

Az épületakusztikai tervezés kérdései

Egy épület akusztikai tervezése több síkon történik, legyen az új épület, vagy egy már meglévő épület rekonstrukciója, felújítása.

Az építészeti akusztika három legfontosabb területe: teremakusztika, épületakusztika és gépészeti akusztika.

Az Ybl Miklós által tervezett Operaházat 1884. szeptember 24-én adták át. Az épület olasz reneszánsz stílusú, a magyar eklektikus építészet egyik remekműve. Bár történt azóta felújítás, az Operaház rekonstrukciója, korszerűsítése időszerű volt. A tervezők számára természetesen köztételt jelentett, hogy egy rangos magyar műemlék épület felújítása a feladat.

Irodánk az épületakusztikai tervezésre a felkérést a ZDA – Zoboki Építészirodától kapta. Mivel meglévő épületről van szó, a munka helyszíni mérésekkel kezdődött. Feladat: az új tervezett funkcionális elrendezést figyelembe véve a mai kor követelményeinek megfelelő, megújult épületet adni át az üzemeltetőnek és a nagyközönségnek. A tervezés folyamán szem előtt kellett tartani a műemléki szempontokat, a fizikai adottságokat és az üzemeltetői szempontokat úgy, hogy az érvényben lévő szabványok és előírások is teljesüljenek.

A tervezési munka középpontja – ahogy az egész épület középpontja – az auditorium a hozzá kapcsolódó színpadi területekkel. Ugyanakkor az épületen belüli kiszolgáló területek akusztikai tervezése is fontos része volt a munkának: próbatermek, irodák, házi színpad és egyéb helyiségek, mint például a stúdiók.

Előírások, követelmények

Az épületakusztikai követelmények meghatározása mindig a helyiségek rendeltetésétől és az akusztikai komfort mértékétől függ.

Az előadóművészeti létesítmény középpontjában az auditorium áll, körülötte a működést kiszolgáló helyiségekkel. A szükséges hanggátlási követelményeket részben az MSz 15601-1:2007: *Épületakusztika 1. rész Épületen belüli hangszigetelési követelmények* és az MSz 15601-2:2007: *Homlokzati szerkezetek hangszigetelési követelményei* című szabványok szerint határoztuk meg.

Azoknál a helyiségkapcsolatoknál, ahol nincs lehetőség a szabvány előírásait alkalmazni, ott a védendő helyiségben megengedett zajszintből és a szomszédos helyiség(ek)ben várható használati zajszintből határoztuk meg a szükséges hanggátlási értéket.

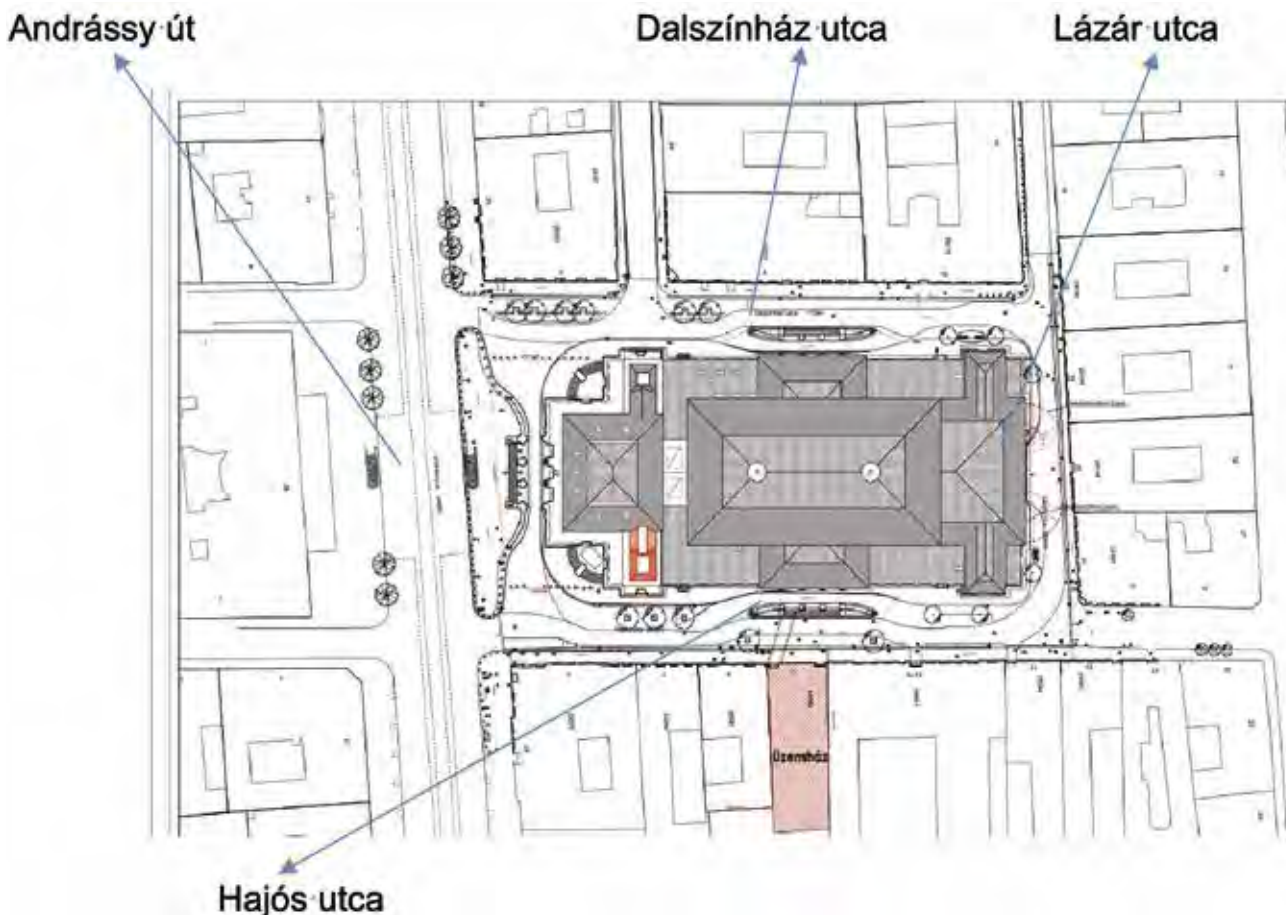
A követelmények kidolgozásánál további szempontok voltak:

- ▶ rendelkezésre álló hely,
- ▶ statikai követelmények,
- ▶ gazdaságossági szempontok,
- ▶ és nem utolsósorban a megbízói igények.

Ebben a cikkben az auditoriummal kapcsolatos és az épületben kialakított stúdió épületakusztikai tervezési kérdéseivel foglalkozunk.

Az Auditorium és a esatlakozó területek

Az Operaház Budapest belvárosában, zajos környezetben helyezkedik el.

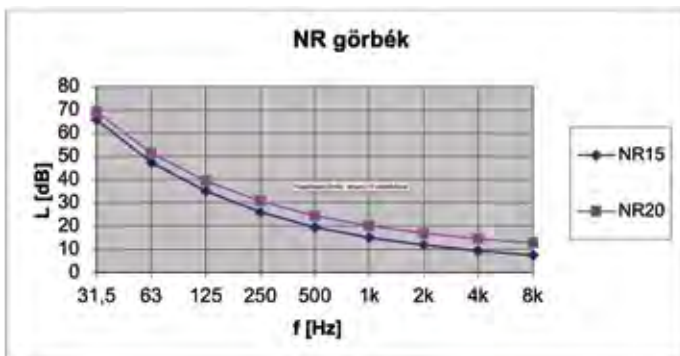


Helyszínrajz (ZDA)

Ahogy már említettük, az Vbl-épület középpontjában az auditorium áll. A felújítás célja minden szakág számára az volt, hogy a munka eredményeként a terem megfeleljen a mai kor követelményeinek úgy, hogy a műemléki értékek ne sérüljenek.

A nagyteremre vonatkozóan nincs szabványos előírás. A követelményeket a teremben és a kapcsolódó részek területén megengedett zajszint szerint határoztuk meg.

A tervezési cél: az auditorium, a színpad és a zenekari árok területén a zajszint nem lépheti át az NR20 görbe által határolt értéket. Az NR görbékkel történő követelmény a zajosság nagyságrendi mértékének egyadatos meghatározására alkalmazott módszer, ami a színek szerinti összehasonlításra szolgál. Ahol a megengedett maximális zaj szintje NR görbével van megadva, ott minden esetben a zaj azon NR görbe alatt kell hogy maradjon, amelyik az adott helyiségre elő van írva.



Az NR görbék

A tervezéskor az egyes zajforrásoktól származó zajokra az eredő értéknél szigorúbb előírást adunk meg, hogy az eredő zaj ne lépje túl a megengedett szintet. Ezért nagyon szigorú előírás érvényes az épületgépészeti berendezésektől származó zajszintre. Ez az érték az NR 15 görbe által megadott határérték.

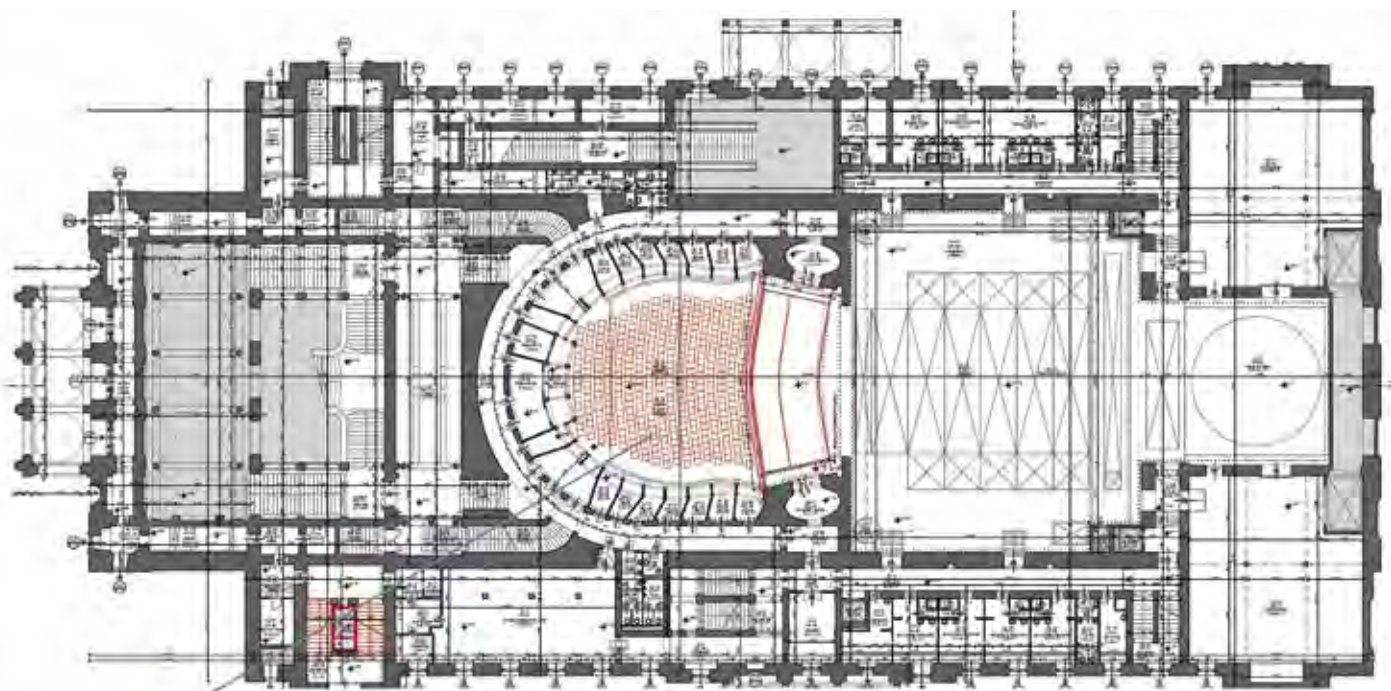
Az épületen belül az auditorium elhelyezkedése épületakusztikai szempontból előnyös. A nagy forgalmú Andrassy úttól távol van, az épület középpontjában, kiszolgáló funkciójú helyiségekkel körülhatárolva, amelyek mintegy „védősávot” alkotnak. Egyedül a hátszínpadok csatlakoznak közvetlen épületszerkezettel a külvilághoz.

2016-ban, a felújítás megkezdése előtt akusztikai mérések történtek, melyeknek célja: feltárni azokat a pontokat az épületen belül, ahol épületakusztikai javítás szükséges.

A meglévő állapot felméréseinek egyik súlypontja a zsöllye alatti térben végzett rezgésmérés volt. Mivel a Millenniumi Földalatti Vasút vonala az Andrassy út alatt közvetlenül az Operaház előtt, az épület homlokzata előtt 12 m távolságban megy el, szükség volt a vasútból származó rezgések szintjének meghatározására. 2016-ban a MÓDUS-FZ Kft. végzett vizsgálatokat, Dr. Augusztinovicz Fülöp és Nagy Attila vezetésével. Eldöntendő kérdés volt, hogy a nézőtéri padlószervezetek tervezett cseréje során szükséges-e rezgésszigetelés beépítése a talajrezgések által közvetített szerkezeti zajkomponensek csökkentésére.

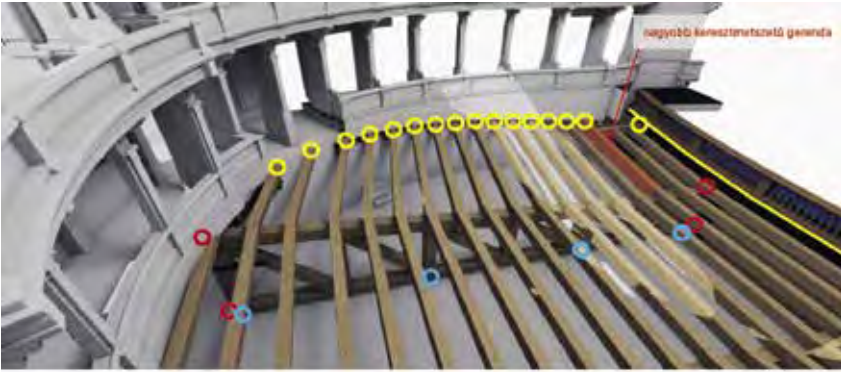
A szakértők megvizsgálták, hogy jelenleg okoz-e zajproblémát a földalatti-szerelvények elhaladásából eredő talajrezgés. Ugyanakkor azt is át kellett gondolni, hogy ez az épületfelújítás legalább 30 évre szól, tehát lehetőség szerint át kell gondolni, milyen változások történhetnek a következő évtizedekben. A Millenniumi Földalatti Vasút vonalán 1973 decembere óta a Ganz Villamossági Művek és a Ganz-MÁVAG által tervezett és gyártott, a hagyományos járművekhez hasonlóan hattyúnyak alakú alvázal rendelkező szerelvények közlekednek. Fontos, hogy ezek a szerelvények rugalmas betéteket tartalmaznak a kerékbroncs és a keréktengely között. Várhatóan a szerelvényeket belátható időn belül lecserélik, és feltételezhető, hogy az új szerelvények már rezgésszigetelés nélküli kerékpárokon fognak gördülni.

A mérések szerint az Operaház nézőtere jelenlegi állapotában a földalatti-szerelvények elhaladása idején az NR 15-ös határgörbe alatt marad. Ugyanakkor arra is kell gondolni, hogy ha az új járművek üzemeltetési okokból más kerekkel érkeznek – például monoblokk kerekkel –, akkor a rezgésger-

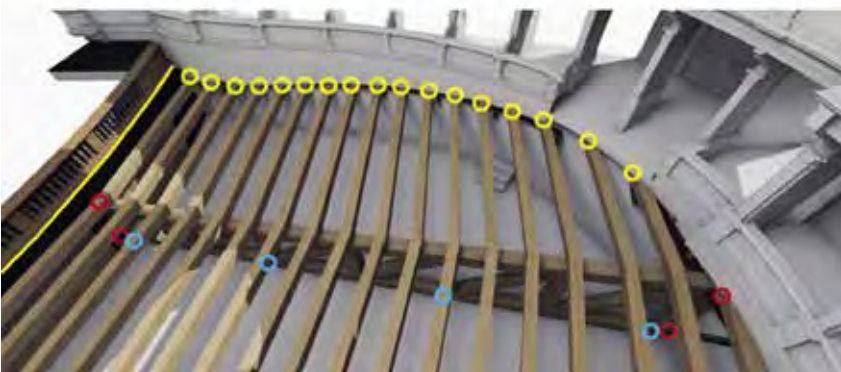


Auditorium zsöllye

Az Operaház félemelete (ZDA) – a tervezett zsöllye



Feltámaszkodási helyek a rendezői bal oldalon



Feltámaszkodási helyek a rendezői jobb oldalon

A zsöllye alátámasztási pontjai (ZDA)

jesztés mértéke várhatóan növekedni fog. Így szakértői javaslat alapján megfontolt beruházói döntés született, miszerint a nézőtéri padlószerkezet átépítése során rezgésszigetelést építenek be, számolva annak lehetőségével, hogy a jövőben növekedhet a rezgésszint az Opera épületén belül. A rezgésszigetelés a padló fa rácsostartói alá kerültek be, a CDM-HR termékesaládból. A méretek és az anyag keménysége a különböző pontokon eltér. A méretezés a terhelések ismerete alapján történt a CDM Magyarország bevonásával. A szerkezet tervezett rezonancia-frekvenciája 13–19 Hz között van.

Ahogy már említettük, az auditorium az épületen belül más helyiségekkel körülvéve, védve van a külső környezeti zajtól. Egyetlen pont/felület van, ahol zavaró zaj juthat be a nézőterre: a nagyméretű ajtók. A zsöllye területére a közönség a félemeleten nagy, kétszárnyú ajtókon lép be. A helyszíni mérések azt mutatták, hogy az előcsarnokon keresztül a folyosókra beszűrődő közúti forgalom – az Andrássy úton nagy a forgalom – zavaró zajként jelenik meg a zsöllyében. Szükséges volt tehát a nézőterre nyíló ajtók hanggátlásának megjavítása is, ami nehéz feladatot jelentett. A tervek szerint a műemléki ajtók külső felületének megóvása mellett az ajtók tömegét növelő belső réteget építettek be, ezzel növelve az ajtók hanggátlását.

Stúdióblokk

A közönségforgalmi területek mögött, az épület többi részén található a kiszolgáló épületrészek. Akusztikailag foglalkozni kellett az üzemi területekkel is. Az üzemi területeken az irodák, korrepetitori szobák, balettpróbatermek, a pincészinben lévő stúdiók és a házi színpad igényelték akusztikailag külön figyelmet.

Ezek közül kiemelten kezeltük a stúdióblokkot, ami a -2 pincészinben kapott helyet. A blokkban az alábbi helyiségek kaptak helyet: utómunka, broadcast stúdió és hangvezérlő stúdió.

A helyiségekben megengedett zajszintet szintén NR görbékben adtuk meg. A legszigorúbb előírás a hangvezérlő stúdióra vonatkozik: NR20. Ahhoz, hogy ez a követelmény teljesüljön, a stúdiót „ház a házban” rendszerrel terveztük

meg. A rendszer lényege, hogy a helyiséget határoló fő, nagy tömegű fal elé épül egy belső héj, ami rugalmasan van elválasztva a fő faltól. Ezzel lecsökkenthetjük a szerkezeti rezgések zavaró megjelenésének lehetőségét az akusztikailag igényes térrészben.

A „ház a házban” rendszer főbb elemei:

- ▶ Úsztatott padlószerkezet: a meglévő födémre úsztatott betontalca épült, alá gumialapú hullámos lemez került (CDM-MAT 15/7), ami bírja a nedvesedést is.
- ▶ A stúdió fő falai három oldalról már meglévő épületszerkezetekből állnak, az előtér felé 15 cm vastag SLKA HM150 NF-GT fal épült. Az előtétfal többrétegű szerelt építőlemez, aminek a kitámasztása rugalmasan történt meg (CDM-QR). Az üregben üregesillapítás van.
- ▶ A belső ház rugalmasan függesztett mennyezete: 2 réteg 12,5 mm gipszkarton, fölötte üregesillapítással. A mennyezeti függesztőrendszer a szintén rugalmas elemekből áll (SENOR termékesalád).

Összegzés

Az Operaház épületének központi, legfontosabb része az auditorium. A rekonstrukciós munka súlyponti része ennek a területnek a tervezése volt. Ugyanakkor az épületben működnek olyan próbaszobák is, ahol igen nagy hangnyomásszinttel zajlanak próbák: zenei, ének- és balettpróbák. A meglévő szerkezetek hanggátlását és az új szerkezeteket is olyan értékűre kellett tervezni, hogy a próbaegységek egymás működését és a környezet működését ne zavarják.

Az épületakusztikai tervezés a fent leírt szempontok szerint szoros együttgondolkodással történt az építész tervezőkkel, belsőépítészekkel, statikus-sal, gépésszel, színpadtechnikussal. A feladat komplex, nagy felelősséget jelentett, ugyanakkor izgalmas és szép kihívás volt egy akusztikus szakértő számára.

Borsiné Arató Éva
akusztikus tervező

CDM feltámaszkodási pontok – összesítés

CDM feltámaszkodási pontok száma	41 db + 8 db + 17,9 m
Födémre eső függőleges terhelési pontok (kék)	8 db
Falra eső függőleges terhelési pontok (sárga)	33 db
Falra eső vízszintes terhelési pontok (piros)	8 db
Új vasbeton falra vonal mentén támaszkodó mellvéd (sárga)	17,9 m

Hyperion FN 300 6C



Hyperion PR 300 TW



Hyperion FN 300 TW



Hyperion PR 300 6C



PELYHE KFT
Light-Sound-Stage

CLAYPAKY

AN OSRAM LIGHTING

Midi-B



HY B-EYE K25



Arolla Profile HP



VIPER NT



UNIQUE 2.1



Look Solutions

CRYO-FOG High Pressure



Cobra 3.1



TINY S

