

Mit lehet tenni? Teremakusztikai lehetőségek a gyermekfoglalkoztatókban

Borsiné Arató Éva

Optikai, akusztikai, Film- és Színháztechnikai
Tudományos Egyesület
arato.eva@aratokft.hu

Előzmények

Miért szükséges a gyermeket érő zajterhelés korlátozása?

Az elmúlt évtizedekben megnövekedett a 20 -25 év közötti fiatalok hallásküszöbe.

A gyermekek nagy veszélynek vannak kitéve.

A zaj egészségkárosító hatásáról szóltak a korábbi előadások:

- halláskárosodás
- mentális egészségügyi, pszichés problémák

Kérdés: a zajos elektronikus hangosítású rendezvényeken kapott zajterhelés milyen más zajterheléshez adódik hozzá?

Oktatási intézmények - akusztikai tervezés

Nehéz elkülönítve kezelni az egyes zajterheléseket. Könnyen belátható, hogy az a gyermek, aki egész nap nagy zajszintű körülmények után – ahol már kellően kifáradt a fül és az agy is – megy el egy nagy hangnyomásszintű hangosított rendezvényre, nagyobb veszélynek van kitéve, mint az, aki egy nyugodt, csendes nap után teszi ugyanazt.

A mi munkánkkal most kizárólag az elektronikus hangosítású rendezvények valamilyen mértékű zajszint korlátozását szeretnénk elérni, de ha a gyermekek hallásvédelmét, zajterhelését egységes egészként kezeljük: foglalkoznunk kell azokkal a körülményekkel is, ahol a gyermekek életük nagy részét töltik.

Oktatási intézmények - akusztikai tervezés

Az óvónő-gyermek, tanár–diák, tanuló-tanuló között a kommunikációt nagyban nehezíti, hogy a rossz akusztikai körülmények miatt nem értik jól egymás szavát. Ennek ellensúlyozására egyre hangosabban beszélnek, nő a termekben az átlagos hangnyomásszint. Az állandó zaj és koncentrált figyelem 1-2 óra után fáradtságot eredményez, csökken a figyelem, ezzel a teljesítés hatásfoka. A nap végére sem az oktató, óvónő, sem a gyermek, diák nem sejtí, mitől érzi magát fáradtnak. Hosszabb távon hallásveszteség is bekövetkezhet.

Oktatási intézmények - akusztikai tervezés

Oktatási intézményekben napi probléma – nincs teremakusztikai tervezés – nincsenek előírt paraméterek.

Következmény:

- rossz beszédérthetőség
- alacsony hangtisztasági fok
- nagy az utózengési idő.

Ezek a paraméterek szoros összefüggésben vannak egymással.

A megfelelő akusztikai környezet biztosítása – ugyanolyan higiénias feltétel, mint a megfelelő hőmérséklet vagy megvilágítás biztosítása. Ez azonban még nem tudatosult sem a felhasználókban, sem a működtetőkben, sem a jogalkotókban. Ez a kérdés még nincs szabályozva.

Oktatási intézmények - akusztikai tervezés

A kisgyermeknek ez az állandó magas zajszint feszültséget okozhat, mire a szülő haza viszi a gyermeket, egy nyugtalan, megmagyarázhatatlanul nagy hangerővel beszélő gyermeket visz haza az óvodából, iskolából. A tanárnők (és mindenki, aki gyermekekkel foglalkozik) gyakran betegszenek meg torok- és hangszálgyulladásban, gyakran az idegi fáradtság is olyan betegségeket okoz, amikről nem is gondolják, hogy a háttérben a nem megfelelő akusztikai – mondhatjuk nem megfelelő higiénias – körülmények állnak.

Oktatási intézmények - akusztikai tervezés

A zajszint mérések azt mutatják, hogy iskolákban óvodákban olyan nagy zajterhelésnek vannak kitéve a gyerekek, hogy nem csak a fent említett egészségügyi problémák léphetnek fel, de a magas zajszint hosszútávon hozzájárulhat a hallás csökkenéséhez.

Mit lehet tenni?

Az iskolákban, óvodákban, oktatási intézményekben a teremakusztikai paramétereken kell javítani.

Mit és hogyan?

A beszédérthetőséget befolyásoló tényezők

Cél: jobb beszédérthetőség biztosítása, ezzel áttételesen a zajszint csökkentése.

Az érthetőséget befolyásoló összetevők:

- hangerő
- zavaró zaj
- utózungési idő
- teremalakból eredő akusztikai hibák.

A fenti tényezők közül az egyik legegyszerűbben előírható és számolható teremakusztikai paraméter az utózungési idő.

Teremakusztikai paraméterek

Utózungési idő

A teremakusztikai viszonyok alapvető jellemzője a helyiségek utózungési ideje. Nemzetközi megállapodás szerint azt az időt nevezzük utózungési időnek, amely alatt a hangforrás elhallgatása után, a zárt térben a hangnyomásszint 60 dB-lel csökken. Jelölése: T_{60} [sec].

Közepes utózungési idő

A zárt helyiségekre vonatkozó általános jellemző, ami a különböző frekvenciákon felvett utózungési időkből átlagolható. Jelölése: T_m [sec].

A közepes utózungési idő számítása 2 illetve 4 közepes frekvencián mért utózungési idő átlaga.

Teremakusztikai paraméterek - mérés

Hogyan lehet szemléltetni?

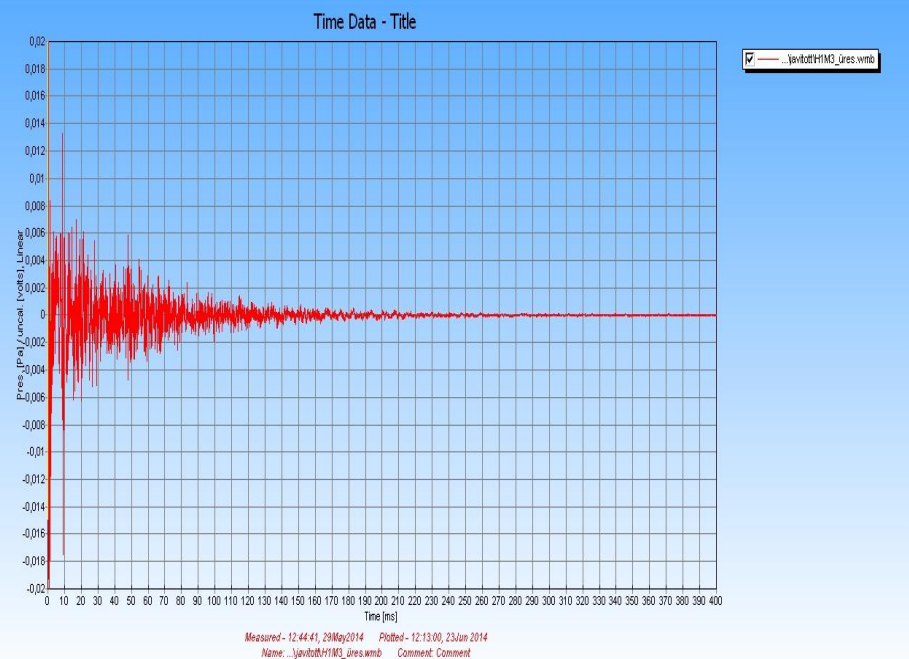
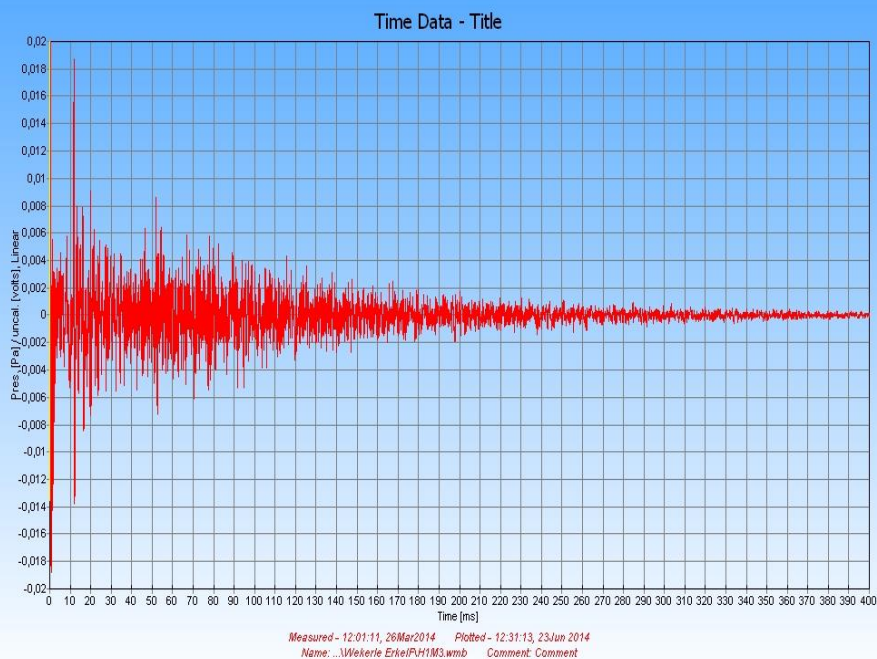
Újabb mérési módszerek megjelenése a teremakusztikában – impulzusválasz mérése –sokat elárul a tér akusztikai viselkedéséről.

A beszédérthetőséget befolyásolja a direkt hang és a visszavert hang aránya – áttételesen a zajszint növekedéshez vezet.

A zajszintet növeli a visszavert hang mennyisége.

Teremakusztikai paraméterek - mérés

Lényeges jellemző: a direkt hang és a visszavert hang aránya, a lecsengési idő és annak a jellege. Példa:



Mért impulzusválasz egy 180 m³-es tanteremben – $T_m = 0,85$ sec

Mért impulzusválasz egy 180 m³-es tanteremben – $T_m = 0,49$ sec

Teremakusztikai paraméterek – gyakorlati példa

Mit tapasztalunk, ha összehasonlítunk egy ugyanolyan térfogatú foglalkoztató termet, amiben van akusztikai kezelés, és amiben nincs?

Rövidebb utózengési idő, egyenletes lecsengési idő kevés késői reflexió, arányában nagy korai energia hányad.

A foglalkoztató termek megfelelő akusztikai kialakításához gyakran elegendő volna hangelnyelő álmennyezet alkalmazása, melyre számos példát találhatunk. Sajnos azonban akusztikus tervezőként azt tapasztaljuk, hogy a fenti érvek felsorolása nem hoz/hozott átütő sikert. A költségvetésből szinte elsőként ezt a tételt húzzák ki a megbízók.

Szabványosítás

Teremakusztikai paraméterekre, utózungési időre vonatkozó szabvány Magyarországon jelenleg nincs. Jó példa: Svédország: SS 02 52 68 svéd szabvány: akusztikai paraméterek előírása, az épületek és azok helyiségének kategóriákba történő besorolása.

A, B/C és D kategóriák. (Térfogat max. 1500 m³)

A – nagyon magas akusztikai kategóriájú épület

B – magas akusztikai kategóriájú épület

C – akusztikailag általános közepes kategóriájú épület

D – akusztikailag alacsony kategóriájú épület

Osztálytermekre és előadótermekre vonatkozó előírás: T_m közepes utózungési időre:

A – $T_m = 0,5$ sec

B/C – $T_m = 0,6$ sec

D – $T_m = 0,8$ sec

Gyakorlati példa

Addig is, amíg nincs jogszabály, rendelet, szabvány az oktatási, foglalkoztató termek akusztikai kialakítására, az intézményekben dolgozókat, a szülőket, az intézmények vezetőit, a beruházókat fel kell világosítani a javítás várható eredményéről.

Legkézenfekvőbb meggyőzési mód: gyakorlati példa. 2014-ben a Rigips Hungária Kft, felajánlotta a Budapest XIX. kerületi Erkel Ferenc általános iskolának, hogy az egyik tantermében ajándékként felszerel egy jó minőségű hangelnyelő álmennyezetet, az oldalfalakra pedig hangelnyelő burkolatot. Tapasztalják meg saját érzékszerveikkel és idegrendszerükkel, milyen eredményt hozhat egy ilyen jellegű akusztikai javítás.

Akusztikai mérések

A Rigips Hungária Kft megbízta a cégünket, hogy végezzon akusztikai méréseket az átalakítás előtti és utáni állapotról. Kétfajta mérést végeztünk:

- Teremakusztikai mérés
- Zajszint mérés

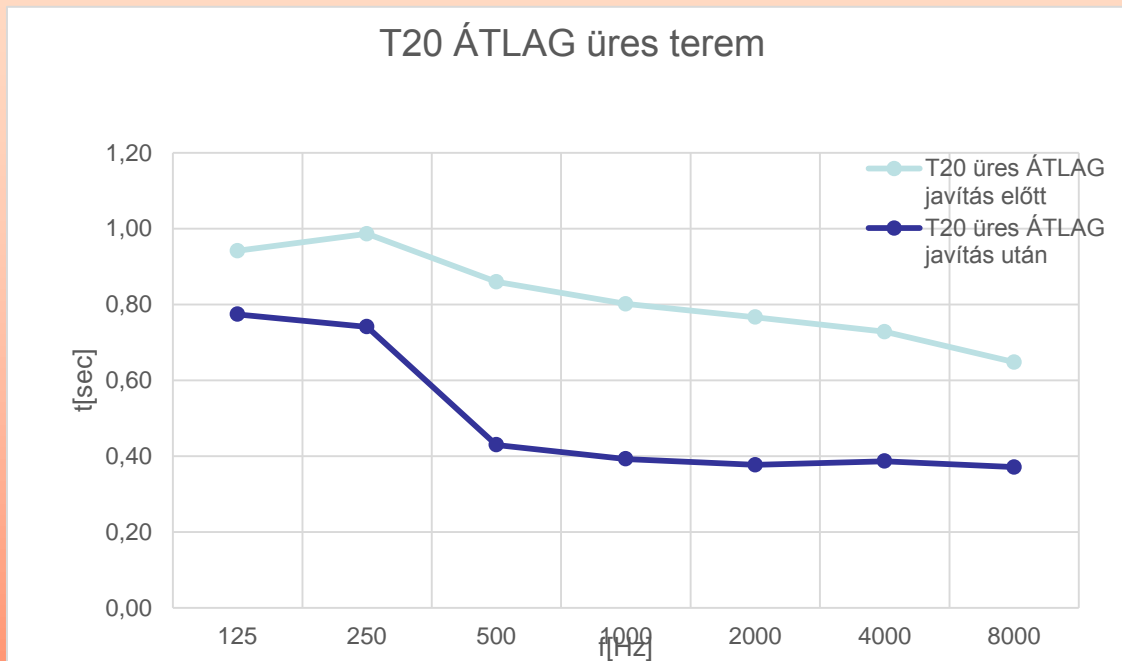
A teremakusztikai méréseknél az impulzusválaszt, utózengési időt és a beszédérthetőséget vizsgáltuk, míg a zajmérésnél a terem általános zajszintjét (nehezen mérhető).

Teremakusztikai paraméterek - mérés

Ahogy azt fent bemutattuk: lényeges jellemző a direkt hang és a visszavert hang aránya, a lecsengési idő és annak a jellege.

Az impulzusválaszokból jól látható, hogy a hangelnyelő burkolatok elhelyezésével a visszavert hang mennyiségét csökkentettük. Megjavult a direkthang – visszavert hang arány, javult a hangtisztaság és a beszédérthetőség.

Teremakusztikai mérések – utózungési



Javítás előtti utózungési idő: $T_m = 0,85$ sec

Javítás utáni utózungési idő : $T_m = 0,49$ sec

Mértünk még beszédérthetőséget, hangtisztasági fokot – ezek értékei is egy-egy kategóriával jobbak lettek.

Szubjektív ítélet: a terem akusztikailag nagyon jó lett – tanárok és diákok, szülők egyöntetű véleménye.

Teremakusztikai mérés



Teremakusztikai mérések

Zajszint

A tanteremben a zajszint csökkent azáltal, hogy a visszavert hang energiáját csökkentettük. Változást zajszintben úgy lehetett mérni, hogy ugyanazok a gyerekek ugyanazokat a dalokat elénekelték a teremakusztikai burkolatok elhelyezése előtt és után.

Javítás előtt mért hangnyomásszint:

$$L_{Aeq, \text{mért}} = 81,9\text{dB}$$

Javítás után a mért eredmény:

$$L_{Aeq, \text{mért}} = 76,7\text{dB}$$

A mért eredményekből látszik, hogy a zajszint ~5dB-lel csökkent a hangelnyelők beépítése után. Meg kell jegyezni, hogy ez a mérés hozzávetőleges eredménynek tekinthető, hiszen nehéz ugyanazzal a hangerővel énekelni két különböző napon.

Teremakusztikai előírások, szabványok

Ahogy már szó volt a szabványosításról: teremakusztikai paraméterekre, utózengési időre vonatkozó szabvány Magyarországon jelenleg nincs. Jó példa: Svédország: SS 02 52 68 svéd szabvány: akusztikai paraméterek előírása, az épületek és azok helyiségének kategóriákba történő besorolása.

A, B/C és D kategóriák. (Térfogat max. 1500 m³)

A – nagyon magas akusztikai kategóriájú épület

B – magas akusztikai kategóriájú épület

C – akusztikailag általános közepes kategóriájú épület

D – akusztikailag alacsony kategóriájú épület

Osztálytermekre és előadótermekre vonatkozó előírás: T_m közepes utózengési időre:

A – $T_m = 0,5$ sec

B/C - $T_m = 0,6$ sec

D - $T_m = 0,8$ sec

Megvalósítás



Osztályterem akusztikai korrekció előtt



Osztályterem akusztikai korrekció után

Összefoglalás

- A jó beszédérthetőség nagyon fontos az oktatási célú, és mindenféle foglalkoztató teremben. A jó beszédérthetőség következménye: nem kell a hangnyomásszintet megemelni ahhoz, hogy jobban értsék egymás szavát a gyerekek, a gyerekek és a felnőttek.
- **Szükséges: Magyarországon hatályos szabályozás - rendeletek, szabványok, ajánlások kidolgozása.**

