

## **BELSŐ BURKOLATOK HATÁSA A HANGNYOMÁSRA II.**

### **Absztrakt**

A tervezés során fontos szempont, hogy a megfelelő hangnyomás szintet a tér minden pontján biztosítani lehessen. Ezt elősegíti olyan épített környezet, ahol a riasztóeszközök által keltett hang minél könnyebben, minél kisebb csillapítással terjedhet.

Az építőiparban megfigyelhető tendencia épp ennek az ellenkezője. A fejlesztések egyik fő célja az emberek megfelelő komfortérzetének biztosítása, ennek egyik aspektusaként pedig már kiemelt szempontot jelent a belső terek akusztikai jellemzőinek javítása. Legfontosabb, hogy az egyes terek közötti hangszigetelés minél jobb legyen, illetve az adott térben a hangterjedése úgy legyen csillapítva, hogy az az emberi kommunikációt minél inkább támogassa, gondoljunk például az egyetemes irodák népszerűségére.

Az építőanyagok (télváltók, nyílászárók, burkolóanyagok) fejlesztése tehát a nagyobb hangcsillapítású anyagok alkalmazásának irányába tolódott el, így a tervezőknek ezt a tervezés során érdemes figyelembe venni.

**Kulcsszavak:** biztonság, berendezés, riasztás, hangjelzés, akusztika

# THE INSIDE WALL AND CEILING COVER'S ACTION ON THE LEVEL OF THE FIRE ALARM SOUNDS II.

## Abstract

One of the best important parts of the fire detection and fire alarm system's planning is to provide correct sound pressure level at all points of the space. This is facilitated by a built environment where the sound generated by the alarm devices can spread as easily as possible with the least damping.

The trend of the construction industry is just the opposite. One of the main purpose of the development is to provide people with a sense of comfort. One of the aspects of it, to emphasize the acoustic characteristics of the interiors. Most important is the sound insulation between the individual spaces, and the spread of the sound in the given space is suppressed so as to support human communication as much as possible, let's think about the popularity of single-office offices, for example.

The development of building materials (plasterboard partition walls, doors and pavements etc.) has therefore shifted towards the use of higher sound attenuation materials, so fire alarm system designers should consider this in planning.

**Keywords:** fire, fire *safety*, *fire alarm system*, *alarm zone*, *sounder*, *acoustics*

## 1. HANGTERJEDÉS SAJÁTOSSÁGAI ZÁRT TEREKBEN

*"Zárt terekben a hangterjedés és a hangtér kialakulásának törvényszer ségei – a határoló felületek jelenléte miatt – jóval bonyolultabbak, mint a szabadtéri esetekben. A határoló felületek alakja, mérete, anyagi tulajdonságai és elhelyezkedése mind befolyásolják a hangnyomásszint térbeli eloszlását."* [1]

Mivel a menekítésre felhívó, t z esetén m ködtetett hangjelz k els sorban beltéren töltik be szerepüket, a hang terjedését befolyásoló tényez k közül ki kell emelni a bels térben történ hangterjedés során a hanghullámok visszaver dését és elnyel dését. Természetes hangelnyel ként a berendezési tárgyaknak, a függönyöknek, sz nyegeknek, de még a bent tartózkodó embereknek is van hangelnyelése, de ezeket nehéz figyelembe venni. A zárt téri hangterjedés els sorban a teret határoló felületek, épít anyagok min ségét l függ, érdemes tehát ez irányban tovább vizsgálni, hogy mely felületek hogyan és milyen mértékben befolyásolják a hang terjedését a térben.

Egy felülettel való találkozáskor a hanghullám energiájának egy része visszaver dik, másik része elnyel dik, illetve egy része átjut az adott szerkezeten. A három energiarész aránya a hang jellemz in (frekvencia és beesési szög) túl az anyag min ségét l és paramétereit l függ. Ezek a f paraméterek a szerkezet alapanyaga, rétegrendje, felületi min sége. A felületek hanggal szembeni viselkedését alapvet en az ún. hangelnyelési tényez vel, -val lehet jellemezni. Ha =1, tökéletesen elnyel felületr l van szó, illetve =0, ha teljesen visszaveri a hangokat (pl. nyitott ablak) [1]. Egyes, épít iparban gyakran használt anyagok frekvenciafügg hangelnyelési tényez jét mutatja az 1. táblázat. A félkövér jelölés a t zjelz rendszerek hangjelz i által használt frekvenciatartományt jelölik.

anyag/szerkezet	sávközép-frekvencia [Hz]					
	125	250	500	1000	2000	4000
leveg [m <sup>3</sup> ]	0	0	0	0,001	0,003	0,007
tégla fal	0,05	0,04	0,02	0,04	0,05	0,05
nehéz függöny	0,05	0,12	0,15	0,27	0,37	0,50
fafödém	0,15	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
betonfödém	0,02	0,02	0,02	0,04	0,05	0,05
gipszvakolat	0,03	0,03	0,02	0,03	0,04	0,05
linóleum burkolat	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04
sz nyegburkolat	0,09	0,06	0,24	0,24	0,28	0,11

1. táblázat Különböz anyagok frekvenciafügg hangelnyelési tényez je (forrás: [1])

Az 1. táblázatból is jól látszik, hogy az anyagok jobban elnyelik a magasabb frekvenciájú hangokat, illetve a könnyebb szerkezet, durvább felület anyagok jobb hangelnyelési tulajdonságokkal rendelkeznek (pl. beton és fafödém összehasonlítása). Egy felület hangelnyel tulajdonsága tehát erősen függ többek között annak porozitásától, ami jól megfigyelhető az épít iparban használt szerkezeteknél. [2]

Az akusztikai elméletek tartalmazzák zárt terekben pontszerűnek tekinthető hangforrások által keltett hangnyomásszint számítását. A számítási összefüggések a tér méretétől függően kis mértékben változnak a következők szerint:

- **200 m<sup>3</sup>-nél kisebb terek** esetén, ami egy kb. 60 m<sup>2</sup>-es helyiségnek felel meg, a hangnyomás egyszeri képlettel határozható meg

$$L_p = L_w + 10 \times \frac{\log 4}{A} \text{ [dB]} \quad (1)$$

- **200 m<sup>3</sup>-nél nagyobb kockaszerű terek** esetén, pl. átriumos térben

$$L_p = L_w + 10 \times \frac{\log D}{4r^2\tau} + \frac{4}{A} \text{ [dB]} \quad (2)$$

- és végül **lapos terek**, pl. nagyobb alapterület egyter irodák esetén

$$L_p = L_w + 10 \times \frac{\log D}{4r^2_{ik}} + \frac{4}{R} \text{ [dB]} \quad (3)$$

ahol:  $L_w$ : a forrás hangteljesítmény szintje [ $\text{W/m}^2$ ]

A: az egyenérték elnyelési felület [ $\text{m}^2$ ]

D: az irányítási tényez [ $\text{m}^2$ ]

r: a hangforrástól vett távolság [m]

R: a teremállandó [ $\text{m}^2$ ]

A tér egészének szempontjából az elnyelés az egyenérték elnyelési felülettel (A) vagy az átlagos hangelnyelési tényez vel ( $\bar{\alpha}$ ) adható meg. Az egyenérték elnyelési felület azt a  $\text{m}^2$ -ben megadott, tökéletesen elnyel felületet adja meg, ami hatásában megegyezik a ténylegesen a térben lév elnyel anyaggal. Amennyiben ismertek a térben található anyagok elnyelési tényez  $i$  ( $S_i$ ) és felületei ( $a_i$ ), akkor a szoba egyenérték elnyelési felületének meghatározása az alábbi képlettel lehetséges:

$$A = \sum_i S_i \times \alpha_i \quad (4)$$

Az átlagos elnyelési tényez pedig a következő formulával számolható:

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum_i S_i \alpha_i}{\sum_i S_i} = \frac{A}{S} \quad (5)$$

ahol S: a terem határoló teljes felület [ $\text{m}^2$ ]

Az irányítási tényez (D) a pontszer hangforrás térbeli irányítottságát veszi figyelembe az ún. gömbsugárzóktól a fél-, negyed-, majd nyolcad térbe sugárzóig.[3]

A teremállandó (R) az átlagos elnyelési tényez illetve az egyenérték elnyelési felület ismeretében a következő képletekkel határozható meg:

$$R = \frac{S \times \bar{a}}{1 - \bar{a}} = \frac{S \times A}{S - A} \quad (6)$$

Minél nagyobb egy térre számított teremállandó, annál nagyobb az adott tér hangelnyelése, vagyis a t zriasztás szempontjából annál inkább számítani kell arra, hogy a megszokott kiosztási s r séggel tervezett riasztó eszközök által létrehozott hangnyomás nem éri el a m szaki el írások által elvárt szintet.

Elméletileg tehát van lehetőség a ténylegesen kialakuló hangnyomás szintek el zetes kalkulálására egy hangjelzés tervezése során, de a számítás menete - tekintve a rengeteg bemeneti adatot is - rendkívül bonyolult és hosszadalmas. Ezen a téren is érdemes ezért e f bb paraméterek figyelembe vétele mellett az ökölszabályokra támaszkodva nagyobb figyelmet fordítani a fizikai törvényszer ségekre, tendenciákra a tervezés során.

## 2. A BELS BURKOLATOK JELLEMZ I

Hazánkban a bels burkolatok széles tárházát találjuk meg az építési gyakorlatban. A beltéri burkolatokat három f csoportba tudjuk sorolni:

- padlóburkolatok,
- falburkolatok és
- mennyezeti burkolatok.

Ebben a közleményben a leggyakrabban használt, legelterjedtebb burkoló anyagokat és eljárásokat tekintjük át azon létesítmények estében, ahol a jogszabály [4] kötelez vé teszi a TJB létesítését.

A **padlóburkolatok** közül leggyakoribbak a járólapok, a fa-, illetve laminált lapok, a padlósz nyeg, az ipari m gyanta padlók, illetve a beton burkolatok.

A **falburkolatok**at tekintve kiemelkedik a festési technológia, ilyenkor az alap felület lehet leginkább befolyással a "falburkolat" hangcsillapító tulajdonságára. Legtöbbször vakolt felületek és gipszkarton festése fordul el . Falburkolatoknál el fordul még a tapéta és a

lambéria is, de ezek használata az utóbbi id ben háttérbe szorult. Gyakoribb a festett üvegszálas tapéták alkalmazása.

A **mennyezetek** esetében két fő csoportot említünk, a festett mennyezetet, és az álmennyezeti rendszereket. Az álmennyezetek esetében tovább árnyalja a képet az álmennyezet kialakítási módja, illetve annak anyaga. Az álmennyezet kialakítható fixen, gipszkartonnal burkolva, illetve bontható módon. A bontható álmennyezetek piacát még mindig a kazettás álmennyezetek uralják, de megjelennek a piacon id r l id re új, más megoldások is.

Általánosan elmondható tendencia, hogy az utóbbi évtizedekben az épít iparban, (a tervezést l a gyártásig) egyre nagyobb hangsúlyt kap az épületben tartózkodók komfortérzete, illetve az a cél, hogy a különböző zajok minél kevésbé jussanak át egyik helyiségb l a másikba. Az épületakusztika ma már az építészeti tervezés szerves részévé vált, és alapvet célkit zése ellentétben áll a t zjelz berendezésekben használt hangjelz k tervezése során figyelembe vett szempontokkal. Míg a t zjelz tervez nek egyszer bb olyan épületekbe tervezni a hangjelzést, ahol az épületszerkezetek könnyebben vezetik a hangot, illetve a burkolatok minél kevésbé nyelik azt el, addig az épületakusztika célja ezzel ellentétes.

## **2.1. Az álmennyezetek**

A bels burkolatok további vizsgálata során kiemeljük az álmennyezeteket, tekintettel arra, hogy az itt ismertetett esettanulmány is erre a szempontra fókuszál.

Az els álmennyezetek megjelenése az ókorra tehet , mikor is a terek magasságának csökkentése és a díszítés volt az els dleges szempont [5]. A ma használt álmennyezeteknek két fő fatája van, a monolit (vagy hétköznapi szóhasználatban fix) és a kazettás vagy függesztett álmennyezetet. A kazettás álmennyezetek XX. századi és azóta is tartó térhódítása vitathatatlan. Szinte nincs olyan közintézmény, iroda, bevásárlóközpont, ahol ne álmennyezettel biztosítanák a gépészeti elemek eltakarását, a világító és légtechnikai rendszerek helyét, az ott tartózkodók megfelelő körülményeit akusztikai és design szempontból is. Míg a monolit álmennyezetek alapanyaga a gipszkarton az elmúlt évtizedekben alig változott, a kazettás álmennyezetek jelent s fejlődésen mentek keresztül. [6] A kazettás álmennyezeteket alapanyaguk alapján feloszthatjuk gipsz, lágyszálas, fém és fa anyagú álmennyezetekre.

A gipsz alapanyagú kazettás álmennyezetekre jellemz , hogy kevésbé nedvességállók, törékenyek, valamint a nagyobb súlyuk is korlátozza felhasználhatóságukat. A hangjelzés hatékonyságával szorosan összefügg tulajdonságuk, hogy hangelnyelést ezen elemeknél

perforációval lehet elérni. Hangjelz  $k$  tervezésekor a gipsz alapú, nem perforált álmennyezet ezen tulajdonsága el  $n$ yt jelent. [6]

A lágyszálalás álmennyezetek préselt üveg- vagy  $k$  zetgyapot alapúak. Legelterjedtebb típus az ásványi szálalás álmennyezet, ami ásványgyapotból, természetes keményít b l, perlitb l és agyagból áll. Laza szerkezetüknek és könny  $s$ úlyuknak köszönhet en nagyon jó a hangelnyel tulajdonságuk. Ezzel szemben hangszigetelésre önmagukban nem alkalmasak. Míg régebben a lapok felülete festett vagy perforált volt, mára elterjed a sima felületek festett üvegfátyollal történ  $b$ orítása, aminek következtében az anyag eleve jó akusztikai tulajdonságai megmaradnak. [6]

Tartósságuk és látványuk miatt terjed  $b$ en vannak a fém álmennyezetek. A rácsos szerkezetnek köszönhet en a hangjelz  $k$  elhelyezésénél ez a kialakítás nincs jelent  $s$  hatással a tervezésre, mégis figyelmet érdemel, hogy a gyártók - akusztikai szempontok miatt - gyakran ajánlják ezen álmennyezeteket különböz  $s$ , els sorban jó hangelnyel tulajdonságokkal bíró betétekkel. Ez pedig utólagosan is befolyásolhatja a betervezett hangjelz  $k$  hatékonyságát. [6]

Az ára és éghet ségi tulajdonságai miatt ma már ritkábban használják a fa alapú álmennyezeteket. Itt szintén találkozhatunk azzal a megoldással, hogy akusztikai szempontok miatt perforálják, vagy utólagos laminálással javítják a szerkezet akusztikai jellemz  $i$ t, ami a hangjelz  $k$ iosztásánál hátrány lehet. [6]

Álmennyezeteknél három  $f$ , (a gyártók által mindig megadott) akusztikai tulajdonság közül két fontos tulajdonságot lehet  $t$  zjelz tervez ként figyelembe venni. Mivel mindkett frekvenciafügg  $s$ , a gyártók mindkét értéket a 100 és 5000 Hz közötti értékekb l számolt irányszámokkal adják meg. Ilyen az álmennyezet hangelnyelési tulajdonsága, amit a vonatkozó MSZ EN ISO 11654-es szabvány [7] az  $w$  súlyozott<sup>1</sup> hangelnyelési tényez  $e$ rtékét l függ en öt osztályba sorol a 2. táblázat szerint. Használatos még az ún. NRC érték is, ami a hangelnyelési tényez  $k$  számtani átlaga 250 és 2000 Hz között 0,05-ra kerekítve. [8]

---

<sup>1</sup> weighted, "Meghatározásához a tercésávós mérésekből számtani átlagolással és kerekítéssel 250-4000 Hz között oktávásávós adatokat kell képezni, majd az így kapott adatokhoz egy szabványos referencia görbét kell illeszteni. Az illesztett referencia görbe 500 Hz-en vett két tizedes értéke a súlyozott hangelnyelési tényező." [1]  
Védelem Tudomány – III. évfolyam 2. szám, 2018. 06. hó



w hangelnyelési tényez	hangelnyelési osztály
0,90 - 1,00	A
0,80 - 0,85	B
0,60 - 0,75	C
0,30 - 0,55	D
0,15 - 0,25	E
0,00 - 0,1	nem osztályzott

2. táblázat Hangelnyelési osztályok (forrás: [9])

Másik fontos tulajdonsága egy álmennyezetnek a léghang-gátlás, amit a volt EN 20140-9 szabvány [10] el írásai szerint a gyártók dB értékben adnak meg, legtöbbször  $D_{n,c,w}$  jelöléssel.

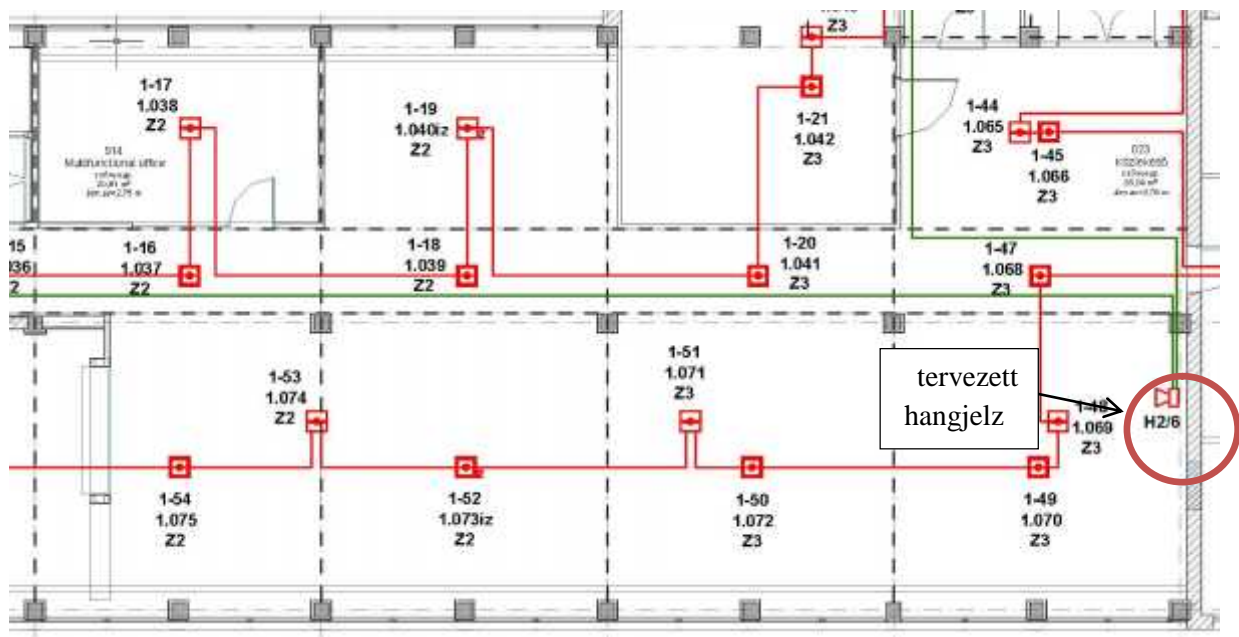
Általában elmondható, hogy a könnyű, új technológiájú lapok kiváló hangelnyelést, míg a nehezebb lapok, az igényeknek megfelelően jó hanggátlást nyújtanak.

### 3. ESETTANULMÁNY

A következőkben egy konkrét tervezési feladat kapcsán mutatjuk be azt, hogy milyen mértékben változtatta meg az alkalmazott álmennyezet a hangjelzés tervezését, illetve annak megfelelő segítségét.

Az esettanulmány egy alapvetően egy-légterű, egy-egy kisebb helyiséggel ellátott irodaépület egyik szintjének részletét (1. ábra) vizsgálja. A vonatkozó elírás [11] alapján, a funkcióhoz rendelt, a védett tér bármely pontján biztosítandó hangnyomás szint  $65\text{dB(A)}$ . A hangjelző kiosztásánál alapvetően figyelembe lett véve a terület nagysága, osztottsága, a helyiségek válaszfalai és nyílászárói. Az álmennyezet első információk szerint a szokásos kazettás álmennyezet kialakítással történt volna. A padlóburkolatra vonatkozóan a tervezés kezdetekor még nem volt információ.

A tervezésnél a távolságokat, a nyílászárók csillapító hatásait figyelembe véve,  $101\text{ dB}$ -es hangjelzőket választva kiosztottam az 1. ábrán látható területre a hangjelzőket.

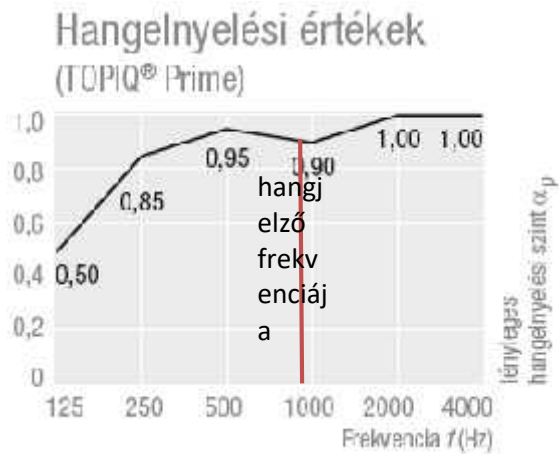


1. ábra Iroda részlet, tervezett (forrás: saját)

Látható, hogy az egyter iroda hosszában a max. távolság kb. 20 m. Ez a Roshni típusú hangjelz alapbeállításához tartozó 101 dB(A) hangnyomás szint értékb l kiindulva elvileg 20 m-en a szabad terjedésnél alkalmazható 6 dB-es szabály szerint elméletileg 78,5 dB hangnyomás szintet jelentene (megjegyzés: a 014-es helyiség hangnyomását az ábrán már nem látható szomszédos helyiségbe tervezett hangjelz biztosítja).

A hangnyomás mérés során azonban a mért érték elmaradt várt értékhez képest. A területen a tervezett hagyományos kazettás álmennyezet helyett az AMF TOPIQ Prime típusú 15mm-es függesztett álmennyezet került kialakításra, melynek akusztikai mutatói a kapott No. KA-TOPIQ-Prime-15/7-2 számú teljesítménynyilatkozat [12] szerint:  $w = 0,95$ , E200.

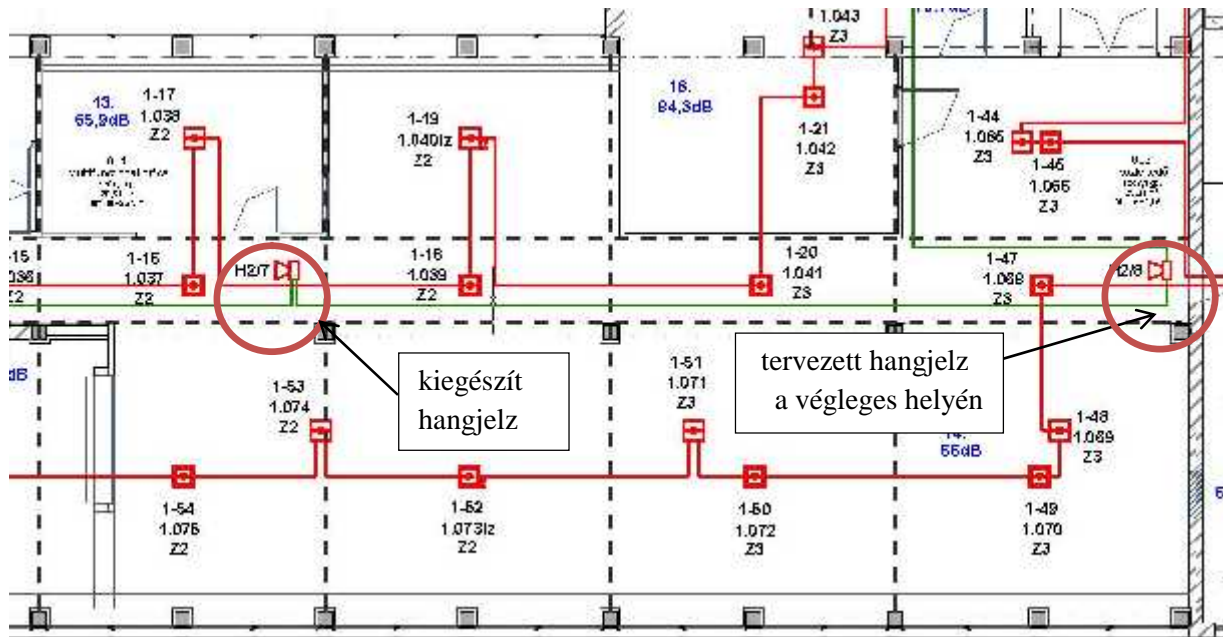
A termékismertet [13] szerint a: "TOPIQ® Prime egy magas hatásfokú hangelnyel , az A hangelnyelési osztályba tartozik. Akusztikai hatékonysága és letisztult eleganciája meggy z ." Az új álmennyezet leírását tovább tanulmányozva megkapjuk, hogy a tényleges hangelnyelése ( $\alpha_p$ ) hogyan függ a frekvenciától (2. ábra).



*2. ábra a TOPIQ Prime álmennyezi elem frekvenciafüggő hangnyelési tulajdonsága  
(forrás: [13])*

Ha a választott Roshni típusú hangjelz alapbeállítását, a 14. hangmintát tekintjük, a hangjelz frekvenciája 970 Hz, folyamatos hangmintával. Ez a katalógusban megadott átlagolt hangnyelési tényező  $\alpha_p$  csak kis mértékben tér el, kb. 0,903, vagyis még a választott hangjelz frekvenciájához számolt tényleges hangnyelési tényezővel is "A" kategóriás.

A mért hangnyomás szint értékeket valószínűleg tovább rontotta az iroda területén utólagosan lefektetett padlószőnyeg is, de ezt már jelen cikk kereteiben nem tárgyalom. A megoldást végül egy további, az elsőnél 5 dB-el nagyobb teljesítményű hangjelz telepítése jelentette az ábrázolt területen a 3. ábra szerint.)



3. ábra Iroda részlet, hangnyomás mérést követően (forrás: saját)

## 4. ÖSSZEFOGLALÁS

Egy épület komplex biztonsága csak úgy lehet megfelelő szintű, ha a különböző tényezőket körültekintően kezeljük. A koncepció kialakítását mindig célszerű kockázatelemzéssel [14], a célok és lehetőségek egyértelműsítésével, és az érintettekkel történő egyeztetéssel kezdeni. Összefoglalva azt mondanám, hogy az eddigi gyakorlatnak megfelelő szempontok szerint végzett hangjelzés tervezésén felül érdemes új, összességében talán kisebb befolyásoló hatással bíró, mégis a teljes rendszert tekintve kulcsfontosságú szempontokat is figyelembe venni. Ezek meglátásom szerint az építőiparban megjelenő új, jobb akusztikai jellemzőkkel bíró anyagok megjelenése, illetve azok szélesebb felhasználása az épületszerkezetek és burkolatok kialakítása során. Ha az építésügyi tervezési szakasz során szolgáltatott információknál erre odafigyelünk, talán elkerülhetők lesznek az alultervezett, későbbi kiegészítésre szoruló hangjelzés rendszerek.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Csott Róbert: Épületakusztika (Épületfizika II.) jegyzet, Debrecen 2010. letöltés: 016.05.31.  
*epitesz.eng.unideb.hu/uploads/2011/epuletakusztika-2177/debrecen2010p1.doc*
- [2] BME Akusztikai Laboratórium: Hangterjedés akadályozott terekben, letöltés: 2016.06.03.  
*www.acoustics.hit.bme.hu/documents/173hanggat\_elynel.ppt*
- [3] dr. Barótfi István: Környezettechnika, Mezőgazda Kiadó, letöltés: 2016.01.10.  
*http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tkt/kornyezettechnika-eloszo/ch07s03.html*
- [4] 54/2014. (XII.5.) BM rendelettel kiadott Országos Tűzvédelmi Szabályzat
- [5] epiteszforum.hu: Egy XIX. századi start-up története, 2013.12.12. CET, letöltés: 2016.06.02. *http://epiteszforum.hu/egy-xix-szazadi-start-up-tortenete*
- [6] epiteszforum.hu: Mi fán terem az álmennyezet, 2014.04.09. CET, letöltés: 2016.06.02.  
*http://epiteszforum.hu/mi-fan-terem-az-almennyezet*
- [7] MSZ EN ISO 11654:1999 Akusztika. Az építészetben használt hangelnyelő k. A hangelnyelés értékelése (ISO 11654:1997)
- [8] AMF: Álmennyezeti rendszerek, Akusztika 2006/10, letöltés: 2016.06.02.  
*file:///D:/Mohai%20%C3%81gota/Desktop/Downloads/AMF\_akusztika.pdf*
- [9] MSZ EN ISO 11654:1999 Akusztika: Az építészetben használt hangelnyelő k. A hangelnyelés értékelése (ISO 11654:1997)  
*http://exp.rockfon.com/performance/acoustics/how+to+compare+ceiling+acoustics/sound+absorption+indicators*
- [10] MSZ EN 20140-9:1995 Akusztika. Épületek és épületelemek hangszigetelésének vizsgálata. 9. rész: Felső légterű álmennyezetek kerülő utas léghangszigetelésének laboratóriumi vizsgálata (ISO 140-9:1985), visszavonva: 2014.03.01.
- [11] TvMI 5.1: 2015.03.05. Beépített Tűzjelző Berendezés tervezése, telepítése Tűzvédelmi Műszaki Irányelv (Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság)
- [12] No. KA-TOPIQ-Prime-15/7-2 számú teljesítménynyilatkozat

[13] KNAUF AMF TOPIQ Termékkatalógus (02/2016), letöltés: 2016.06.02.

[http://termek.baudata.hu/wp-content/uploads/17214/Produktkatalog\\_TOPIQ\\_H.pdf](http://termek.baudata.hu/wp-content/uploads/17214/Produktkatalog_TOPIQ_H.pdf)

[14] Berek Tamás - Horváth Tamás: Fizikai védelmi rendszerek dinamikusan változó környezetben Hadmérnök IX. Évfolyam 2. szám - 2014. június 16.p. ISSN1788-1919

[http://www.hadmernok.hu/142\\_02\\_berekt.pdf](http://www.hadmernok.hu/142_02_berekt.pdf)

**Dr. Beda László** PhD, professor emeritus

Szent István Egyetem Ybl Miklós Építés tudományi Kar T z- és Katasztrófavédelmi Intézet

[Beda.Laszlo@ybl.szie.hu](mailto:Beda.Laszlo@ybl.szie.hu)

ORCID kód: 0000-0001-7551-8718

**Mohai Ágota Zsuzsanna**, tanársegéd

Szent István Egyetem Ybl Miklós Építés tudományi Kar T z- és Katasztrófavédelmi Intézet

E-mail: [mohai.agota@gmail.com](mailto:mohai.agota@gmail.com),

ORCID kód: 0000-0002-6762-5625