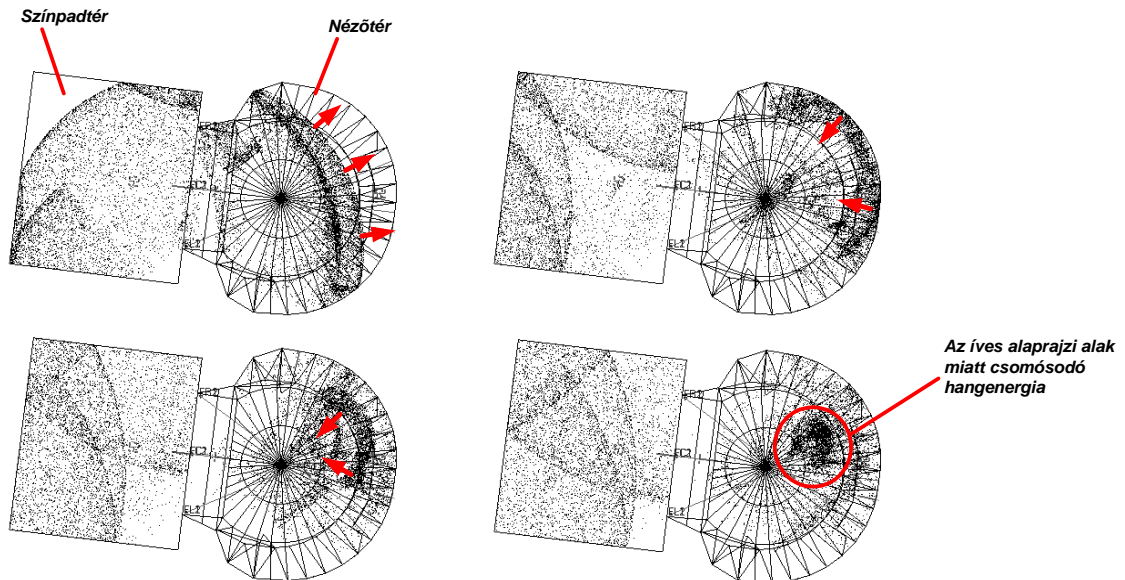
1. ábra: Példák az alaprajzi alak és a méretarányok hatására

A fentihez hasonló egyszerű megfontolások segítik a teremakusztikai tervezésben az összetett teremalakok vizsgálatát, hiszen az építész lehetőségei szerint egyedi és látványos megoldásokra törekszik. Az egyedi és látványos megoldások jó lehetőséget adnak az építész számára az alkotói fantázia kibontakozására. Hangsúlyozottan fontos az építészek, belsőépítészek és akusztikusok közös alkotói munkája az első lépéstől, hogy az építész eredeti alapgondolatait figyelembe vevő, akusztikailag is előnyös teremformák szülessenek.

Jó példa lehet erre egy ellipszis alakú színházterem, melyben a nézők rossz beszédérthetőségre panaszkodtak. A kész, már megépült teremben utólagos módosításokkal lehetett a színházteremben elfogadható beszédérthetőséget elérni, ezáltal azonban az eredeti forma sérült. Egy patkós alaprajzú és

téglatest alakú térrésszel is rendelkező térben haladó hanghullámot szemlélteti a 4. ábra. Látható, hogy az íves vonalvezetésű alaprajz miatt energiacsomósodás alakul ki (pontosűrűsödés), míg a hagyományos téglatest alakú térben egyenletes marad az eloszlás. A „csomósodás” kellemetlen következménye például az, hogy miközben a csomókban aránytalanul nagy a hangenergia, máshol energiahány tapasztalható.

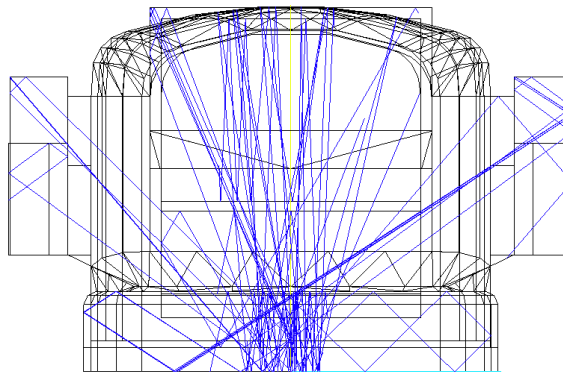
A fentihez hasonló egyszerű teremformák esetén tapasztalatok alapján is előre jelezhetők a főbb jellegzetességek. Bonyolultabb teremalakok esetén a számítógépes teremakusztikai modellezés elterjedéséig csak a nagyobb termek tervezése során adódhatott lehetőség részletes elemzésre, melyet 1:10 arányú modellek építésével végeztek.



2. ábra: A hanghullám terjedése 5 ms-os lépésekben, felülnézetben: az íves építészeti felületek energiacsomósodást okozhatnak (nézőtér), míg a hagyományos téglatest alakú térben (színpadtér) egyenletes marad az eloszlás

Részletes elemzésekkel olyan teremakusztikai problémák tárhatók fel még a tervezési fázisban, melyek hagyományos tapasztalati úton nem mutathatók ki. A 3. ábra egy olyan terem keresztmetszetét mutatja, ahol a padló, az

oldalfalak és a mennyezet íves geometriája fókuszált, önmagába záródó hangutak, úgynevezett csörgő visszhangok kialakulásához vezet.



3. ábra: Az egyedi megoldásokban rejlő esetleges teremakusztikai hibák 3D-s teremakusztikai modellezéssel még tervezési fázisban feltárhatók: csörgő visszhang kialakulása az íves mennyezeti kialakítás miatt

Összefoglalóan elmondható, hogy az építészeti akusztikai tervezés akkor szolgálja jól az építészek munkáját, ha már a tervezési fázisban lehetővé teszi olyan zavaró jelenségek kiküszöbölését, melyek sokszor az egyébként esztétikailag hibátlannak tekinthető termek és helyiségek használhatóságát veszélyeztetnék.

2003.11.14./2010.05.20.

Fürjes Andor Tamás