



Csott Róbert:

Hangszigetelő üvegezés: felépítés, szempontok, gyakorlati alkalmazás

Léghangszigetelés fogalma és mennyiségi
C és C_{tr} szinképpillesztési tényezők
Rendelet és szabványok
Szerkezetek és üvegek hangszigetelése
Egyrétegű és ragasztott üvegszerkezetek
Két- és háromhéjú üvegszerkezetek
Gáztöltés hatása az üveg léghangszigetelésére

Léghangszigetelés fogalma és mennyiségei

- R léghanggátlási szám (tercsávonként meghatározva)
- $R=L1-L2+10\log S-10\log A$
- R' látszólagos léghanggátlási szám
- R_w súlyozott laboratóriumi léghanggátlási szám (a 100-3150 Hz közötti 16 db tercsávos adat alapján)
- R'_w súlyozott helyszíni léghanggátlási szám (a 100-3150 Hz közötti 16 db tercsávos adat alapján)
- C és C_{tr} színeképillesztési tényezők – az R_w ill. R'_w kiegészítéseként



C és C_{tr} színeképillesztési tényezők

Egy szerkezet léghangszigetelő képessége annál jobb, minél nagyobb a súlyozott léghanggátlási száma. Az eddigiekből látható, hogy a súlyozott léghanggátlási szám ismerete nem jelenti azt, hogy adott külső zaj mellett – például egy egyszerű különbségképzéssel – meg lehetne adni a belső zajszintet. A súlyozott egyadatos jellemző előnye az egyszerűség, tömörség, de közben elvész a léghanggátlás frekvenciafüggvénye. A pontosabb akusztikai tervezéskor szükséges az adott szerkezet tercsávokban meghatározott hangszigetelési értékeinek ismerete is.

A súlyozott léghanggátlási szám nem veszi figyelembe az emberi érzékelés sajátosságait és a környezetünkben jellemző zajok spektrális eloszlását. Ennek a problémának a kezelését hivatott megoldani a súlyozott léghanggátlási szám mellé bevezetett két korrekciós tag, hivatalos nevén színeképillesztési tényező. A C jelű színeképillesztési tényező az A-súlyozású rózsazaj, míg a C_{tr} jelű az A-súlyozású közlekedési zajokhoz korrigálja a léghanggátlási számot. Különböző típusú zajokhoz az alábbi táblázat adja meg az alkalmazandó korrekciót.

a zajforrás típusa	a megfelelő színeképillesztési tényező
Élettevékenységek (beszélgetés, zene, rádió, TV) Játszó gyerekek Közepes és nagy sebességű vasúti forgalom 80 km/h-nál nagyobb sebességű közlekedés autópályán Lökhardtásos repülőgépek, kis távolságban Ipari üzemek, amelyek főleg közepes és nagyfrekvenciás zajt bocsátanak ki	C
Városi utcai közlekedés Kis sebességű vasúti közlekedés Lökhardtásos repülőgépek, nagy távolságban Légcsavaros meghajtású repülőgép Diszkózene Ipari üzemek, amelyek főleg kis- és nagyfrekvenciás zajt bocsátanak ki	C_{tr}

Csott Róbert: Hangszigetelő üvegezés: felépítés, alkalmazás, gyakorlati szempontok

HŐSZIG Kft. – Energiatakarékos üvegezés – Lehetőségek, buktatók, trendek



Rendeletek és szabványok I.

zajvédelmi rendeletek

- 8/2002. (III. 22.) KöM-EüM együttes rendelet a zaj- és rezgésterhelési határértékekről (már visszavont rendelet, de a 2008. decemberéig kiadott engedélyek még ezt veszik figyelembe)
- 27/2008. (XII. 3.) KvVM rendelet a zaj- és rezgésterhelési határértékekről (a 8/2002. (III. 22.) KöM-EüM rendelet utódja)
- 284/2007. (X. 29.) Korm. Rendelet a környezeti zaj és rezgés elleni védelem egyes szabályairól
- 66/2005. (XII. 22.) EüM rendelet a munkavállalókat érő zajexpozícióra vonatkozó minimális egészségi és biztonsági követelményekről (ezek irodai funkciók esetén túl magas értékek)
- 25/1996. (VIII. 28.) NM rendelet az egészséget nem veszélyeztető munkavégzés és munkakörülmények általános egészségügyi követelményeiről
- helyi zaj- és rezgésvédelmi rendeletek pl. Budapest Főváros VII. kerület Erzsébetváros Önkormányzat 49/2001. (XI.16.) rendelete a zaj- és rezgésvédelem helyi szabályozásáról (a helyi rendeletek nem tartalmazhatnak szigorításokat az országos rendelethez képest)



Rendeletek és szabványok II.

hangszigetelési szabványok

- MSZ 04.601/2-88 Lakások és önálló üdülőegységek hangszigetelési követelményei (visszavonva)
- MSZ 04.601/3-88 Közösségi épületek hangszigetelési követelményei (visszavonva)
- MSZ 15601-1:2007 Épületen belüli hangszigetelési követelmények
- MSZ 15601-2:2007 Homlokzati szerkezetek hangszigetelési követelményei
- megváltoztak a hangszigetelési követelmények, C és C_{tr} alkalmazása a követelményrendszerben



Rendeletek és szabványok III.

kiemelt zajvédelmi előírások homlokzati szerkezetekhez

- a homlokzati szerkezetek esetén zajvédelmi szempontból a 27/2008. (XII. 3.) KvVM rendelet és az MSZ 15601-2:2007 szabvány a legfontosabb
- a 27/2008. (XII. 3.) KvVM rendelet adja meg, hogy milyen – azaz mekkora – zajhatárértékeket kell betartani különböző funkciójú épületek esetén (pl. lakószoba, kórterem, tanterem, étterem, szállodai szoba, stb.)
- irodaépület esetén a 27/2008. (XII. 3.) KvVM rendelet nem ad meg zajhatárértéket; ebben az esetben az MSZ 15601-2 szabványban szereplő értéket kell betartani
- méretezés az MSZ 15601-2:2007 szabvány szerint



Rendeletek és szabványok IV.

MSZ 15601-1:2007 Épületen belüli hangszigetelési követelmények

- Alapkövetelmények és fokozott követelmények kategóriákat vezet be
- A léghanggátlási követelményeknél a C színeképillesztési tényezővel korrigált léghangszigetelési jellemzőre ad meg értékeket
- Többfunkciójú épületeknél léghangszigetelési követelményt növelő tényezőket definiál (pl. 1-2 személyes gépkocsitároló esetén $\Delta R_s=5$ dB).

MSZ 15601-2:2007 Homlokzati szerkezetek hangszigetelési követelményei

- A homlokzat minimális léghangszigetelési értékét adja meg a külső terhelő zaj és a védendő helyiség függvényében
- A C_{tr} színeképillesztési tényezővel korrigált léghangszigetelési jellemzőre ad meg értékeket
- $(R'_{we} + C_{tr}) \geq L1_{AM} - L2A + 10 \log(S_h/A) + K_h$
- ökölszabályként: $R'_w + C_{tr} = R_w + C_{tr} - 2$



Szerkezetek léghangszigetelése

Egy homlokzati nyílászáró szerkezet hangszigetelésének nagyságát a következő tényezők befolyásolják:

- a tok és a szárny szerkezete, azok léghangszigetelő képessége
- a tok és a szárny kapcsolata (fix szerkezet, tömítés típusa, elhelyezése, száma, a záródás pontos beállítása, stb.)
- az üveg és a szerkezet kapcsolódása, az üveg beépítésének peremfeltételei
- az üveg hangszigetelő képessége

Általában ha a teljes szerkezet hangszigetelése $R_w = 36$ dB illetve $R_w + C_{tr} = 32$ dB nagyságú, akkor az üveg hangszigetelése nem kell ezeknél az értékeknél nagyobb legyen, sőt egy $R_w = 32$ dB illetve $R_w + C_{tr} = 28$ dB hangszigetelésű üveg esetén a szerkezet várható hangszigetelése $R_w = 34$ dB illetve $R_w + C_{tr} = 30$ dB lesz. Ugyanakkor nagy hangszigetelés csak úgy érhető el, ha az üveg hangszigetelés nagyobb, mint a teljes szerkezetre elvárt illetve meghatározott érték. Az $R_w = 40$ dB illetve $R_w + C_{tr} = 36$ dB hangszigetelés például várhatóan egy $R_w = 42$ dB illetve $R_w + C_{tr} = 38$ dB hangszigetelésű üveggel teljesíthető. Ennél is magasabb hangszigetelési igények esetén az üveg hangszigetelése és a teljes szerkezet hangszigetelése között még nagyobb különbséget kell biztosítani, és gyakran laboratóriumi mérésekkel kell igazolni a teljes szerkezet megfelelőségét.



Üvegszerkezet léghangszigetelése

Egy homlokzati üvegszerkezet hangszigetelésének nagyságát a következő tényezők befolyásolják:

- az üvegrétegek vastagsága
- a légrés vastagsága
- a légrés gáztöltése
- a hang beesési szöge
- a hőmérséklet - elsősorban a ragasztott üvegek esetén
- az üvegszerkezet mérete, oldalarányai

A léghangszigetelés nagysága egyhéjú szerkezetek esetén elsősorban a tömegtől függ. Ekkor egyértelműen igaz, hogy minél vastagabb egy üvegtábla, annál nagyobb a hangszigetelése. Két- illetve többhéjú szerkezetek esetén nem csak a tömegadat a meghatározó, hanem a rétegek hajlékonysága és a rétegek közötti távolságok kialakítása is jelentős hatással bír az eredő hangszigetelési képességre.

Az üvegtábla mérete is befolyásolja a hangszigetelés nagyságát: a nagyobb szerkezetek esetén 2-4 dB csökkenéssel is számolhatunk a „sztandard” 1,20x1,50 cm körüli szerkezethez képest.

Csott Róbert: Hangszigetelő üvegezés: felépítés, alkalmazás, gyakorlati szempontok

HŐSZIG Kft. – Energiatakarékos üvegezés – Lehetőségek, buktatók, trendek



Egyrétegű és ragasztott üvegszerkezetek I.

- Az egyhéjú homogén üvegszerkezet hangszigetelésének nagyságát csak az üveg vastagságával tudjuk befolyásolni.
- Ragasztott szerkezet esetén nagyobb hangszigetelés érhető el, mind egy hasonló vastagságú egyrétegű üveg esetén.
- A ragasztott üvegtáblák közötti fólia anyaga és a fólia vastagsága hatással van a hanggátlásra. A hagyományosnak tekinthető PVB (polivinyl-butylal-interlayer) fóliák mellett egyre jobban terjednek a speciális, hangszigetelést javító fóliák. A fóliák összetétele általában gyártói titok, és az elnevezések is csak utalnak a fólia funkciójára, összetételére (pl. SI Stapid Silence, SLA Akustik-PVB-Interlayer, SC – Sound Control PVB-Interlayer, Lami-Sound-Interlayer, stb.).
- A ragasztó fólia hidegben általában veszít a képlékenységből, felkeményedik, ezért ilyenkor kisebb hangszigeteléssel számolhatunk.
- Laboratóriumban és egyéb lehatárolt zárt tér esetén a beesési szög véletlenszerű. A közúti közlekedés esetén az esetek jelentős részében jól definiált szög alatt éri a zaj a homlokzati szerkezetet. Általában a beesési szög növelése rontja a hanggátló tulajdonságokat. Ez azt jelenti, hogy a laboratóriumi vizsgálati értékeknél jobb és rosszabb értékeket is kaphatunk, ha a beesési szög határozott.

Csott Róbert: Hangszigetelő üvegezés: felépítés, alkalmazás, gyakorlati szempontok

HŐSZIG Kft. – Energiatakarékos üvegezés – Lehetőségek, buktatók, trendek



Egyrétegű és ragasztott üvegszerkezetek II.

Üvegtábla felépítése (mm)	R_w (dB)	C	C_{tr}
6	32	-2	-2
8	34	-1	-3
10	36	-2	-3
12	37	-2	-3
15	38	-1	-2
19	40	-1	-3
4.4.1	35	-1	-3
6.6.1	37	0	-2
8.8.1	40	-1	-3
10.10.1	41	0	-2
4.4.1 SI	38	-1	-3
6.6.1 SI	39	0	-3
8.8.1 SI	42	-1	-3
10.10.1 SI	44	-1	-3

Csott Róbert: Hangszigetelő üvegezés: felépítés, alkalmazás, gyakorlati szempontok

HŐSZIG Kft. – Energiatakarékos üvegezés – Lehetőségek, buktatók, trendek



Kéthéjű üvegszerkezetek I.

- Az üveghéjak közötti légréteg növelésével általánosságban javul a hangszigetelés nagysága, ugyanakkor a szokásos szerkezeti méretek mellett ennek hatása nem egyértelmű. A táblázat szerinti méréseknél még csökkent is a hangszigetelő képesség.
- Határozott javulás csak a távolság jelentős növelésével érhető el. Így a kapcsolt gerébtokos szerkezetek, az egyesített szárnyú szerkezetek és a kéthéjű homlokzatok esetén a hangszigetelés erőteljes növekedése mutatható ki.

Üvegtábla felépítése (mm)	R_w (dB)	C	C_{tr}
8-16-4 argon	37	-2	-6
8-20-4 argon	37	-3	-7
8-24-4 argon	37	-3	-7



Kéthéjű üvegszerkezetek II.

- Az üvegtáblák vastagságának növelése javítja a hangszigetelés nagyságát.
- Célszerű aszimmetrikus elrendezésű kialakítást választani, bár ennek hatása sem mondható meghatározónak.
- Az üvegtáblákkal mintegy $R_w=50-52$ dB illetve $R_w+C_{tr}=44-46$ dB hangszigetelés érhető el. Ugyanakkor szerkezetbe építve már ennek csökkenésével kell számolnunk. Nagyjából $R_w=47-47$ dB illetve $R_w+C_{tr}=40-43$ dB hangszigetelés érhető el „egyhéjű” homlokzati szerkezetek esetén. Ez az esetek döntő többségében elegendő, még nagyforgalmú közutak mentén létesülő épületek esetén is. Nagyobb hangszigetelési igény esetén kapcsolt gerébtokos, egyesített szárnyú szerkezetek vagy kettős homlokzatok alakíthatók ki.

Üvegtábla felépítése (mm)	R_w (dB)	C	C_{tr}
44.1 SI – 16 argon – 44.1 SI	44	-2	-7
33.1 SI – 16 argon - 10	44	-2	-7
44.1 SI – 16 argon - 10	45	-2	-6
86.2 SI – 24 argon – 46.2 SI	52	-2	-6



Háromhájú üvegszerkezetek

Az üveghéjak közötti légréteg csökkenése miatt romlik a hangszigetelés nagysága, és ez a hatás a nagyon kicsiny légrésvastagságok miatt már érzékelhető, ezt a kiválasztásnál, méretezésnél figyelembe kell venni. A háromrétegű üvegek akusztikai szempontból előnytelenek.

Üvegtábla felépítése (mm)	R_w (dB)	C	C_{tr}
8-16-4 argon	37	-2	-6
4-8-4-8-4 kripton	32	-1	-4
4-16-6 argon	35	-1	-5
4-16-4-16-4 argon	34	-2	-6

Csott Róbert: Hangszigetelő üvegezés: felépítés, alkalmazás, gyakorlati szempontok

HŐSZIG Kft. – Energiatakarékos üvegezés – Lehetőségek, buktatók, trendek



Gáztöltés hatása az üveg léghangszigetelésére

- Az üvegtáblák közötti anyag minősége hatással van a hanggátlásra. A gázzal való töltés általában kedvezőtlenül befolyásolja az ablakszerkezetek hanggátlását. A leggyakrabban használt gázok: argon, xenon, kénhexafluorid, kripton és ezek különböző arányú keverékei.
- A kénhexafluoridot környezetvédelmi okok miatt betiltották az EU országaiban. A kénhexafluoriddal kevert gáztöltésű üvegezett szerkezetek súlyozott léghanggátlási száma ugyan magasabb, mint az azonos rétegrendű, levegővel töltött szerkezeteké, de a közlekedés szempontjából jelentős alacsony frekvenciákon a hanggátlás visszaesik.
- A kripton kismértékben javítja a hangszigetelő tulajdonságokat az argonhoz képest.
- A kripton és az argon hangszigetelési szempontból közel azonosnak tekinthető. A kriptonnal töltött szerkezetek esetén az R_w kismértékben javul, ugyanakkor a C_{tr} romlik: a két hatás kiegyenlíti egymást.

Üvegtábla felépítése (mm)	R_w (dB)	C	C_{tr}
6-12-4 kripton	37	-2	-6
6-12-4 argon	35	-1	-4
8-12-4 kripton	37	-3	-7
8-12-4 argon	36	-2	-5

Csott Róbert: Hangszigetelő üvegezés: felépítés, alkalmazás, gyakorlati szempontok

HŐSZIG Kft. – Energiatakarékos üvegezés – Lehetőségek, buktatók, trendek

