

Akusztikai megoldások: épület- és teremakusztika

Az Agora-program keretében történő átépítés és bővítés tervezésénél sajnos csak a kiviteli tervfázisba lett akusztikus tervező bevonva. Ennek köszönhetően több olyan tenderterv szinten kész műszaki megoldást kellett megváltoztathatatlanul elfogadnunk, mely megoldások akusztikailag nem voltak kedvezőek.

Alapvető tervezési feladatok:

- A helyiségek közötti, megfelelő hangszigetelés biztosítása, egyedi padlószerkezetek (pl. táncoktató terem) tervezése

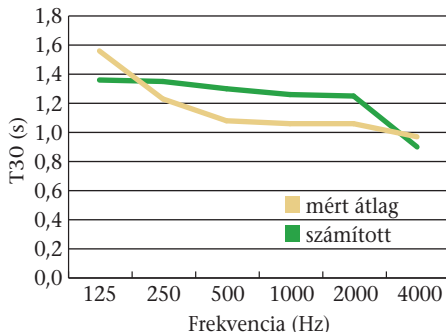
- A gépészeti zajok csökkentése az épület helyiségeiben és a környezetben

- Hangverseny- és előadóterem, multifunkciós terem teremakusztikai tervezése, egyéb terek kezelése, pl. 223–224. multimédiás stúdió hangfelvételek készítésére is alkalmas burkolati kialakítása

- A hangversenyterem és a multifunkciós terem alkalmanként összenyitható, ezért a termek között két mobil hangszigetelt válaszfal tervezése (közötte nagyobb légtérrel, közlekedővel).

A nagyterem akusztikai tervezése során számítógépes modellezést is alkalmaztunk (CATT-Acoustics program). Az akusztikai modellezéshez használt, egyszerűsített teremmodell az ábra mutatja. A terem térfogata kb. 3300 m³, befogadóképesség 408 fő, azaz kb. 8 m³/fő, ami megfelelő arányt jelent koncertterem esetében.

A teremakusztikai tervezésnél alapvető cél volt a teremben általában hangvisszaverő, diffúz burkolati felületek kialakítása. Többek között ezért készült az álmennyezet kértéteggű, íves, ragasztott gipszkarton lapokkal.



1. ábra Átlagos utózungési idő értékek a hangversenyteremben (mért/számított)

A színpadon, a hátfal előtt készült egy mobil (4 métert előre-hátra mozgatható), szintén diffúz kialakítású faburkolat.

A zenei rendezvényekhez terveztünk mobil akusztikai-hangvető paravánokat, melyek alkalmanként optimális helyekre beállíthatók (lásd Zenekari beültetés változatai).

Az üres hangverseny- és előadóteremben mért akusztikai paraméterek

A teremben mért és a tervezés során számított utózungési idők az 1. ábrán láthatók.

Közepes utózungési idő értékek:

- várható, a modellezés alapján: $T_k = 1,3$ s

- mért érték üres teremben: $T_k = 1,1$ s

Egyéb teremakusztikai paraméterek átlagos értéke:

$T30_k = 0,95$ s

$EDT_k = 1,04$ s

$BR = 1,31$

$C80_{500-2000} = 2,6$ dB

$IACC = 0,8$

$IACC (E3) = 0,2$

Az üres multifunkciós teremben mért utózungési időértékek a 2. ábrán láthatók.

A multifunkciós teremben mért utózungési idő értékek alapján megállapítható, hogy a terem kiválóan alkalmas lehet komolyzenei (erősítés nélküli) zenei rendezvények megtartására is, a mobil hangvető fal előtt felállított dobogóval.

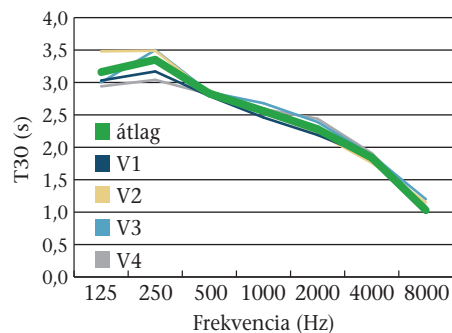
Telt teremben (800 fő székes beültetéssel) a terem zengése lényegesen le fog csökkenni kb. $T_k = 2,1$ s közepes utózungési idő várható.

Egyéb, könnyűzenei rendezvények esetén akár 1500 fő is tartózkodhat a teremben, melynek hatására az utózungési idő további, jelentős csökkenése várható.

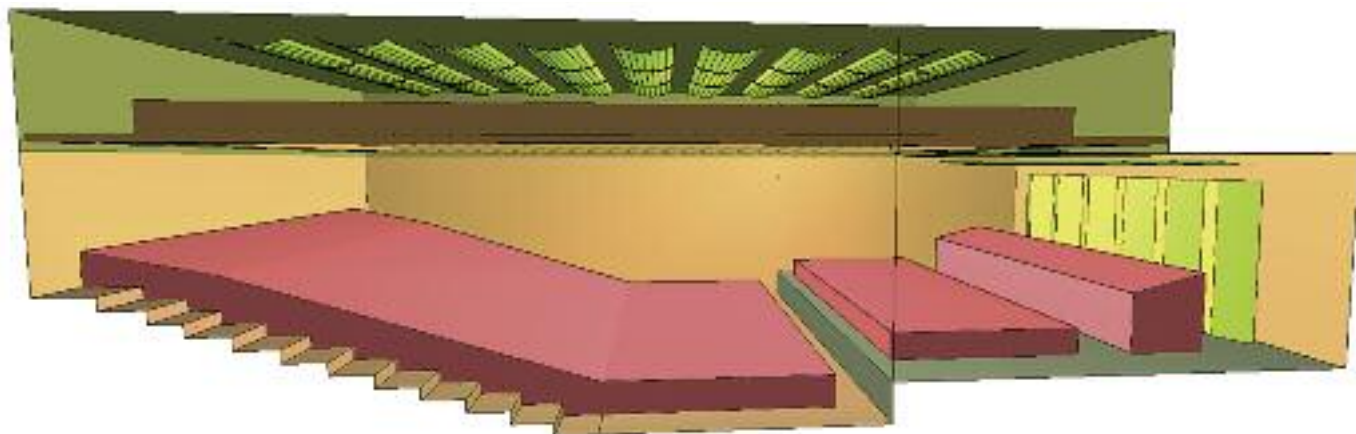
Mért alapzajszintek, szellőzés-fűtés üzemelésekor

A mérések berendezetlen helyiségekben történtek. Berendezett, üzemelő terekben a mért értékeknél kb. 1-2 dBA-val alacsonyabb szintek várhatók.

Az egyes helyiségekben kapott alapzaj szintek:

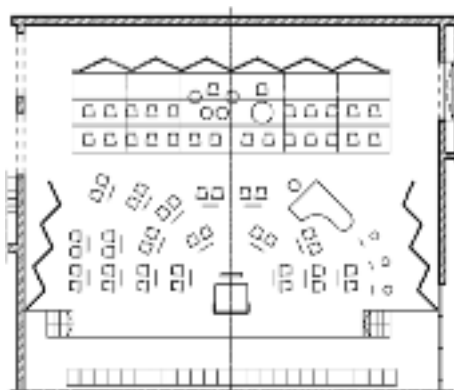


2. ábra Közepes utózungési idő a multifunkciós teremben: $T_k(500-1000\text{Hz}) = 2,42$ sec

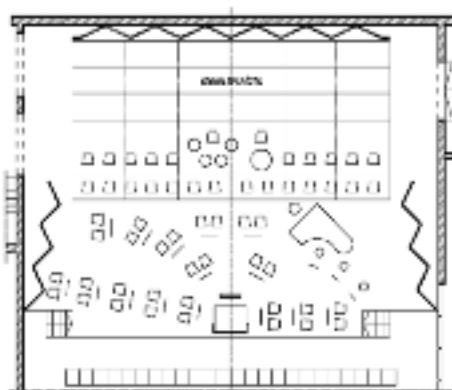


Látkép a modellről (a különböző színek a különböző elnyelő képességű felületeket jelölik)

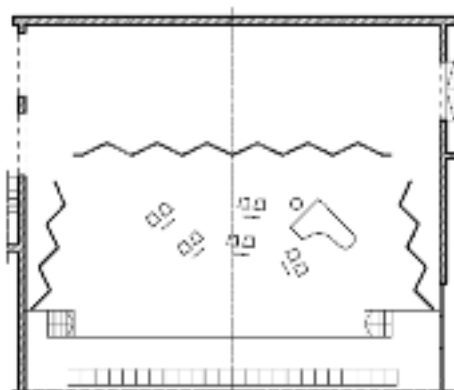
A zenekari beültetés változatai



Zenekari hangverseny



Oratórium hangverseny



Szóló kamarahangverseny

- Nagyteremben:
L_{Aa} = 30,3 dBA (3. ábra)
- Fsz. Multifunkciós teremben:
L_{Aeq, mért} = 39,6 dBA
- 115. sz. Tánc oktatóteremben:
L_{Aeq, mért} = 41,5 dBA
- 122. sz. Kiállító térben:
L_{Aeq, mért} = 39,3 dBA
- 214. sz. Tükrös teremben:
L_{Aeq, mért} = 38,0 dBA
- 224. sz. Fúvós (multi-média) teremben:
L_{Aeq, mért} = 30,0 dBA

Szubjektív értékelések

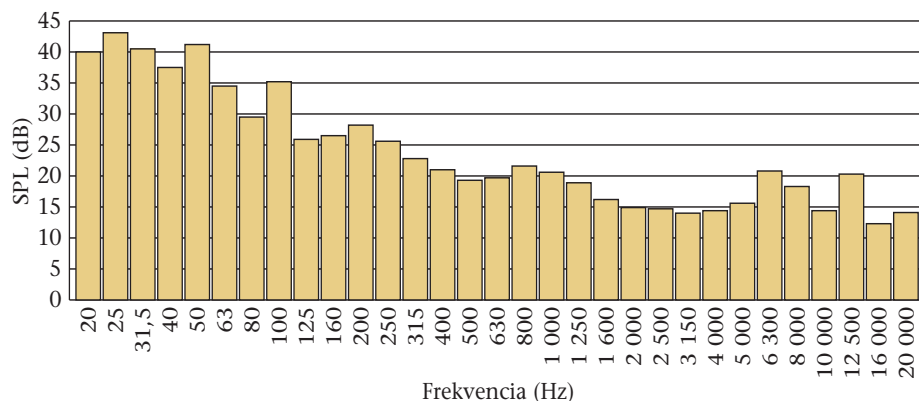
2013 januárjában a kulturális központ megnyitotta kapuit a közönség előtt, és már több előadás is lezajlott. A résztvevők véleményei alapján:

- Közönség: a létesítmény külső és belső esztétikai kialakításának, megjelenésének szinte egyöntetű dicsérete mellett nagy megelégedéssel nyilatkozott a hangverseny- és előadóterem akusztikájáról is. A többség szerint mindenütt jól hallható a beszéd, és a zenei események is nagy élvezetet nyújtottak.

- Zenészek: szintén igen elismerően nyilatkoztak az akusztikai viszonyokról, állításaik szerint jó játszani a színpadon, jól hallják a hangszercsoportok egymás játékát, és a kialakított hangvető felületek a nézőtérre is jelentős, diffúz hangenergiát juttatnak ki.
- Üzemeltető: az épületben tapasztalható akusztikai viszony nemcsak a nagyteremben, hanem a többi, különböző funkciójú térben is jó.

A kettős mobil hangszigetelt válaszfal is jól működik. A multifunkciós teremben a nyitó előadásnál a dobogó úgy lett kialakítva, hogy az egyik mobil fal nyitva volt, és még így sem zavarta egymást a két teremben egyidejűleg tartott próba.

Kotschy András, Nagy Attila Balázs
Kotschy és Társai Kft.



3. ábra Alapzaj a nagyteremben



Ünnepi nyitóhangverseny, 2013. január 22.