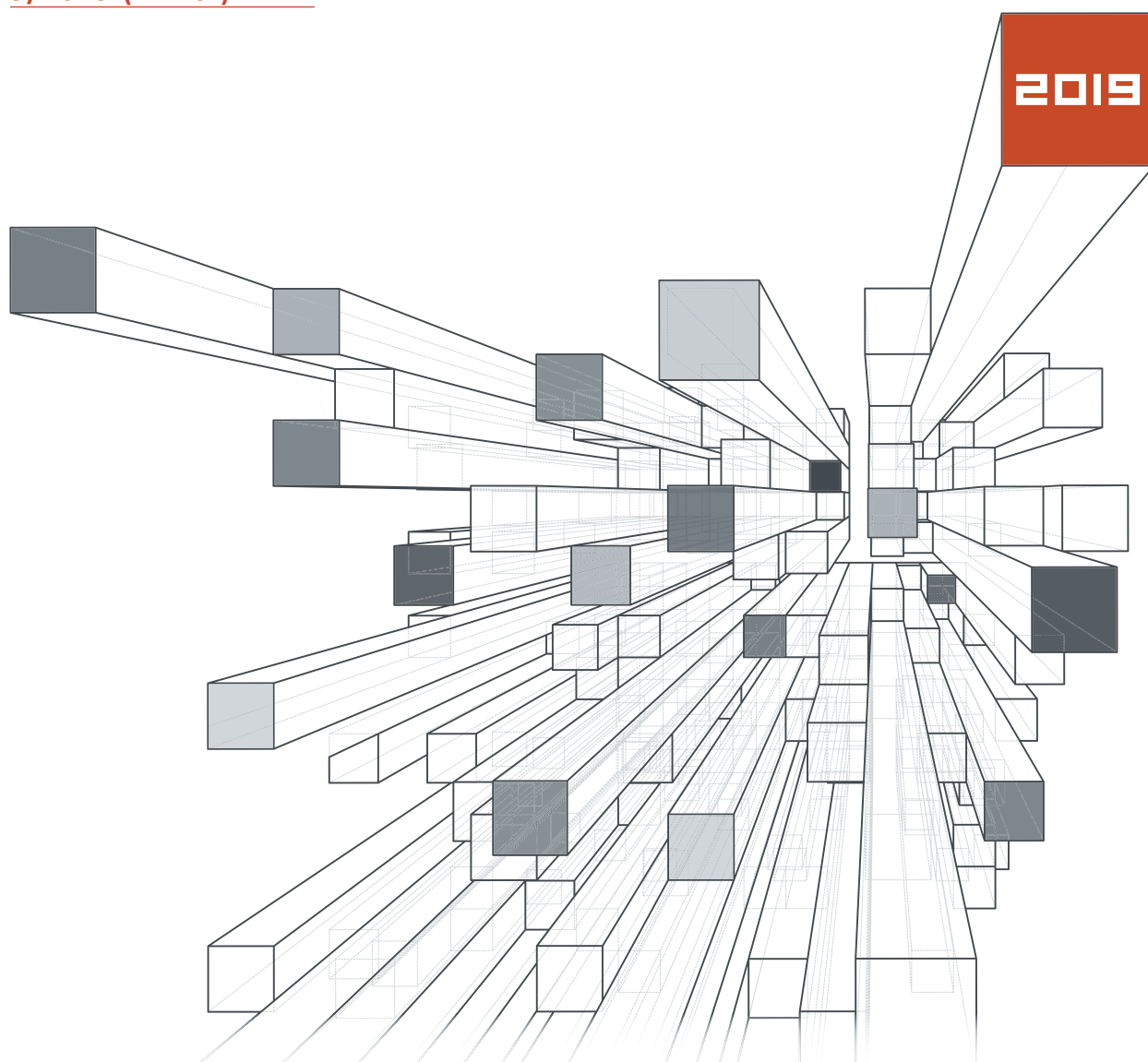


➤ AKUSZTIKA.  
HELYISÉGEK AKUSZTIKA KOMFORTJA.  
KÖVETELMÉNYEK.

5/2019.(IX.16.) ÉPMI



ÉPÍTÉSÜGYI MŰSZAKI IRÁNYELV



SZÉCHENYI 2020



HUNGARIAN  
GOVERNMENT

European Union  
European Social  
Fund



INVESTING IN YOUR FUTURE

# ELŐSZÓ

Az építőipar fejlődésével, az építésügyi szabályozási környezet folyamatos változásával az építési és üzemeltetési folyamat szereplőire egyre összetettebb feladatok hárulnak. Ezen feladatok ellátása – a szakmai ismereteken túl – nagymértékben a hatályos jogszabályok, valamint a szabványok alkalmazásán alapul.

Az építési és üzemeltetési folyamat szereplőinek napi munkájához az építésügyi műszaki irányelvek gyakorlati segítséget nyújtanak.

Bízunk abban, hogy az újjáélesztett, és az építési törvényben szabályozott építésügyi műszaki irányelvek az építésügy minden területén fontos eszközeivé válnak a minőség biztosításának, és ezáltal a gazdaság fejlődésére hosszútávú hatást gyakorolnak.

Az építésügyi műszaki irányelv az építésügyi szereplőket, az építőipart támogató olyan önkéntesen alkalmazható szabályozási eszköz, amely hatékonyan, és gyorsan tud válaszolni az iparág külső és belső műszaki és gazdasági kihívásaira.

Az építésügyi műszaki irányelv lényegében módszertan arra, hogy az elvárásokat, követelményeket hogyan lehet hatékonyan teljesíteni mindazon területeken, ahol jogszabály, szabvány nem ad, vagy nem teljes körűen ad útmutatást, illetve minden olyan esetben, ahol több szabványt, szabályt kell egyidejűleg alkalmazni.

Az építésügyi műszaki irányelv főbb jellemzői:

- ▶ szakmaiság, közérthetőség;
- ▶ tömörség, könnyen kezelhetőség;
- ▶ egységes tartalmi és formai rend;
- ▶ rendszerezettség;
- ▶ mindenki számára biztosított hozzáférés.

Az építésügyi műszaki irányelvek alkalmazása önkéntes. Azonban abban az esetben, ha műszaki tartalmú jogszabályban, szerződésben, illetve mellékleteiben kerül rögzítésre, úgy az kötelező érvényű.

Az építésügyi műszaki irányelvek elfogadását széles körű szakmai egyeztetés előzi meg, annak érdekében, hogy a bennük foglaltak szakmai konszenzuson alapuljanak.

Ezúton szeretnénk megköszönni az előkészítésében résztvevő szakemberek lelkiismeretes és áldozatos munkáját, ami nélkül jelen építésügyi műszaki irányelv nem jöhetett volna létre.

Szintén köszönettel tartozunk az állami szervezetek támogató anyagi és szakmai közreműködéséért.

Külön köszönet mindazon szakmai szervezeteknek és munkatársaiknak, akik munkájukkal segítették az építésügyi műszaki irányelv létrehozását.

*ÉMSZB Titkársága*

# TARTALOMJEGYZÉK

<u>ELŐSZÓ</u> .....	2
<b>1.</b> <u>TÁRGY, ALKALMAZÁSI TERÜLET</u> .....	4
<b>2.</b> <u>FOGALMAK</u> .....	5
2.1. A helyiségek akusztikai komfortját jellemző mennyiségek .....	5
2.2. A helyiségek akusztikai komfortjának jellemzése .....	5
2.3. Fogalommagyarázatok .....	6
<b>3</b> <u>KÖVETELMÉNYRENDSZER</u> .....	8
3.1. A követelmények értelmezési kerete .....	8
3.2. Oktatási épületek, óvodák, bölcsődék .....	11
3.3. Irodai rendeltetés .....	12
3.4. Szállás jellegű épületek .....	13
3.5. Egészségügyi építmények .....	14
3.6. Kulturális és sportépítmények .....	15
3.7. Lakóépületek .....	17
<b>4.</b> <u>FELHASZNÁLT ÉS HIVATKOZOTT DOKUMENTUMOK JEGYZÉKE</u> .....	19
4.1. Jogszabályok jegyzéke .....	19
4.2. Szabványok jegyzéke .....	19
4.3. Szakirodalom jegyzéke .....	20

## 1. TÁRGY, ALKALMAZÁSI TERÜLET

Jelen építésügyi műszaki irányelv tárgya az épületek egyes, jellemzően emberi tartózkodásra szolgáló helyiségeihez tartozó akusztikai komfortkövetelmények megfogalmazása.

Az építésügyi műszaki irányelvnek nem tárgya:

- ▶ állatok, növények tartózkodási környezetének (állattartó telepek, növényházak, stb.) vizsgálata,
- ▶ a helyiségekben megengedhető rezgésterhelés vizsgálata, beleértve az épületkárosodást jelentő és az emberre ható rezgéseket is,
- ▶ a különböző követelmények eléréséhez, teljesítéséhez szükséges műszaki megoldásokra, méretezésre, modellezésre vonatkozó eljárások, módszerek ismertetése,
- ▶ a különböző követelmények teljesülésének méréssel történő ellenőrzésével kapcsolatos kérdések vizsgálata.

A kielégítő és elvárható helyiséghasználat számos esetben megkívánja a megfelelő akusztikai környezet megvalósítását, és ennek érdekében a helyiség hangelnyelési és hangterjedési jellemzőinek tervezését, az épületgépészettől és egyéb forrásoktól származó zajterhelés nagyságának korlátozását és a megfelelő belső, illetve homlokzati hangszigetelés kialakítását is. A helyiségek felsorolt akusztikai jellemzői – többé-kevésbé – függenek egymástól, és azokat célszerű együtt értelmezni és kezelni.

A megfelelő akusztikai környezet megvalósítása sok esetben elengedhetetlen a helyiség rendeltetésszerű használata érdekében (pl. előadótermek, hangversenytermek, stúdiók), míg más esetekben komoly társadalmi, gazdasági előnnyel jár, így például lehetővé teszi a nyugodtabb pihenést, a hatékonyabb munkavégzést, illetve tanulást, vagy a gyorsabb gyógyulást, regenerálódást. A kellemes akusztikai környezet elősegíti a kiegyensúlyozottabb életvitelt, ami nemcsak az egyén, hanem a társadalom egésze szempontjából is hasznos. Speciális esetekben – így a veszélyhelyzetekben alkalmazott rendszereknél – akár életek is múlhatnak a beszédérthetőség biztosításán.

Az építésügyi műszaki irányelv az épített környezet egyes, emberi tartózkodásra szolgáló helyiségei esetén határozza meg a megfelelő használatot biztosító akusztikai komfort követelményeit. A helyiségek komfortját igen sok, sokszor szubjektív tényező határozza meg; jelen építésügyi műszaki irányelv ezek közül az utó-zengési időre és a zajterhelésre vonatkozó akusztikai paramétereket tárgyalja.

Az építésügyi műszaki irányelvben megadott követelmények teljesítése mellett biztosítható az adott helyiségtípusok általánosan elvárható akusztikai komfortja. Nem célja az irányelvnek az optimális akusztikai környezet kérdését illetve ennek feltételeit vizsgálni.

Az építésügyi műszaki irányelv azokat a leggyakoribb helyiségtípusokat igyekszik számba venni, ahol akusztikai komfortigények is felmerülhetnek. Az építésügyi műszaki irányelvben adott valamely követelménytől még abban az esetben is el szabad térni, ha magát az építésügyi műszaki irányelvet egy adott feladat kapcsán kötelezőnek fogadják el a felek, azonban ilyen esetekben ezt csak a felek beleegyezésével és pontos műszaki indoklással szabad megtenni.

**2.1. A HELYISÉGEK AKUSZTIKAI KOMFORTJÁT JELLEMZŐ MENNYISÉGEK**

A helyiségek akusztika megfelelőségét alapvetően három, egymástól teljesen nem függetleníthető témakörrel lehet jellemezni:

- A.) A térben történő hangenergia áramlás idő- és térbeli lefolyását leíró – teremakusztikainak nevezhető – mennyiségekkel.
- B.) Adott gerjesztési környezet mellett a szomszédos terekből átjutó hangenergia nagyságát megadó hangszigetelési képességekkel – ide értve a rezgésszigetelési tulajdonságokat is.
- C.) Magában a térben keletkező hangenergia hatására a tartózkodási zónában kialakuló hangnyomás-szintekkel, a zajterhelések nagyságával.

A fizikai – és így a fogalmi – rendszer átfedéseket mutat, nem minden esetben egyértelmű a fogalmak használata, értelmezése. Általánosságban az mondható, hogy az A.) szerinti kérdéskört teremakusztikának nevezzük, a B.) szerinti kérdéskört épületakusztikának, míg a C.) esetben leginkább a zajvédelem témakörével adhatjuk meg a fogalmakat.

A hangszigetelés célja a zajterhelés csökkentése a védendő terekben, azaz a hangszigetelés eszköz annak érdekében, hogy a zajvédelmi célt elérjük. Jelen építésügyi műszaki irányelv megadja a zajterhelésekre vonatkozó követelményeket. A hangszigetelési követelményeket a vonatkozó előírásoknak megfelelően és a zajterhelési követelmények teljesítéséhez szükséges mértékben kell meghatározni.

A fogalommagyarázatoknál megadjuk a jelen építésügyi műszaki irányelvben alkalmazott értelmezéseket.

A végső cél minden esetben a helyesnek mondható akusztikai környezet kialakítása különböző műszaki megoldásokkal, de sok esetben még a megfelelő vagy optimális akusztikai környezet meghatározása sem egyértelmű, különösen a teremakusztikai kérdések esetén. Jellemző egy szakmai konszenzus a kérdések jelentős részében, de különösen magas teremakusztikai elvárások (pl. hangversenytér, stúdió) esetén az egyéni megítélés, az egyes emberek ízléséből adódó különbségei is meghatározóak lehetnek.

Az akusztikai környezet részben szubjektív megítélésű, és nem független a többi, érzelmünkre és értelmünkre gyakorolt hatástól sem (pl. világítás, belsőépítészet, kényelem, hangulat, egészségi állapot, mentális állapot, stb.).

**2.2. A HELYISÉGEK AKUSZTIKAI KOMFORTJÁNAK JELLEMZÉSE**

Az építésügyi műszaki irányelvben a teremakusztikai paraméterek közül az utózengetési idő szerepel a követelmények között. Speciálisan, kifejezetten igényes akusztikai tervezés esetén egyéb teremakusztikai paraméterek követelményként történő megfogalmazása is szükséges lehet a tervezés során, de ezek előírásokban történő rögzítése nem célszerű. Az emberi tartózkodásra szolgáló helyiségek esetén jellemzően elegendő az utózengetési idő, mint teremakusztikai paraméter biztosítása. Magasabb teremakusztikai igények esetén – például zenei célú termeknél – további teremakusztikai paraméterek követelményeinek meghatározására is sor kerülhet, de ezek nem vagy nehezen általánosíthatók. A hangosított rendszerek beszédérthetőségének biztosítása elektroakusztikai tervezési feladat, de az építésügyi műszaki irányelvben

megadott utózungési idők mellett a megfelelő beszédérthetőséget biztosító hangosítási rendszerek kiépítésének racionális lehetősége jellemzően biztosított.

Az utózungési idő, mint akusztikai komfortparaméter egyrészt a zajcsökkentésben játszik fontos szerepet, másrészt a megfelelő beszédérthetőség feltételeit biztosítja.

Jelen építésügyi műszaki irányelvben megadott utózungési idő követelmények maximum értékek. A zenei környezet illetve a beszédérthetőség biztosításához egyes esetekben a teremakusztikai paraméterekhez egy optimális tartomány meghatározása lehet célszerű, de az építésügyi műszaki irányelvben megadott szituációkra nem szükséges az utózungési idő alsó értékeit megadni. Az építésügyi műszaki irányelvben tárgyalt helyiségek teremakusztikai túlcillapítása a gyakorlatban, a szokásos belsőépítészeti megoldások mellett nem jellemző; speciális esetekben szakember bevonása lehet szükséges az alsó utózungési korlátok és az utózungési idők frekvenciafüggvényének pontosítása érdekében (pl. szokatlan alakú konferenciatermek, felújítások miatti adottságok, stb.).

Zajcsökkentési, zajvédelmi szempontból a minél kisebb értékű utózungési idő a kedvező.

A zajvédelmi és hangszigetelési kérdéseknél minden esetben egy minimális elvárást jelöl a követelmény. Azt mondhatjuk, hogy a hangszigetelés és a zajvédelem – legalábbis zajvédelmi szempontból – jellemzően nem vihető túlzásba, azaz a minél nagyobb hangszigetelés és a minél kisebb zajterhelés a kívánatos cél.

### 2.3. FOGALOMMAGYARÁZATOK

#### ■ Akusztika:

a hang, és általában a rezgések tudománya. Görög eredetű szó: akuein – hallani. Igen széles tudományterületet ölel fel, néhány szokásos szakterületi elnevezés: épületakusztika, teremakusztika, városépítési akusztika, numerikus akusztika, fizikai akusztika, zenei akusztika, pszichológiai akusztika, elektroakusztika, nemlineáris akusztika, áramlástan akusztika, gépészeti akusztikai, stb.

#### ■ Hang:

a rugalmas közegnek az akusztika tárgyába tartozó mechanikai rezgése, illetve hulláma, amelyet a részecske és a hangtér adatai jellemeznek. Értelmezhetjük, mint fizikai, élettani és információs jelenséget.

#### ■ Hallható hang:

olyan hang, amelynek frekvenciája jellemzően 20 Hz és 16000 Hz közötti, intenzitása pedig  $10^{-12}$  W/m<sup>2</sup> és 1 W/m<sup>2</sup> közötti. A hallható hang tartománya pontosabban a hallásgörbével adható meg.

#### ■ Zaj:

fizikailag a hanggal azonos fogalom, de fiziológiai szempontból különbözik tőle; minden olyan hangot zajnak hívunk, ami szubjektíve zavaró, hallgatása kellemetlen kényszer és/vagy káros hatású.

■ **Teremakusztika:**

az akusztika azon részterülete, amely – legalább részben – zárt terekben a hangenergia időbeli és térbeli viselkedését írja le. Gyakorlati értelmezése a beszéd és zene optimális észleléséhez megfelelő belső állapot tervezését és megvalósítását jelenti. Elsődlegesen a helyiségben keletkező hasznos hangenergia kezelését jelenti, de tágabb értelemben ide tartoznak a hangszigetelés és a zajcsökkentés területei is, mint a zenei és beszédinformáció kialakulását befolyásoló tényezők.

■ **Épületakusztika:**

az akusztikán belül a hangszigetelés területe; feladata a térrészek közötti hangenergia áramlás akadályozása illetve csökkentése.

■ **Hangnyomás:**

a hang hatására a statikus légnyomáshoz hozzáadódó nyomásingadozás.

■ **Hangnyomásszint:**

a hangnyomás effektív értékének négyzetéből és a vonatkoztatási hangnyomás ( $p_0=20 \mu\text{Pa}$ ) négyzetéből számított hányados 10-es alapú logaritmusának a tízszerese. Jele  $L_p$ , mértékegysége decibel, dB. Az effektív érték valamely időben változó mennyiség egy időintervallumban vett pillanatnyi értékeinek négyzetes középértékéből vont négyzetgyöke

■ **A-hangnyomásszint:**

az ún. A-súlyozó szűrő alkalmazásával meghatározott hangnyomásszint. Jele  $L_{pA}$ , mértékegysége decibel, dBA, dB(A). Az emberi fül frekvencia szerinti érzékenységét követő szűrők közül a 40 dB-es hangossági görbe inverze alapján szabványosított függvény.

■ **Egyenértékű A-hangnyomásszint:**

az időben változó zajok egyetlen mérőszámmal történő jellemzése érdekében bevezetett mennyiség. Jele  $L_{pA}$ , mértékegysége decibel, dBA, dB(A). Értelmezése az ISO 1996-1 szabvány szerinti.

■ **Határgörbékkel jellemzett zajosság:**

a zaj nagyságának jellemzésére és minősítésére használt frekvenciafüggvények. Elterjedtebb változatai: NR (NoiseRating), NC (NoiseCriteria), PNC (PreferredNoiseCriteria).

■ **Frekvencia:**

valamely periódusos változás egy másodperc alatti periódusainak száma. Mértékegysége a hertz, Hz.

■ **Hangelnyelés:**

a felületre eső hangenergia nem visszavert részének és az összes beeső hangenergiának a hányadosa. A teljesen visszaverő felületek hangelnyelési tényezője nulla, a tökéletesen elnyelő felületeké 1. A hangelnyelési

tényező függ a frekvenciától és a hang beesési szögétől. Jele  $\alpha$ , mértékegység nélküli mennyiség. Az  $\alpha_w$  súlyozott értékének értelmezése a [18] szabvány szerinti.

#### ■ **Egyenértékű hangelnyelési felület:**

annak az  $\alpha = 1$  hangelnyeléssel jellemezhető, tökéletesen elnyelő felületnek a mérete, ami hatásában meg-egyeznek a ténylegesen a térben lévő anyagok, felületek, tárgyak hatásával. Jele  $A$ , mértékegysége  $m^2$ .

#### ■ **Utózungési idő:**

az az idő, amíg a teremben a kezdeti energiasűrűség 60 dB-lel, azaz egymilliomod részére csökken a hang forrásának megszüntetését követően. Jele  $T60$ , mértékegysége másodperc, s. Az utózungési idő elsősorban a terem méretétől és egyenértékű hangelnyelési felületétől függ. Az egyenértékű hangelnyelési felület annak az  $\alpha = 1$  hangelnyeléssel jellemezhető, tökéletesen elnyelő felületnek a mérete, ami hatásában meg-egyeznek a ténylegesen a térben lévő anyagok, felületek, tárgyak hatásával. Jele  $A$ , mértékegysége  $m^2$ .

#### ■ **Közepes utózungési idő:**

az utózungési idő terc- vagy oktávsváros frekvenciafüggvényének valamely elemeiből képzett aritmetikai átlag. Jele  $T_m$ , mértékegysége másodperc, s. Jelen irányelvben a 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz és 2 kHz frekvenciákon vett oktávsváros értékek átlagaként értelmezett.

#### ■ **Beszédérthetőség:**

olyan műszaki mérőszám, amely a beszédkommunikáció során azt mutatja, hogy a beszéd mennyire érthető, függetlenül a beszélő és a hallgató egyedi jellegzetességeitől, jellemzőitől. Elsősorban az utózungési idő és az alapzaj határozza meg. Több módszer és mérőszám is ismert; legelterjedtebb a 0,00-1,00 között értelmezett STI (SpeechTransmission Index).

### 3. KÖVETELMÉNYRENDSZER

#### 3.1. **A követelmények értelmezési kerete**

A különböző helyiségfunkciók esetén a teremakusztikai követelményeket különböző igényszintekhez lehet megállapítani. Célszerű különbséget tenni az új kialakítású és a felújításra kerülő helyiségek, épületek között. A műszaki és gazdasági lehetőségek gyakran határt szabnak a teremakusztikai beavatkozásoknak, de a használhatóság minimális feltételeit minden esetben biztosítani kell.

Az alábbi táblázatokban a különböző típusú helyiségfunkciókhoz rendeljük hozzá az akusztikai paramétereiket. A megadott utózungési idők egy általános használhatóságot biztosítanak, de nem értelmezik a hango-sítási, illetve veszélyhelyzeti rendszerek követelményeit.

A belső zajterhelési értékek esetén több szabvány is ad követelményértékeket a gépészeti berendezésekkel kapcsolatban. A táblázatban megadott zajterhelési értékek az üzem-szerűen működő épületgépészeti be-rendezések okozta zajokra vonatkoznak, elsősorban az épületek hűtését, fűtését, levegőellátását biztosító egységeket értve itt.



A gépészeti zajokra vonatkozó követelmények bármely huzamosabb tartózkodásra kijelölt vagy kijelölhető térrészre vonatkoznak, figyelembe véve a tipikus érzékelési helyeket (például az állandó munkahelyi ültetési rend bármely fejmagasságára érvényesek a követelmények). Huzamosabb tartózkodásra jellemzően nem használt helyiségek, térrészek (pl. közlekedő) esetén térbeli átlagként értelmezettek. A mérési helyek a jellemző fejmagasságban értelmezettek. A követelmény teljesülését az adott funkcióhoz tartozó használati időszakban kell biztosítani.

A gépészeti zajokra vonatkozó, egyenértékű szintben megadott követelmény bármely 5 perces intervallumra értelmezett. A gépészeti zajok időbeli maximális szintjei legfeljebb 5 dBA értékkel haladhatják meg a táblázatokban megadott egyenértékű szinteket.

Amennyiben helyiségenként szabályozható a gépészeti rendszer, abban az esetben már a tervezés során tisztázni szükséges a méretezési állapotot, és igény esetén a megvalósulást ennek megfelelően kell minősíteni.

Tonális komponensek jelenléte mellett az  $L_{Aeq} - K_{ton} + 2$  értéket kell követelményként tekinteni. A tonalitás jellemzése, a  $K_{ton}$  meghatározása az [SZ17] szabvány szerint történik.

A domináns kismagasságú összetevőket tartalmazó zajok szubjektív megítélése általában rosszabb, mint a hasonló energia-tartalmú, de kiemelkedő kismagasságú komponenseket nem tartalmazó zajé. Ezzel kapcsolatban jelenleg nincs jól használható szakmai konszenzus és/vagy gyakorlat, de vitás esetben szükséges a határgörbékkel megadott követelményeket meghatározni és ellenőrizni. A határgörbékkel történő minősítéshez az NC görbék alkalmazása javasolt, de egyéb határgörbék (NR, PNC, stb.) alkalmazása is megengedhető, szakmai megegyezés esetén. A minősítésnél az adott helyiségre egyébként meghatározott  $L_{Aeq}$  értékből kiindulva az  $NC = 1,25 \cdot (L_{Aeq} - 13)$  képlet alkalmazott. A kismagasságú dominancia azt jelenti, hogy a 125 Hz alatti tartományban szubjektíve határozottan érzékelhető a zaj, és az A-súlyozású tercsáv spektrumban ezen összetevők közül egy vagy több amplitúdója nem kisebb, mint a nagyobb frekvenciákon jellemző amplitúdók.

Az épületek homlokzatait terhelő külső zajok jellemzően közlekedési eredetűek, de a megadott zajhatárértékek egyéb rendszeres zajok (pl. üzemi tevékenységek) esetén is betartandók.

A homlokzati szerkezetek hangszigetelési méretezése az [SZ10] szabvány szerint történik. A közlekedéstől vagy egyéb külső forrásoktól származó belső zajhatárértékek vonatkozásában jelen építésügyi műszaki irányelv és az [SZ10] szabvány is ad követelményértékeket.

A közlekedési zajokra vonatkozó követelmények teljesülése az [SZ10] szabvány szerint, az adott helyiség térbeli és időbeli átlagként értelmezett. A követelmény teljesülését az adott funkcióhoz tartozó használati időszakban kell biztosítani. A megítélési idő a 06-22 óra közötti időszakban a nappali 16 óra, 22-06 óra közötti időszakban az éjszakai 8 óra.

A teremakusztikai követelmények a  $T_m$  közepes utózengezési időre vonatkoznak.

$$T_m = \frac{T_{250 \text{ Hz}} + T_{500 \text{ Hz}} + T_{1 \text{ kHz}} + T_{2 \text{ kHz}}}{4}$$

Az utózengési időkre megadott követelmények alapvetően a berendezett és személyek nélküli teremállapotra vonatkoznak. Amennyiben az ellenőrző mérésekre még bútorozatlan állapotban kerül sor, úgy a követelmények teljesítése így is elfogadható; a bútorozás jellemzően biztonságot jelent a teremakusztikai paraméterekben. Az ellenőrző méréseket javasolt a hangelnyelési szempontból meghatározó elemek, szerkezetek (padlóburkolat, mennyezet, függöny, stb.) elhelyezését, kivitelezését követően végezni.

Nagyobb létszámú, 100 főt meghaladó nézőt és/vagy hallgatóságot feltételezve a sportcsarnokok, uszodák, multifunkciós termek esetén figyelembe lehet venni az emberek hangelnyelő képességét. A tervezés során egyértelműen jelezni kell, hogy milyen állapotra vonatkoznak a követelmények. A hallgatóság hatása szakirodalmi adatokkal, konkrét mérési eredményekkel vagy – általános sűrűségű ülésmezők, illetve tipikus sűrűségű álló hallgatóság esetén – az alábbi táblázatos értékekkel közelíthető.

Elrendezés	Oktávsváltozó középfrekvencia [Hz]			
	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz
Hallgatóság hangelnyelő hatása, $\alpha$ [-]	0,40	0,50	0,65	0,65

1. táblázat: Hallgatóság hatása általános sűrűségű ülésmezők illetve tipikus sűrűségű álló hallgatóság esetén

Amennyiben jelen építésügyi műszaki irányelv felhasználásával történik a tervezés, illetve minősítés, meg kell határozni, hogy az irányelv különböző követelményértékei közül mit tekintenek kötelezőnek. Bár az akusztikai komfortot a különböző jellegű paraméterek (teremakusztika, zajterhelés, hangszigetelés, stb.) együttese határozza meg, de azok követelményként önmagukban is értelmezhetők.

Az építésügyi műszaki irányelv három akusztikai komfortminőséget határoz meg. Általános esetben a tervezési alapállapotként jelzett minőség elegendő a szokásos elvárások teljesítéséhez; ez a minőség tekinthető egy gazdasági-műszaki optimumnak. Célzottan magasabb elvárások teljesítése esetén a fokozott akusztikai minőségnek megfelelő paramétereket lehet követelményként tekinteni.

Az „E” kategória alatt megadott paraméterek egy lényegesen gyengébb akusztikai komfortot valósítanak meg. Új építésű épületek, illetve helyiségek funkció váltása esetén az „E” kategória nem alkalmazható. Az „E” kategóriát követelményként csak azokban az esetekben megengedett alkalmazni, amikor az akusztikai komfortot felülíró szempontok nem teszik lehetővé a másik két kategóriának történő megfelelést (pl. életvédelmi, biztonsági okok). Ezen esetekben is törekedni szükséges arra, hogy a megvalósítás közelítse a tervezési alapállapot paramétereit. Amennyiben az „E” kategória szerinti követelmények kerülnek alkalmazásra, akkor ennek okát rögzíteni kell a tervezés során.

A követelményeknél megfogalmazott minőségektől (tervezési alapállapot, fokozott akusztikai minőség, „E” kategória) helyiségcsoporton belül is el lehet térni, de ennek tényét és okát rögzíteni kell a tervezés során.

Ahol a tervezés és megvalósítás során épületminősítő rendszer (pl. BREEAM, LEED, WELL) szerinti akusztikai krediteknek történő megfelelés biztosított, ott – elsősorban a teljes akusztikai követelményrendszer egyszerűsítése, átláthatósága miatt – általánosságban elegendő a minősítő rendszernek történő megfelelés.

Amennyiben az alkalmazott minősítő rendszer valamely, az építésügyi irányelvben tárgyalt részterületen nem ad követelményeket, ott javasolt az építésügyi műszaki irányelv követelményeinek teljesülését biztosítani.

### 3.2. Oktatási épületek, óvodák, bölcsődék

Az iskolák, óvodák és bölcsődék esetén erősen meghatározza a gyerekek életkora, jellemző viselkedése a zajcsökkentési igényeket. Alapfokú képzést nyújtó iskola, óvoda és bölcsőde esetén a tervezési alapállapotot kell minimálisan elérni, de az fokozott akusztikai minőség teljesítése erősen javasolt.

A táblázatban az osztálytermekre, foglalkoztatókra és étkezőkre megadott értékek 300 m<sup>3</sup>-t meghaladó helyiségek esetén a térfogat függvényében növelhetők, szakértői megítélés szerint.

A teremakusztikai követelmények csak a tanulók által is használt folyosókra vonatkoznak.

Zenei célú osztályterem esetén egyedi megítélés szükséges a használati körülmények ismeretében; tipikusan 50-80%-kal magasabb utózungési idők megengedettek. Ezen esetekben célszerű az utózungési idők alsó tolerancia értékeit is meghatározni a frekvencia függvényében.

Teremakusztika követelmények oktatási épületekben, óvodákban, bölcsődékben -  $T_m$  [s]

Helyiségfunkció	Tervezési alapállapot	Fokozott akusztikai minőség	„E” kategória
Foglalkoztató bölcsődében, óvodában	0,7	0,5	1,0
Tanterem	0,9	0,7	1,3
Folyosó	1,0	0,9	1,6
Tornaterem, edzőterem, uszoda, aula	1,5	1,2	3,0
Étkező	1,2	0,9	1,6
Konferenciaterem, előadóterem	0,7	0,5	1,4

2. táblázat: Teremakusztika,  $T_m$  [s]

Gépészeti zajterhelés követelmények az oktatási épületekben, óvodákban, bölcsődékben -  $L_{Aeq}$  [dBA]

Helyiségfunkció	Tervezési alapállapot	Fokozott akusztikai minőség	„E” kategória
Foglalkoztató bölcsődében, óvodában	35	32	40
Tanterem	35	32	40
Folyosó	45	40	50
Tornaterem, edzőterem, uszoda, aula	45	40	50
Étkező	45	40	50
Konferenciaterem, előadóterem	37	34	40

3. táblázat: Gépészeti zajterhelés,  $L_{Aeq}$  [dBA]

Közlekedési zajterhelés követelmények oktatási épületekben, óvodákban, bölcsődékben-  $L_{Aeq}$  [dBA]

Helyiségfunkció	Tervezési alapállapot	Fokozott akusztikai minőség	„E” kategória
Foglalkoztató bölcsődében, óvodában	40	37	40
Tanterem	40	37	40
Folyosó	45	40	50
Tornaterem, edzőterem, uszoda, aula	45	42	50
Étkező	45	42	48
Könyvtár	35	30	40
Konferenciaterem, előadóterem	40	37	40

 4. táblázat: Közlekedési zajterhelés,  $L_{Aeq}$  [dBA]

**3.3. Irodai rendeltetés**

 Közlekedési zajterhelés követelmények irodai rendeltetésű épületben -  $T_m$  [s]

Helyiségfunkció	Tervezési alapállapot	Fokozott akusztikai minőség	„E” kategória
Videokonferencia terem	0,6	0,4	0,8
Konferenciaterem, előadóterem	0,7	0,5	1,4
Tárgyaló	0,9	0,7	1,3
Egylégterű iroda	0,9	0,6	1,3
Iroda 8 fő alatt	1,0	0,6	1,6
Közlekedő	1,0	0,6	1,6
Étkező	1,4	1,0	2,0
Üzemi területekhez tartozó irodák, tárgyalók	1,0	0,5	1,3

 5. táblázat: Teremakusztika,  $T_m$  [s]

 Gépészeti zajterhelés követelmények irodai rendeltetésű épületben -  $L_{Aeq}$  [dBA]

Helyiségfunkció	Tervezési alapállapot	Fokozott akusztikai minőség	„E” kategória
Videokonferencia terem	35	30	38
Konferenciaterem, előadóterem	37	34	40
Tárgyaló	37	34	40
Egylégterű iroda	40	37	42
Iroda 8 fő alatt	40	37	42
Közlekedő	42	40	45
Étkező	45	40	50
Üzemi területekhez tartozó irodák, tárgyalók	50	45	60

 6. táblázat: Gépészeti zajterhelés,  $L_{Aeq}$  [dBA]

Helyiségfunkció	Tervezési alapállapot	Fokozott akusztikai minőség	„E” kategória
Videokonferencia terem	37	34	40
Konferenciaterem, előadóterem	40	37	40
Tárgyaló	40	37	42
Egylégterű iroda	40	37	42
Iroda 8 fő alatt	40	37	42
Közlekedő	42	40	45
Étkező	45	40	50
Üzemi területekhez tartozó irodák, tárgyalók	50	45	60

7. táblázat: Közlekedési zajterhelés,  $L_{Aeq}$  [dBA]

### 3.4. Szállás jellegű épületek

A szállás jellegű épületeknél megadott követelmények a háromcsillagos vagy magasabb osztályú szállodákra, kórházi kórtermekre és szanatóriumi szállásokra vonatkoznak.

A szállás jellegű épületekben található konferenciatermek, előadótermek, tornatermek, edzőtermek, uszodák és étkezők esetén az oktatási épületeknél adott követelmények érvényesek.

A lobby esetén megadott teremakusztikai követelmény 1000 m<sup>3</sup> térfogatig érvényes; nagyobb terek esetén a térfogat függvényében az utózengezési idő követelményértéke növelhető, szakértői megítélés, szakirodalmi hivatkozás szerint.

#### Teremakusztika követelmények szállás jellegű épületekben - $T_m$ [s]

Helyiségfunkció	Tervezési alapállapot	Fokozott akusztikai minőség	„E” kategória
Vendégszoba	0,9	0,5	1,5
Közös használatú területek (lobby, recepció, liftelőtér, közlekedő)	1,5	1,0	2,5
Közlekedő, folyosó	0,7	0,5	1,5

8. táblázat: Teremakusztika,  $T_m$  [s]

Gépészeti zajterhelés követelmények szállás jellegű épületekben -  $L_{Aeq}$  [dBA]

Helyiségfunkció	Tervezési alapállapot	Fokozott akusztikai minőség	„E” kategória
Vendégszoba, nappali időszak	45	42	50
Vendégszoba, éjszakai időszak	35	32	40
Közös használatú területek (lobby, recepció, liftelőtér, közlekedő)	42	40	50
Közlekedő, folyosó	45	40	48

 9. táblázat: Gépészeti zajterhelés,  $L_{Aeq}$  [dBA]

 Közlekedési zajterhelés követelmények szállás jellegű épületekben -  $L_{Aeq}$  [dBA]

Helyiségfunkció	Tervezési alapállapot	Fokozott akusztikai minőség	„E” kategória
Vendégszoba, nappali időszak	45	42	50
Vendégszoba, éjszakai időszak	35	32	40
Közös használatú területek (lobby, recepció, liftelőtér, közlekedő)	45	40	50
Közlekedő, folyosó	45	40	50

 10. táblázat: Közlekedési zajterhelés,  $L_{Aeq}$  [dBA]

### 3.5. Egészségügyi építmények

Az egészségügyi rendeltetésű építményekben található folyosók, konferenciatermek, előadótermek és étkezők esetén az oktatási épületeknél adott követelmények érvényesek.

Fizioterápiás foglalkoztatók esetén a tornatermeknél adottak követelmények érvényesek.

Nem egészségügyi rendeltetésű építmény esetén, a hasonló funkcióknál tervezési célértékként lehet tekinteni a táblázatokban megadott követelményekre, de  $T_m$  esetén legfeljebb 50%-kal,  $L_{Aeq}$  esetén legfeljebb 5 dBA értékkel enyhébb követelmények is megállapíthatók.

 Teremakusztika követelmények egészségügyi építményekben -  $T_m$  [s]

Helyiségfunkció	Tervezési alapállapot	Fokozott akusztikai minőség	„E” kategória
Műtő	1,2	0,8	1,5
Vizsgáló helyiség, kezelő	1,0	0,6	1,5
Egyágyas betegszoba	1,2	0,8	1,8
Többágyas betegszoba	0,8	0,5	1,2

 11. táblázat: Teremakusztika,  $T_m$  [s]

Helyiségfunkció	Tervezési alapállapot	Fokozott akusztikai minőség	„E” kategória
Műtő	35	32	40
Vizsgáló helyiség, kezelő	38	35	45
Egyágyas betegszoba, nappali időszak	35	32	40
Egyágyas betegszoba, éjszakai időszak	30	28	35
Többágyas betegszoba, nappali időszak	35	32	40
Többágyas betegszoba, éjszakai időszak	30	28	35
Tornaterem, edzőterem	45	40	55

12. táblázat: Gépészeti zajterhelés,  $L_{Aeq}$  [dBA]Közlekedési zajterhelés egészségügyi építményekben-  $L_{Aeq}$  [dBA]

Helyiségfunkció	Tervezési alapállapot	Fokozott akusztikai minőség	„E” kategória
Műtő	35	32	38
Vizsgáló helyiség, kezelő	35	32	42
Egyágyas betegszoba, nappali időszak	35	32	40
Egyágyas betegszoba, éjszakai időszak	30	28	35
Többágyas betegszoba, nappali időszak	35	32	40
Többágyas betegszoba, éjszakai időszak	30	28	35
Tornaterem, edzőterem	42	40	50

13. táblázat: Közlekedési zajterhelés,  $L_{Aeq}$  [dBA]

### 3.6. Kulturális és sportépítmények

Jelen építésügyi műszaki irányelvben megkülönböztetünk elsődlegesen sportolási célú és többcélú – akár sportolásra is alkalmas – kulturális, szabadidős építményeket. A sportolási célú tereken belül – sajtóságos jellege miatt – megkülönböztetjük az uszodákat.

A sportcsarnok esetén alapvetően sportolásra használt helyiségek értendőek; egyéb előadások, rendezvények akusztikai megfelelése nem tervezési cél. Ezen sportcsarnokok esetén általában kiemelt szempont a megfelelő szurkolói hangulat megteremtése, ezért a magasabb utózengei idők is megengedettek. A tervezés során tisztázni szükséges a helyiség tervezett felhasználási területét. Igény esetén meg kell teremteni a lehetőségét, hogy egy későbbi funkció-eltolódás mellett kialakuló magasabb akusztikai igényű környezet kialakítható legyen (pl. tartószerkezetek elhelyezése hangelnyelő panelekhez).

A sportcsarnok itt 1.000-20.000 m<sup>3</sup> közötti tereket jelent. Kisebb helyiségek esetén az oktatási épületeknél megadott tornaterem, edzőterem értékei a követelmények. Nagyobb helyiségek esetén a teremakusztika-

egyedi méretezése szükséges; az utózengési időre megadott képlet ezzel együtt iránymutató jelleggel használható.

A multifunkciós építmény alatt alapvetően sportolás és egyéb előadásokra, rendezvényekre is használt építmények értendők; ezért tervezési cél a beszéd- és zenei célú rendezvények akusztikai megfelelősége is. A megadott akusztikai paraméterek lehetővé teszik egy általános igény szintű, többcélú csarnok megfelelőségét. A megadott értékek teljesítése önmagában nem biztosítja a kifejezetten magas – pl. hangversenytermeknél elvárható – akusztikai minőség elérését; szükség esetén a megadott követelmények pontosítása, szigorítása szükséges. Igény esetén meg kell teremteni a lehetőségét egy későbbi funkció-eltolódás esetén fennálló magasabb akusztikai igényű környezet kialakítására (pl. tartószerkezetek elhelyezése hangelnyelő panelekhez). Erősen eltérő jellegű felhasználás és magasabb igény szint mellett célszerű biztosítani az adott igényekhez hangolható teret (pl. forgatható hangelnyelő felületek, függönyök elhelyezése, stb.).

A multifunkciós építmény esetén az adott felhasználáshoz alkalmazott berendezések, tárgyak, bútorok típusa, száma, elhelyezése nagymértékben befolyásolhatják az akusztikai komfortparamétereket. A megfelelőséget jellemzően egy olyan helyiségállapotra kell elvégezni, ami az alkalmi, nem tipikus berendezési tárgyak hatását nem veszi figyelembe. A fokozott igény szint teljesítéséhez ugyanakkor megengedett számításba venni valamely rendezvény típus belsőépítészeti kiépítésének hatását is.

A multifunkciós építmény itt 1.000-20.000 m<sup>3</sup> közötti tereket jelent. Kisebb helyiségek esetén az oktatási épületeknél megadott tornaterem, edzőterem értékei a követelmények. Nagyobb helyiségek esetén a teremakusztika egyedi méretezése szükséges; az utózengési időre megadott képlet ezzel együtt iránymutató jelleggel használható.

A sportcsarnokok és a multifunkciós építmények folyosóira, konferenciatermeire, előadótermeire és étkezőire az oktatási épületeknél adott követelmények érvényesek.

Az utózengési időre vonatkozó követelményeknél a multifunkciós építményekre vonatkozik egy alapképlet, így itt  $T_m = T_{m\_mf}$ . A többi esetre megadott százalékos növekmények ehhez az alapértékhez viszonyítottak.

#### Teremakusztika követelmények kulturális és sportépítményekben - $T_m$ [s]

Helyiségfunkció	Tervezési alapállapot	Fokozott akusztikai minőség	„E” kategória
<b>Multifunkciós építmény</b>	$T_{m\_mf} = 0,05 \left[ \log \frac{V}{V_0} \right]^3 - 0,4$	Egyedi méretezés alapján	$T_{m\_mf} + 20\%$
<b>Sportcsarnok</b>	$T_{m\_mf} + 30\%$	Egyedi méretezés alapján	$T_{m\_mf} + 50\%$
<b>Uszoda</b>	$T_{m\_mf} + 30\%$	Egyedi méretezés alapján	$T_{m\_mf} + 50\%$

14. táblázat: Teremakusztika,  $T_m$  [s]



Gépészeti zajterhelés követelmények kulturális és sportépítményekben-  $L_{Aeq}$  [dBA]

Helyiségfunkció	Tervezési alapállapot	Fokozott akusztikai minőség	„E” kategória
Multifunkciós építmény	45	40	50
Sportcsarnok	45	40	55
Uszoda	50	45	55

15. táblázat: Gépészeti zajterhelés,  $L_{Aeq}$  [dBA]

Közlekedési zajterhelés kulturális és sportépítményekben -  $L_{Aeq}$  [dBA]

Helyiségfunkció	Tervezési alapállapot	Fokozott akusztikai minőség	„E” kategória
Multifunkciós építmény	40	35	45
Sportcsarnok	42	40	50
Uszoda	42	40	50

16. táblázat: Közlekedési zajterhelés,  $L_{Aeq}$  [dBA]

### 3.7. Lakóépületek

Többlakásos lakóépületek közös uszodáira, torna- és edzőtermeire az oktatási épületeknél megadott követelmények az érvényesek.

A lakáson belüli egyéb helyiségek az emberi tartózkodásra is használt helyiségeket jelenti (pl. konyha, fürdő, wc, közlekedő, kamra, sportszoba), de nem tartoznak ide a hétköznapi használatban nem használt helyiségek (pl. búvóterek, aknák).

Lakóépületek helyiségei esetén utózengési időre nincs követelmény.

Gépészeti zajterhelés követelmények lakóépületekben-  $L_{Aeq}$  [dBA]

Helyiségfunkció	Tervezési alapállapot	Fokozott akusztikai minőség	„E” kategória
Lakószobák lakóépületekben, nappali időszak	40	35	40
Lakószobák lakóépületekben, éjszakai időszak	30	25	35
Étkezőhelyiség, étkezőkonyha lakóépületekben	45	35	45
Egyéb, lakáson belüli helyiség	50	40	60

17. táblázat: Gépészeti zajterhelés,  $L_{Aeq}$  [dBA]

Közlekedési zajterhelés követelmények lakóépületekben -  $L_{Aeq}$  [dBA]

Helyiségfunkció	Tervezési alapállapot	Fokozott akusztikai minőség	„E” kategória
Lakószobák lakóépületekben, nappali időszak	40	35	40
Lakószobák lakóépületekben, éjszakai időszak	30	25	35
Étkezőhelyiség, étkezőkonyha lakóépületekben	45	35	45
Egyéb, lakáson belüli helyiség	45	40	55

 18. táblázat: Közlekedési zajterhelés,  $L_{Aeq}$  [dBA]

**4.1. JOGSZABÁLYOK JEGYZÉKE**

- [J1] 27/2008. (XII. 3.) KVVM-EÜM EGYÜTTES RENDELET A KÖRNYEZETI ZAJ- ÉS REZGÉSTERHELÉSI HATÁRÉRTÉKEKRŐL
- [J2] 3/2002. (II. 8.) SZCSM-EÜM EGYÜTTES RENDELET A MUNKAHELYEK MUNKAVÉDELMI KÖVETELMÉNYEINEK MINIMÁLIS SZINTJÉRŐL
- [J3] 253/1997. (XII. 20.) KORM. RENDELET AZ ORSZÁGOS TELEPÜLÉSRENDEZÉSI ÉS ÉPÍTÉSI KÖVETELMÉNYEKRŐL

**4.2. Szabványok jegyzéke**

- [SZ1] MSZ EN 60849:2000 HANGRENDSZEREK VESZÉLYHELYZETEKHEZ
- [SZ2] MSZ EN ISO 3382-1:2009 AKUSZTIKA. HELYISÉGEK AKUSZTIKAI JELLEMZŐINEK MÉRÉSE 1. RÉSZ: ELŐADÓTERMEK
- [SZ3] MSZ EN ISO 3382-2:2008 AKUSZTIKA. HELYISÉGEK AKUSZTIKAI JELLEMZŐINEK MÉRÉSE 2. RÉSZ: UTÓZENGÉSI IDŐ ÁLTALÁNOS RENDELTETÉSŰ HELYISÉGEKBEN
- [SZ4] MSZ EN ISO 3382-3:2012 AKUSZTIKA. HELYISÉGEK AKUSZTIKAI JELLEMZŐINEK MÉRÉSE 3. RÉSZ: EGYTERŰ IRODÁK
- [SZ5] MSZ ISO 18233:2006 AKUSZTIKA. ÚJ MÉRÉSI MÓDSZEREK ALKALMAZÁSA AZ ÉPÜLET- ÉS TEREMAKUSZTIKÁBAN
- [SZ6] DIN 18041: 2004 ACOUSTICAL QUALITY IN SMALL TO MEDIUM SIZED ROOMS
- [SZ7] DIN 18041: 2016 ACOUSTICAL QUALITY IN SMALL TO MEDIUM SIZED ROOMS
- [SZ8] SS 02 52 68 ACOUSTICS – SOUND CLASSIFICATION OF SPACES IN BUILDINGS – INSTITUTIONAL PREMISES, ROOMS FOR EDUCATION, PRESCHOOLS AND LEISURE-TIME CENTRES, ROOMS FOR OFFICE WORK AND HOTELS
- [SZ9] MSZ 15601-1:2007 ÉPÜLETAKUSZTIKA. 1. RÉSZ: ÉPÜLETEN BELÜLI HANGSZIGETELÉSI KÖVETELMÉNYEK
- [SZ10] MSZ 15601-2:2007 ÉPÜLETAKUSZTIKA. 2. RÉSZ: HOMLOKZATI SZERKEZETEK HANGSZIGETELÉSI KÖVETELMÉNYEI

- [SZ11] MSZ EN 12354-6:2004 ÉPÜLETAKUSZTIKA. ÉPÜLETEK AKUSZTIKAI MINŐSÉGÉNEK BECSLÉSE AZ ELEMÉK TELJESÍTŐKÉPESSÉGE ALAPJÁN. 6. RÉSZ: HANGELNYELÉS HELYISÉGEKBEN
- [SZ12] MSZ EN 60268-16:2011 HANGÁTVITELI KÉSZÜLÉKEK. 16. RÉSZ: A BESZÉDÉRTHETŐSÉG OBJEKTÍV ÉRTÉKELÉSE BESZÉDÁTVITELI INDEXSZEL
- [SZ13] ISO/CD 19488 ACOUSTICS - ACOUSTIC CLASSIFICATIONS SCHEME FOR DWELLINGS
- [SZ14] MSZ EN 13779:2007 NEM LAKÓÉPÜLETEK SZELLŐZTETÉSE. HELYISÉGEK SZELLŐZTETŐ ÉS LÉGKONDITIONÁLÓ RENDSZEREINEK TELJESÍTMÉNYKÖVETELMÉNYEI
- [SZ15] MSZ CR 1752:2000 ÉPÜLETEK SZELLŐZTETÉSE. ÉPÜLETEK BELSŐ KÖRNYEZETÉNEK TERVEZÉSI ALAPJAI
- [SZ16] MSZ EN 15251:2007 ÉPÜLETEK ENERGIA-TELJESÍTŐKÉPESSÉGÉNEK TERVEZÉSÉRE ÉS BECSLÉSÉRE, LEVEGŐMINŐSÉGÉRE, HŐMÉRSÉKLETÉRE, FÉNY- ÉS AKUSZTIKAI VISZONYAIRA VONATKOZÓ BELTÉRI BEMENETI PARAMÉTEREI
- [SZ17] MSZ 18150-1:1998 A KÖRNYEZETI ZAJ VIZSGÁLATA ÉS ÉRTÉKELÉSE
- [SZ18] MSZ EN ISO 11654:1997 AKUSZTIKA. AZ ÉPÍTÉSZETBEN HASZNÁLT HANGELNYELŐK. A HANGELNYELÉS ÉRTÉKELÉSE
- [SZ19] ISO 226:2003 ACOUSTICS - NORMAL-EQUAL-LOUDNESS-LEVEL CONTOURS

#### 4.3. Szakirodalom jegyzéke

- [I1] Z. MAEKAWA, J. H. RINDEL, P. LORD: ENVIRONMENTAL AND ARCHITECTURAL ACOUSTICS, SPON PRESS, 2011
- [I2] MARK HOLDAN: APPLIED ACOUSTICS: CONCEPTS, ABSORBERS AND SILENCERS FOR ACOUSTICAL COMFORT AND NOISE CONTROL, SPREINGER, 2013
- [I3] HELMUT FUCHS: ACOUSTICS OF MULTI-USEPERFORMING ART CENTERS, SPON PRESS, 2016
- [I4] CHAGOK, N.M.D, DOMTAU, L.D, AGOYI, E., AKPAN, E.E: AVERAGE SOUND ABSORPTION PER PERSONATOC TAVE BAND FREQUENCIES BETWEEN 125HZ AND 4000HZ IN AN ENCLOSURE, JOURNAL OF NATURALSCIENCES RESEARCH, VOL.3, NO.2, 2013
- [I5] APPLICATION OF B&K EQUIPMENT TO ARCHITECTURAL ACOUSTICS, BRÜEL & KJAER, 1978
- [I6] BUILDING BULLETIN 93 – ACOUSTIC DESIGN OF SCHOOLS

- [I7] MARSHALL LONG: ARCHITECTURAL ACOUSTICS, ELSEVIER ACADEMIC PRESS, 2006
- [I8] REIS FRIGYES: AZ ÉPÜLETAKUSZTIKA ALAPJAI, TERC, 2003
- [I9] ÉPÜLETSZIGETELÉSI KÉZIKÖNYV, SZERK. FÜLÖP ZSUZSANNA, VERLAG DASHÖFER, 2005
- [I10] LEO L. BERANEK: ZAJCSÖKKENTÉS, MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ, BUDAPEST, 1967
- [I11] P. NAGY JÓZSEF: A HANGSZIGETELÉS ELMÉLETE ÉS GYAKORLATA, AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST  
2004
- [I12] TARNÓCZY TAMÁS: HANGNYOMÁS, HANGOSSÁG, ZAJOSSÁG, AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST, 1984
- [I13] TARNÓCZY TAMÁS: TEREMAKUSZTIKA I-II, AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST, 1986

*Az AKUSZTIKA. HELYISÉGEK AKUSZTIKAI KOMFORTJA. KÖVETELMÉNYEK*  
című építésügyi műszaki irányelvet a szakmai szervezetek véleményezése mellett  
összeállította, a tervezet előkészítéséért felelős:

▶ **Építésügyi Minőségellenőrző Innovációs Nonprofit Kft.**  
2000 Szentendre, Dózsa György út 26.

▶ Telefon: (26) 502 300

▶ E-mail: [mszig@emi.hu](mailto:mszig@emi.hu)

▶ Honlap: [www.emi.hu](http://www.emi.hu)



ÉPÍTÉSÜGYI  
MINŐSÉGELENŐRZŐ  
INNOVÁCIÓS NKFT.