

Magyar nemzeti szabvány a teremakusztikai követelményekről

MSZ 2080:2020

Alig 8-10 évvel ezelőtt az épülettervezés során – ha nem stúdióról, koncertteremről vagy színházakról volt szó – a teremakusztikai szempontrendszer inkább mostohagyerekként vagy a zajcsökkentéshez szükséges mellékszereplőként került csak terítékre. A helyzet a BREEAM, LEED és hasonló, elsősorban piaci pozíciót erősítő minősítési rendszereknek és a multinacionális cégek hozott igényeinek köszönhetően jelentősen javult az irodai létesítmények esetében. Átfogó és hazai viszonyokhoz igazított követelményrendszer azonban nem volt, ezért az új MSZ 2080:2020 jelű szabvány előzmények nélkül, de bántó hiányt pótolva vált hatályossá 2020 szeptemberében.

A szabványok háttéréről, kötelező érvényéről, alkalmazhatóságáról a szintén új MSZ 2082:2020 „Beszéd célú hangrendszerek” szabványt bemutató cikkben írtam részletesebben. Azért is érdemes ezt felidézni, mert az MSZ 2082:2020 szabvány tárgyalása azután kezdődött egy másik, befogadóbb bizottságban, amikor a teremakusztikáról szóló szabvány közel négyéves tárgyalása alatt többször is többségi döntés született arról, hogy a beszédátviteli index (STI) nem való a teremakusztikai követelmények közé.

1. kérdés: Kötelező?

A korábbi cikkben kifejtett szempontok alapján a szabvány alkalmazása önkéntes, és azt más rendelet sem teszi kötelezővé. Az OTÉK (az országos településrendezési és építési követelményekről szóló 253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet) ugyanis a zaj- és rezgésvédelem elvárásairól szóló szabványok alkalmazását írja elő, de a teremakusztikai követelmények nem zaj- és rezgésvédelmi követelmények, még ha befolyásolják is azok teljesíthetőségét.

A teremakusztika a léghang visszaverődéseinek hatásáról szól, de zaj és rezgés visszaverődések nélkül is van. A visszaverődések csillapításával legfeljebb a zaj felerősödését lehet csillapítani, de a zaj közvetlen hatását nem. Kicsit talányosabban,

de korrektebbül: adott zajszint eléréséhez a visszaverődések csillapítására is szükség lehet, de az esetek többségében önmagában ez nem elégséges. A szabvány a bevezetőjében ennek ellenére, saját súlyát erősítendő, félrevezető módon mégis a zaj- és rezgésvédelmi szempontokat hangsúlyozza.

A normatív („szabályozó”) részen, vagyis a követelményeken kívül informatív (tájékoztató) ajánlások is szerepelnek a szabványban. Ezek elsősorban a követelmények teljesítéséhez és értelmezéséhez nyújtanak segítséget.

2. kérdés: Szükséges?

Erre egyértelműen igen a válasz. Függetlenül attól, hogy az elmúlt években már minden igényesebb beruháznál természetes és magától értetődő volt a teremakusztikai szempontok érvényesítése, és hivatkozási alapokból sem volt hiány, mégis mindenképpen időszerű volt a kikapukat kereső helyzetek megállítása, a fogalomhasználat és elvárásrendszer közősebb nevezőre hozása.

Alkalmazási terület

Az alkalmazási terület megállapításánál eredetileg az volt a fő szempont, hogy minden olyan esetben legyen követelmény, ahol a teremakusztika elhanyagolása az építményben tartózkodó, de a

tervezési döntések meghozatalában „véltlen” felhasználókat érheti, vagy ahol nem lehet hivatkozni művészeti vagy műemléki szempontból egyedi elbírálásra.

Az alkalmazási terület fontos korlátja a sportcélú létesítményeknél a 30 000 m³, egyéb létesítményeknél az 5000 m³ térfogat. A térfogathatárok megállapítása mögött nincs konkrét műszaki indok: a bizottság egyik része óvatosabban a szűkebb korlátot támogatta (a térfogatfüggő követelmények többségénél megmaradt a 3000 m³), míg a bizottság másik része a mindenre kiterjedő hatályosság érdekében nagyobb korlátot tartott szükségesnek (a legtöbb meglévő kis és közepes színház vasfüggönyig tartó nézőtere beleesik az 5000 m³ térfogatkorlátba). Ennek ott van jelentősége, hogy a szabványt nemcsak új épületeknél, hanem minden olyan helyiség vagy épületszerkezet esetén figyelembe kell venni, ami bővítésben, rendeltet módosításban érintett. Korszerűsítésnél csak a teremakusztikai minőséget érintő változásoknál (akár felületkezelés is!) kell figyelni a szabványra. Felújítás, helyreállítás, újjáépítés esetén pedig ezen belül csak azt kell figyelembe venni, hogy az „érintett helyiségek teremakusztikai tulajdonságai nem lehetnek kedvezőtlenebbek az eredeti állapotnál”. Nincs részletezve, hogy mit jelent a „kedvezőtlenebb”, de a követelményrendszer elve szerint (ld. lent) a kevesebb hangelnyelés vagy hosszabb utözengési idő kedvezőtlenebbnek tekinthető, és szabványkövető magatartás esetén az előzetes felmérés is javasolt.

Fogalmak

A fogalmak tisztázása hasznos és hiánypótló még olyan, egyértelműnek tűnő kérdésekben is, hogy mi a „belmagasság”, a „berendezett állapot” vagy a „hallgatási terület”. A térfogat a követelmények szempontjából kiemelt alapmennyiség, és a fogalmi meghatározás szerint összetett geometriák esetében szerencsére a tervezőre van bízva, ho-

A hiány köztudott, ennek ellenére mégsem az MSZT szakbizottsága, hanem egy piaci szereplő kezdeményezésére indult a szabvány tárgyalása 2016-ban. Az első szövegtervezet az éppen frissen megjelent német DIN 18041:2016 szabvány magyarítása volt, némi kiegészítéssel. Ezt a koncepciót a szakma képviselői szakmai szempontból elutasították. A bizottság egy tagja 2018-ban nemzetközi konferencián számolt be a munkáról, a szabványosítás folyamatával kapcsolatban nehezményezve, hogy a bizottság teljes értékű tagságának nem feltétele a hozzáértés. Ez sajnos igaz, amit az is súlyosbít, hogy a szabványszöveg tárgyalásának folyamata tapasztalatom szerint nem kellően szabályozott. Ezért fordulhatott elő, hogy a szabvány szövegezésének tárgyalását a legkitartóbb tagok zárták le 2020 nyarán.

Időközben, de még a szabvány megjelenése előtt, 2019 szeptemberében jelent meg az ÉMI gondozásában az Építészeti Műszaki Irányelvek Akusztika. Helyiségek akusztika komfortja. Követelmény című 5/2019. (IX.16.) ÉPMI kiadványa. Ez a zajszintkövetelményeket és a teremakusztikai elvárásokat közösen kezeli, de az első publikált lépés volt a teremakusztikai szabályozás irányába.

Mostantól viszont hivatkozhatunk egy nemzeti szabványra is, és a tervezések során az abban leírtakból indulhatunk ki.

gyan állapítja meg a térfogatot (pl. színház esetében zsinórpaddal vagy anélkül).

Sajnos a fogalmak között szakmai hibák (pl. a teremakusztikai szakkifejezések között szerepel a „háttérzaj”, a „hangelnyelési tényező” pedig helyesen „diffúztéri hangelnyelési tényező” volna) és semmitmondó (pl. „teremakusztikai minőség”) vagy félrevezető próbálkozások (pl. „teremakusztikai burkolat”, „teremakusztikai mobilák”) is előfordulnak. Utóbbiakat azért tartom félrevezetőnek és fölöslegesnek, mert minden szerkezetnek vannak akusztikai és nem akusztikai tulajdonságai, attól függetlenül, hogy abba mit lát bele az építész, a statikus, a belsőépítész, a kereskedő vagy éppen a teremakusztikus. Véleményem szerint épp ez a fajta megkülönböztetés okoz konfliktusokat és félreértéseket ott, ahol többféle érdeknek kell(ene) egymással harmóniában érvényesülnie.

Követelmények

A számszerű követelmények rendszere viszonylag egyszerű (1. ábra):

- a szabvány szerinti 1. táblázatban felsorolt funkciókra és méretkorlátokra (belmagasság, térfogat) vannak „egyadatos” követelmények a legnagyobb megengedett közepes utózungési időre ($T_{m,max}$) vagy a legkisebb elvárt fajlagos közepes egyenértékű hangelnyelési felületre (A_m/V)_{min};

- ha a követelményt nem lehet az 1. táblázat szerint megállapítani, akkor azt a 2. táblázat szerint kell tenni, a legnagyobb megengedett közepes utózungési időre ($T_{m,max}$) a térfogat függvényében, miközben be kell tartani az utózungési idő frekvenciafüggésére vonatkozó toleranciát is.

A követelmények bent tartózkodók nélküli, berendezett helyiségekre, a hallgatási területen érvényesek. Ez azért fontos, mert az ellenőrizhető (megismerhető, megismételhető) állapotok közül az üzemszerű állapothoz ez áll a legközelebb.

A követelmények mindenhol azt sugallják, hogy a több hangelnyelés biztosan jobb és üdvös, de az csak mellékesen, konkrétumok nélkül szerepel, hogy kerülni kell a „túlesillapítást” és törekedni kell a gazdaságosságra. Ez azért fontos hiányosság, mert konkrétumok nélkül biztos, ami biztos alapon büntetlenül lehet túlesillapítani helyiségeket, ami nemcsak gazdaságossági, hanem minőségérzeti szempontból is hiba.

Egyedi követelményt kell megállapítani, ha a helyiség akusztikai szempontból „kiemelt”. Mivel ez a fogalmi kör nincs tisztázva, a „kiemelt” státusz lehetőséget ad a tervezőnek arra, hogy a szabvány alkalmazása esetén is eltérjen a szabvány követelményeitől.

Sajnos a szabványban szereplő 1. táblázat rendezetlen, és a kategóriák sokfélesége, a gyakorlatban elő nem forduló helyzetek (pl. 5000 m³

térfogatú telekonferencia-helyiség vagy betegszoba), az apró betűs kiegészítések nem segítenek az eligazodásban, ez a közvetlenül az utózungési időre jellemző normatív követelményeket áttekinthető ábrából is látható.

Figyelembe véve, hogy az utózungési idő eltéréseinek érzékelhetősége (JND) laboratóriumban ±5%, de hétköznapi körülmények között inkább ±15%, a 0,1 s különbséggel megállapított kategóriák sokasága fölösleges, sokkal inkább a szabvány tárgyalás közbeni alkudozások eredménye, semmint műszakilag megalapozott vagy tapasztalati konszenzus.

A közepes utózungési idő ($T_{m,max}$) a helyiségekben pontonként mért 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz oktávsvávokban mért/számolt értékek számtani átlagainak átlagaira vonatkozó határérték. Ez a döntés csak azért kifogásolható, mert a 4 oktávsvávból számolt középérték a gyakorlatban nem nyújt semmilyen többletinformációt (még a frekvenciafüggésre sem), de pl. tapssal (tehát egyszerűen) már nem mérhető a 250 Hz bevonása miatt.

A szabványban az utózungési idő térfogatfüggésének kifejezéséhez használt $T = a \times \log_{10}(V) + b$ összefüggés mögött nincs műszaki megfontolás, nem hibátlan, de más szabványokban (pl. DIN 18041) is szerepel.

A térfogatfüggő esetek nagyobb problémája, hogy a szabvány megköveteli a frekvenciafüggő tolerancia (ld. 2. ábra) szerinti számítást is. A zenei előadótermekkel azonos tolerancia van előírva még egy tornateremben is, vagy ha a tanterem térfogata >250 m³-nél. Ennek eredményeként vastagabb, költségesebb burkolatokat, mélyhang-elnyelő szerkezeteket kell betervezni. A toleranciát a szabvány a DIN 18041-ből származtatja, bár ott eredetileg bent tartózkodókkal együtt értendő állapotra írták elő.

Nem vitás, hogy a tolerancia betartásától a helyiségek teremakusztikai értelemben jobbak

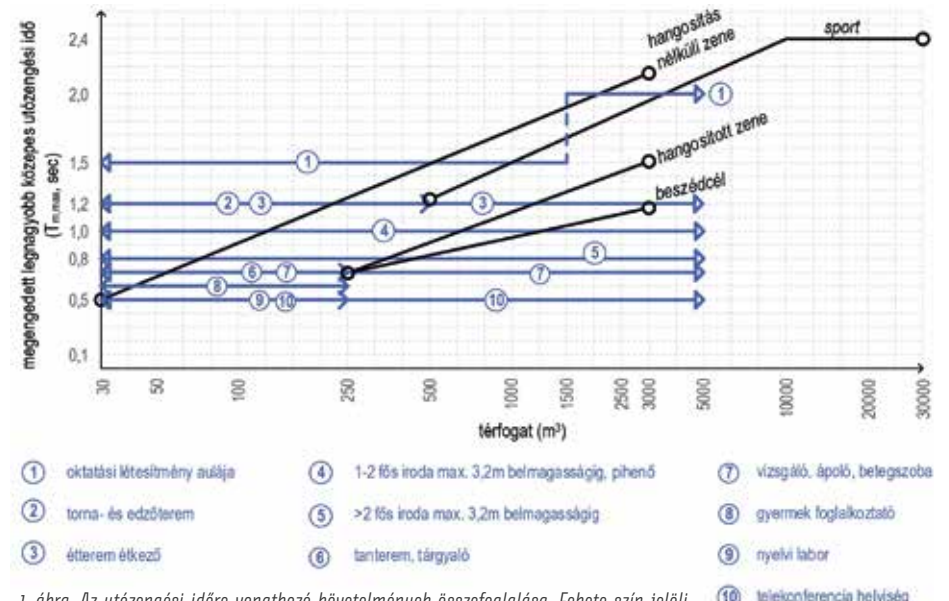
lesznek. Az is bizonyos viszont, hogy ez ilyen széles körben szükségtelen és gazdaságtalan előírás. Hasonló okokból Ausztriában az ÖN B 8115:2005 kiadásában azért enyhítettek a követelményeken, mert még ott is gazdaságilag aránytalannak érezték, hogy membránokat kelljen tornatermekbe tervezni. A szabvány szövegének véglegesítése előtti többségi és általam is támogatott álláspont még az volt, hogy a toleranciát csak zenei célra is használt helyiségben kelljen figyelembe venni.

A 125 Hz alatti és 4 kHz fölötti tartomány ábrázolása legfeljebb csak elviekben fogadható el, mert kisfrekvencián nincs adat és nincs elfogadott számítási módszer, nagyfrekvencián pedig az esetek nagy többségében nincs adat és nagyobb térfogatú terekben a levegő csillapítása is már meghatározóvá válik. (2. ábra)

A fajlagos hangelnyelési számról (A_m/V) szóló követelmény megalapozottságát én kezdetben kritizáltam, használatától idegenkedtem, de számos mérés és számítás utólagos kiértékelésével arra jutottam, hogy a szakmában zajló paradigmaváltás (nem az utózungési idő, hanem a hangelnyelés a lényegesen jobban leíró paraméter) valóban indokolt. A térfogattal arányos megközelítés (0,10...0,20 m² hangelnyelés a térfogat minden m³-ére) egyszerűen kezelhető, könnyen ellenőrizhető, szemléletes, sajnos mégis félrevezető lehet.

A követelmény formája a klasszikus Sabine-féle képletből ($T_{Sabine} = 0,161 \times V/A$) ered. Ugyanis, ha az A/V minimuma, azaz az V/A maximuma elő van írva, akkor elvileg azzal a T_{Sabine} (utózungési idő) maximuma van előírva. Így például, ha $A/V \geq 0,20$ m²/m³, akkor $T_{Sabine} \leq 0,80$ s.

A különböző helyzetekre előírt 0,10/0,15/0,20 m²/m³ követelményt a táblázat mutatja. A táblázatban a szélsőségesen nem diffúz helyzetektől eltekintve érvényesnek tekinthető statisztikus módszerrel (Eyring-képlet) különböző méretarányok esetén szá-



1. ábra. Az utózungési időre vonatkozó követelmények összefoglalása. Fekete szín jelöli a térfogattól függő követelményt, kék szín jelöli a térfogattól független követelményt.

A minimális fajlagos hangnyelvéssel előírt követelmények és a várható eredmény

kategória	követelmény	becsült közepes utözengés (T_m) az $(A_m/V)_{min}$ követelmény alapján					
		$(A_m/V)_{min}$					
helyiség típus, rendeltetés	belmagasság	m^2/m^3	30 m^3	40 m^3	50...250 m^3	250...500 m^3	>600 m^3
oktató műhely, technikaterem (max. 500 m^3)	($h < 3,2$ m)	0,20	0,95	0,90	0,65...0,70		-
	($h \geq 3,2$ m)	0,15	1,15	0,95	0,90...0,95		-
olvasóterem (max. 250 m^3)	($h < 3,2$ m)	0,20	-				0,65...0,70
	($h \geq 3,2$ m)	0,15	-				0,85...0,90
várakozó és közlekedő helyiség (irodai, kulturális, szállodai, kereskedelmi, egészségügyi, oktatási)	($h < 3,2$ m)	0,20	0,95	0,90	0,65...0,70		
	($h \geq 3,2$ m)	0,15	1,15	0,95	0,85...0,90		
irodahelyiség	($h > 3,2$ m)	0,15	1,15	0,95	0,85...0,90		
közlekedési létesítmény váróterme	-	0,15	1,20	1,15	0,90...0,95	0,90...0,95	
kiállítási tér	-	0,10	1,70	1,60	1,30...1,35		

molt utözengési időket is feltüntettük. Látható, hogy a követelmény főként nagy térfogatok esetén igen szigorú, és pl. többszintes körfolyosós aula esetén (nagy térfogat, kevés felület) szinte teljesíthetetlen. Ha pl. a belmagasság >7 m (2 emelet), minden m^2 alapterületen (azaz >7 m^3 -enként) 0,15 $m^2/m^3 \times 7 m^3 > 1 m^2$ hangnyelvést (ami egyetlen felületen 1,00-nél nagyobb hangnyelvési tényezőt jelent) kellene beépíteni. Kemény padló és falak esetén ez csak sűrűn befüggesztett hangnyelvelő elemekkel teljesíthető, 11 m belmagasság (3 emelet) fölött pedig az oldalfalakat is be kellene vonni a hangnyelvéshöz.

Ajánlások (informatív rész)

A szabvány informatív részeiben:

- az A melléklet a tervezési feladatokat vázolja tervfázisonként, amit reményeink szerint hamarosan a kérdésben illetékesebb MMK Akusztikai Tagozat ajánlása vált fel;
- a B melléklet a különböző rendeltetések szerint, különböző rendeletek vagy ajánlások alapján tájékoztat a minimális belmagasság, alapterület és befogadóképesség kérdésében, a láthatóság feltételeiről, illetve akusztikai szempontú számítással is igazolja, hogy ha egy előadó közvetlenebb kapcsolatot szeretne a hallgatósággal, keressen kisebb méretű termet;
- a C melléklet a teremakusztika témakörében teljesen járatlanok számára mutat irányokat és tisztáz alapvetéseket a burkolatok elhelyezéséről és funkciójáról, elsősorban előadótermek és tanterem eseteire;
- a D melléklet a három fő méretezési cél mentén ad szöveges ajánlást és hívja fel a korlátokra a figyelmet;
- az E melléklet a beszédátviteli index (STI) ajánlott értékeiről szól

annak ellenére, hogy az STI nem teremakusztikai paraméter, használhatósága és értelmezése is bizonytalan.

3. kérdés: Elégséges?

Önmagában öröndetes a tény, hogy a teremakusztikai beavatkozások méretezésénél a tervezés során már szabványra is hivatkozhatunk.

Arról, hogy mennyire kell csillapítani egy helyiséget a zajosság csökkentése vagy a hangtisztaság növelése érdekében, évtizedes múlttal rendelkező szabványok esetében is folyik a vita. A lényeget illetően létezik nemzetközi konszenzus, de a részletekben sok az eltérő vélemény. Talán ezért is lehet azt mondani, hogy a szabványban a követelményrendszer koncepciója megfelelő, de a konkrét követelmények kategorizálása és a követelmények megállapítása kérdésében nincs konszenzus, miközben a lényeges szempontokat sokkal egyszerűbben, érthetőbben is lehetett volna tálni.

Ajánlás

Az alkalmazási kör és a követelmények megállapításánál figyelembe kellett volna venni, hogy ez egy bevezető (előzmények nélküli) szabvány, mert sok esetben a fokozatosság elve egyáltalán nem érvényesül, és a szövegezésbe indokolatlan vagy nehezen megvalósítható követelmények, szituációk lettek kódolva.

Az előkészítés során rendszeresen ismétlődő „érvelés” volt a szigorítás javára, hogy az akár 0,1 s-mal enyhébb követelmény is már szégyenletesen korszerűtlen más szabványokhoz képest. Véleményem szerint ugyanakkor alapvetően hibás az a hozzáállás, ami egy követelményszabvány korszerűségét a követelmények szigorúságával, a szabvány jelentőségét pedig a beépítendő hangnyelvést mennyiségével méri. A külföldi kollégákkal folytatott egyeztetésekből egyértelműen látszik, hogy alapvető kérdésekben változik a szemlélet.

A követelményeken túl sok hasznos információt is tartalmaz a szabvány, bár eredetileg szándékosan

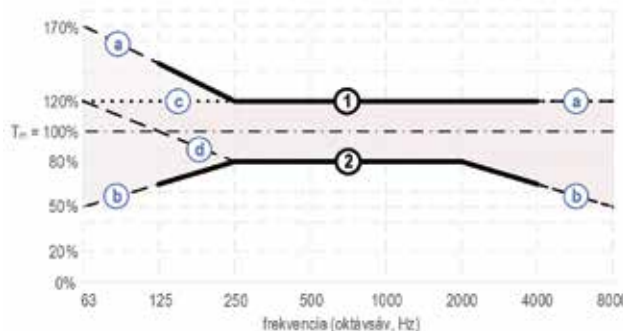
csak követelményszabványként formálódott a szövegezés.

Végül hadd említsek egy kevésbé műszaki szempontot. A teremakusztika csak egy a sok szakág közül. Mérhető, méretezhető, és ritka esetektől eltekintve harmonizálható a többi szakág igényeivel. Ezért nem szerencsés, ha egy szakmai szabvány túldramatizálja a jelentőségét, a túlzó követelményekkel elsősorban a gyártók kedvére tesz, mindeközben a szövegben rendre a bizonytalanságokra hívja fel a figyelmet.

A szabvány alkalmazása minden érintett fél érdeke. Hibái ellenére ajánlott figyelembe venni, kipróbálni és tapasztalatokkal segíteni a legközelebbi revíziót. A revízió minden szakmagyakorló közös érdeke, így a tapasztalatok összegyűjtése sokat segíthet a szabvány korszerűsítésében. Ha pedig a szabvány revíziójára nem kerül sor egyhamar, reményeim szerint a legtöbb embert érintő hétköznapi szituációkban indul harmonizáció legalább Európán belül, és nem olyan, a teljes népesség szempontjából marginális kérdésekben születik ISO-szintű szabvány, mint a próbatermek akusztikája (ld. ISO DIS 23591).

Az MMK érdeklődő tagjainak egyúttal ajánlom figyelmébe az MSZ 2080:2020 szabványhoz igazodó, magyarózó, példákkal illusztrált, teremakusztikai tervezést segítő kiadványokat is: <https://www.mmk.hu/informaciok/dokumentumok>

Fürjes Andor Tamás



- ① MSZ2080 max (ÖN B8115-3:2005 és DIN18041:2004, zene, max)
- ② MSZ2080 min (ÖN B8115-3:2005 és DIN18041:2004, beszéd, min)
- a ajánlás: MSZ2080 max (ÖN B8115-3:2005 és DIN18041:2004, zene, max)
- b ajánlás: MSZ2080 min (ÖN B8115-3:2005 és DIN18041:2004, beszéd, min)
- c ÖN B8115-3:2005 és DIN18041:2004, beszéd, max
- d ÖN B8115-3:2005 és DIN18041:2004, zene, min

2. ábra. A térben átlagolt utözengési idő frekvenciafüggésére vonatkozó tolerancia. Fekete vastag vonal jelöli a kötelező tartományt, kék és szaggatott az ajánlásokat és összehasonlításokat (pl. DIN 18041:2016 és ÖN B8115-3).