Agytorna 2.1 - Akusztika

International marketing

Madrid, September 2010

Insulation for a better tomorrow

URSA uralita

Tartalom

I. Alapfogalmak

1. A hang tulajdonságai és fizikája
2. A hang tulajdonságait leíró paraméterek, törvényszerűségek
3. A hang és az emberi érzékelés fiziológiája

II. Épületakusztika

1. Épületen belüli zajok
2. Hangszigetelés
3. Belső terek akusztikai kezelése (hangelnyelés)

III. A tervezés és kivitelezés gyakorlata

1. Épületakusztikai ajánlások
2. Az épületakusztikai hangszigetelő elemek

IV. Miért ajánljuk az URSA üveggyapot termékeit

V. Akusztikai szoftver

I. Alapfogalmak

Learning objectives

Ennek a fejeznek a végére már tudni fogja…

Alapfogalmak vagy a hangról alapfokon?

- Mi a hang?
- Hangkeltés módja
- Hogyan mérjük a hangot?
- Hogyan érzékeli a hangot az ember?

I. Alapfogalmak

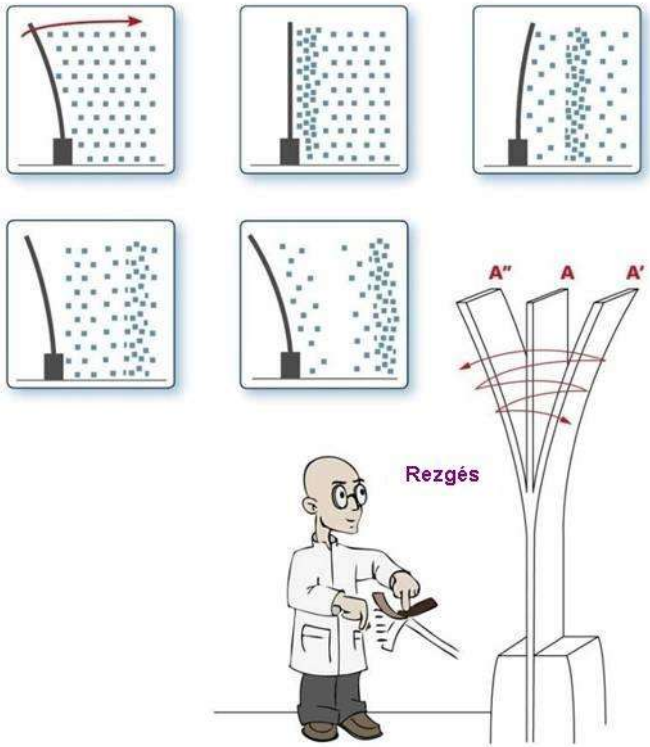
1. A hang tulajdonságai és fizikája

2. A hang tulajdonságait leíró paraméterek, törvényszerűségek

3. A hang és az emberi érzékelés fiziológiája

A hang tulajdonságai és fizikája

Amikor mechanikai rezgést keltünk a levegőben, a rezgést keltő test a körülötte lévő levegő részecskéket kimozdítja az egyensúlyi állapotukból.



Az akusztikai hullámokat a levegőrészecskék sűrűsödése és tágulása hozza létre.

Hangnyomás.
A rezgéstől a hangig. A hang keltése

Nyomásról akkor beszélhetünk, ha valamilyen erő nehezedik egy felületre. A nyomás egységnyi felületre nehezedő erő. A nyomás jele: *P*.

$$P = \frac{F}{A} \text{ or } P = \frac{dF_n}{dA}$$

ahol:

Pa nyomás
F a felületre ható erő
A a felület

A nyomás mértékegysége a Nemzetközi Mértékrendszerben (International System SI) Paszkál (Pa), ami egyenlő egy Newton per négyzetméterrel (N/m^2). Ezt a mértékegységet 1971-ben vezették be, mielőtt az SI rendszer egyszerűen N/m^2 –ben adta meg

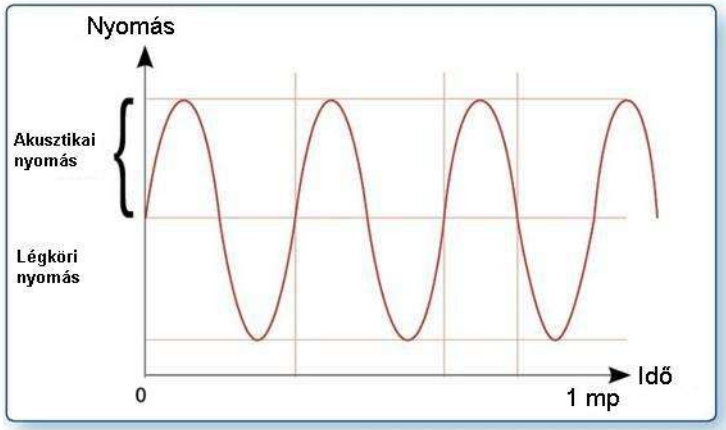
- Kis hangnyomás értékekre a mikropaszkalt használjuk($\mu Pa=10^{-6}$ Pa)
- Nagyobb hangnyomás értékek esetén a kilopascalt ($kPa=10^3$ Pa)
- Nagyon nagy hangnyomásra a megapascalt használjuk ($MPa=10^6$ Pa)

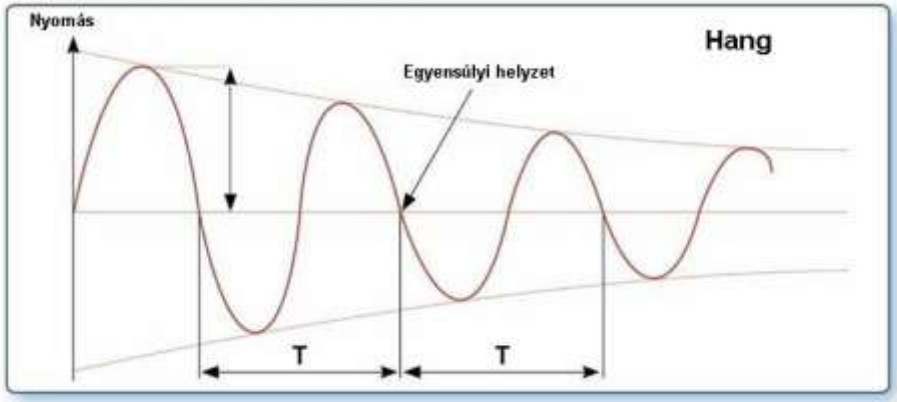
Hangnyomás.
A rezgéstől a hangig. A hang keltése

Nyomás mértékegységek átváltása Általában alkalmazott - nemzetközileg elfogadott paraméterek; * = pontos váltószám										
	TO OBTAIN ⇒	Pounds Per Square Inch	in. H_2O (at 39.2°F)	in. Hg (at 32°F)	Kilopascal (Pa = N/m²)	Millibar	cm H_2O (at 4°C)	mm Hg (at 0°C) (Torr)	kgf/cm²	Atmosphere (standard)
⇒ MULTIPLY ⇒	Pounds Per Square Inch	1.000	27.681	2.036	6.8948	68.948	70.309	51.715	7.0307×10^{-2}	6.805×10^{-2}
	in. H_2O (at 39.2°F)	3.6126×10^{-2}	1.000	7.3554×10^{-2}	0.2491	2.491	2.5400*	1.8683	2.54×10^{-3} *	2.458×10^{-3}
	in. Hg (at 32°F)	0.4912	13.595	1.000	3.3864	33.864	34.532	25.400*	3.4531×10^{-2}	3.342×10^{-2}
	Kilopascal (Pa = N/m²)	0.14504	4.0147	0.2953	1.000	10.000*	10.1973	7.5006	1.0197×10^{-2}	9.8692×10^{-3}
	Millibar	0.01450	0.40147	0.02953	0.100*	1.000	1.01973	0.75006	1.0197×10^{-3}	9.8692×10^{-4}
	cm H_2O (at 4°C)	1.4223×10^{-2}	0.3937	2.8958×10^{-2}	0.09806	0.9806	1.000	0.7355	1.0×10^{-3}	9.678×10^{-4}
	mm Hg (at 0°C) (Torr)	1.9337×10^{-2}	0.53525	3.9370×10^{-2}	0.13332	1.3332	1.3595	1.000	1.3595×10^{-3}	1.3158×10^{-3}
	kgf/cm²	14.223	393.71	28.959	98.0665	9.8067×10^{2}	1.000×10^{3}	7.3556×10^{2}	1.000	0.9678
	Atmosphere (standard)	14.696	406.79	29.921	1.0133×10^{2}	1.0133×10^{3}	1.033×10^{3}	7.600×10^{2}	1.0332	1.000

Hangnyomás.
A rezgéstől a hangig. A hang keltése

Az akusztikus hullámok az állandó légköri nyomásérték körül ingadozást hoznak létre.
Ezt a nyomásváltozást nevezzük **akusztikus nyomásnak**.





L_p = Hangnyomásszint ue

$$L_p = 20 \log \frac{P}{P_0}$$

$$P_0 = 2.10^{-5} \text{ Pa}$$

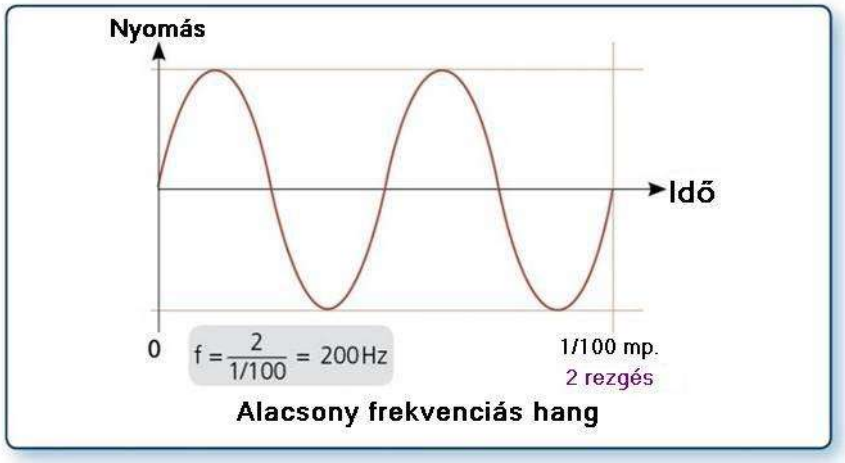
A rezgő test mozgásba hozza a levegőrészecskéket és hangot kelt.

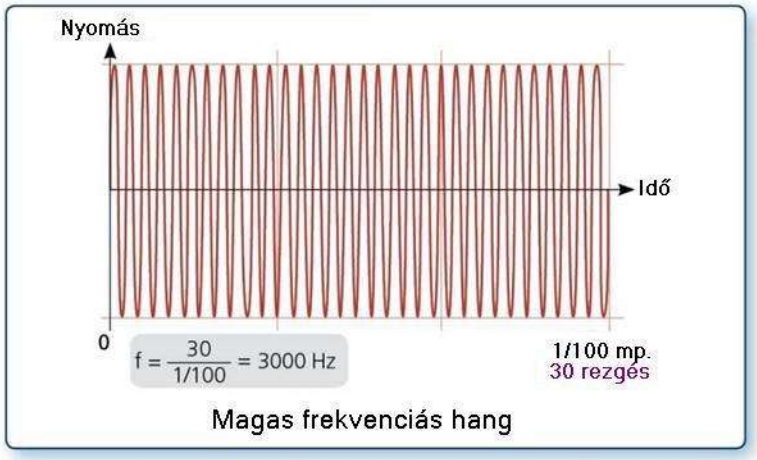
A hallható hangot a levegő nyomásának ingadozása hozza létre. A hang rezgés és energia.

A hanghullámok fizikája. Frekvencia és hullámhossz

Mi a frekvencia?

- A frekvencia a hang rezgését jellemző paraméter (a rezgés a sűrűsödések és ritkulások teljes periódusa)
- A frekvencia az egy másodpercre eső rezgések számával van kifejezve
- Egysége a Hertz (Hz, periódus per másodperc)
- A frekvencia a hang magasságát határozza meg



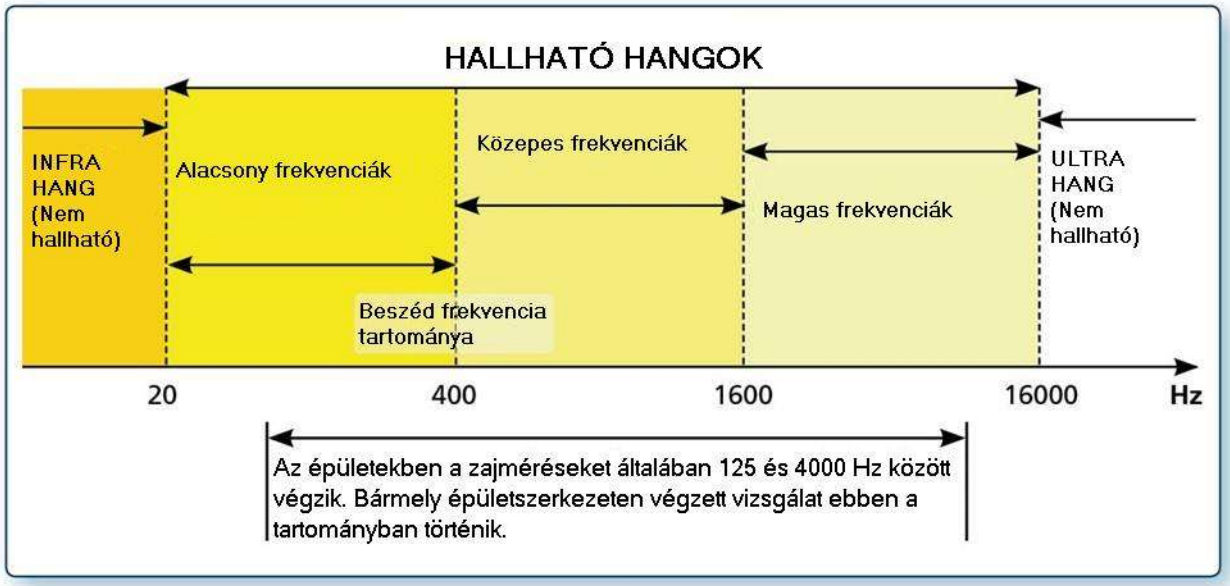


A hang és a frekvencia

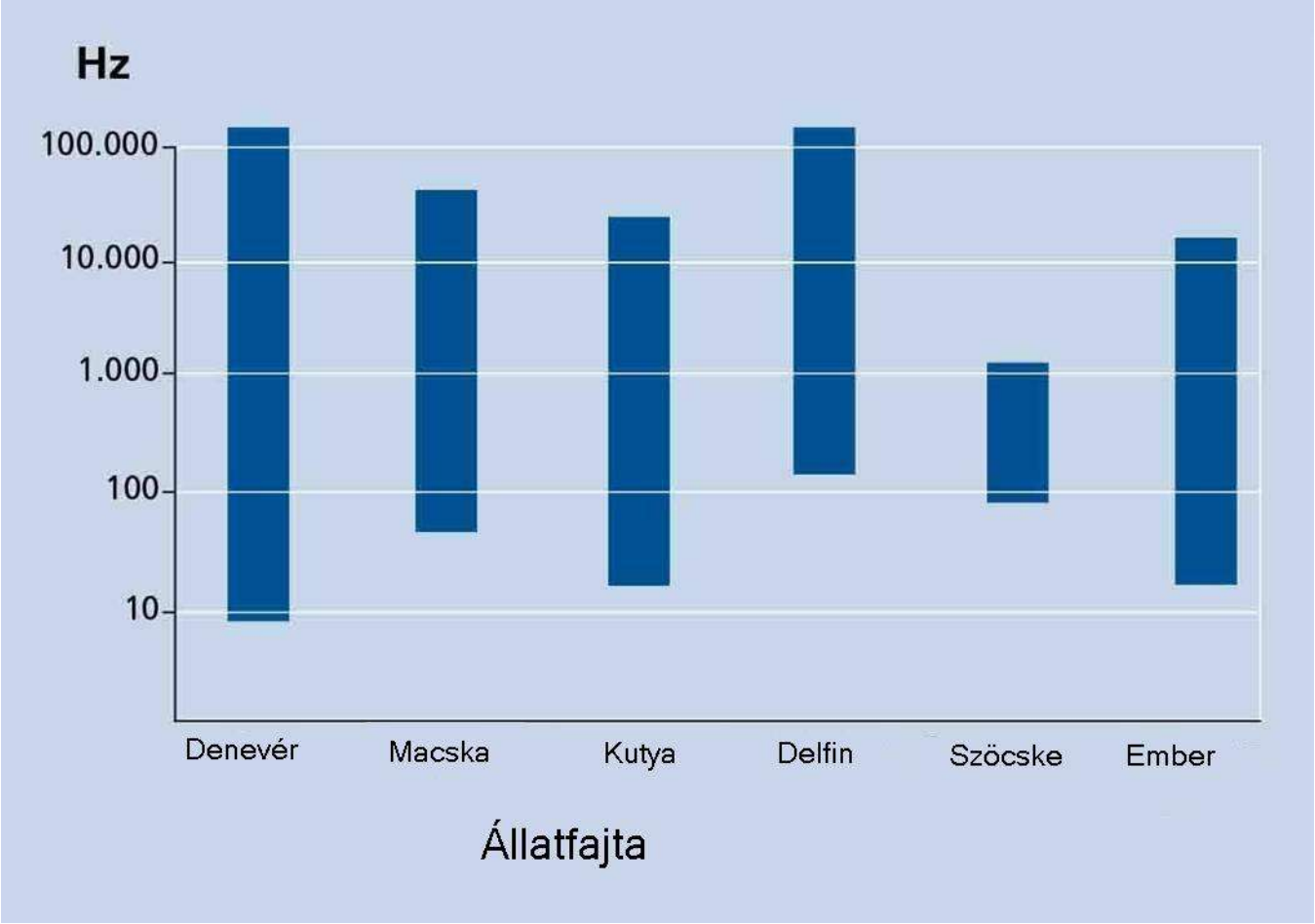
A frekvencia és a hang közötti kapcsolatot az alábbi összefüggés írja le

hullámhossz (l) = sebesség (c) / frekvencia (f)

A 20 Hz –es hang hullámhossza λ = 340/20 azaz17 méter. Ez olyan magas mint egy öt emeltes épület! A 20.000 Hz –es hang hullámhossza λ = 340/20.000 azaz 1.7 centiméter. Ez körülbelül egy bab hossza.



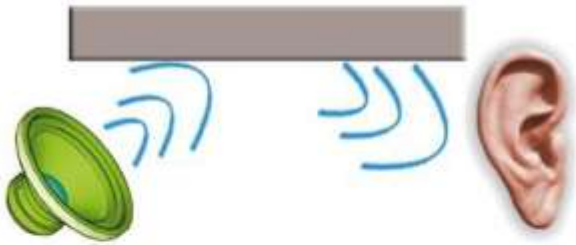
Melyek a hallható frekvenciák?



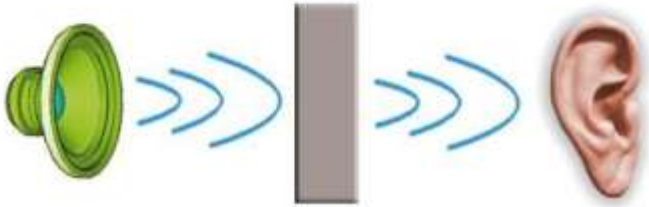
Hogyan terjed a hanghullám.
A részecskék mozgása. Hangátvitel.

Közvetlenül, a levegő útján történő terjedés

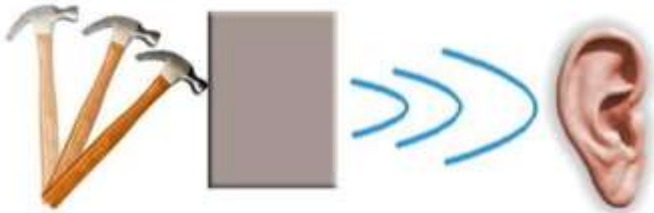
Hangvisszaverődés



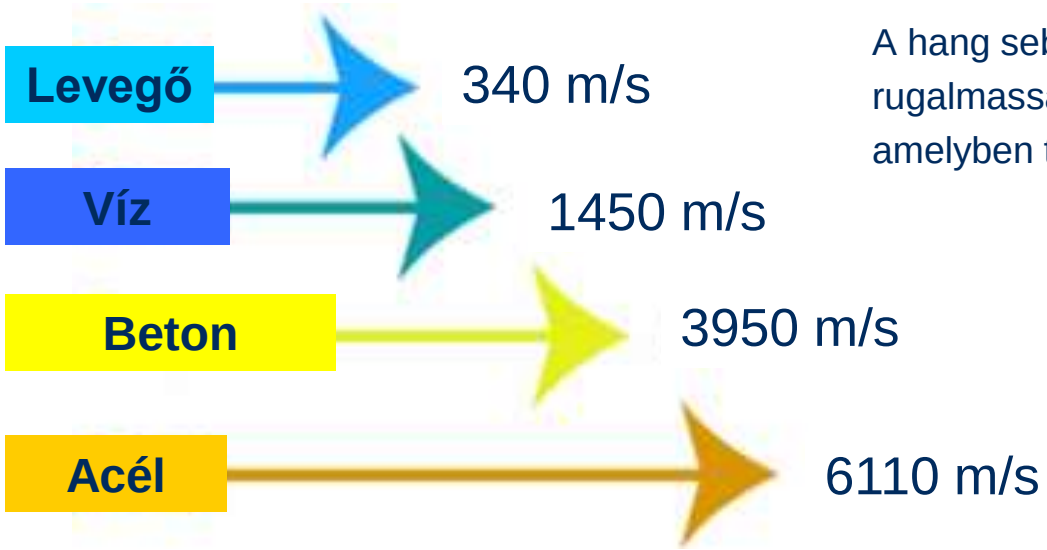
A léghang először testhanggá, majd ismét léghanggá alakulva terjed



A falra ható rezgés (testhang) lesugárzik, léghanggá alakul



Hogyan terjed a hanghullám. Részecskék mozgása. Hangátvitel.



A hang sebessége arányos azon közeg rugalmassági modulusának* négyzetgyökével, amelyben terjed.

Minél merevebb az anyag, annál jobban terjed benne a hang.

* A rugalmassági modulus egy tárgy vagy egy anyag rugalmas deformációjának matematikai leírása. A rugalmassági modulus mértékegysége Megapascal (MPa).

I. Alapfogalmak

1. A hang tulajdonságai és fizikája

2. A hang tulajdonságait leíró paraméterek, törvényszerűségek

3. A hang és az emberi érzékelés fiziológiája

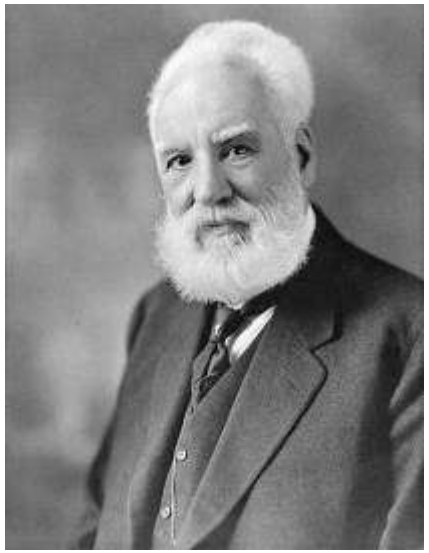
A hang nagysága. Hangintenzitás.

A Hangintenzitás az őt létrehozó **energiát** jellemzi. A hangkeltéskor keletkező hangnyomás változással van összefüggésben.

- A hangintenzitást úgy számolják, hogy arányt képeznek a vizsgált és a referencia hangnyomás között, majd az aránynak veszik a logaritmusát.
- A hangintenzitást decibelben (dB) mérik.
- A decibelt (dB) Graham Bell-ről, a telefon feltalálójáról nevezték el.
- A decibel a következő formulával határozható meg:

$$Lp = 10 \text{ Log } (P/P_0)^2$$

Lp – hangnyomásszint
P – a vizsgált hangnyomás
P_0 – a legalacsonyabb hallható hangnyomás (2X10-5 Pa=0,00002 Pa)



Graham Bell (1847 – 1922)

Decibel és zajszint szerinti besorolás

A decibellel egy olyan szintskálát képezünk, melybe könnyebb besorolni a különböző hangkeltő eszközök által keltett hangnyomást.

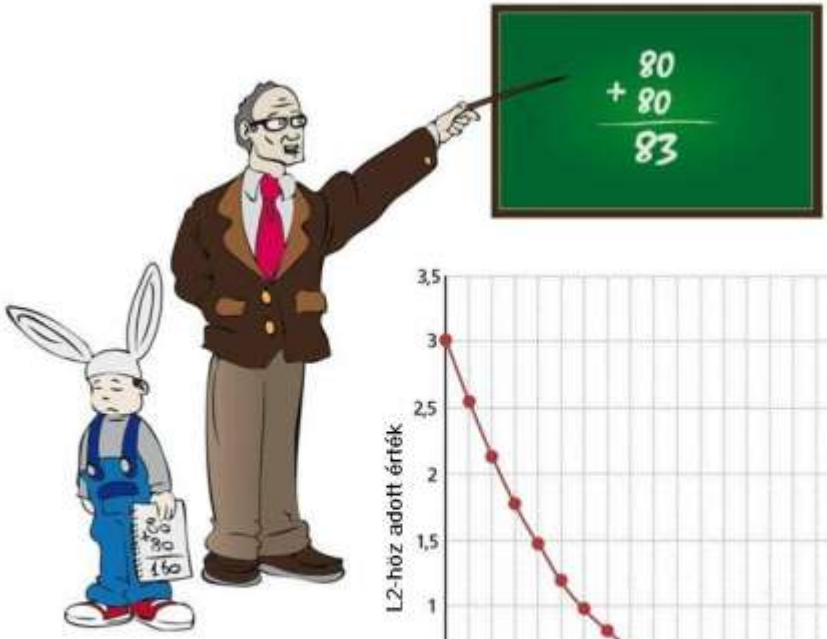
- **A hangintenzitást decibelben, logaritmikus skálán mérjük.**
- A hangforrás 20 dB-s növekedése 10-szeres hangintenzitás erősítéssel egyezik meg.

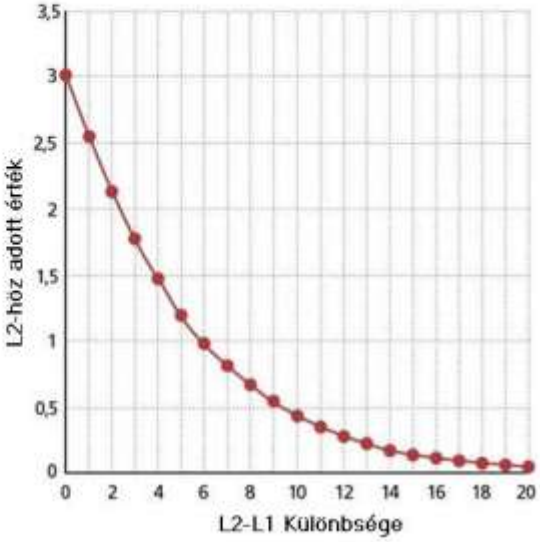
Az egészséges emberi fül által tisztán érzékelhető legkisebb hangintenzitás szint változás 3 decibel.

Akusztikus nyomás skála

Akusztikus nyomás		Szubjektív benyomás	A zaj típusa
P (μPa)	dB		
200000000	140		Repülőgép felszállás 50 m-ről
	130		
20000000	120	Elviselhetetlen	Repülőgép felszállás 200 m-ről
	110	Csak rövid ideig viselhető el	
2000000	100		Légkalapács
	90	Nagyon fájdalmas	Erős forgalmú közút
200000	80		
	70	Fájdalmas	Zajos utca
20000	60		Normál beszélgetés
	50	Normál	
2000	40	Csendes	Könyvtár
	30		Erdő
200	20	Nagyon csendes	
	10		Akusztikai labor
20	0	Érzékelés határa	

Összegezve a dB-t





Számítási mód

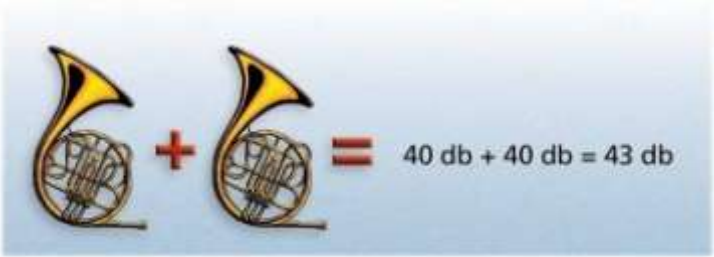
$L = 10 \text{ Log } (\Sigma\ 10^{0,1Li})$

A logaritmikus skála miatt a decibelt nem lehet aritmetikusan összeadni.

Két hangnyomásszint közötti különbség.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
dB érték hozzáadva a hangosabb hanghoz	3	2,6	2,1	1,8	1,5	1,2	1	0,8	0,6	0,5	0,4

Példák

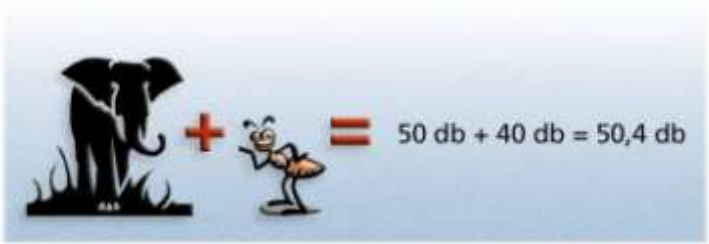
Azonos hangok



Ha két azonos hangintenzitású hangot összeadunk, akkor a teljes hangintenzitás + 3 dB.

40 dB + 40 dB = 43 dB

Különböző hangok



Ha két hang intenzitás szintje nagyon különbözik, akkor a teljes dB mérésnél a legerősebb hang fog dominálni a csendesebb pedig elhanyagolható lesz.

50 dB + 40 dB = 50,4 dB

Egy hangos hangsugárzó mellett állva képtelenek leszünk beszélgetni, mert a hangszóró dB szintje elnyomja a hangunk.

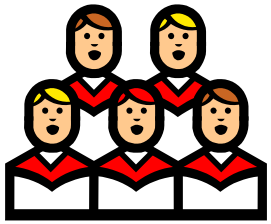
Forrás: saját jegyzet (Kizárva az irodai képeket)

A Zaj és a Hang spektruma. Mi a zaj?

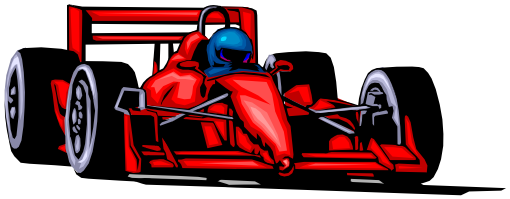
A zaj az a hang, melyet kellemetlennek érzünk, mert nem akarjuk hallani.

- A zaj szubjektív.
- A zaj „erőssége” attól függ, hogy mennyire érezzük azt kellemetlennek.

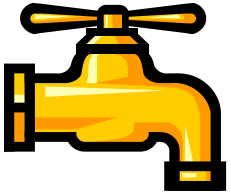
Néhány lehetséges példa a zajra (szubjektív észleléssel):



Egy koncert, amikor pihenni szeretnénk.



Egy F1 versenyautó (valakinek rettenetes zaj, másoknak mennyei hang).



Egy csöpögő csap.

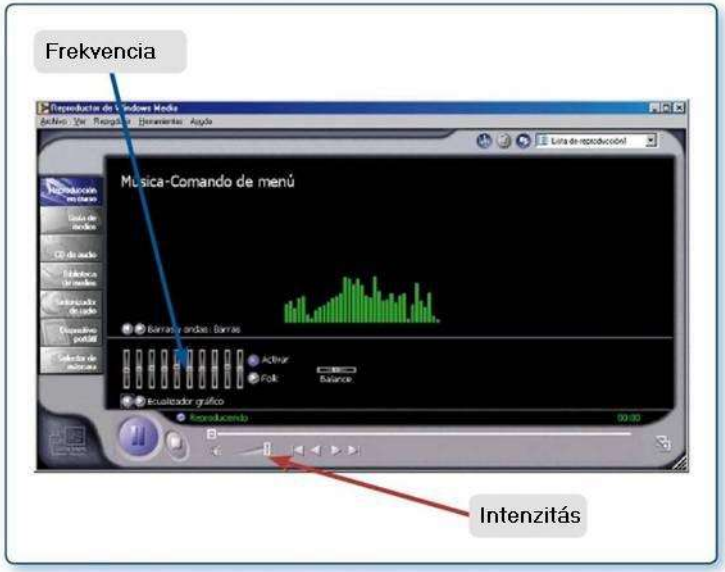
A hang spektruma és akusztikai mérése

Amikor egy hangot kibocsátunk, az nagyon ritkán tiszta hang (egy frekvencia összetevővel egyetlen akusztikai szinttel). Általában a hang több rezgésből épül fel, melyeket összességében **hang spektrumnak** neveznek.

A hang spektrumát többnyire grafikonon ábrázoljuk, mely a hang energiáját vagy nyomását mutatja a frekvencia függvényében. A hangnyomás vagy hangenergia mértékegysége decibel, a frekvenciáé pedig rezgések száma / másodperc (más néven hertz, rövidítése Hz). A hallható hang egy kisebb és egy nagyobb hangnyomás szint között helyezkedik el.

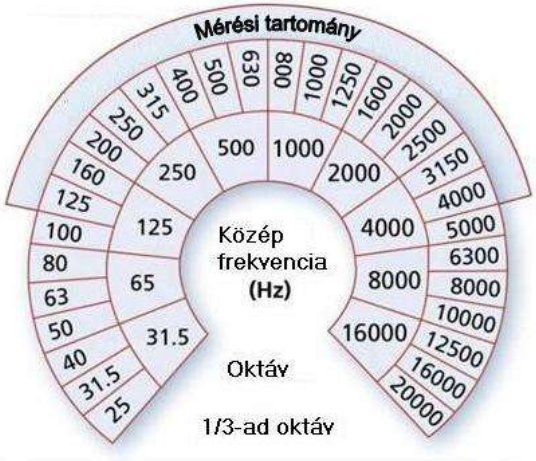
A frekvencia és az intenzitás meghatározza egy hangnak a spektrumát:

- Egy megadott frekvencián belül különböző hangintenzitások lehetnek.
- Egy intenzitáson belül különböző frekvenciák lehetnek.



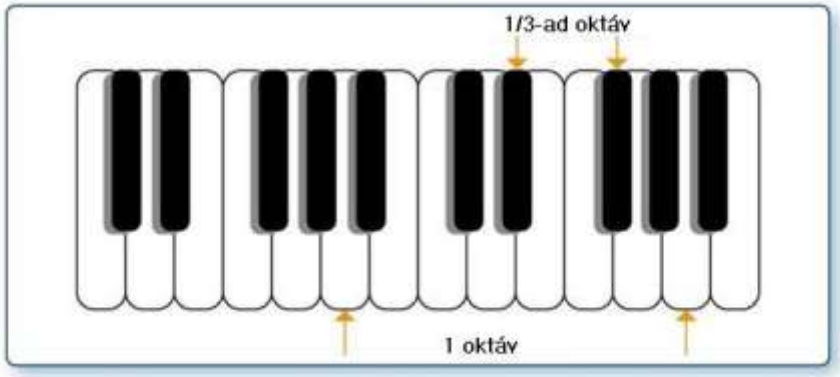
A hang spektruma és akusztikai mérése

Bár lehetőség van a teljes hang spektrumon belül az egyes **frekvenciák analizálására,** amellett, hogy nem praktikus, még időigényes is. Ezért kifejlesztették az oktávsávos és a tercsávos léptéket.

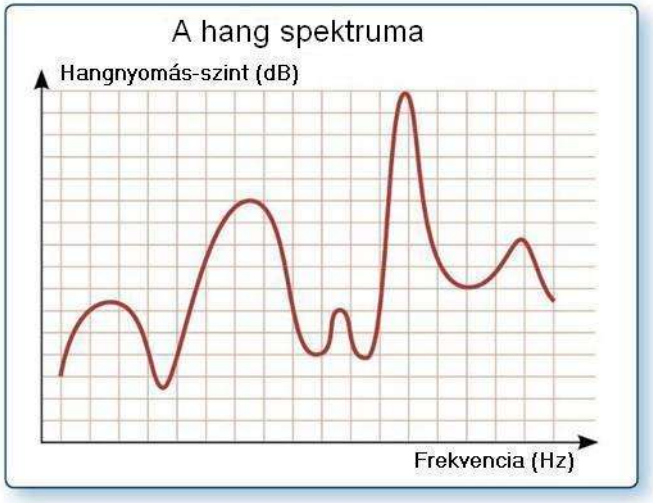


Egy oktáv az a mennyiség, amikor a frekvencia megduplázza értékét. Például, ha egy hangnem frekvenciája 400Hz, akkor egy oktávra található a 800Hz és a 200Hz. Ezért az egy oktávon belüli két hangnem közötti frekvencia aránya 2:1.

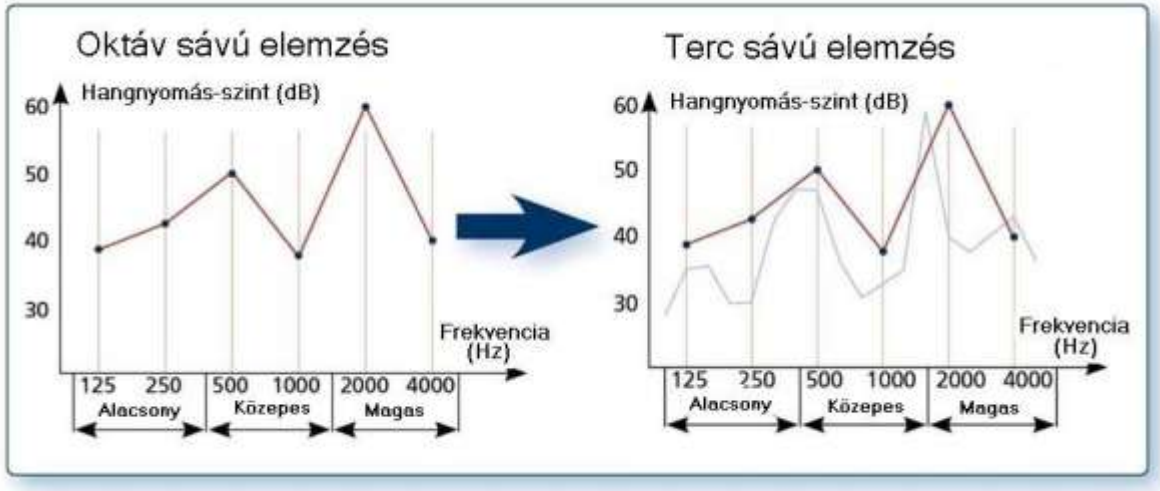
- A pontosabb információk érdekében **tercsávot is használnak,** az oktáv sávot három részre bontják
- Hangot **zajmérő műszerrel** mérnek, mely képes oktáv- és tercsávban is mérni.
- **Épületekben** méréseknél a 125 Hz és 4000 Hz közötti oktávsávokat szokták használni.



Az akusztika mérések



A terc- és az oktávsávos hang elemzésével több információt tudhatunk meg a kibocsátott hangról, vagy az egyes épületszerkezeti elemek hangszigeteléséről.



I. Alapfogalmak

1. A hang tulajdonságai és fizikája

2. A hang tulajdonságait leíró paraméterek, törvényszerűségek

3. A hang és az emberi érzékelés fiziológiája

Akusztika az emberi fiziológiában

A hangnak négy fő **hallható tulajdonsága** van: hangmagasság, hangosság, hangszín és a hangforrás helyzete.

•**Hangmagasság** az alaphang frekvenciája határozza meg. Ez az a hallható tulajdonság, mely szerint a hangot az alacsony vagy a magas tartományba soroljuk.

•**Hangosság** az a tulajdonsága a hangnak, ami az elsődleges lélektani hatást összefüggésbe hozza a fizikai (hang)erővel (amplitúdó). Az a tulajdonsága a hallási érzékelésnek, mely szerint a hangot halktól hangosig besorolhatjuk valamelyik tartományba.

•**Hangszín** a hangnak vagy tónusnak az a tulajdonsága, mellyel különbséget tudunk tenni az egyes hangforrások között, úgy mint beszédhang vagy hangszerek. Például jazz zenekarban kis gyakorlással meg tudjuk különböztetni a szaxofont egy trombitától annak ellenére, hogy mindkét hangszer ugyanazon a hangmagasságon és hangerőn játszik.

•**Hangforrás helyzete** a hangforrás irányát és távolságát tudjuk meghatározni. Az emberi halló rendszer több úton érzékeli a hangforrás helyét. Így például a két fül közötti idő és hangerő különbségéből, a spektrális információkból, idő elemzésből, a kölcsönhatás elemzésből és a tulajdonság elemzésből következtet.

Akusztika az emberi fiziológiában

Az emberi fül akkor érzékel növekedést a hangintenzitásban, ha a nyomásváltozás 1-ről 2 µbar-ra nő*.

- Ugyanez történik, ha a nyomás 2-ről 4 µbar-ra, 4-ről 8 µbar-ra stb. változik.

A legkisebb észrevehető hangbeli változás arányban van a hang kezdeti értékével (Fechner törvénye).

- Például egy csendes éjszakán olyan halk hangokat is probléma nélkül meghallunk (kis hangnyomás), mint például a csöpögő csap. De ha egy rock koncerten vagyunk (nagy hangnyomás) a hangnak, amit hallani szeretnénk, nagyobb intenzitásúnak kell lennie, mint a zenének.

*A bar (jele: bar) a nyomás mértékegysége, ami 100 kilopascalnak, a tengerszint felett mért légköri nyomásnak felel meg. Más mértékegységeket a barból származtatnak. Ilyen a decibar (jele: dbar), centibar (jele: cbar), millibar (jele: mbar vagy mb) és a mikrobar (jele: µbar). Ezek nem SI mértékegységek, de elfogadott az SI-vel használni. A bar-t széles körben használják a nyomás leírására, mert nagyjából megegyezik a „szabványos” légköri nyomással, és elfogadott az Európai Unió országaiban.

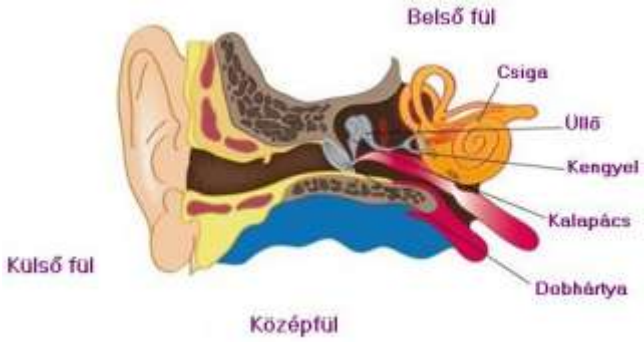
Akusztika az emberi fiziológiában

a) **<u>A külső fül:</u>** A fülkagyló (külső fül) hanghullámokat továbbít a hallójárat irányába. Ez továbbítja a dobhártyának a hangot többnyire 2000 és 4000 Hz között.

b) **<u>A középfül:</u>** A dobhártya elkezd rezegni, mint a mikrofon membránja. A rezgések kis csontokon keresztül továbbterjednek a belsőfülbe (kengyel, üllő, kalapács)

c) **<u>A belső fül:</u>** Itt észleljük a hangot. A középfülben keletkező mechanikai rezgések elérik az érzékelő cella „ostorait”, melyek mozgása elektromos jeleket bocsát ki az agy felé.

d) **<u>A jelek közvetítése az agynak:</u>** Az elektromos jelek eljutnak az agyba, mely felfogja őket.



II. Épületakusztika.

Alapok elsajátítása

Ennek a fejeznek a végére már tudni fogja…

Hangszigetelés és hangelnyelés kulcsfontosságú elemei épületeknél:

- Hogyan hat a hang az épületekre?
- Különböző hangutak és zajforrások
- Mit értünk akusztikai szigetelés alatt az épületeknél? Hogyan működik ez a fő akusztikai alkalmazásoknál?
- Mit értünk akusztikai hangelnyelés alatt az épületeknél? Hogyan működik?
- Hogyan mérhető és becsülhető az akusztikai szigetelés és a hangelnyelés a szabványok szerint?

II. Épületakusztika

1. Épületen belüli zajok

2. Hangszigetelés

3. Belső terek akusztikai kezelése (hangelnyelés)

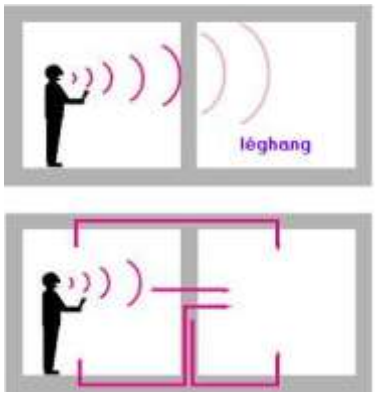
Épületen belüli zajok - zajszennyezés

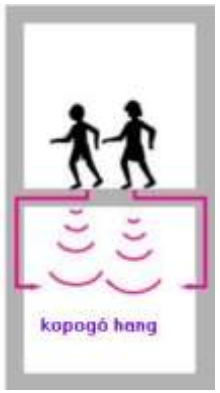
Az épületeken belüli „zajszennyezés” a zavaró zajforrások jelenlététől függ. A zavaró hatást az alábbiak okozhatják:

- **Külső zajforrások** (pl. közlekedés),
- **Belső zajforrások** (pl. másik szobában folytatott tevékenység, épületgépészet, stb.)

Akusztikai szempontból az épületen belüli helyiségek két fő csoportra bonthatóak:

- **Adó terek** vagy hangos környezet (pl. konyha, nappali, zeneszoba, stb.)
- **Vevő terek** vagy pihenő környezet (pl. hálószoba, osztályterem, stb.)

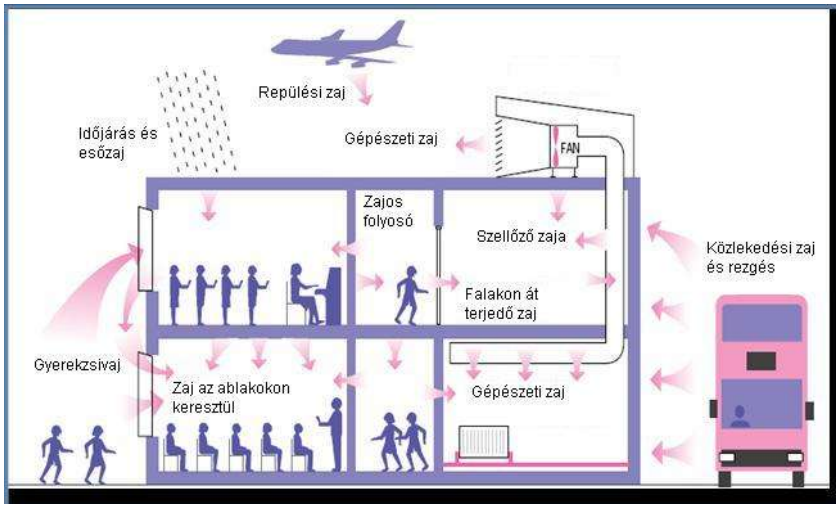




Épületen belüli zajok – zajtípusok

Különböző típusú zajok érhetik az épületeket:

• **Léghang -** a terjedés olyan formája, amelyben a hang miatt, a levegő hatására a szerkezet rezeg: emberi beszéd, zene, stb. Ez magába foglalja a többi helyiségbe történő átvitelt, illetve ugyanabban a helyiségben létrejövő utózengést (visszaverődéseket).



• **Kopogó hang** - akkor jön létre, amikor a forrás egy dinamikus erőhatás, amely közvetlenül éri a szerkezetet: leejtett tárgy, széktologatás, lépések zaja, a falakhoz vagy padlóhoz rögzített épületgépészeti berendezés, falra szerelt hangszórók, stb.

• **Berendezésekkel kapcsolatos zajok –** a kopogó hang és léghang kombinációja. Az épületgépészeti zajokra példa lehet a WC lehúzásának zaja vagy a légkondicionáló berendezések, liftek zajai.

Épületek hangszigetelése

Hangszigetelés az épületeknél számos különböző helyen valósítható meg:

A. Belső (elválasztó) falak

B. Főfalak

C. Padló

D. Mennyezet

E. Tető

Épületen belüli zajok – szabványos zajok (I/III)

Annak érdekében, hogy a különböző országokban végzett akusztikai mérések összehasonlíthatók legyenek, a szabványos referencia zajemisszió-spektrumokat vezettek be:
rózsazaj, **közlekedési zaj** és **kopogó zaj**.

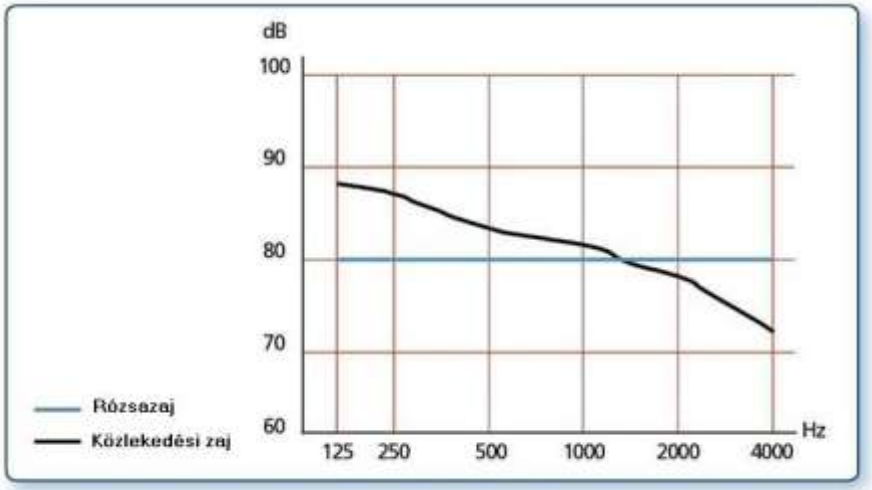
1. Rózsazaj szimulálja az épületekben képződő zajokat és ide tartoznak a repülőgépek zajai is. A rózsazaj hangnyomásszintje (SPL) az egész frekvenciaspektrumon állandó, tehát egyik frekvenciakomponens sem meghatározóbb a másiknál.

Épületen belüli zajok – szabványos zajok (II/III)

2. Közlekedési zaj szimulálja az utcai forgalom által keltett, levegőben terjedő zajokat. Ez mélyhangokban gazdagabb, mint a rózsazaj. Így a utcai zaj elleni hangszigetelés vizsgálata "mélyebb frekvenciájú", mint az ugyanilyen intenzitású rózsazaj esetén, mert a szerkezeti elemeknek hangszigetelés mélyebb frekvenciákon kevésbé hatékony.

3. Szabványos kopogó zajt használnak referenciaként, hogy felmérje az épület szerkezeteinek rezgéstovábbító tulajdonságait. A kopogó zajt egy szabványos kopogó gép állítja elő, melyet egy szobában helyeznek el és egy tőle elválasztott másik vevőhelyiségben mérnek. A kopogó gépet 5 darab egyenként 500 grammos kalapács alkotja, mely másodpercenként tízszer esik le 4 cm magasságból.

Épületen belüli zajok – szabványos zajok (III/III)



Rózsazaj: a rózsazajban mindegyik oktáv egyenlő mennyiségű hangenergiát hordoz, tehát egyik frekvenciakomponens sem fontosabb a másiknál.

- Közlekedési zaj: utcai zajokat szimulál mélyfrekvenciás kiemeléssel.

Az alábbi linken meghallgathatóak a szabványos zajok: http://en.wikipedia.org/wiki/Pink_noise

II. Épületakusztika

1. Épületen belüli zajok

2. Hangszigetelés

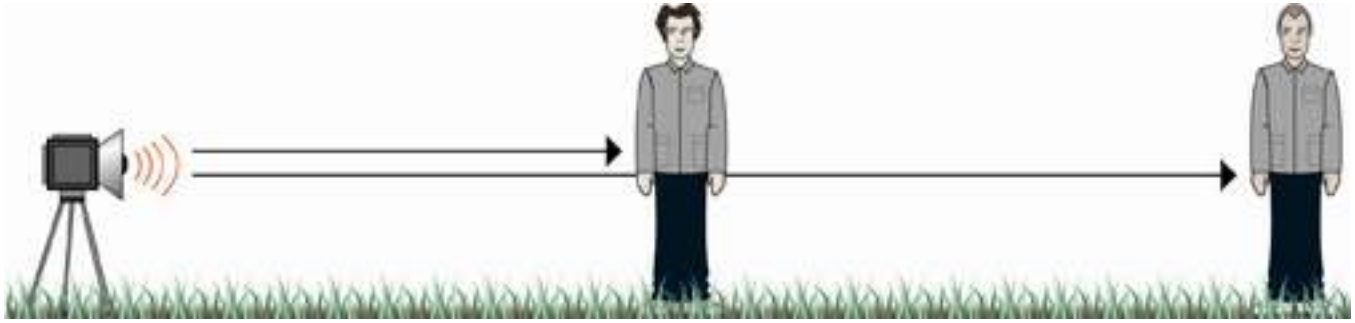
3. Belső terek akusztikai kezelése (hangelnyelés)

Hangszigetelés
Hangnyomásszint csökkentés és hanggátlás

A **hangnyomásszint csökkentés**, hangforrás és vevő közötti **hangnyomás csökkentésének** folyamata (téren belül).

Számos alapvető mód létezik hangenergia csökkentésre: a forrás és a vevő közti távolság növelése, zajárnyékolók alkalmazása hanghullámok terelésére és a hang energiájának elnyelésére, hangcsillapító szerkezetek, mint például ásványgyapotból készült hangcsillapítók vagy aktív zajcsökkentő hanggenerátorok.

A **hanggátlás** két szoba vagy a belső és a külső tér közötti hangenergia csökkentését jelenti.



Hangszigetelés
Hanggátláshoz kapcsolódó szabványok

A hanggátláshoz kapcsolódó szabványok három részre csoportosíthatóak:

- **Akusztikai mérések (ISO 140)** – ez a szabvány írja le a mérési eljárásokat, az eredmények tercsávokban vannak kifejezve.

- **Akusztikai minősítések (ISO 717)** – ez a szabvány adja meg a számítás módszereit úgy, hogy egy egyadatos értéket (globális értéket) kapjunk a mérési eredmények alapján az ISO 140 szerint.

- **Akusztikai minőség becslése (EN 12354)** – ez a szabvány adja meg a módszereket és a számításokat, melyek becslést adnak a helyiségek közti hanggátlás mértékéről az elemek teljesítőképessége alapján.

Hangszigetelés - ISO 140 szabvány

ISO 140 - Akusztika. Épületek és épületelemek hangszigetelésének vizsgálata.

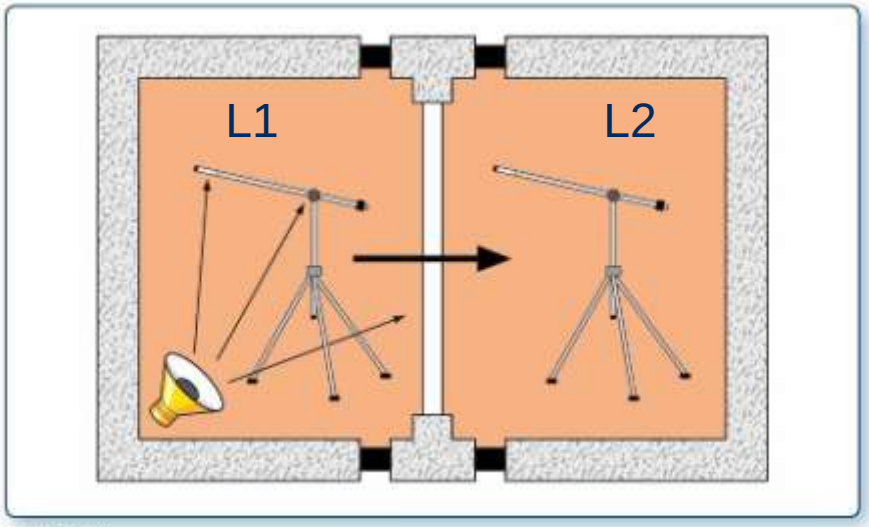
Ez a szabvány ad részletes leírást a mérési eljárásról és a szükséges felszerelésekről és követelményekről. Mind a léghang és mind a kopogó hangátvitelt is ez a szabvány fedi le.

Két különböző típusú hangszigetelési értékelés van bevezetve az ISO 140 szabványban:

- **Laboratóriumi** körülmények között – az eredmény az önálló **épületszerkezet hanggátlása**.
- **Beépített** körülmények között – az eredmény a **két helyiség közti hanggátlási szám,** amely mint szabványos hanggátlás ismert.

Hangszigetelés – Laboratóriumi léghanggátlás (ISO 140)

Adó helyiség Vevő helyiség



Source: Fibraver

R = L1-L2+10Log(S/A)

Az épületelemek léghanggátlási száma (labor) meghatározható az adó és a vevőhelyiség közötti hangnyomásszint-különbségből, szabványos laboratóriumi feltételek mellett. Ez a paraméter a **lég**hanggátláshoz kapcsolódik.

A laboratóriumi mérés főbb jellemzői:

- Szabványosított méretek.
- Kerülő hangutak nem léteznek.
- Decibelben megadva, súlyozott léghanggátlási szám és a színképillesztési tényező összege - Rw + (C, Ctr)

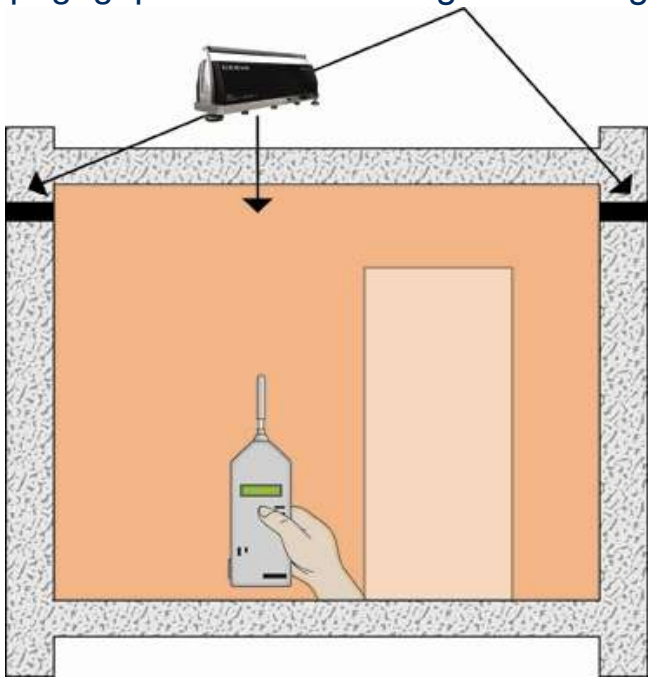
A léghaggátlási szám (R) az adó (L1) és a vevő (L2) helyiség hangnyomásszint-különbségeként van kifejezve, figyelembe véve az elválasztó fal felületét (S) és a vevőhelyiség egyenértékű hangelnyelési felületét (A).

A léghaggátlási számot tipikusan az egyes épületszerkezetek objektív értékelésére használják.

ISO 140 a mérések alapjaként használatos.

Hangszigetelés – Laboratóriumi lépéshangnyomásszint (ISO 140)

Kopogógép Kerülő rezgésutak megakadályozása



Az épületelemek lépéshanggátlási mutatója (labor) meghatározható a vevőhelyiségben mért hangnyomásszint mérésével úgy, hogy közben a felső födémen a szabványos kopogógép működik.

Főbb jellemzői:

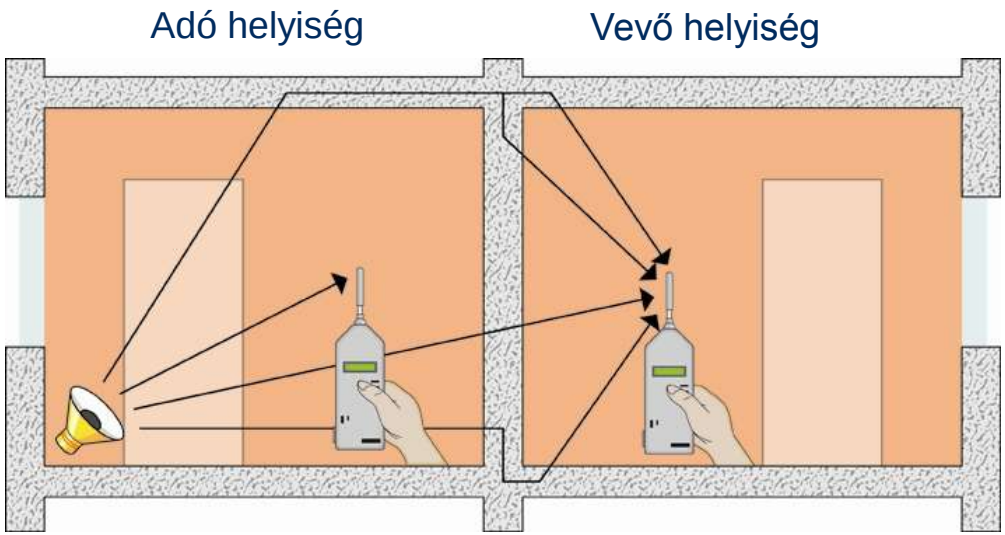
- Szabványosított méretek.
- Kerülő hangutak nem léteznek.
- Decibelben megadva, lépéshanggátlási mutató - L_{nw}

$$Ln = Li + 10 \log (A / A0)$$

A lépéshanggátlási mutató (Ln) a vevő helyiségben mért hangnyomásszinttel (Li) fejezhető ki, korrigálva a vevőhelyiség egyenértékű hangelnyelési felületének vonatkoztatási értékére (A/A0).

A lépéshaggátlási indexet tipikusan az egyes épületszerkezetek objektív értékelésére használják.

Hangszigetelés –
A beépített épületelemek léghanggátlási száma (ISO 140)



Két helyiség közötti helyszíni léghanggátlási szám

Főbb jellemzői:

- Valós, nem szabványosított méretek.
- Kerülő hangutak számításba vétele.
- Decibelben megadva, súlyozott helyszíni léghanggátlási szám (tercsávonként) vagy egy egy számértékkel - D_{nTw} (C, Ctr)

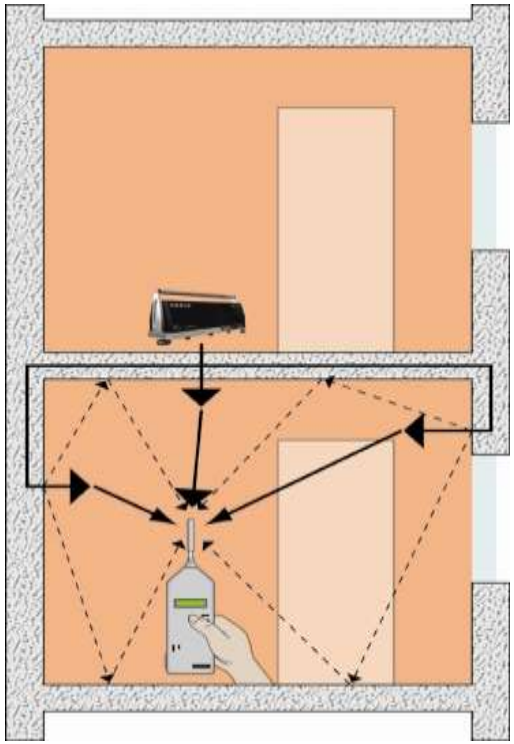
$$D_{nT} = L1 - L2 + 10Log\left(\frac{0{,}16 \cdot V}{Tr \cdot S}\right)$$

Két helyiség közötti helyszíni léghanggátlási szám (D_{nT}) az adó (L1) és a vevő (L2) helyiség hangnyomásszint-különbségeként van kifejezve, figyelembe véve az elválasztó fal felületét (S), a vevőhelyiség térfogatát (V) és utózengési idejét (Tr).

Következésképpen, tekintettel a „helyszíni" jelzőre, minden lehetséges energiaátviteli hangút az adó és a vevőhelyiség között figyelembe van véve, nemcsak egy, mint ahogyan a laboratóriumi mérésnél láthattuk.

ISO 140 a mérések alapjaként használatos.

Hangszigetelés –
A beépített épületelemek lépéshangnyomásszintje (ISO 140)



Két helyiség közötti helyszíni lépéshanggátlási szám.

Főbb jellemzői:

- Valós, nem szabványosított méretek.
- Kerülő hangutak számításba vétele.
- Decibelben megadva (terrcsávonként)
  vagy egy számértékkel lépéshanggátlási index – L'_{nT}

$$L'_{nT} = Li - 10Log\left(\frac{T}{T_0}\right)$$

Két helyiség közötti helyszíni lépéshanggátlási mutató (L'_{nT}) a vevő helyiségben mért hangnyomásszinttel (Li) fejezhető ki, korrigálva a vevőhelyiség utózengési idejének (T) és a referencia utózengési időnek (T_0) az arányával.

Acoustic insulation – structure of the ISO 140 standard

Az ISO 140 - Akusztika. Épületek és épületelemek hangszigetelésének vizsgálata című szabvány részei:

ISO 140-1. Kerülőutas hangátvitel nélküli laboratóriumi mérőhelyiségekre vonatkozó követelmények.
ISO 140-2. A pontossági követelmények meghatározása, ellenőrzése és alkalmazása
ISO 140-3. Épületelemek léghangszigetelésének laboratóriumi vizsgálata
ISO 140-4. Helyiségek közötti léghangszigetelés helyszíni vizsgálata.
ISO 140-5. Homlokzati elemek és homlokzatok léghangszigetelésének helyszíni vizsgálata
ISO 140-6. Födémek lépéshang-szigetelésének laboratóriumi vizsgálata
ISO 140-7. Födémek lépéshang-szigetelésének helyszíni vizsgálata
ISO 140-8. Nagy tömegű etalonfödémen lévő padlóburkolatok lépéshangszigetelés-javításának laboratóriumi vizsgálata
ISO 140-9. Felső légterű álmennyezetek kerülőutas léghangszigetelésének laboratóriumi vizsgálata.
ISO 140-10. Kisméretű épületelemek léghangszigetelésének laboratóriumi vizsgálata
ISO 140-11. Könnyűszerkezetű referenciafödémen lévő padlóburkolatok lépéshangszigetelés-javításának laboratóriumi vizsgálata
ISO 140-12. Álpadlók egymás melletti helyiségek közötti léghang- és lépéshang-szigetelésének laboratóriumi vizsgálata
ISO 140-14 Útmutató különleges helyszíni körülmények között végzett vizsgálatokhoz
ISO 140-16. Kiegészítő burkolattal való léghanggátlás- javítás laboratóriumi vizsgálata
ISO 140-18. Épületszerkezetekre hulló eső által keltett hang laboratóriumi vizsgálata .

Hangszigetelés – ISO 717 szabvány

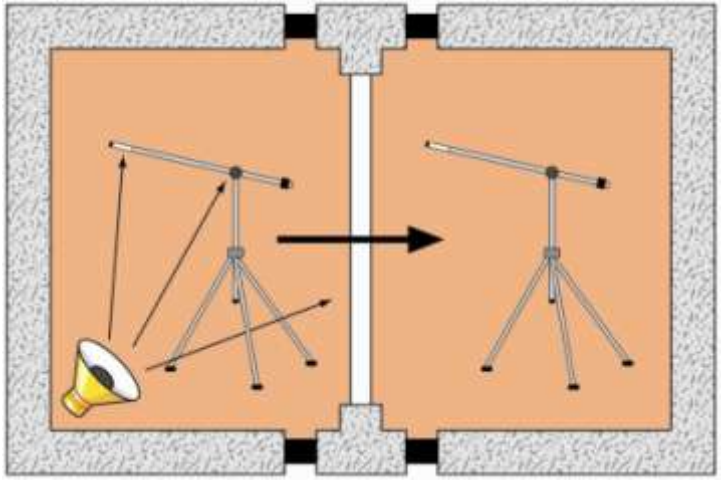
ISO 717 szabvány - Akusztika. Épületek és épületelemek hangszigetelésének értékelése.

A szabvány célja a hangszigetelés minőségének kifejezése legyen lehetséges **egyetlen egy értékkel, ahelyett, hogy minden egyes frekvenciához külön érték tartozna**. A szabvány előírja, hogyan kapunk a tercsávonkénti értékekből egyetlen egy eredő értéket.

A hanggátlás értékelésére két szabvány van:
ISO 717-1 – Léghangszigetelés értékelése
ISO 717-2 – Lépéshang-szigetelés értékelése

Hangszigetelés – ISO 717 szabvány

Az ISO 140 szabvány eredményeinek felhasználása az ISO 717 szabvány számításaihoz.



ISO 140 szerinti eredmények

Frec. f Hz	R dB
100	22,2
125	29,8
160	35,8
200	38,0
250	41,5
315	43,8
400	44,5
500	45,8
630	48,6
800	49,9
1000	49,0
1250	50,4
1600	51,4
2000	48,9
2500	43,4
3150	46,5
4000	52,3
5000	55,7

ISO 717 szabvány szerinti számítások

Globális értékek

Aislamiento global calculado según la Norma ISO 717-1:1996:

R w (C;Ctr) = 47 (-2 ; -7) dB

Aislamiento global en dBA (entre 100 y 5000 Hz):

R A = 45,7 dBA

Az eredő egy számadatos értékek megkaphatóak a frekvenciánként mért eredményéből. Ezzel szemben az eredő értékből a frekvenciánkénti értékeket nem lehet meghatározni.

Forrás: URSA tests

Hangszigetelés – EN 12354 szerinti becslés

EN 12354 - Épületakusztika. Épületek akusztikai minőségének becslése az elemek teljesítőképessége alapján.

Az EN 12354 szabvány tartalmazza az **épületek akusztikai minőségének becslését** az elemek teljesítőképessége alapján. Ez hat részre osztható:

- 1. rész: Helyiségek közötti léghangszigetelés.
- 2. rész: Helyiségek közötti lépéshang- szigetelés.
- 3. rész: Homlokzatok léghangszigetelése külső zaj ellen.
- 4. rész: Hangátvitel a belső térből a szabadba.
- 5. rész: Épületgépészeti berendezések zajszintje
- 6. rész: Hangelnyelés zárt térben.

Miért szükséges ez az előírás?

Épületszerkezetek és valóságos épületek eredő tényleges akusztikai tulajdonságait építőanyagok fizikai paramétereiből nem lehet pontosan kiszámítani. Következésképpen, az EN 12354 előírás arra szolgál, hogy felmérjük a szerkezeti elemek együttes hangátviteli és hangszigetelési tulajdonságait abban az esetben, amikor azok egy összetett szerkezetet alkotnak. Így **megbecsülhető** a két helyiség közötti szabványos hanggátlás.

Hangszigetelés – EN 12354 szerinti becslés

A számításokra néhány fontos megjegyzés vonatkozik:

1. Az akusztikai **számítások nem helyettesítik** a laboratóriumi vagy helyszíni méréseket.
2. Az akusztikai számítások **segítenek jobban megérteni** a szerkezeti elemek akusztikai tulajdonságait és valóságos körülmények közötti viselkedésüket.
3. A tervezés fázisban elvégzett akusztikai számítások **becslést ad**nak arra, hogy később hogyan fog viselkedni az elem beépített formában.
4. Az akusztikai számítások hatékony **tervezői eszköz**ként használhatóak.

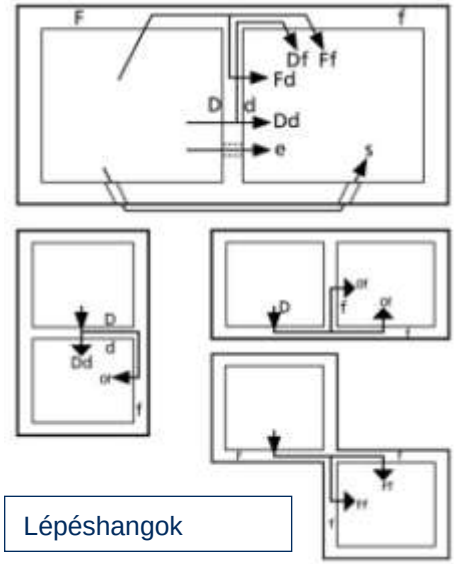
Akusztikai számítások **két fő felhasználása**:

1. Különböző szerkezeti elemek **önálló hanggátlás**ának becslése. Az EN 12354 szabvány különböző szerkezeti elemek viselkedésének a vizsgálatán alapul.
2. A **hanggátlás mérték**ének a becslése két helyiség között egy valóságos kivitelezésben.

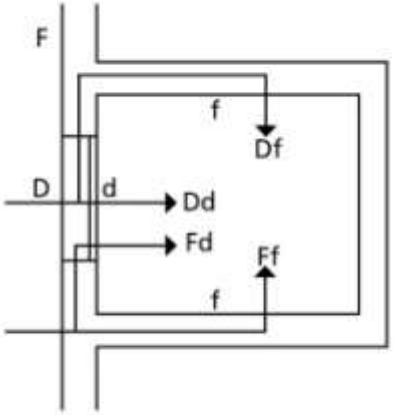
Hangszigetelés – EN 12354 szerinti becslés

A **hanggátlás becslése** az EN szabvány alapján elvégezhető. Három fő hanggátlás szabvány van, amelyek segítségével a becslés elvégezhető_
EN 12354 -1: a léghanggátláshoz
EN 12354 -2: a lépéshang-szigeteléshez
EN 12354 -3: a léghanggátlás a külső zajok ellen
A folyamat fő jellemzője, hogy minden egyes átviteli utat felmér és ezeket a különböző utakat összegzi, majd az eredő akusztikai tulajdonságra ad becslést.

Két helyiség közötti léghangutak



Lépéshangok



Kívülről érkező léghangok

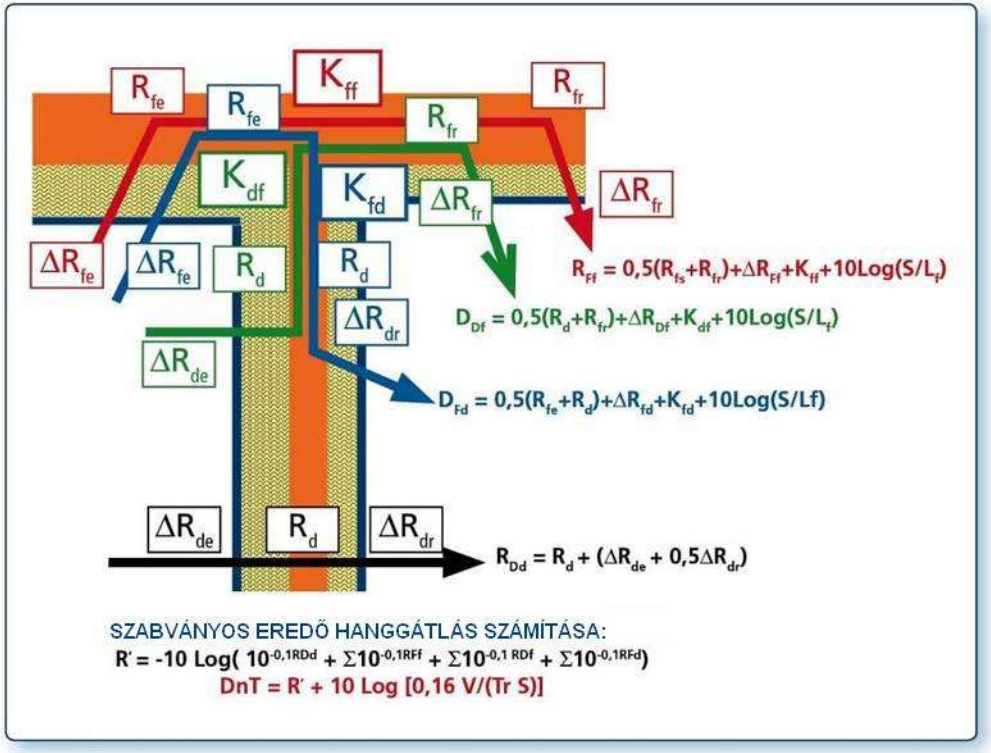
Forrás: EN 12354 szabvány

A folyamat számításba veszi:
- Direkt hangutat (Dd)
- Kerülő hangutakat (Fd,Df,Ff)

A beviteli adatok megkaphatóak a laboratóriumi tesztekből és a tapasztalati mérésekből.
A számítások tercsávonként (részletes) vagy egyadatos formában is megadhatóak (egyszerűsített).

Hangszigetelés – EN 12354 szerinti becslés

A **számítási eljárás** folyamán figyelembe vesszük az akusztikai elemeket minden egyes átviteli úton, ami az alábbi képen látható. :



R – az egyes falak akusztikai jellemzője

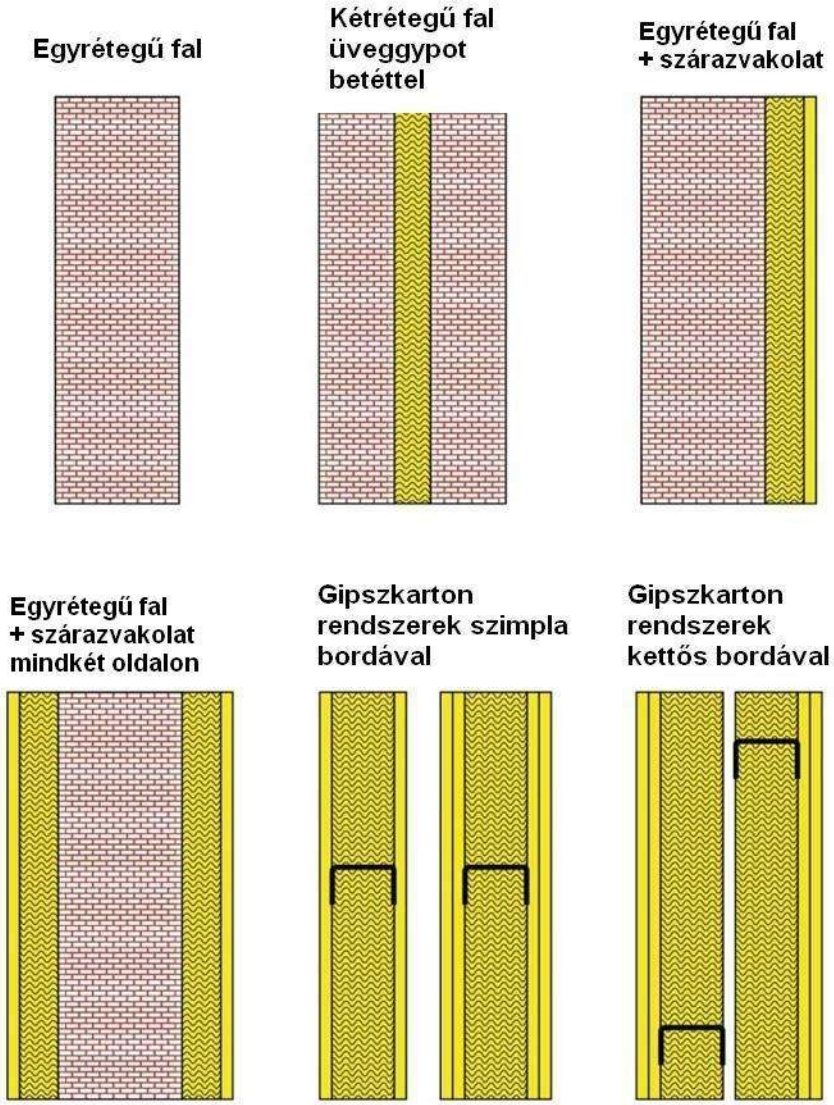
ΔR – a falburkolatok akusztikai javító hatása

K – a falak közötti csomópontok akusztikai minőségét jellemzi

D, d – direkt hangátvitel

F, f – kerülőutas átvitelek

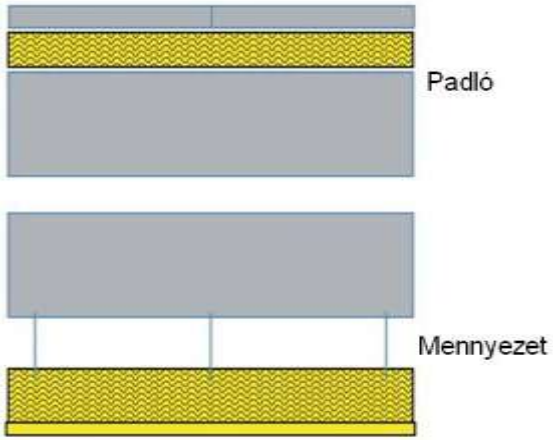
Hangszigetelés - Gyakran alkalmazott rétegrendek



A kívánt akusztikai komfortot különféle épületszerkezetekkel érhetjük el.

8 féle fő szerkezettípust mutatunk itt be.

A következő pontokban bemutatjuk az egyes szerkezetek működését és tárgyaljuk a közöttük lévő különbséget.

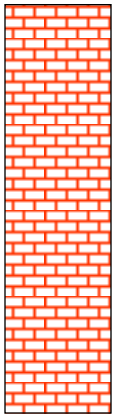


Hangszigetelés

Egyrétegű fal

A szerkezet működése a **tömeg törvénnyel** magyarázható, amely szerint **a hangszigetelés egyenesen arányos az anyag négyzetméter tömegével.**

Egyrétegű fal



A **tömeg törvény** csak az alábbiakban alkalmazható:

- A termék négyzetméter tömege (m) 150 kg/m2 feletti.
- Falazott falnál.
- 15% alatti porózusságú falaknál.

Ha egy hangszigetelő termék nem tesz eleget ezeknek a feltételeknek, nem lehetséges meghatározni az akusztikai tulajdonságát ennek a törvénynek az alapján..

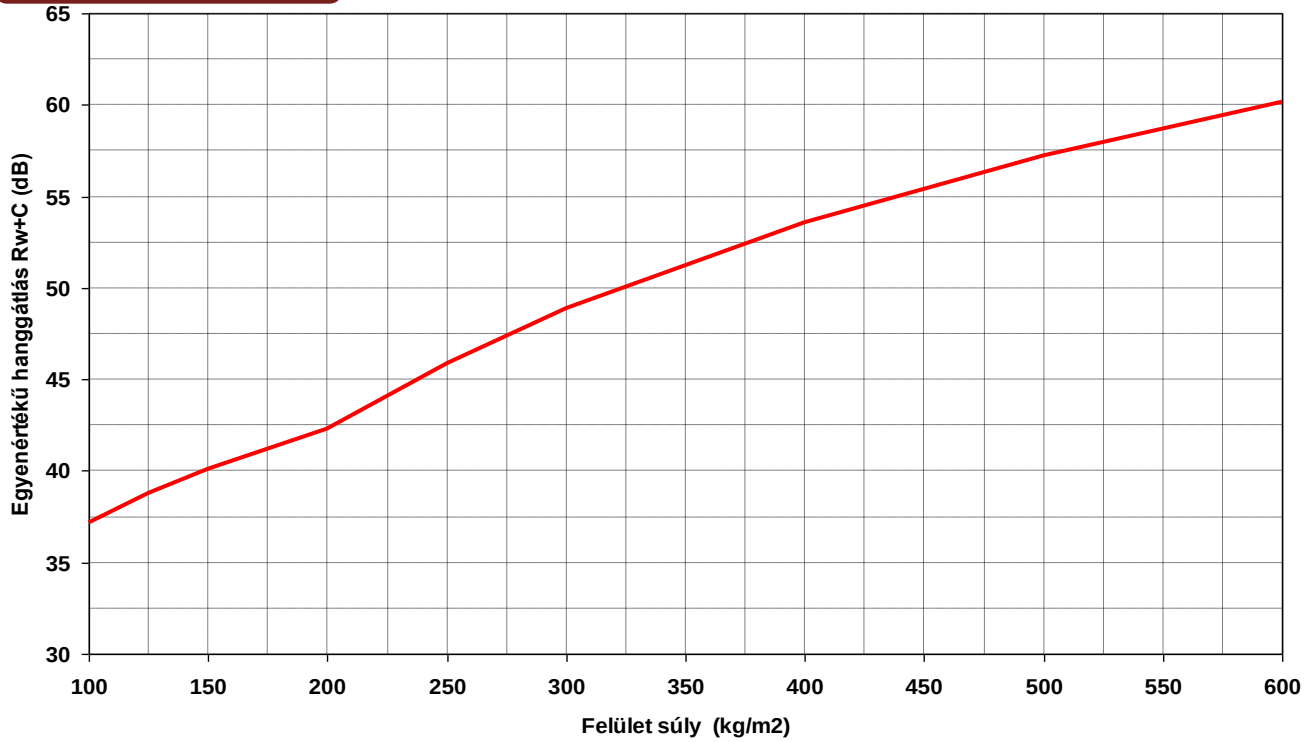
$$R = 37{,}5 \log (m) - 42$$

A hanggátlási szám (R) a felületi tömeg (m) függvénye.

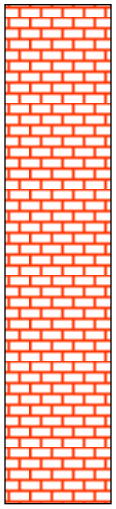
A tömeg törvény alapján ahhoz, hogy nagy hanggátlást érjünk el nagy felület tömegű anyagot kell használni és az így kapott megoldás meglehetősen drága és vastag lehet.

Hangszigetelés

Egyrétegű fal



Egyrétegű fal

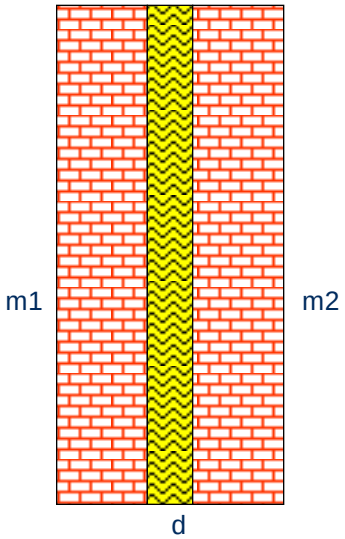


A fenti grafikon megmutatja a tömeg és az egyenértékű hanggátlási szám közötti összefüggést. Tisztán látható, hogy **a magasabb hanggátlás csak a tömeg növelésével lehetséges**. A gyakori építőelemek felületi tömege általában 300 kg/m^2 alatti, következésképpen a lehetséges hanggátlásuk is 50 dB alá korlátozódik.

Kétrétegű fal üveggyapot kitöltéssel

A szerkezet hatékonyságát a **tömeg törvénye** alapján lehet elmagyarázni, ehhez még az üveggyapot hatását is hozzá kell adni.

Kétrétegű üveggyapot kitöltéssel



A szerkezet akusztikai hatékonysága az egyszerű faléhoz hasonlít (abban az esetben, amikor a felületi tömeg megegyezik a teljes tömeggel).

3 és 10 cm közötti vastagságú üveggyapotot adva a szerkezethez a hanggátlás 1 és 5 dB között javul.

A rendszer hanggátlása a következő képlettel adható meg:

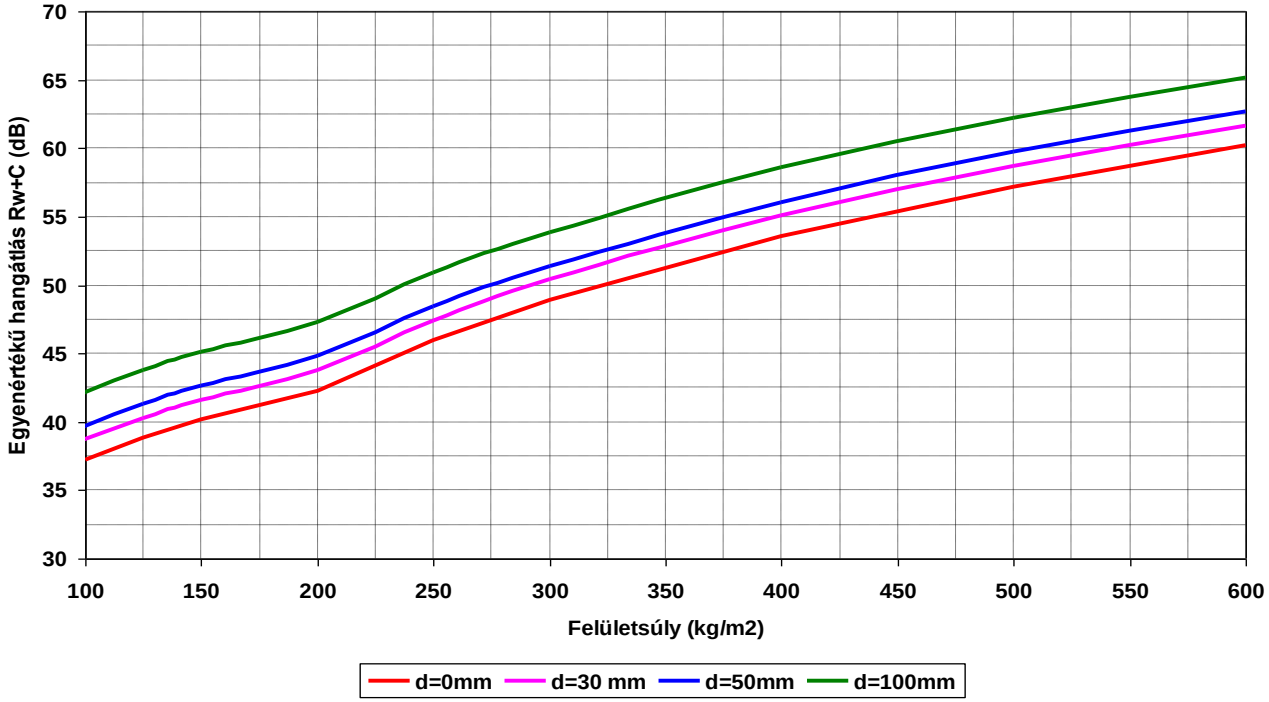
$R = 37{,}5 \log (m1+m2) - 42 + 0{,}05*d$

d – üveggyapot vastagsága milliméterben.

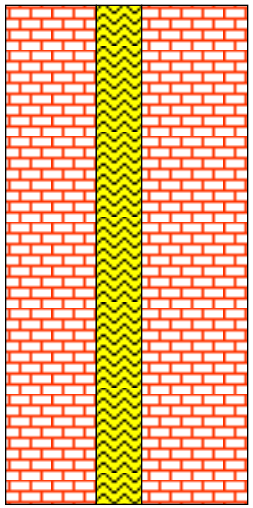
m1, m2 - a falak felületi tömege kg/m^2-ben

Hangszigetelés

Kétrétegű fal üveggyapot kitöltésse



Kétrétegű fal üveggyapot kitöltéssel



Ha **üveggyapot**tal béleljük ki a kétrétegű falakat, vagy ha a meglévő vastagságot növeljük - a hanggátlási szám egyaránt megnövekszik. Ez **jobb akusztikai hatékonyságot jelent** az egész szerkezetnek.

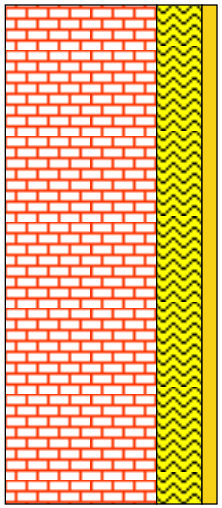
Forrás: elfogadott normák szerinti képlet alapján

Hangszigetelés

fal + szárazvakolat üveggyapottal

Ennek a rétegrendnek a hatékonysága a tömeg-rugó elv alapján magyarázható. (lásd a következő oldalon)

R1



ΔR

A rendszer hatékonyságának a kiszámítása három lépésben végezhető el:

1.Az R1 értékének meghatározása a sima fal (vakolat nélkül) számítására vonatkozó eljárással (lásd az előző oldalon)

2.A szárazvakolat akusztikai erősítésének (ΔR) a kiszámítása (az üveggyapot rugó hatásának függvényében)

3. A két számítás eredményét össze kell adni.

A számítás a következő úton végezhető el:

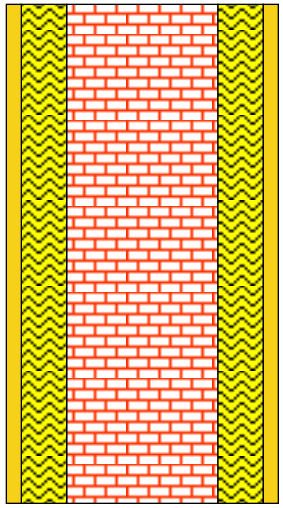
Egyik oldalán szárazvakolat esetben:

R = R1 +ΔR

Mindkét oldalán szárazvakolat esetben:

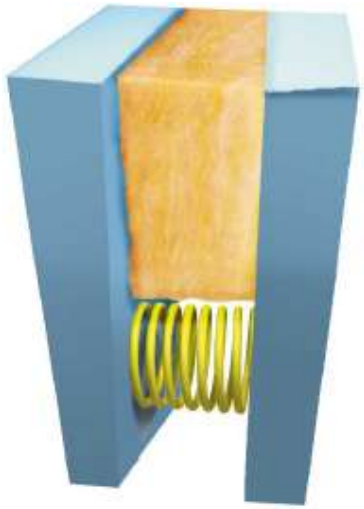
R = R1 + ΔR + 0,5 ΔR

R1



ΔR **ΔR**

Hangszigetelés
“Tömeg – Rugó – Tömeg” törvény



A gipszkarton és a szárazépítésű rendszerek akusztikai hatékonysága a **tömeg-rugó-tömeg** törvény alapján vezethető le. Ez a törvény azt sugallja, hogy a hanggátlás az egyszerű fal hanggátlásához képest javul a rugózó anyag alakváltozásának következtében. A tömeg-rugó effektus elérésének érdekében ajánlatos meggyőződni arról, hogy a rendszer **rezonanciafrekvenciája olyan alacsony amennyire csak lehetséges**. A rendszer rezonanciafrekvenciáját két tényező határozza meg:

- **A gipszkarton tömege** (m_1, m_2)
- A rugózó anyag **dinamikus merevsége** (s’) a hangszigeteléshez

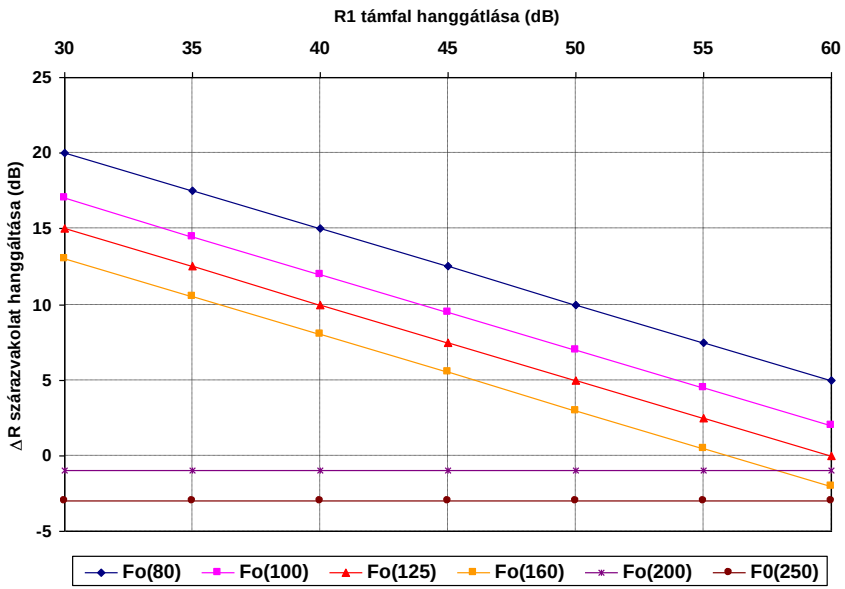
Egy adott rendszer (fix gipszkarton tömeggel) rezonanciafrekvenciája úgy lehet alacsonyabb, ha alacsony dinamikus merevségű hangelnyelő anyagot használunk - ideértve a nem merev termékeket, mint például az **üveggyapot**.

Például 100 Hz alatti rezonanciafrekvencia elérésének érdekében, gipszkartonfal esetén 2,3 MN/m^3 alatti dinamikus merevségű üveggyapotot szükséges használnunk.

$F_0 = 160\ [\ s'\ (1/m_1+1/m_2)]^{0,5}$
Ahhoz, hogy $F_0 < 100$ Hz
Ha $m_1 = m_2 = 12\ kg/m^2$, s’-nek kisebbnek kell lennie, mint 2,3 MN/m^3

Hangszigetelés
Falburkolat hangszigetelés-javítás – ΔR számítása

Mélyebb rezonanciafrekvenciák a rések kisebb dinamikus merevségű anyagok (pl üveggyapot) kitöltésével kaphatóak. Általában az üveggyapot termékekkel 100 Hz alatti rezonanciafrekvenciát lehet elérni.



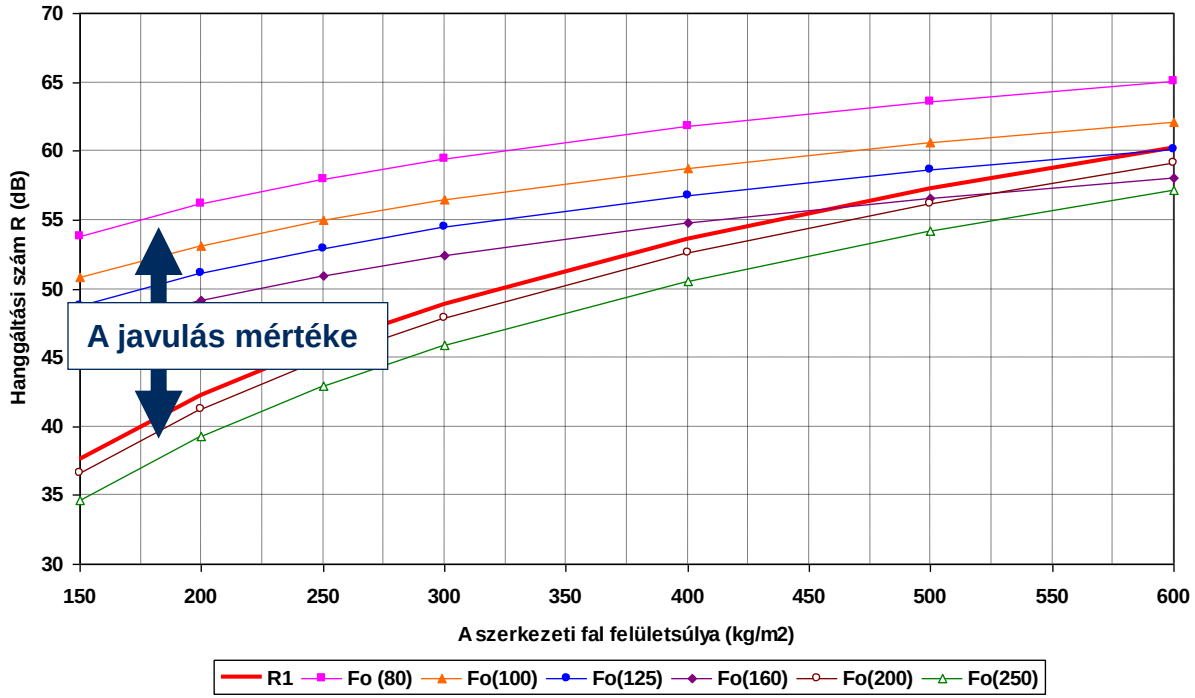
Fo(80), Fo(100) – tipikus rezonanciafrekvenciák üveggyapot használata mellett
Fo(125), Fo(160) – tipikus rezonanciafrekvenciák kőzetgyapot használata mellett
Fo(200), Fo(250) – tipikus rezonanciafrekvenciák műanyaghab (purhab) használata mellett

Példa: egy 40 dB hanggátlású fő falat figyelembe véve, ha **könnyű üveggyapotot** (Fo(80)) alkalmazunk, akkor kb. **15 dB hanggátlás javulást (ΔR)** érünk el. Így az eredő hanggátlás 40+15=55 dB lesz. Ezzel szemben, ha merev ásványgyapotot (Fo(125)) használunk csak 10 dB értékű javulás érhető el, így az eredő hanggátlás 50 dB lesz (40+10).

Forrás: saját kutatás az EN 12354-1 szabvány alapján

Hangszigetelés

Eredő hanggátlás (egyrétegű fal + száraz vakolat)



R1 – vakolatlan fal
Fo(80), Fo(100) – tipikus rezonanciafrekvenciák üveggyapot használata mellett
Fo(125), Fo(160) – tipikus rezonanciafrekvenciák kőzetgyapot használata mellett
Fo(200), Fo(250) – tipikus rezonanciafrekvenciák műanyaghab (purhab) használata mellett

250kg/m^2 felületi tömegű nyers falra - 47 dB körüli hanggátlás érhető el.

Ha könnyű ásványgyapottal burkoljuk - 58 dB körüli hanggátlást kapunk.

Míg merev ásványgyapotot használva - 53 dB érhető el.

Hangszigetelés

Gipszkarton falak üveggyapot kitöltéssel

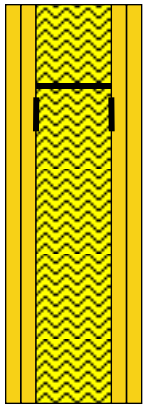
Gipszkarton és szigetelés felhasználásával különböző falszerkezetek alakíthatóak ki, ezek hanggátlás tulajdonságaik eltérőek.

Szimpla vázas rendszer

Egyrétegű gipszkarton

40-től 45 dB-ig

Többrétegű gipszkarton

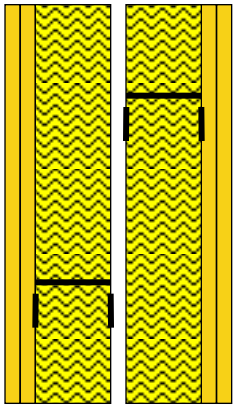


45-től 60 dB-ig

$$R = 20 \log(m) + \log(d) + d + 5$$

Dupla vázas rendszer

Többrétegű gipszkarton



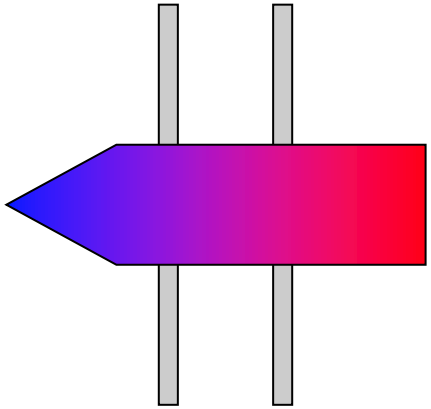
55-től 70 dB-ig

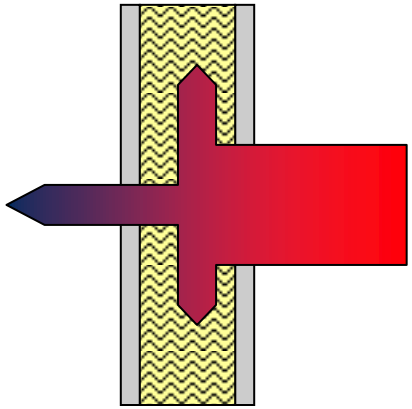
$$R = 20 \log(m) + \log(d) + d + 10$$

m – tömeg. Kisebb, mint 70 kg/m2

d – gyapotvastagság cm-ben kifejezve

Hangszigetelés
Légrések hangcsillapító hatása





Üres légrések akusztikai erősítőként viselkedhetnek, lerontva ezzel a rendszer hangszigetelését ("drum" effektus). A légrés porózus anyaggal való kitöltése (pl. üveggyapot) megelőzi a hasonló effektusok kialakulását.

A hanghullámok és az üveggyapot rostjai közötti súrlódás lehetővé teszi az akusztikai energia csökkenését így javítja a hanggátlást.

A túl porózus anyagok nem csökkentik az akusztikai energiát, mert nem jön létre súrlódás.

A túl tömör anyagok estén sincs energiacsökkenés, mert a hang a tömör részen továbbjut.

Az anyag specifikus légellenállási értékének ismeretében a szálas anyag hatása számszerűsíthető:
r_s értékének 5 KPa·s/m^2 körül kell lennie az optimális hanggátláshoz.

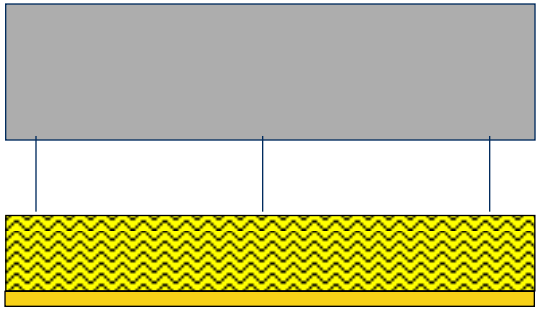
Magas hanggátlás nem érhető el üres üreggel.

Hangszigetelés

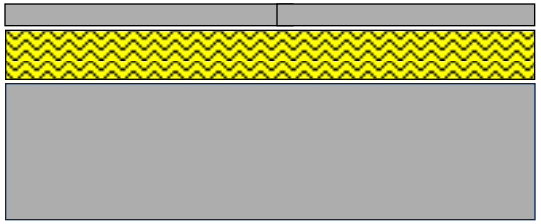
Mennyezetek és padlók

A mennyezet és a padlórendszerek a léghanggátlásra vonatkozóan hasonló elveket követnek, mint a száraz vakolatok. (lásd az előző oldalakat)

Mennyezet



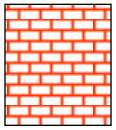
Padló



A lépéshangok terjedésére való tekintettel a padló nagy jelentőséggel bír.

Hangszigetelés
Különböző megoldások akusztikai összehasonlítása

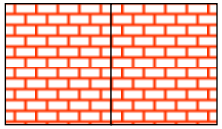
Egyrétegű fal



Rw(C;Ctr)=41(-3;-6)
RA = 38

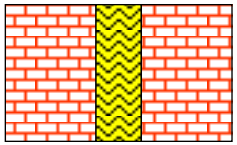
Dupla tömeg, de csak 6 dB javulás rózsazajjal mérve.

Kétrétegű fal



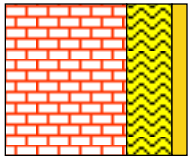
Rw(C;Ctr)=49(-5;-10)
RA = 44

Kétrétegű fal üveggyapot kitöltéssel



Rw(C;Ctr)=49(-3;-6)
RA = 46

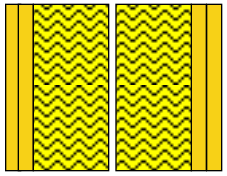
Egyrétegű fal + szárazvakolat



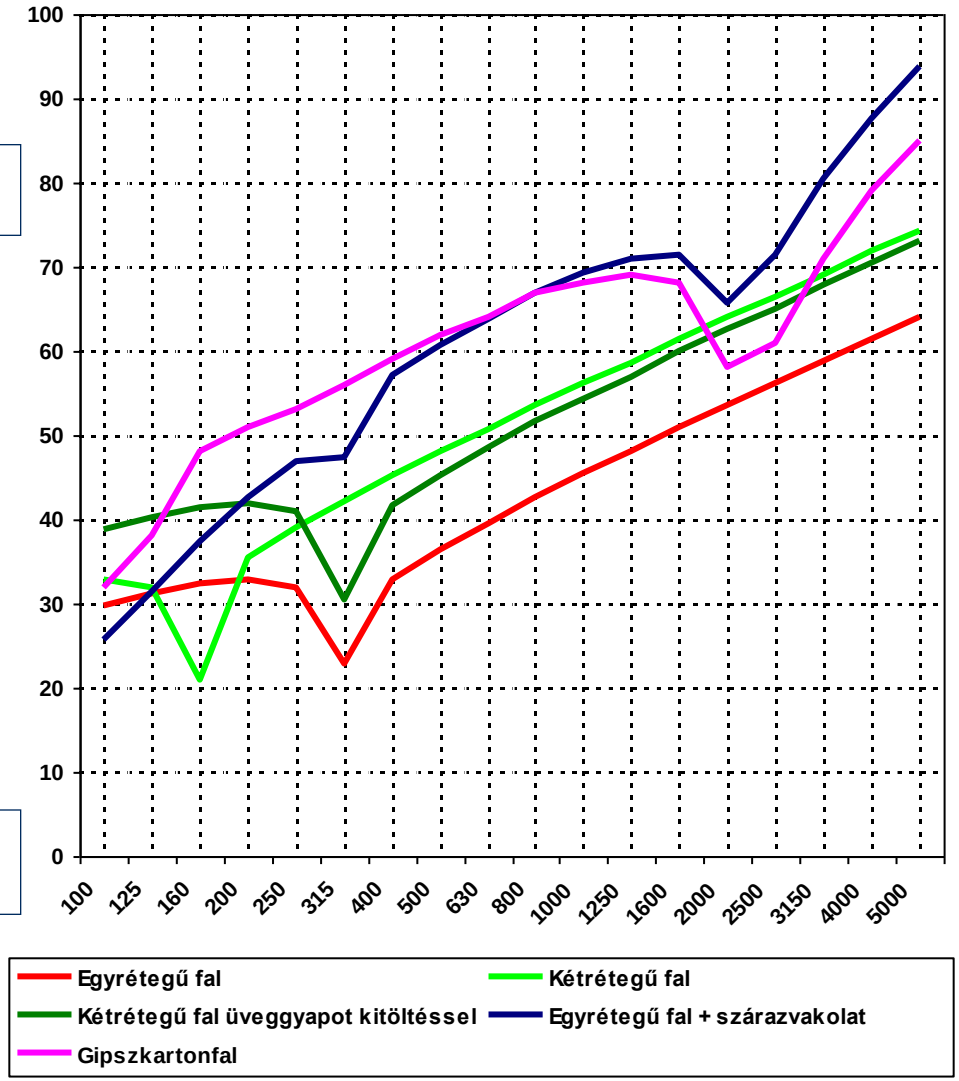
Rw(C;Ctr)=55(-3;-11)
RA = 52

A legkisebb tömeg, de a legnagyobb hanggátlás

Gipszkarton falak



Rw(C;Ctr)=61(-4;-12)
RA = 57



II. Épületakusztika

1. Épületen belüli zajok

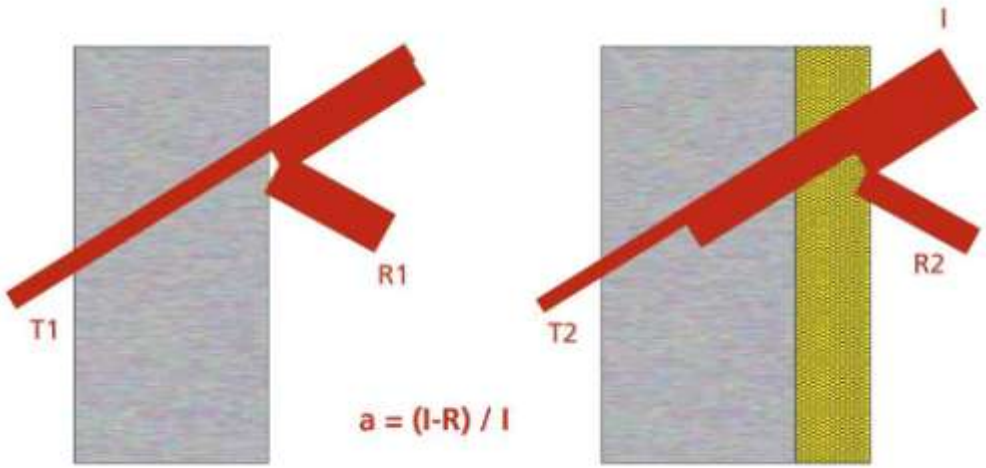
2. Hangszigetelés

3. Belső terek akusztikai kezelése (hangelnyelés)

Hangelnyelés

A **hangelnyelés** az anyag azon tulajdonsága, amely a hanghullámokat elnyeli nem pedig visszaveri. Ezen tulajdonsága révén az anyag az akusztikai energiát többnyire hőenergiává alakítja át.

α = elnyelt energia / beeső összes energia



A hangelnyelést nem szabad összekeverni a hanggátlással, mert a hangelnyelő felületek nincsenek hatással a hanggátlás tulajdonságaira. (T1 = T2).

R1, R2 - visszavert energia
T1. T2 - továbbhaladó energia
I – beeső energia

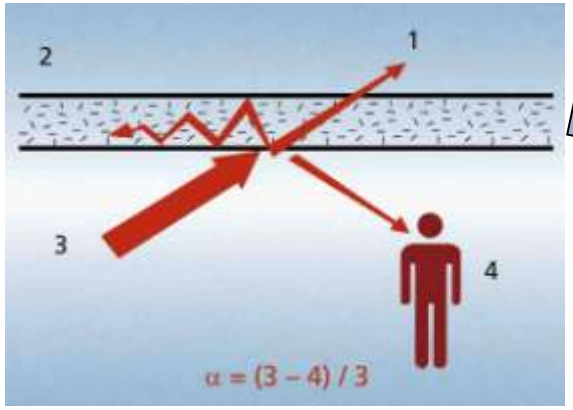
R1 > R2

T1 = T2

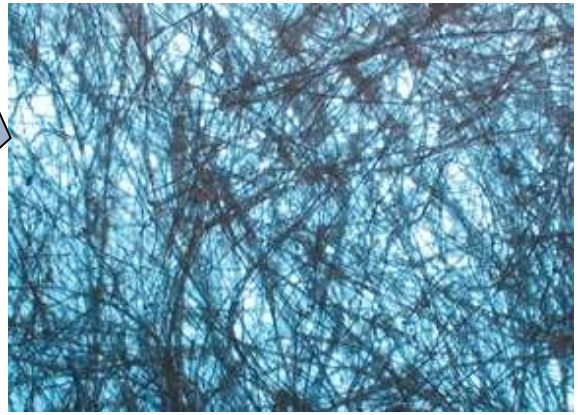
A hangelnyelés lehetővé teszi az utózengés és a zaj kezelését olyan helyiségekben, mint például színházak, éttermek és tanulószobák.

Hangelnyelési tényező

1. Továbbhaladó energia
2. Elnyelt energia
3. Beeső energia
4. Visszavert energia



α* hangelnyelési tényező



Az üveggyapot porózus struktúrája

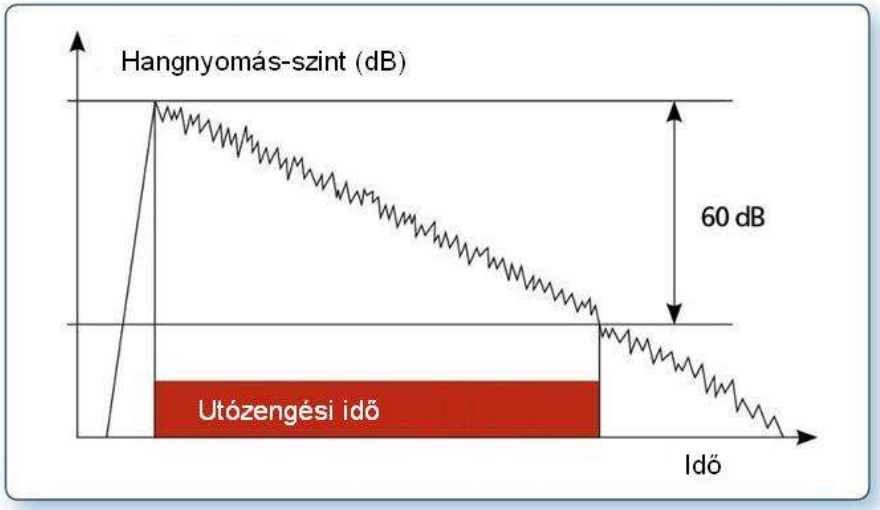
Amikor a hanghullámok nekiütköznek a szerkezeti elemnek (3) az energia egy része visszaverődik (4), egy része elnyelődik (2) és egy másik része pedig áthatol a szerkezeti elemen (1).

Az URSA ásványgyapot rugalmas struktúrájának és porózusságának köszönhetően kiváló hangelnyelési tulajdonságú, az akusztikai energiát hőenergiává alakítja át.

Utózengési idő

Az utózengési idő (RT60) az az idő, amely ahhoz szükséges, hogy a hangenergia 60 dB-t csökkenjen a hangforrás kikapcsolásának pillanatához képest.

Az utózengési idő függ a terem méretétől és a belső felületek hangelnyelésétől.



Az utózengési idő kiszámítható a Sabine-képlet segítségével:

$$Tr = 0{,}163 * V / \Sigma S \cdot \alpha$$

Tr = utózengési idő (s)
V = a terem térfogata (m3)
Σ = összegzés
S= egyes elemek felületei (m2) (padló, falak, mennyezet,…)
α= egyes elemek hangelnyelési tényezői(--)

Utózengési idő

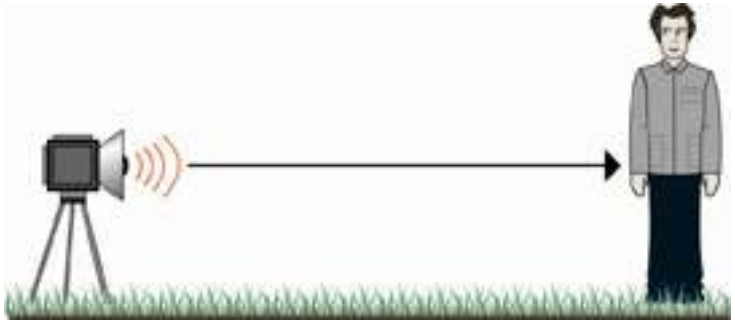
Ha az utózengési idő nagyon nagy, erőteljes háttérzaj alakul ki a számos visszaverődések miatt. Ez a hatás kellemetlen zavaró érzést kelt. Másrészről egy teremben az alacsony utózengési idő is kellemetlen hatású, mivel a fülünk bizonyos mennyiségű hangvisszaverődéshez hozzá van szokva.

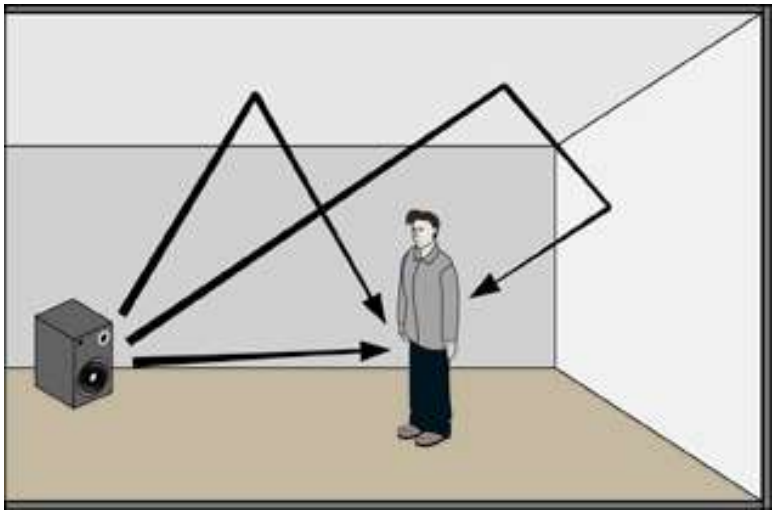
A túl alacsony vagy túl magas utózengési idő a helyiségben való tartózkodást kényelmetlenné teszi. Egy terem különböző akusztikai célú felhasználásához különböző utózengési idő értékével lehet alkalmassá tenni.

Akusztikai erősítés termekben

Ha **szabadtéren** tartózkodunk csak a **forrás** által előállított **direkthang**ok észlelhetőek.

Beltéren viszont a falakról **visszavert** hanghullámok is hozzájárulnak a **forrás** keltette direkt zajhoz.



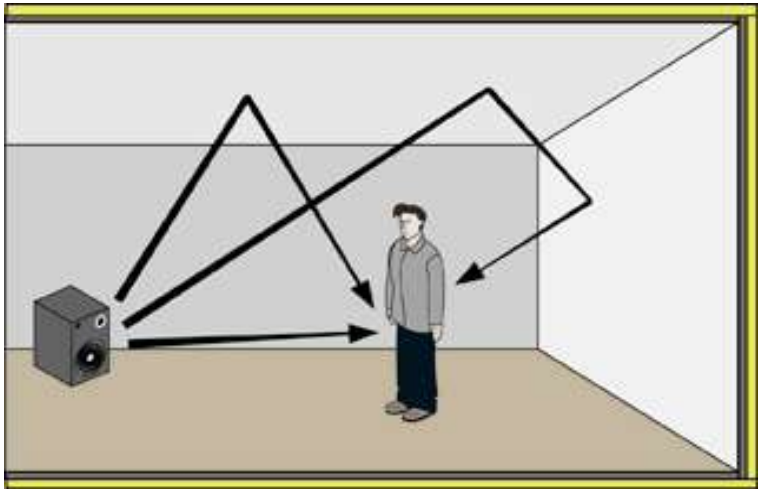


A 17 méternél hosszabb termekben visszhangok fordulnak elő, mert a fülünk képtelen a reflektált hangokat a direkt hanghoz rendelni.

Hangelnyelés vagy hangszigetelés

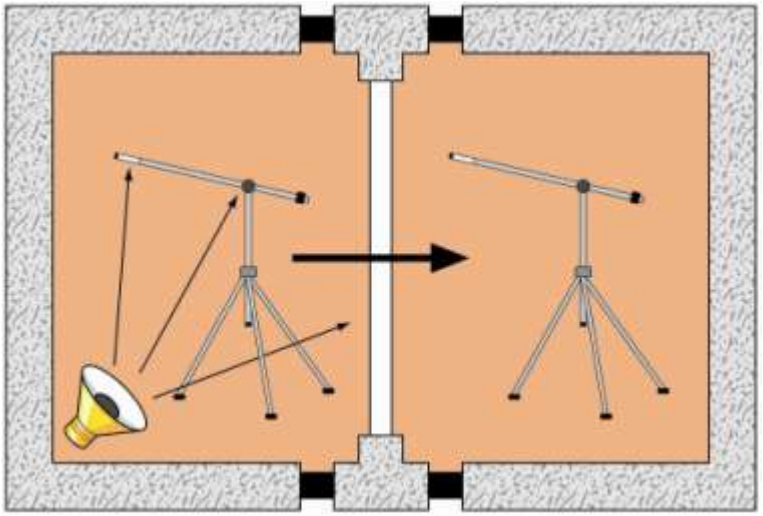
Hangelnyelés

Ez a rendszer a következő elemekből áll: adó, közvetítő közeg és vevő. A helyiség akusztikai kialakításával ugyanabban a szobában jobb akusztikai körülményeket lehet elérni. Az akusztikai „kezelést” általában elnyelő felületek falra, mennyezetre és padlóra való elhelyezése jelenti.



Hangszigetelés

Ez a rendszer a következő elemekből áll: adó, közvetítő közeg és vevő két helyiség között. Hanggátlásról két, egymástól elkülönített tér között beszélünk. A hanggátlása a falaknak, mennyezetnek, padlóknak van.



Hangelnyelés – A hangelnyelésre vonatkozó szabványok

Az alábbi szabványok vonatkoznak a hangelnyelő anyagokra:

Mérésekre vonatkozó szabványok:

ISO 354 vonatkozik a hangelnyelés zengő térben való mérésére.

Értékelésre, feldolgozására vonatkozó szabványok:

ISO 11654. Akusztikai hangelnyelő burkolatok épületen belüli használata. A hangelnyelés kiértékelése.

A hangelnyelés mérése - ISO 354

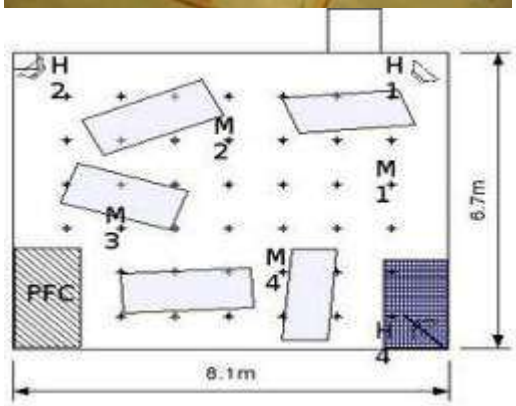
A mérés egy vagy több mikrofon és egy hangsugárzó használatával egy olyan teremben végezhető el, ahol számos visszaverő felület található.

A termék akusztikai elnyelő képessége az üres és a hangelnyelő anyagok elhelyezése mellett mért utózengési idők különbségéből számolható.

A zengő szoba úgy van kialakítva, hogy annyi hanghullámot verjen vissza amennyi csak lehetséges. Ez az akusztikai ellentéte a süketszobának, mely egyáltalán nem ver vissza hanghullámokat.

A falak, a padló és a mennyezet is egyenletesen lefestett betonból áll. A visszaverő lemezek pedig még diffúzabbá teszik a hangteret.

A kemény és merev felületeknek köszönhetően a hangenergia lassan hal el a szobában. Például a 100 Hz-en mért utózengési idő 10 másodperc hosszúságú (egy normális szobában ez az érték 0,5 másodperc).



H - Loudspeaker

A négyszögletes szoba körülbelül 200 köbméter.

Tercsávonként 100 Hz és 500 Hz között mérve.

Minimális mikrofon pozíció szám - 3
Minimális hangforrás pozíció szám - 2

A hangelnyelés mérése - ISO 354 eredményeinek értékelése az ISO 11654 felhasználásával

Tercsávonkénti hangelnyelési tényező

Oktávsávonkénti hangelnyelési tényező

A mért karakterisztika

Frekvenciák

Az utózengési idő az üres és a tesztelt anyagot tartalmazó szobában

Egyenértékű hangelnyelési tényező

Noise Reduction Coefficient azaz a zajcsökkentési együttható elnyelt hanghullámok százalékos arányaként látható

Częstotliwość f [Hz]	T_1 [s]	T_2 [s]	α_s	α_p
100	7.83	4.43	0.28	0.45
125	6.96	3.35	0.44	
160	6.12	2.73	0.58	
200	5.47	2.14	0.82	1.00
250	4.81	1.79	1.01	
315	4.43	1.56	1.19	
400	4.40	1.62	1.12	1.00
500	4.85	1.71	1.09	
630	5.11	1.76	1.07	
800	5.24	1.94	0.93	1.00
1000	5.22	1.86	0.99	
1250	5.00	1.79	1.03	
1600	4.74	1.84	0.95	1.00
2000	4.53	1.72	1.04	
2500	3.99	1.66	1.01	
3150	3.39	1.55	1.01	1.00
4000	2.77	1.43	0.97	
5000	2.18	1.25	0.98	

PN-EN ISO 11654:1999

$\alpha_w = 1.00$

Klasa pochłaniania A

ASTM C 423 - 02a

SAA = 1.02

NRC = 1.05

Sound Absorption Area Ratio a tercek hangelnyelési együtthatóinak a számtani átlagának felel meg

Az ISO 354 szabvány eredményei kiértékelhetőek és a teljes érték meghatározható az ISO 11654 szabványban leírt számítási szabályok felhasználásával.

Forrás: URSA tests

III. A tervezés és kivitelezés helyes gyakorlata

Szakmai célkitűzések

Jó ha tudjuk…

A várostervezés, az építészeti tervezés és az épületgépészeti berendezések elhelyezésének akusztikai szempontjai

- Hogyan befolyásolja az épület akusztikai paramétereit az épület elhelyezkedése?
- Milyen szempontokat kell figyelembe venni az egyes helyiségek épületen belüli elhelyezésekor?
- Az épületek tervezésének akusztikai szempontjai

Bevezetés

Egy épület akusztikai komfort fokozatát alapvetően két dolog határozza meg, melyeket már az előzetes programtervben figyelembe kell venni. Ezek:

1. Az épület **helyének megfelelő** meghatározása figyelembe véve a külső zajokat és az épületen belüli zajforrások elhelyezésének helyes megválasztása.
2. Akusztikailag **jó hatásfokkal rendelkező építési technikák** megválasztása – szárazépítési rendszerek, a falkitöltések, úsztatott padlók és akusztikus álmennyezetek.

III. A tervezés és kivitelezés helyes gyakorlata

1. **Ajánlások épületek tervezéséhez**
   - Az épületek helyének és alaprajzi elrendezésének megválasztása
   - Belső elrendezés
   - Kivitelezés

2. **Akusztikai szigetelő elemek technikája**
   - Egyrétegű gipszkarton falak
   - Dupla gipszkarton falak
   - Száraz kitöltések
   - Mennyezetek
   - Úsztatott padlók

III. 1. Épülettervezési ajánlások

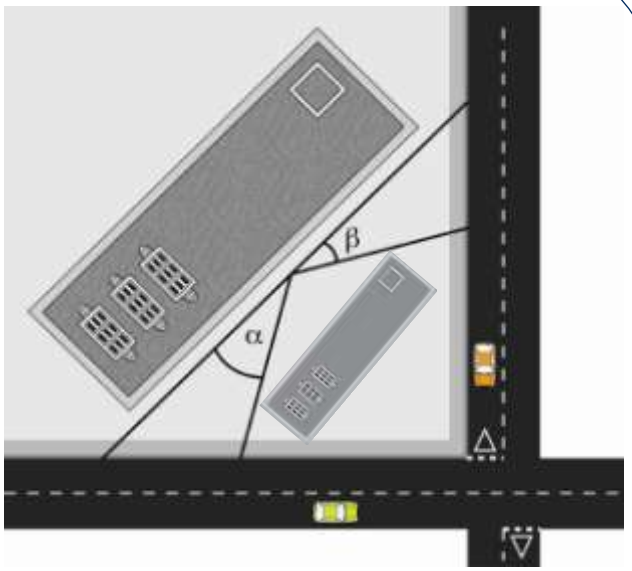
1. **Az épület elhelyezése és a helyszín megválasztása**

2. Belső elrendezés

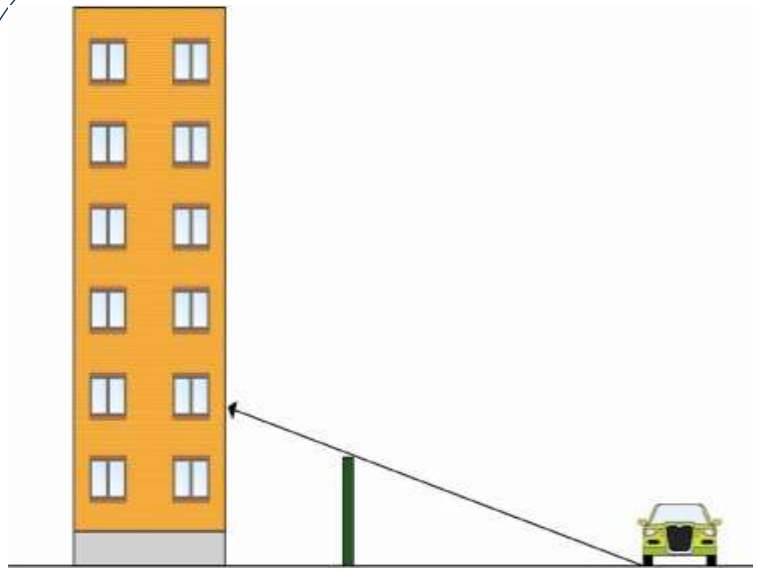
3. Kivitelezés

Elhelyezkedés és az helyszín megválasztása

Az **épület** zajforráshoz képest történő **helyzetét** tervezéskor figyelembe kell venni, mivel ez az épület akusztikai tulajdonságait alapvetően befolyásolja.
Az alábbi ábrákon olyan példákat látunk, ahol az épület közvetlen zajterhelésnek van kitéve.



A földszint közvetlen zajterhelése



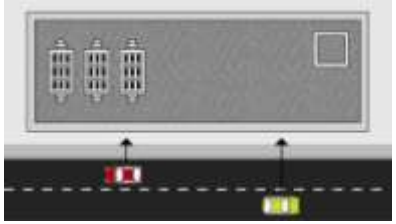
Az emeleti épületrészek nincsenek a zaj ellen védve.

Az épület kedvezőbb akusztikai viselkedés részben úgy érhető el, ha az épületet megvédjük a közvetlen zajterheléstől, vagy fokozott hanggátlású épületelemeket használunk.

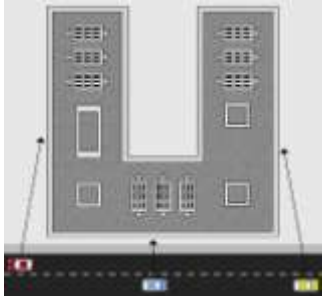
Elhelyezkedés és építészeti alaprajzi elrendezés

Az épület helyének meghatározásakor tekintetbe kell venni a közlekedési zajforrásokhoz való helyzetét.

Helyes megoldás

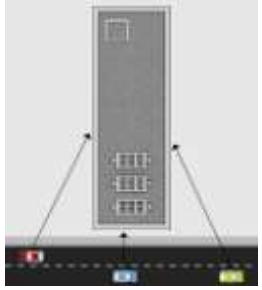


Csak egy homlokzat van kitéve zajterhelésnek

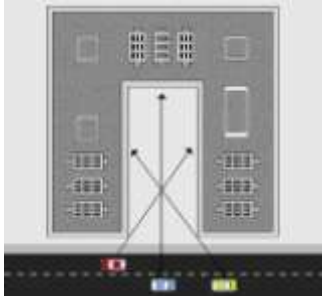


A belső udvar védve van

Helytelen megoldás



Három homlokzat kap közvetlen közúti zajterhelést



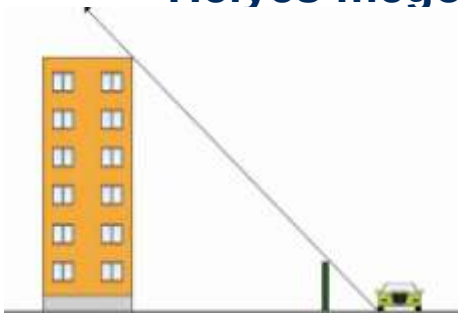
A belső udvart közvetlen zajterhelés éri

Épületek tervezéskor először meg kell határozni a zajforrásokat és át kell gondolni, milyen megoldásokkal lehet a zajforrások hatását csökkenteni (például jó épülettájolással).

Elhelyezkedés és építészeti alaprajzi elrendezés

Amikor egy épület közelében nagy intenzitású zajforrás helyezkedik el, **zajárnyékoló falak** alkalmazása döntő fontosságú.

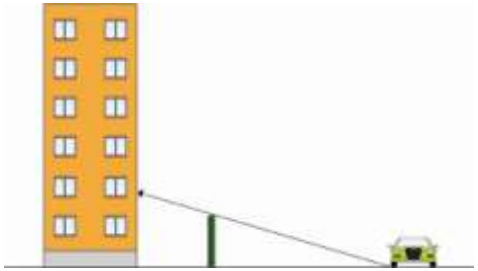
Helyes megoldás



Zajárnyékoló fal közel a hangforráshoz. A zajárnyékoló fal nagy hanggátlású és jó hangelnyelő tulajdonságú.

A nem párhuzamos zajárnyékoló falak nagyobb hatékonyságúak.

Helytelen megoldás

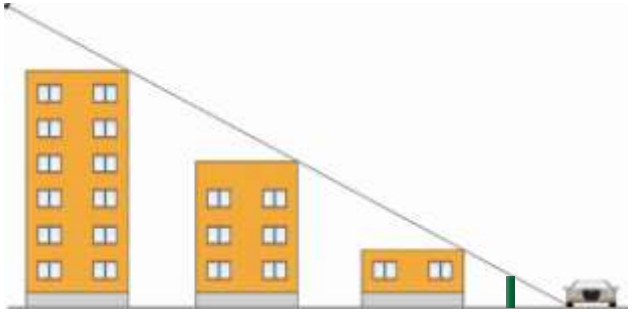


A zajárnyékoló fal messze van a hangforrástól, nem hatékony.

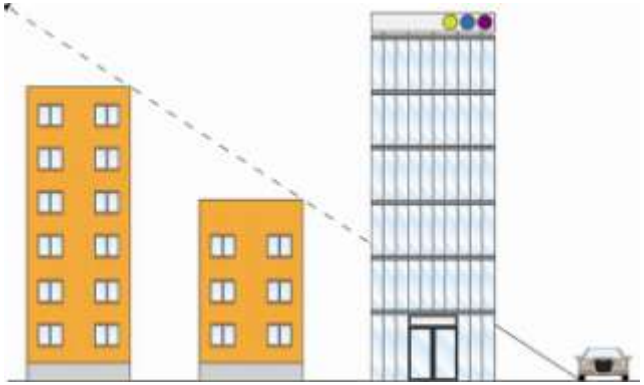
A párhuzamos falak nem hatékonyak

Elhelyezkedés és építészeti alaprajzi elrendezés

A zajárnyékoló falak segítik az épületek kedvező akusztikai tulajdonságait.



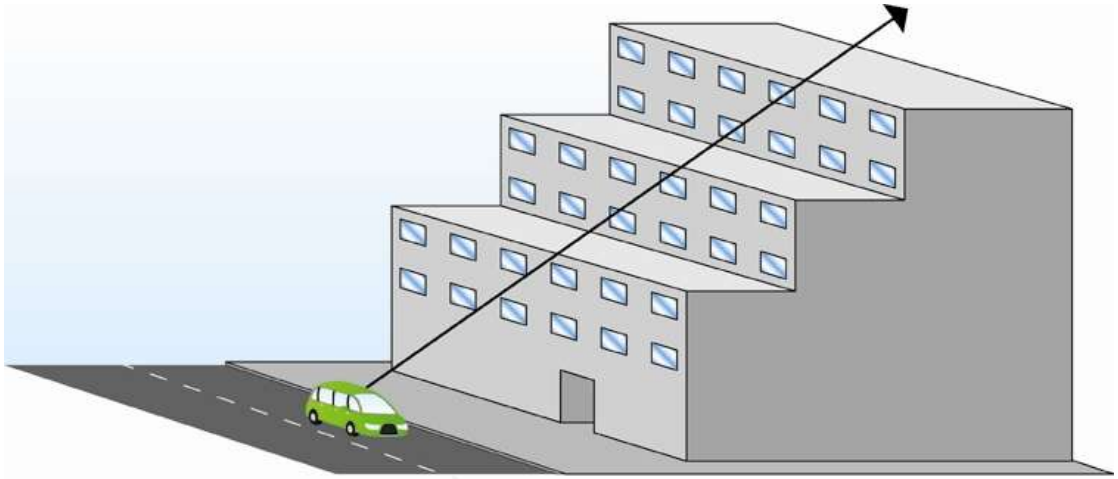
A magasság megválasztása függ a zajforráshoz viszonyított helyzettől.



Akusztikailag kevésbé igényes épület zajárnyékolóként használható.

Elhelyezkedés és építészeti alaprajzi elrendezés

Egy épület helyes építészeti alaprajzi elrendezése segíti a jó belső akusztikai komfort biztosítását.



Lépcsőzetes homlokzati kialakítás.

V. 1. Épülettervezési ajánlások

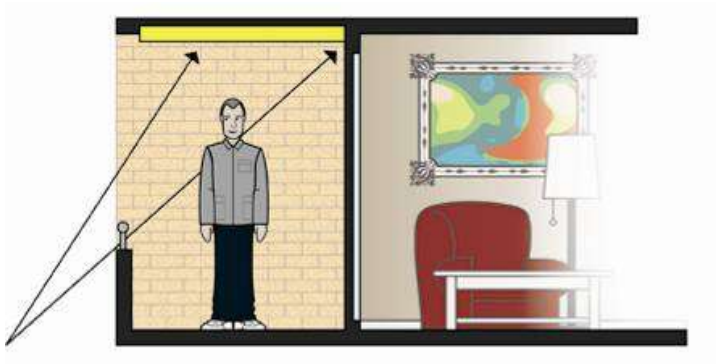
1. Az épület elhelyezése és a helyszín megválasztása

2. Belső elrendezés

3. Kivitelezés

Belső elrendezés figyelembe véve a külső zajforrásokat

A helyiségek épületen belüli elrendezésekor vegyük figyelembe a külső zajokat.
Ilyen alapvető lépésekkel nagyobb akusztikai komfortot érhetünk el.

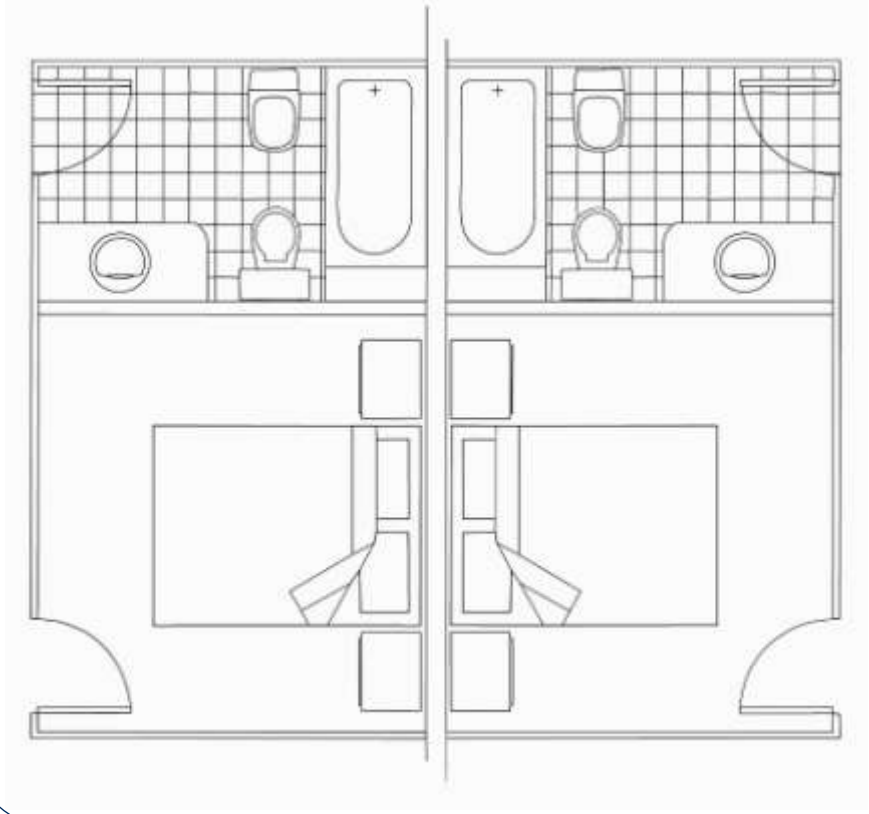


Erkélyek jó hanggátlással és hangelnyelő mennyezettel.

Akusztikailag kevésbé igényes helyiségek (fürdőszoba, konyha stb.) elhelyezése a nagy zajterhelésnek kitett utcai fronton.

Belső elrendezés figyelembe véve a belső zajforrásokat

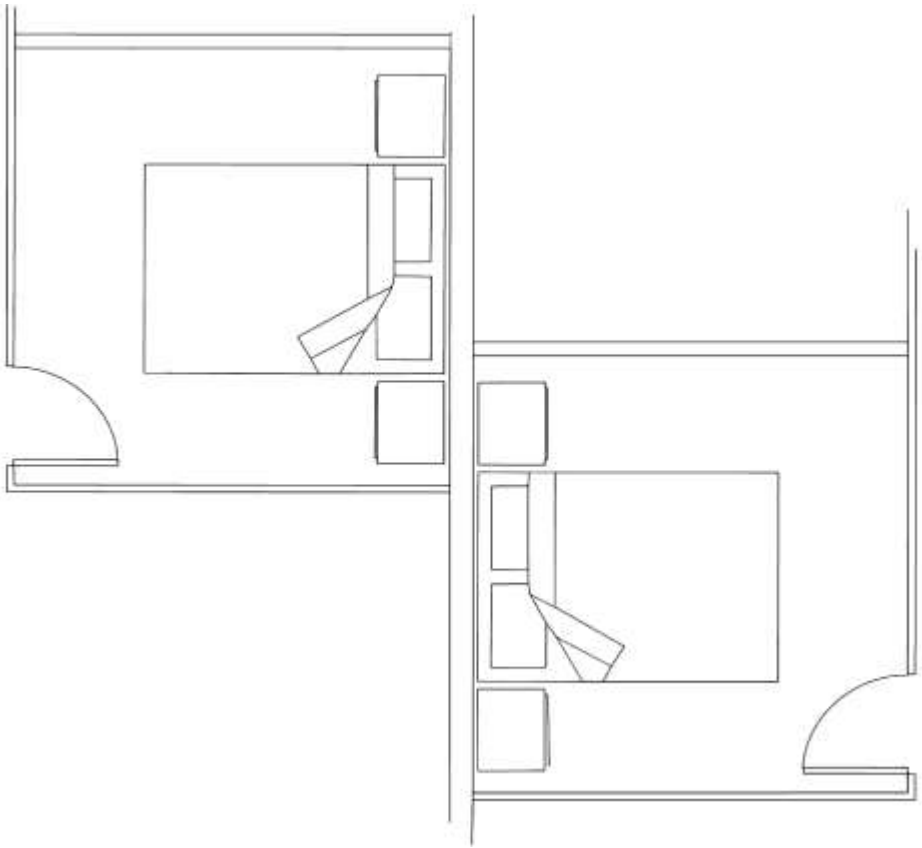
A **helyiségek épületen belüli elosztása** is nagyon fontos a **belső zajok** szempontjából. A következő ábrán látható néhány alapelv, amit nem árt szem előtt tartani:



Kevésbé védett helyiségek, egymás mellé tervezése.

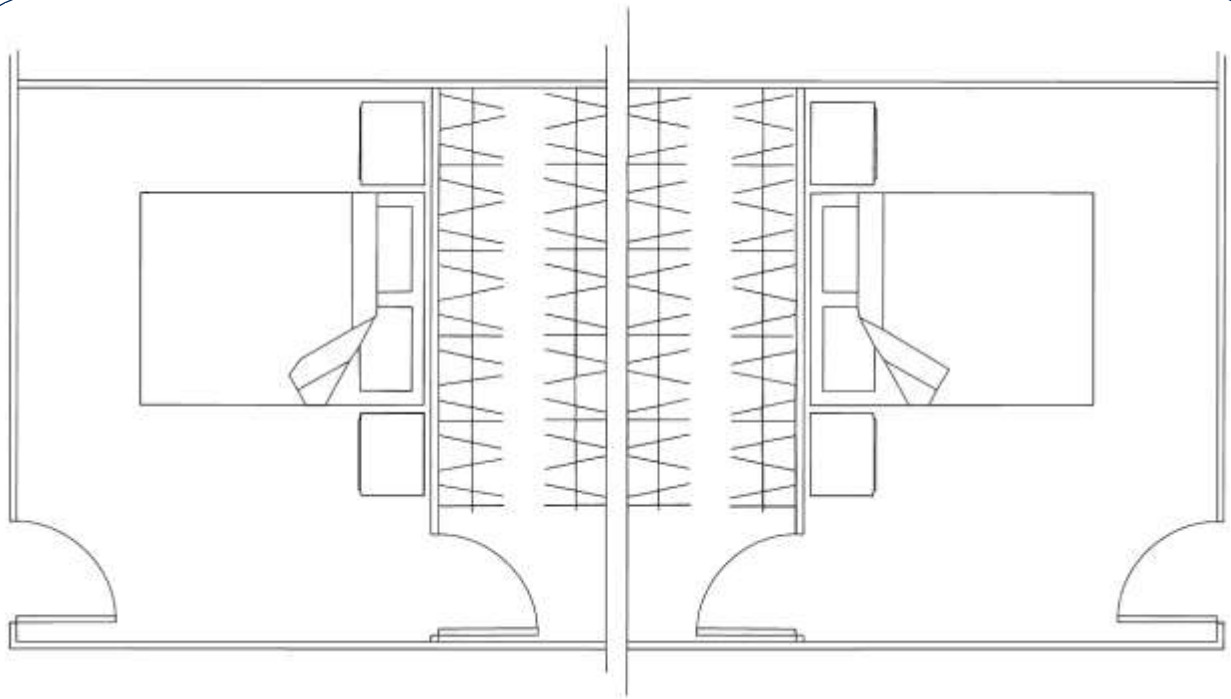
Védendő helyiségeket (hálószobák) nem ajánlott egymás mellé helyezni.

Belső elrendezés figyelembe véve a belső zajforrásokat



Az akusztikailag érzékeny helyiségek **közös falfelületeit** le kell csökkenteni amennyire csak lehetséges.

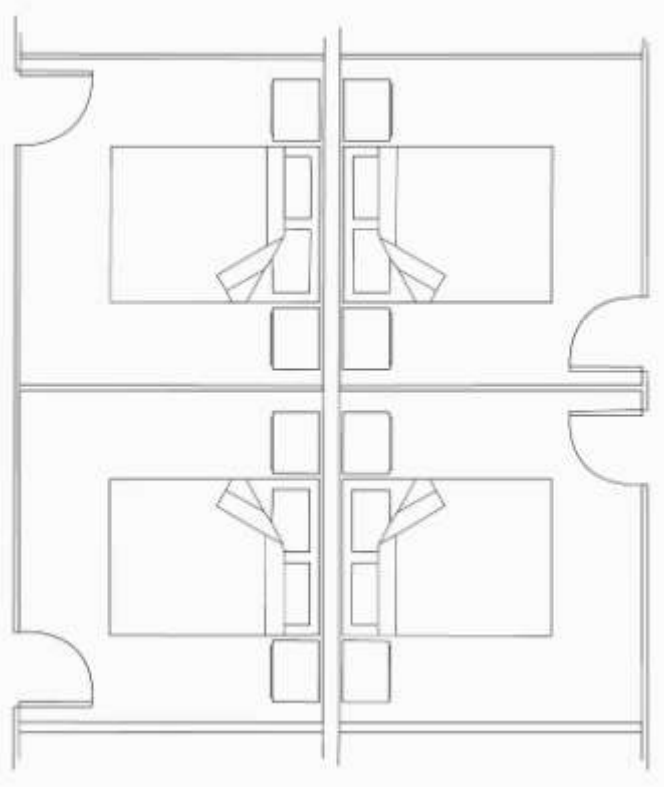
Belső elrendezés figyelembe véve a belső zajforrásokat



“Védő elemek”-et iktassunk be az akusztikailag érzékeny helyiségek közé (például gardróbot a hálószobák közé).

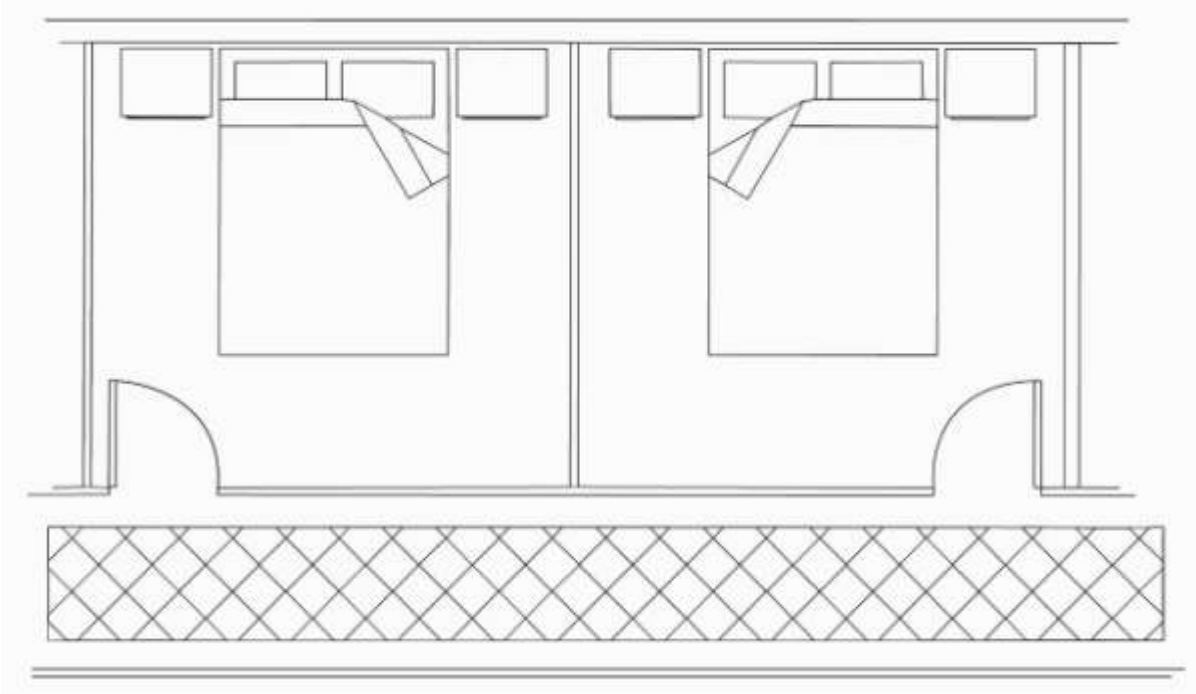
Belső elrendezés figyelembe véve a belső zajforrásokat

Az ajtók olyan távol kerüljenek egymástól, amennyire csak lehetséges.



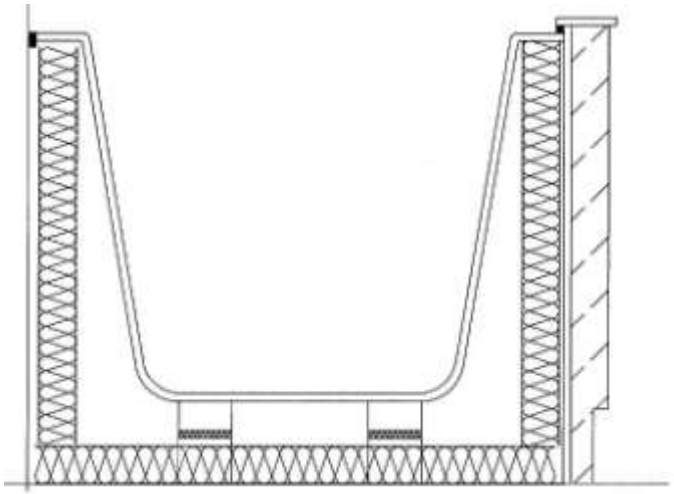
Ne kerüljenek egymáshoz közel ajtók.

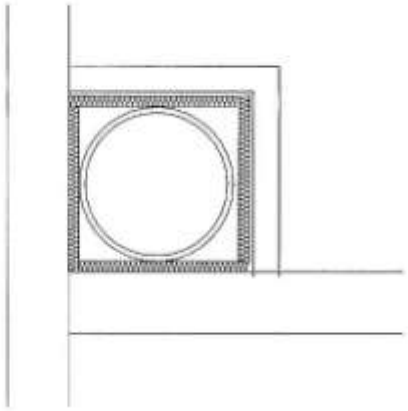
Belső elrendezés figyelembe véve a belső zajforrásokat



Hangelnyelő anyagokat kell elhelyezni a zajos területeken. Például – hangelnyelő üveggyapot táblákat a mennyezetre és szőnyeget a padlóra.

Épületgépészeti berendezések és egyéb szerkezetek – vizesblokk

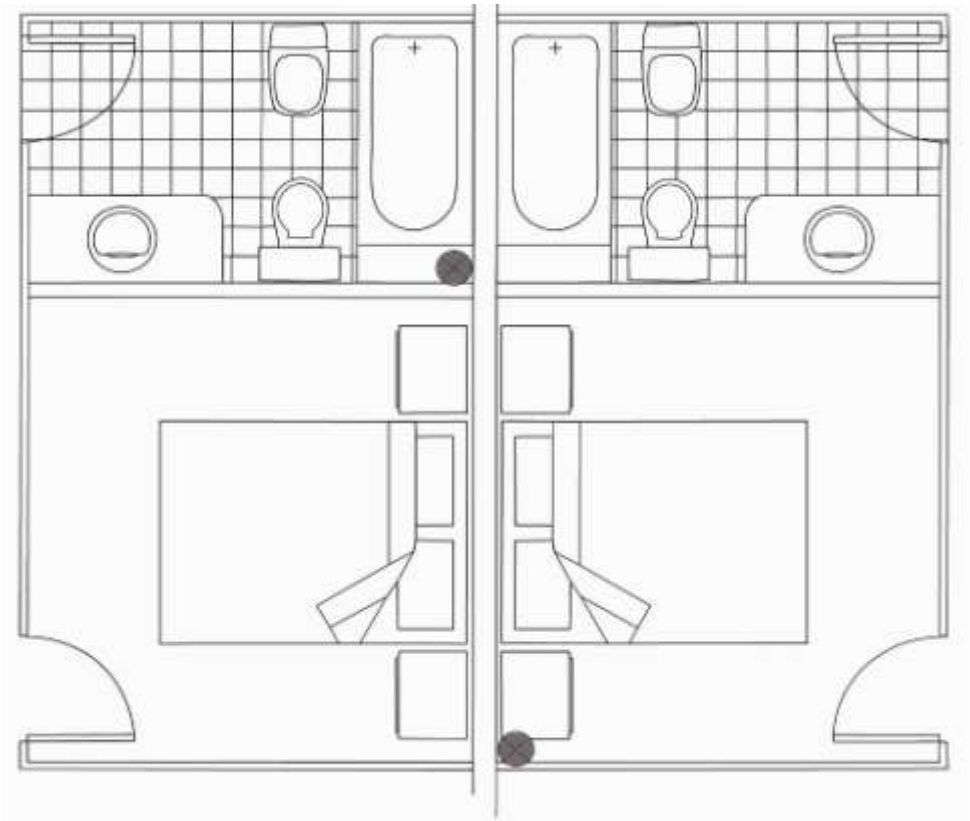




Az üregeket ki kell tölteni **hangelnyelő anyaggal**. Az összes rögzítés rugalmas bilincsekkel történjen.

Az összes vízvezeték szerelvényt **„úsztatott eljárással”** kell beszerelni.

Épületgépészeti berendezések



A gépészeti aknák, átvezetések akusztikailag érzékeny helyiségekben történő elhelyezését kerülni kell.

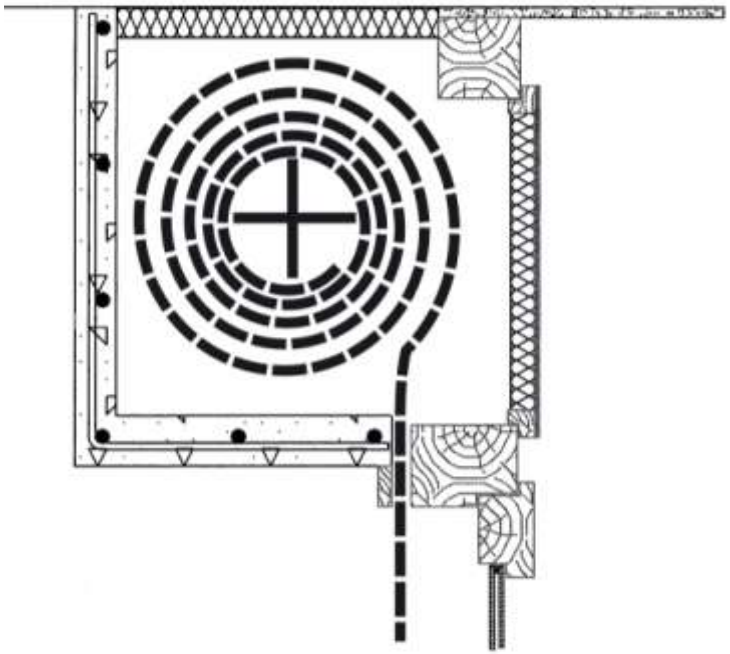
A gépészeti aknákat úgy kell elhelyezni, hogy azok az **akusztikailag kevésbé érzékeny** helyiségekhez legyenek közel, illetve azokkal legyenek határosak. Például: fürdőszobák, konyhák stb.

Épületgépészeti berendezések

Légkondicionáló berendezések tervezésekor és kivitelezésekor az alábbi szempontokat kell figyelembe venni.

- A gépeket akusztikailag kevésbé érzékeny helyre kell telepíteni.
- A gépek rezgését le kell csökkenteni, amihez nagy elnyelésű csöveket kell alkalmazni, például URSA AIR ásványgyapot termékeket.

Nyílások



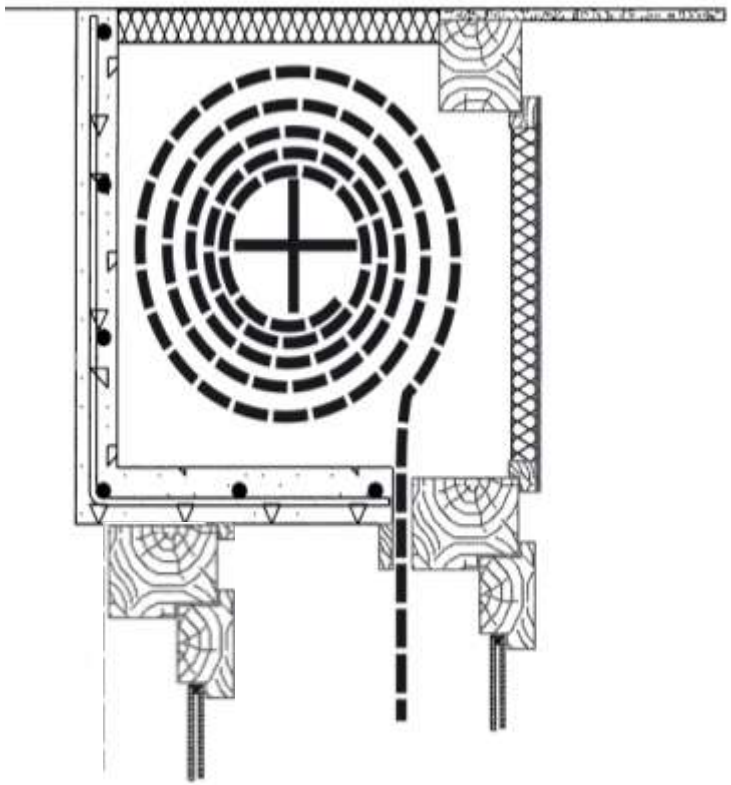
Redőnydoboz oldalirányú nézete.

Külön figyelmet kell fordítani a redőny dobozok elhelyezésére. A dobozon belül hangelnyelő anyagot kell alkalmazni.

Figyelni kell a faszerkezet résmentes kivitelezésére.

Tolóablak alkalmazását kerülni kell.

Nyílások



Redőnydoboz oldalirányú nézete.

Kétrétegű ablakokat kell beépíteni a hanggátlás növelése érdekében. Ezeket két független tokba kell beépíteni ügyelve a légmentes záródásukra.

III. 2. Akusztikai szigetelő elemek technikája

1. **Egyrétegű (szimpla tartóvázas) gipszkarton falak**
2. Dupla (dupla tartóvázas) gipszkarton falak
3. Száraz vakolatok
4. Mennyezetek
5. Úsztatott padlók

Egyrétegű (szimpla tartóvázas) gipszkarton falak

Leírás

A száraz építésű rendszerek gipszkartonból épülnek fémvázra szerelve. A profilokat falhoz és fixen beépített gipszkarton falakhoz rögzítik. A gipszkarton lapok közé a hanggátlás növelése érdekében üveggyapot kerül.

Akusztikai hatásfok

Az épületelemek a „tömeg – rugó –tömeg” elvén működnek, így nagy hanggátlás érhető el kis súllyal és minimális vastagsággal.

Alkalmazási javaslatok

Ez a technika többnyire akusztikailag igényes belső térelhatároló elemek kialakítására. A rendszer előnye, hogy a kivitelezés gyors, ami csökkenti az építési költségeket.

Egyrétegű (szimpla tartóvázas) gipszkarton falak

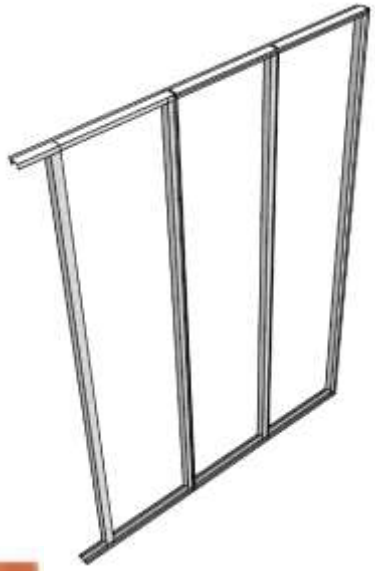
A szerkezet felépítése lépésről lépésre.

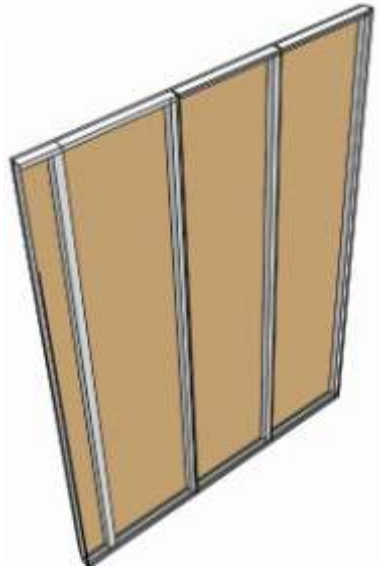
1

A vízszintes profilok padlóra, mennyezetre csavarozása - a padlóra, falra, mennyezetre kerülő profilok alá rugalmas alátét alkalmazásával.

2

A tartóbordák elhelyezése a lefektetett profilokba 400-600 mm távolságban, rögzítés nélkül.
Megjegyzés: előfordul, hogy biztonsági okokból a bordákat a vízszintes profilokhoz kell csavarozni.



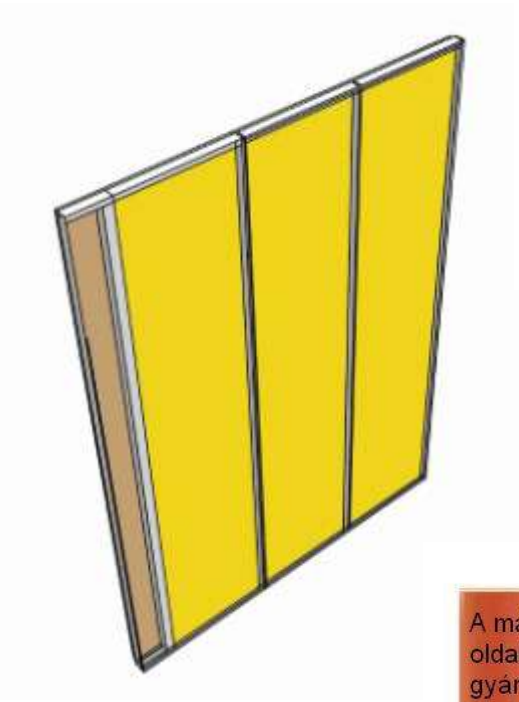


3

Gipszkarton lapok rögzítése az egyik oldalon.
A gépészeti csövek ekkor kerülhetnek a falba.

Egyrétegű (szimpla tartóvázas) gipszkarton falak

A szerkezet felépítése lépésről lépésre.

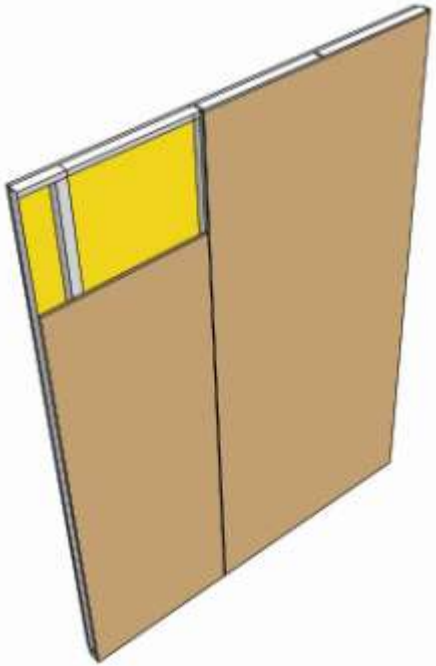


A következő lépés: az üveggyapot elhelyezése a tartóbordák között. Rugalmasságának következtében nem kell akkurátusan beszabni, amivel időt nyerünk. De ügyelni kell, hogy a fal teljes felülete ki legyen töltve, rések és a gyapot megereszkedése nélkül.

4

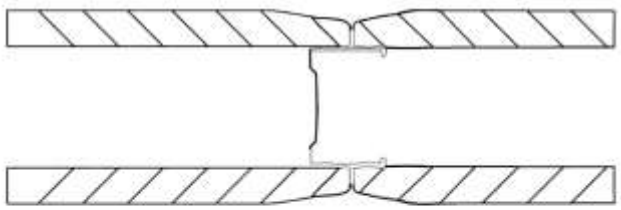
A második gipszkartonréteg a bordák másik oldalára kerül, a lapok találkozásánál a gyártó javaslata szerint tömítéssel, gletteléssel.
Ha több rétegből épül a fal, biztosítani kell, hogy a lapok külön legyenek rögzítve, a glettelés kellő alapossággal történjen.

5

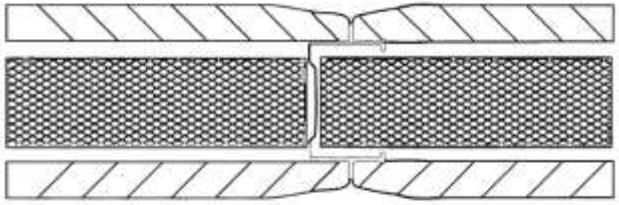


Egyrétegű (szimpla tartóvázas) gipszkarton falak

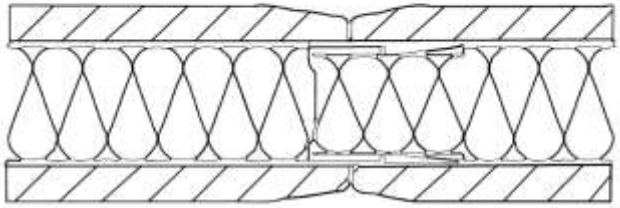
A szerkezet kivitelezésére vonatkozó előírások (javaslatok)



A légréseket ki kell tölteni akusztikai elnyelő anyaggal nem szabad üreget hagyni. Különben ez a hanggátlás csökkenését eredményezheti.



Szilárd és nagy sűrűségű szigetelő anyagokat **ne alkalmazzunk**.

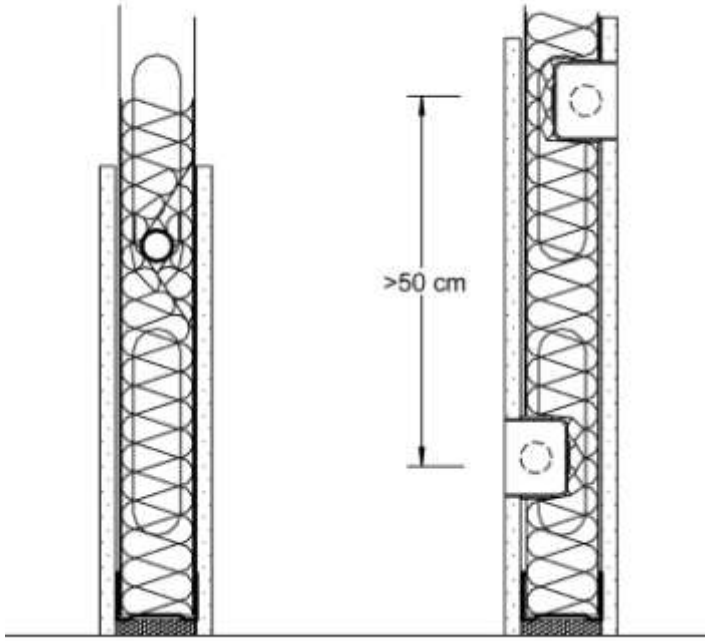


Ahhoz, hogy **nagy hanggátlást** érjünk el, **rugalmas** anyaggal kell kitölteni a légrést. Könnyű ásványgyapot, akárcsak az **üveggyapot** alkalmazása optimális megoldás.

Egyrétegű (szimpla tartóvázas) gipszkarton falak

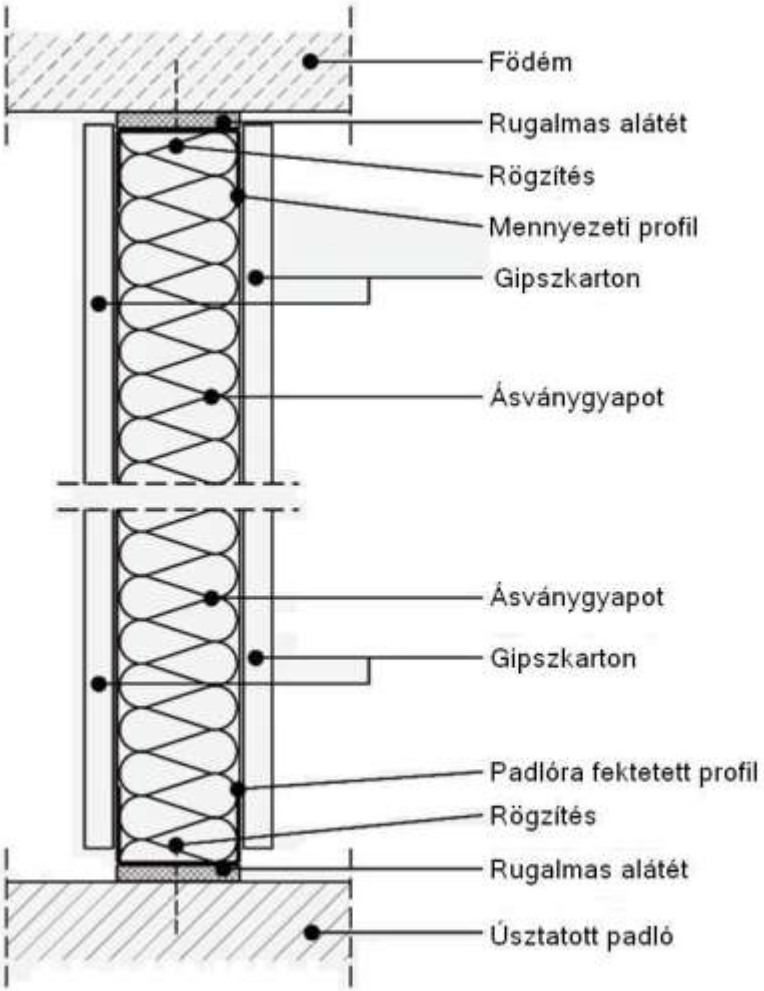
A szerkezet kivitelezésére vonatkozó előírások (javaslatok)

A csöveket a hangszigetelő anyagban kell vezetni annak érdekében, hogy ne alakuljon ki hanghíd.



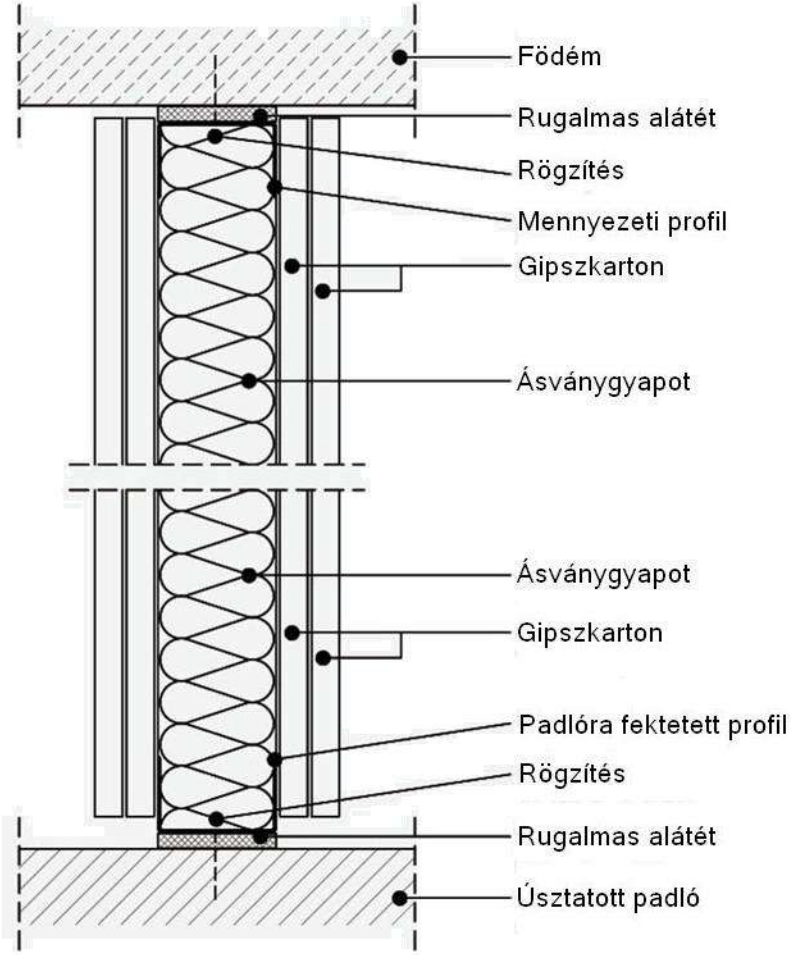
A fali szerelvények egymáshoz képes eltolva legyenek beszerelve. Ne kerüljenek ugyanabba a pontba a két oldalon, máskülönben nagyon leromlik a hanggátlás.

Egyrétegű (szimpla tartóvázas) gipszkarton falak



Helyesen kialakított egyrétegű gipszkarton fal

Egyrétegű (szimpla tartóvázas) gipszkarton falak



Helyesen kialakított egy tartóvázra szerelt dupla gipszkarton fal

Akusztikai szigetelő elemek technikája

1. Egyrétegű (szimpla tartóvázas) gipszkarton falak

2. Dupla (dupla tartóvázas) gipszkarton falak

3. Száraz vakolatok

4. Mennyezetek

5. Úsztatott padlók

Dupla (dupla tartóvázas) gipszkarton falak

Leírás

A dupla rétegű falak az egyrétegűhöz hasonlóképpen épülnek. A fő különbség a kettő között, hogy itt két vázszerkezetet alkalmazunk, ami kevesebb szilárd összeköttetést és magasabb hanggátlást jelent.

Akusztikai hatásfok

Az épületelemek a „tömeg – rugó –tömeg” elvén működnek, így nagy hanggátlás érhető el kis súllyal és minimális vastagsággal.

Alkalmazási javaslatok

Ez a technika többnyire akusztikailag igényes belső térelhatároló elemek kialakítására. A rendszer előnye, hogy a kivitelezés gyors, ami csökkenti az építési költségeket.

Dupla (dupla tartóvázas) gipszkarton falak

A szerkezet felépítése lépésről lépésre

Függőleges lécek beillesztése
400-600 mm távolságban

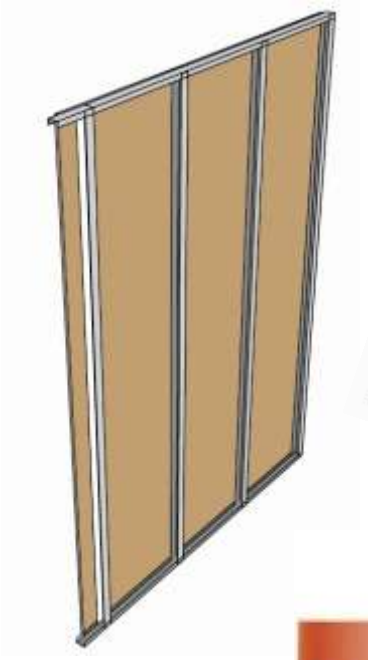
2

A felső és alsó vázprofilok elhelyezése a mennyezetre és a padlóra
(rugalmas csík alkalmazása javítja a hangszigetelést).

1

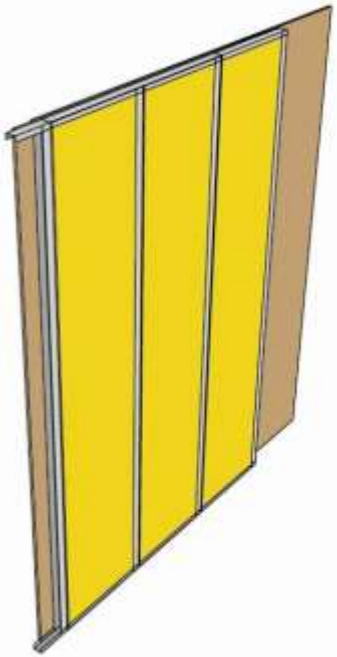
Dupla (dupla tartóvázas) gipszkarton falak

A szerkezet felépítése lépésről lépésre



3

A gipszkarton lapok tartóbordára szerelése. Ezzel elkészül a fal egyik oldala.

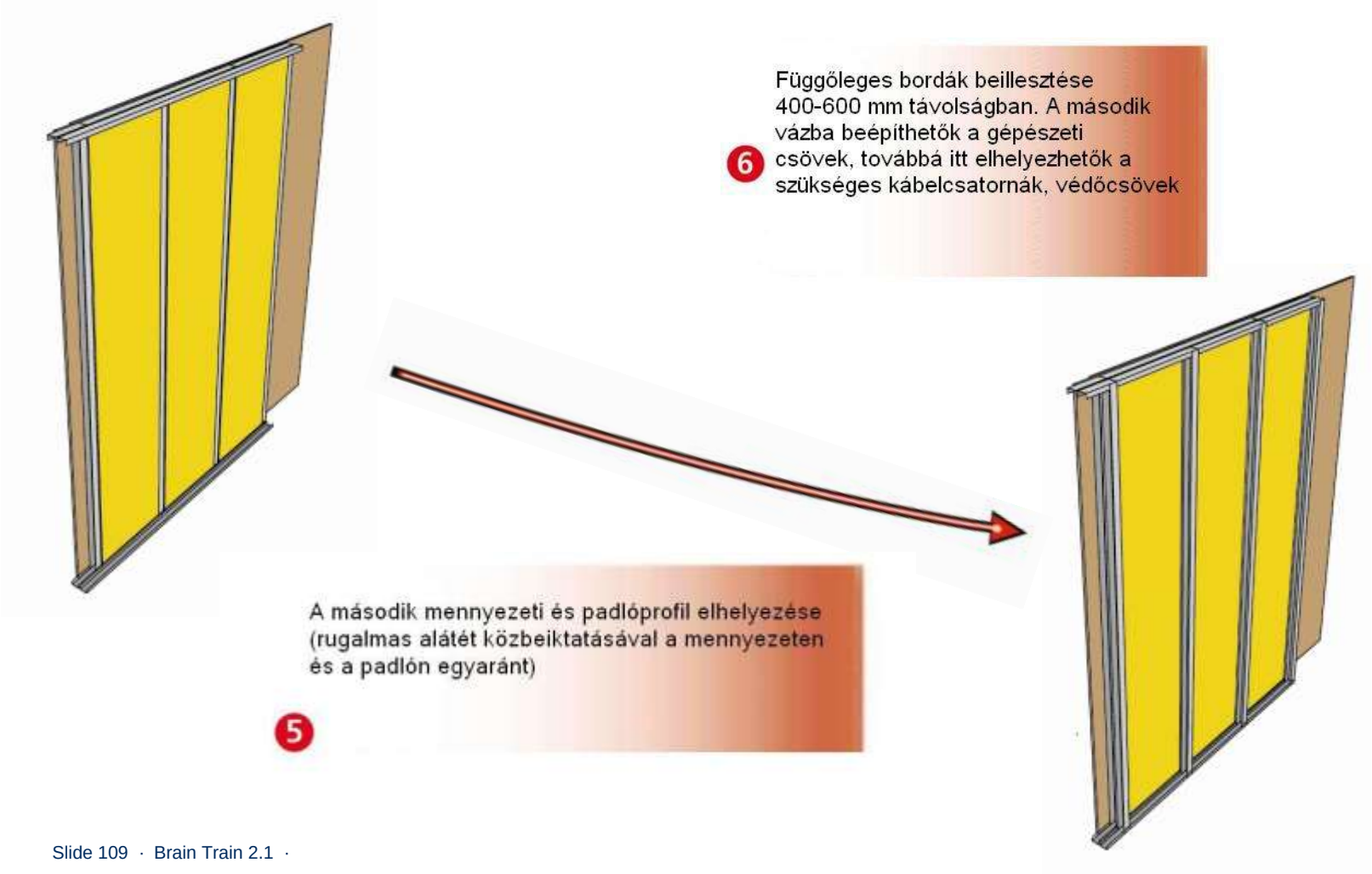


Üveggyapot paplan beépítése a lécek közé. A paplan rugalmassága miatt könnyű alkalmazni a beépülő gépészeti csövek, berendezések körül is.

4

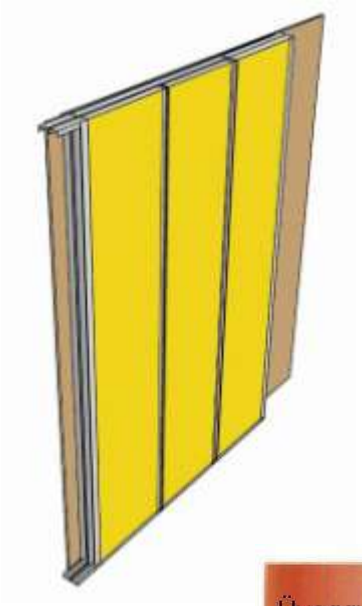
Dupla (dupla tartóvázas) gipszkarton falak

A szerkezet felépítése lépésről lépésre



Dupla (dupla tartóvázas) gipszkarton falak

A szerkezet felépítése lépésről lépésre



Gipszkarton rögzítése a második vázra (a lapok csatlakozásánál hézagolással).
A második réteg gipszkarton szerelése, minden oldalán csavarozva.

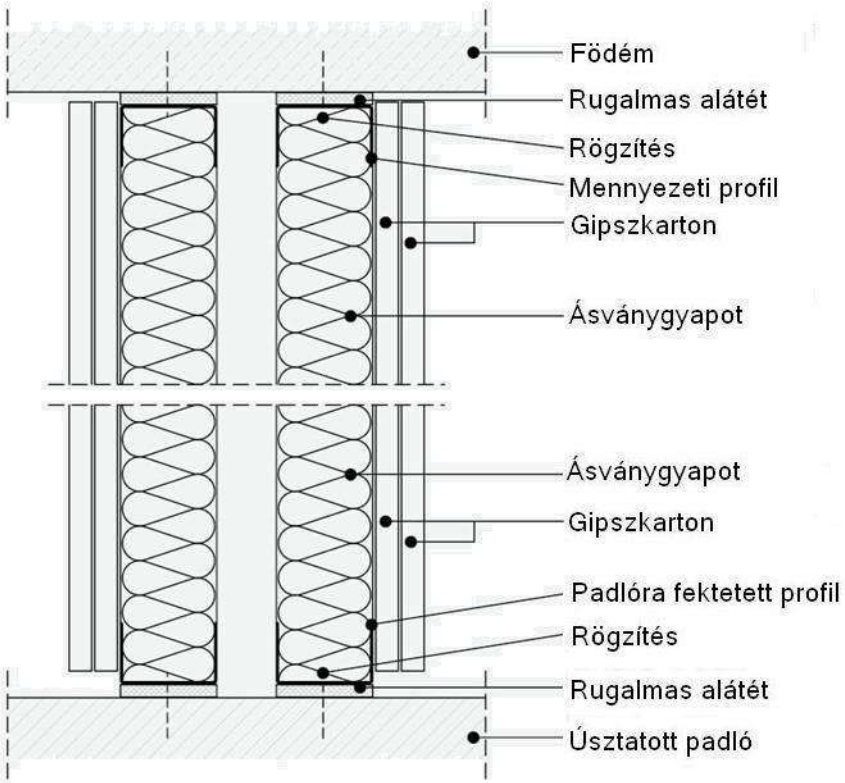
8

Üveggyapot paplan beépítése a lécek közé. A paplan rugalmassága lehetővé teszi, hogy könnyen alkalmazzuk a bekerülő gépészeti csövek körül is.

7

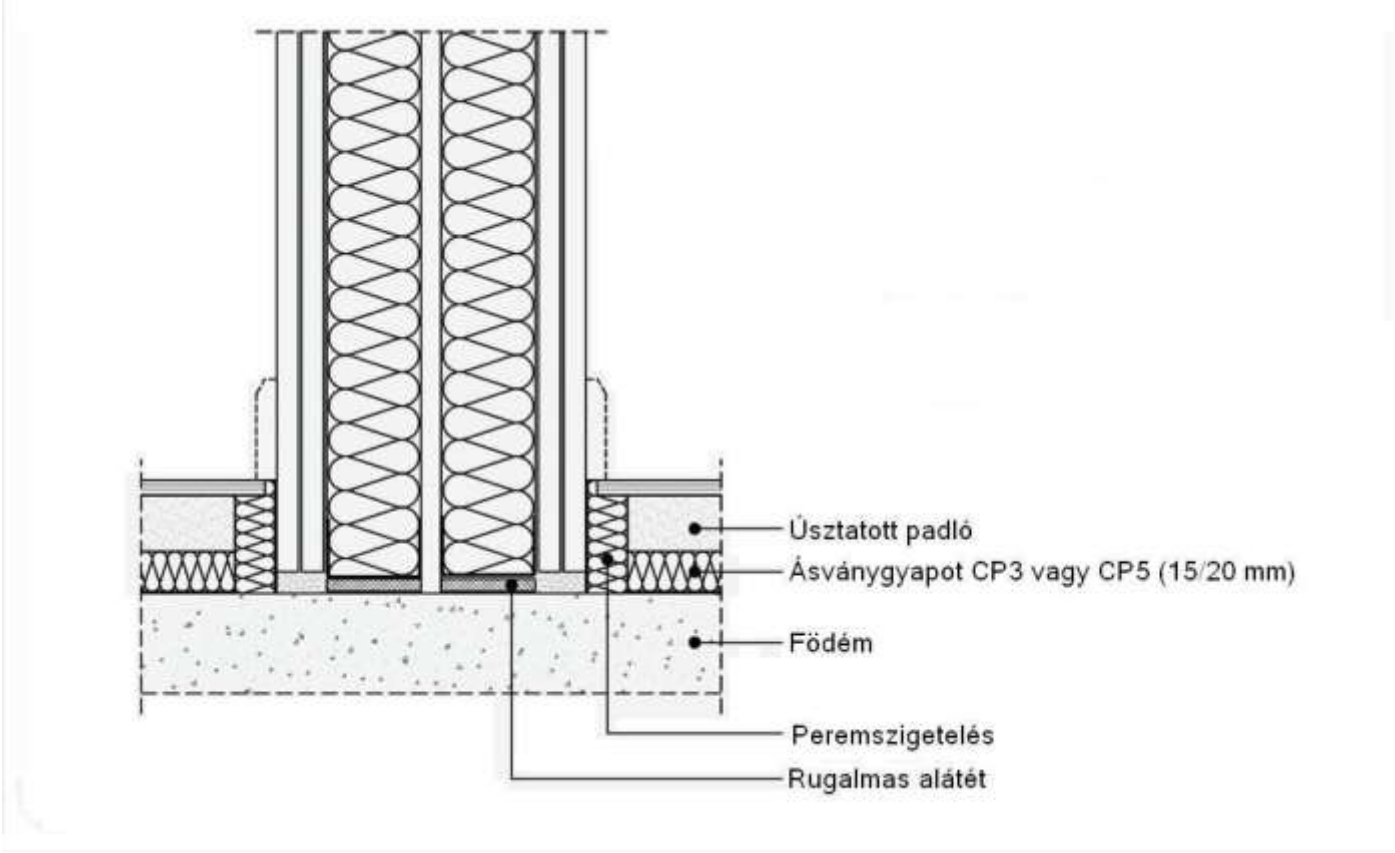
Dupla (dupla tartóvázas) gipszkarton falak

Dupla tartóvázra szerelt dupla gipszkarton fal helyes kialakítása



Dupla (dupla tartóvázas) gipszkarton falak

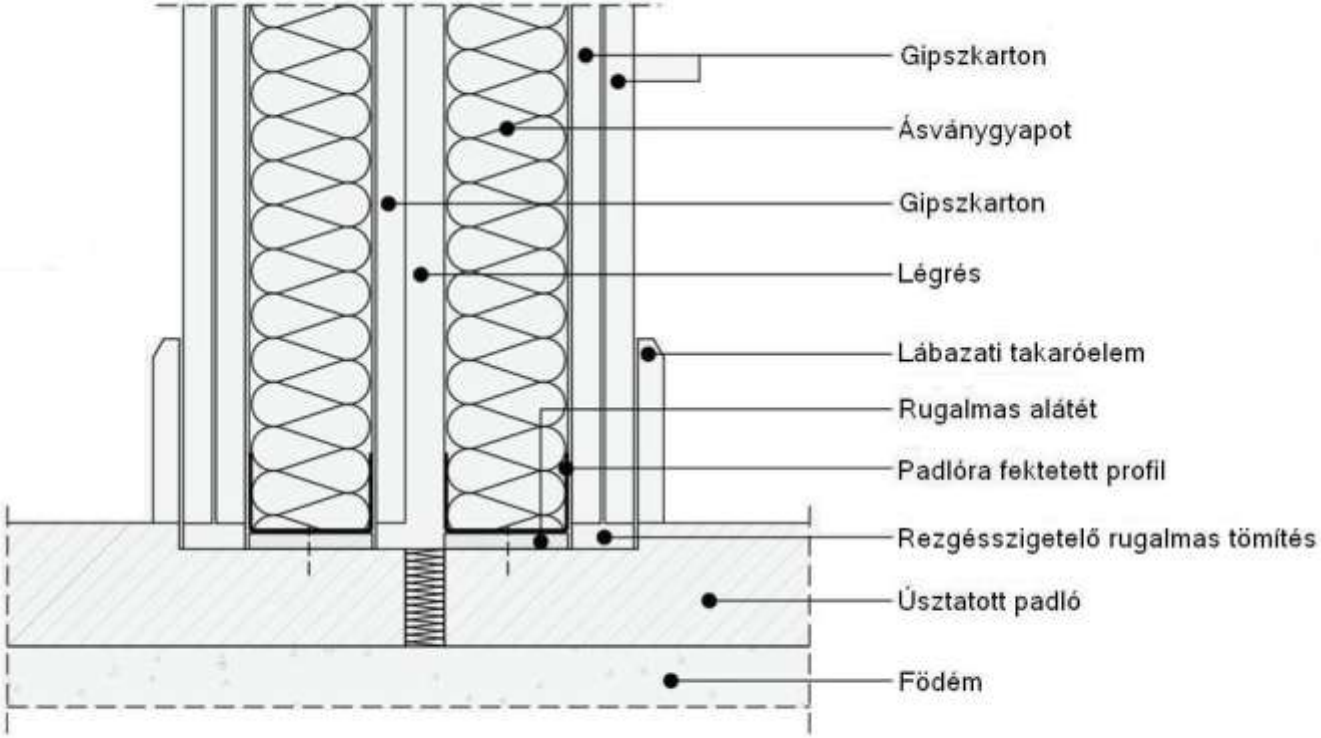
Dupla gipszkarton falak csomóponti megoldásai



! A gipszkarton fal és az úsztatott beton találkozásánál a két szerkezet közé függőlegesen ásványgyapot csíkot kell tenni. Ezzel elkerülhető a szilárd csatlakozás, ami biztosítja a jobb hanggátlás elérését.

Dupla (dupla tartóvázas) gipszkarton falak

Dupla gipszkarton falak csomóponti megoldásai

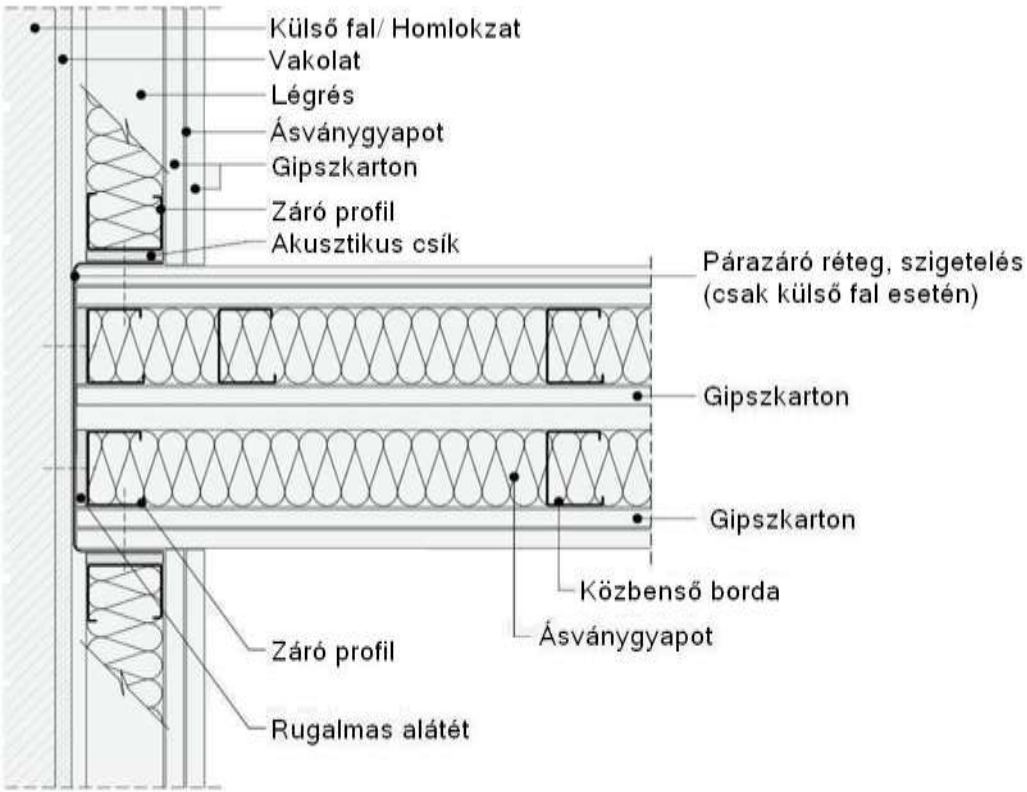


! A két független tartóvázra szerelt gipszkarton fal kemény összekötését elkerülhetjük úgy is, hogy a falszerkezetet az úsztatott padlóra állítjuk a fenti megoldás szerint.

Dupla (dupla tartóvázas) gipszkarton falak

Dupla gipszkarton falak csomóponti megoldásai

Függőleges metszet

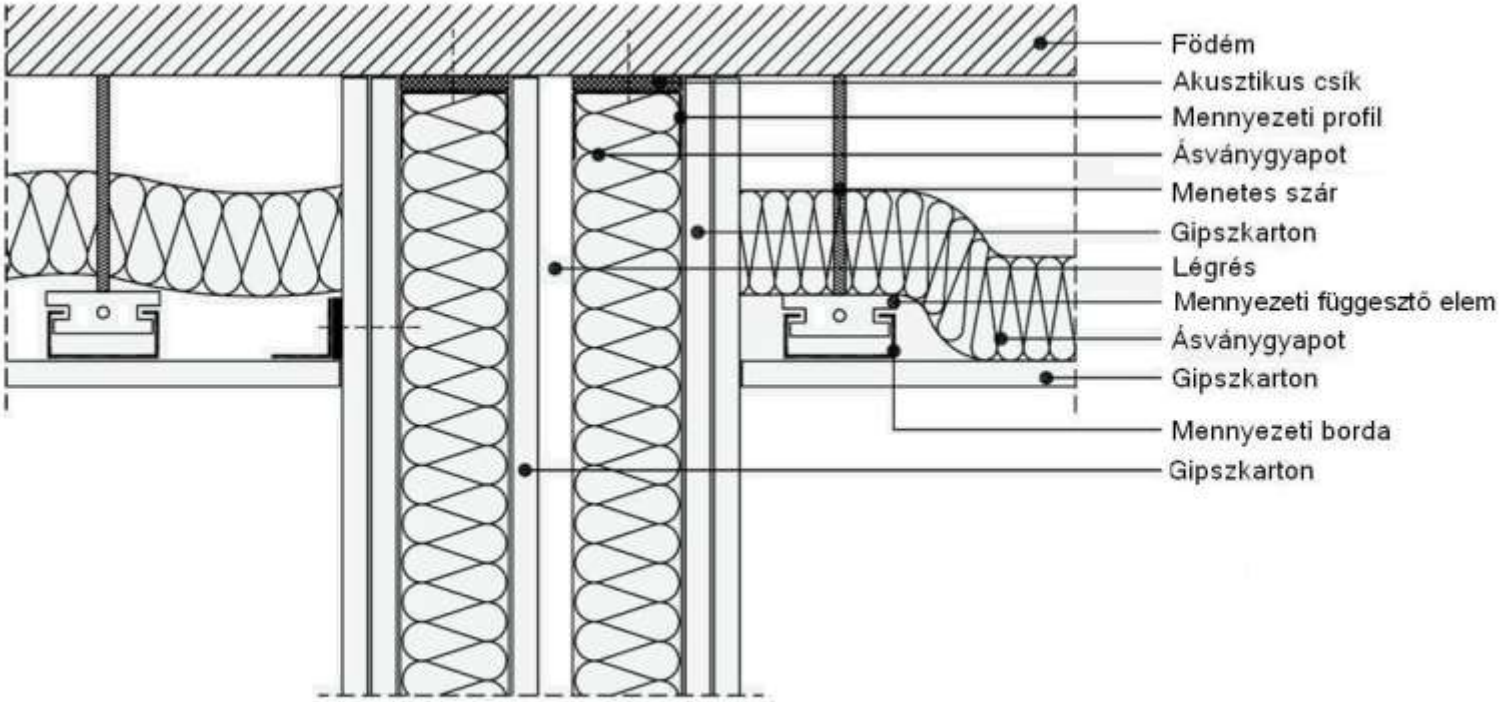


!

A dupla gipszkarton fal és a fő fal csatlakozásánál ügyelni kell arra, hogy a gipszkarton menjen teljesen a fő falig (legyen meg az átvezetés a belső száraz vakolaton illetve a belső előtétfalon) a fenti rajz szerinti megoldással.

Dupla (dupla tartóvázas) gipszkarton falak

Dupla gipszkarton falak csomóponti megoldásai



! A gipszkarton fal és a mennyezet kialakításakor a gipszkartont fel kell vinni a fő födémig, át az álmennyezeten.

Akusztikai szigetelő elemek technikája

1. Egyrétegű (szimpla tartóvázas) gipszkarton falak

2. Kétrétegű (dupla tartóvázas) gipszkarton falak

3. **Száraz** vakolatok

4. Mennyezetek

5. Úsztatott padlók

Száraz vakolatok

Leírás

A száraz vakolat rendszerek javítják a hagyományos téglafalak, vasbetonfalak stb. akusztikai viselkedését. A rendszer egy tartófalból áll amin fémváz van. Ez a szárazvakolat tartását szolgálja, ehhez rögzíthető a gipszkarton. A gipszkarton és a fal közötti légrést üveggyapottal töltik ki, ezzel javítva a rendszer akusztikai tulajdonságait.

Akusztikai hatásfok

Ez az építési rendszer a „tömeg” és a „tömeg-rugó-tömeg” elven működik. Az eljárás a nagy tömegű falak és a szárazépítésű rendszerek kombinációja.

Alkalmazási javaslatok

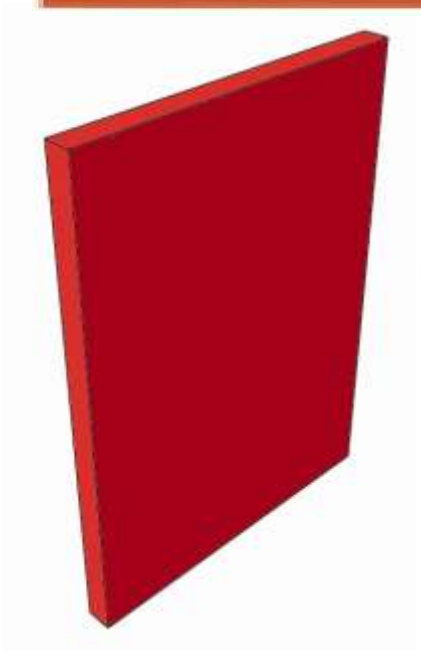
Meglévő épületek rekonstrukciójánál ajánlott alkalmazni, így javítva azok akusztikai tulajdonságait.

Száraz vakolatok

A szerkezet felépítése lépésről lépésre

1

A szerkezeti fal építésénél ügyelni kell, hogy ne legyenek rések, mert azokon keresztül átjuthat a zaj.
Ha szükséges be kell vakolni a falat.



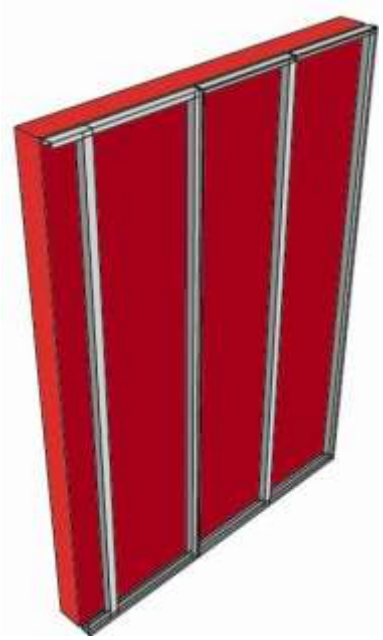
A tartóprofilok rögzítése a padlóra, falra, mennyezetre (rugalmas alátéttel). A vázat úgy kell kialakítani, hogy ne érintkezzen a szerkezeti fallal.

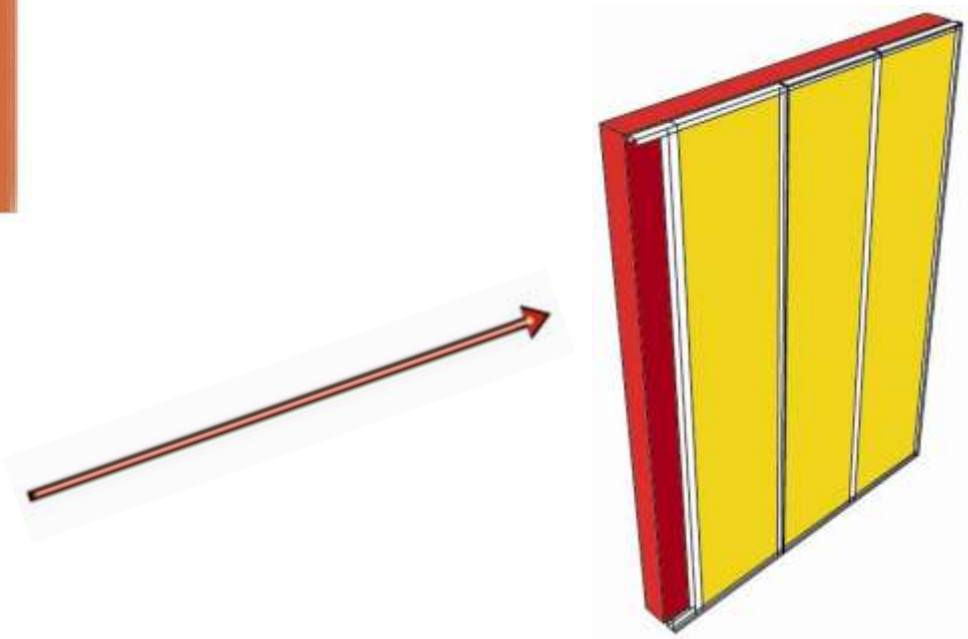
2

A szerkezet felépítése lépésről lépésre

A függőleges bordák beillesztése 400-600 mm távolságban.
A gépészeti csövek ekkor kerülhetnek be a falba.

3





4

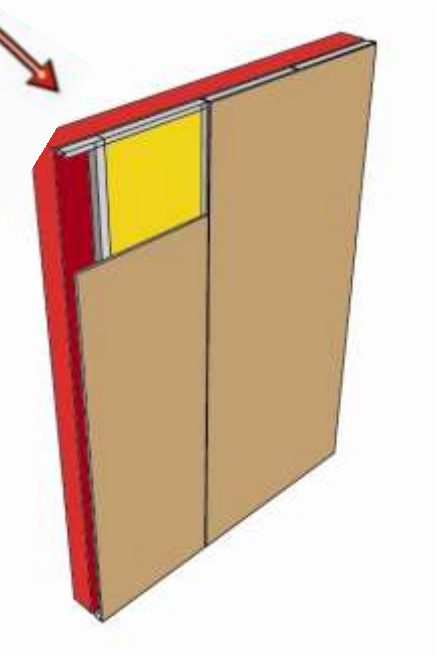
Az üveggyapot behelyezése a lécek közé, amelyet rugalmasságának köszönhetően nem szükséges pontosan a helyére szabni.
Az egész falfelületet be kell borítani, rések nélkül.
Kerülni kell a lécváz csatlakozását vagy bármely merev összeköttetést a szerkezeti fallal.

Száraz vakolatok

A szerkezet felépítése lépésről lépésre

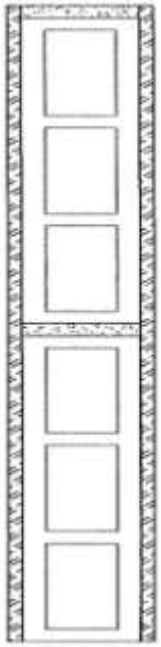
A gipszkarton rögzítése a vázra, a lapok találkozásánál a gyártó utasítása szerint tömítéssel, gletteléssel.

5

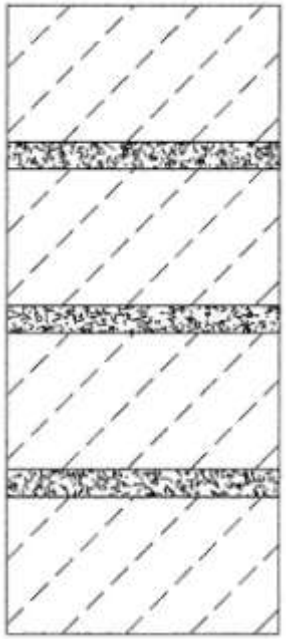


Száraz vakolatok

Általános előírások a szerkezet kivitelezésére vonatkozóan



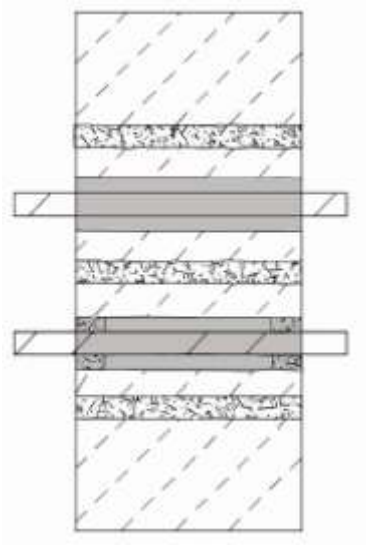
Kerüljük a könnyű kerámiafalak alkalmazását.



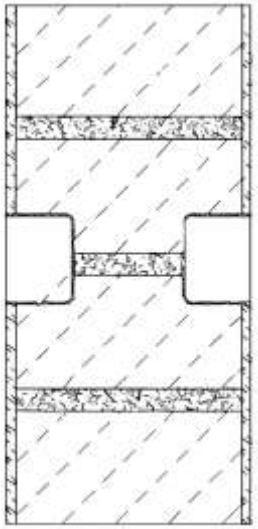
Kerüljük a vakolat nélküli falakat.

Száraz vakolatok

Általános előírások a szerkezet kivitelezésére vonatkozóan



Külön figyelmet kell fordítani a csőátvezetésekre. Ezeket rugalmasan kell beépíteni az akusztikus híd elkerülése érdekében.

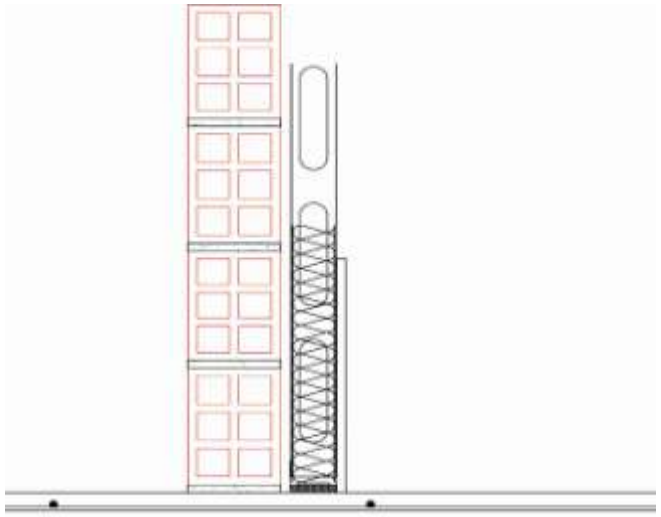


A falba süllyesztett szerelvényeket a két oldalon eltolva helyezzük el. Helytelen kialakítással rontjuk a hanggátlást.

Száraz vakolatok

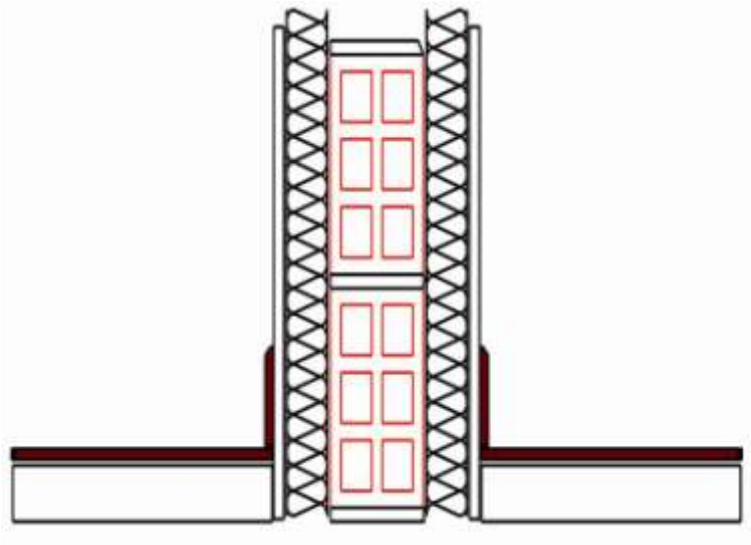
Általános előírások a szerkezet kivitelezésére vonatkozóan

A szárazvakolat kialakítása fém tartóvázzal ajánlott.



A csöveket és vezetékeket az ásványgyapot szigetelő anyagban kell elhelyezni. A csatlakozó aljzatokat ne direktben a falba, hanem az ásványgyapot szigetelésbe szereljük.

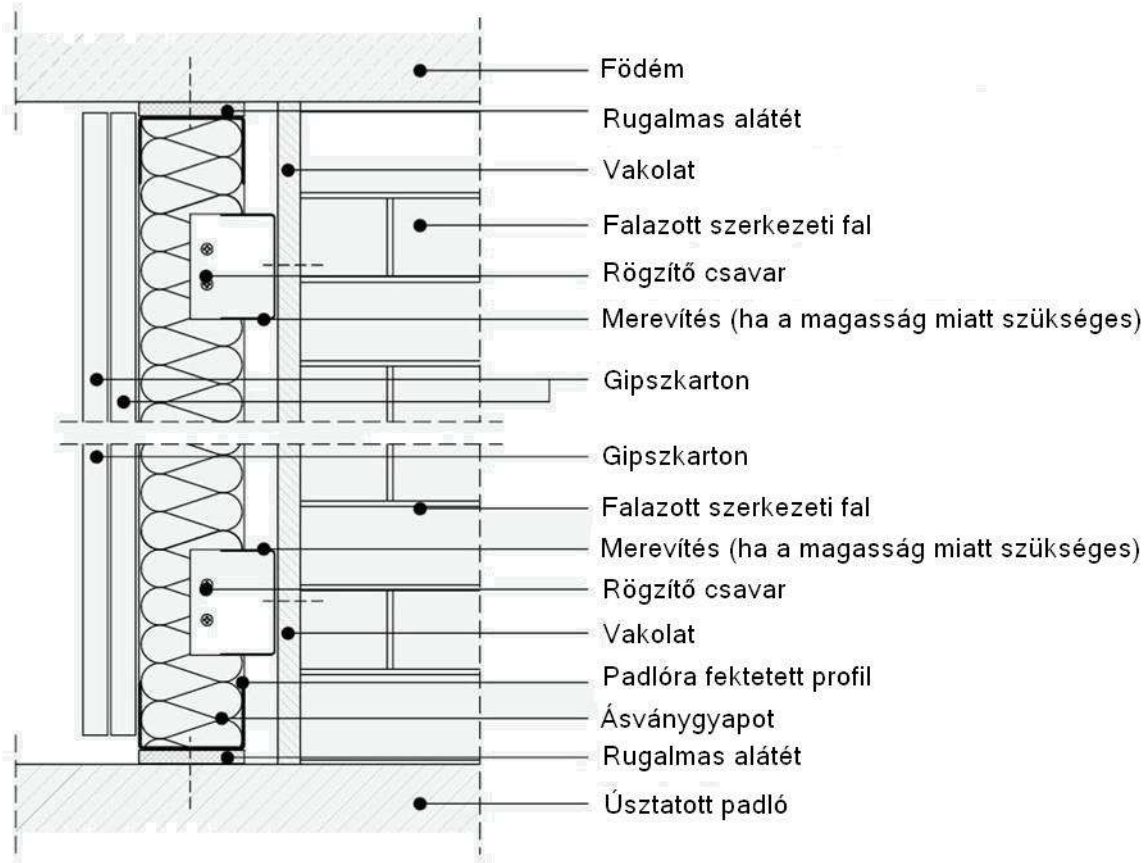
A szárazvakolat közvetlen falhoz történő erősítése kevésbé jó megoldás.



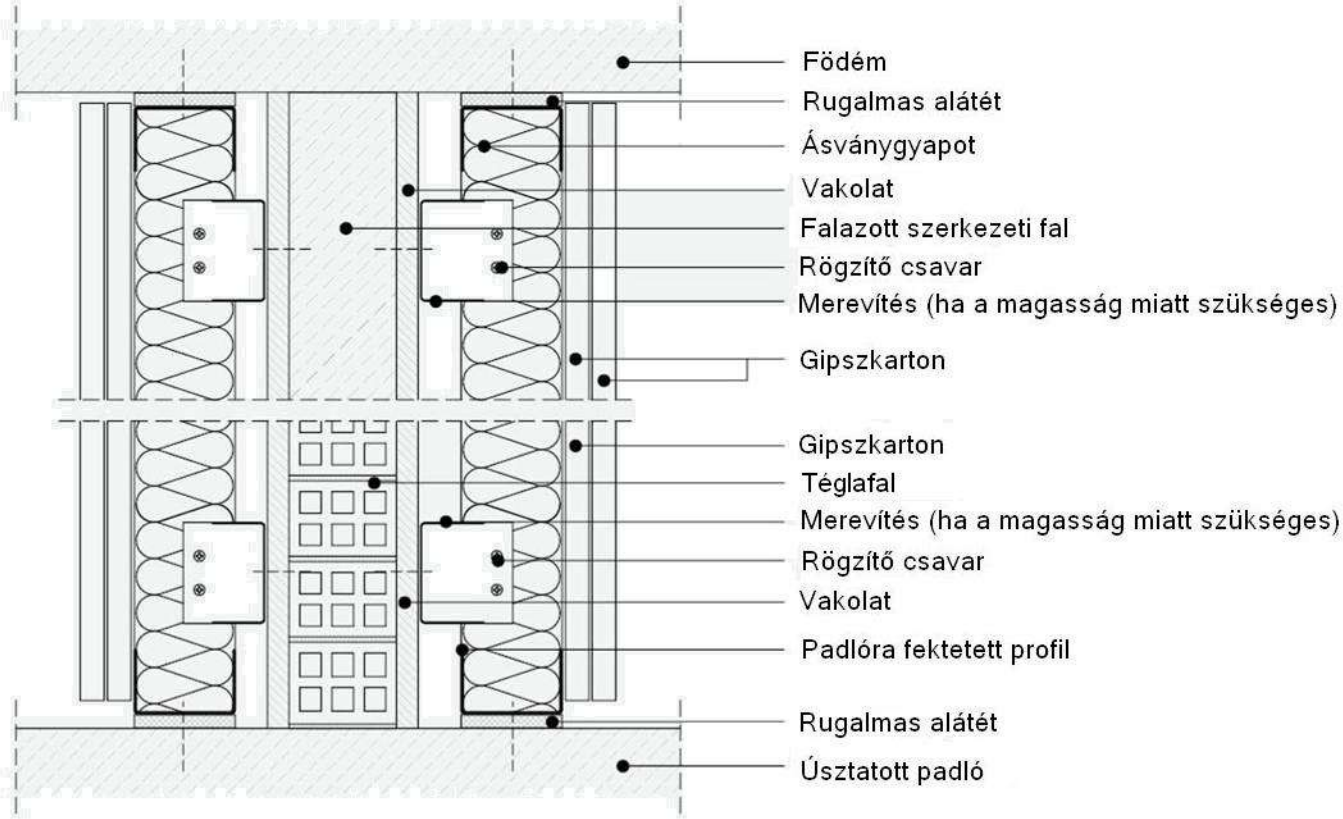
Műanyag habokat ne alkalmazzunk száraz vakolati rendszerekben.

Száraz vakolatok

Száraz vakolat helyes kialakítása

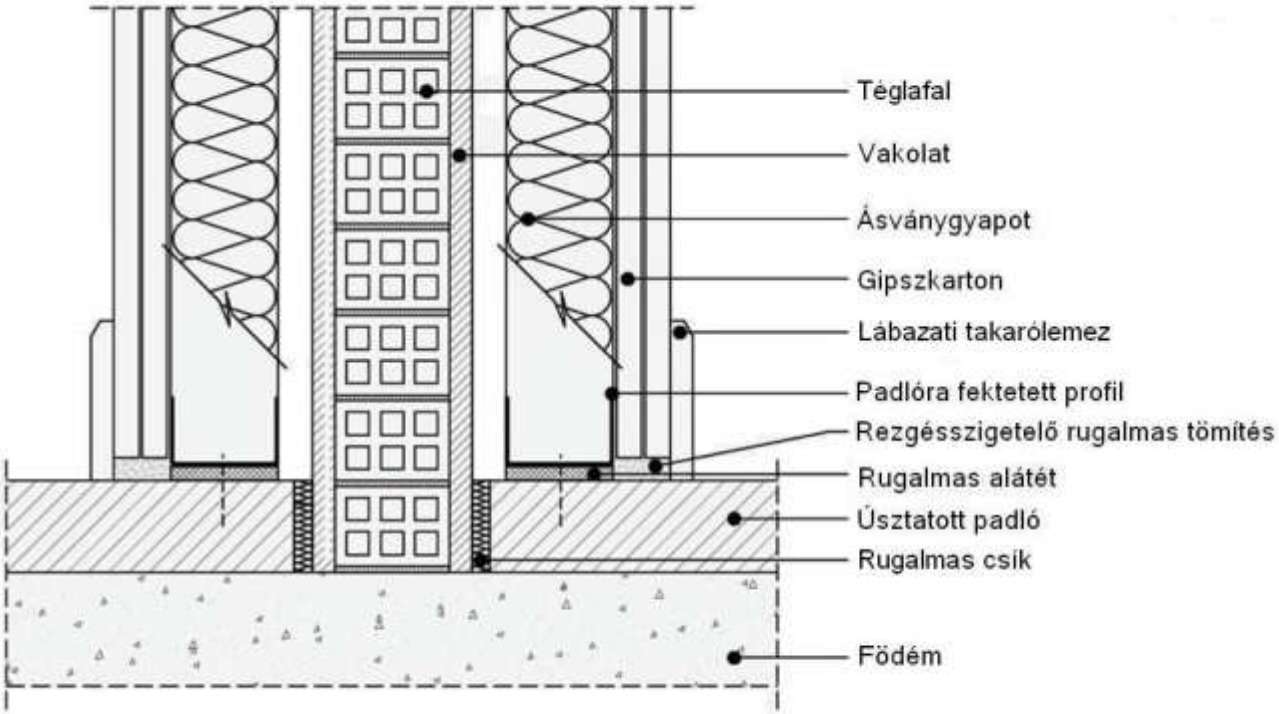


Száraz vakolat helyes kialakítása



Száraz vakolatok

Csomópontok: úsztatott padló és szárazvakolat találkozása



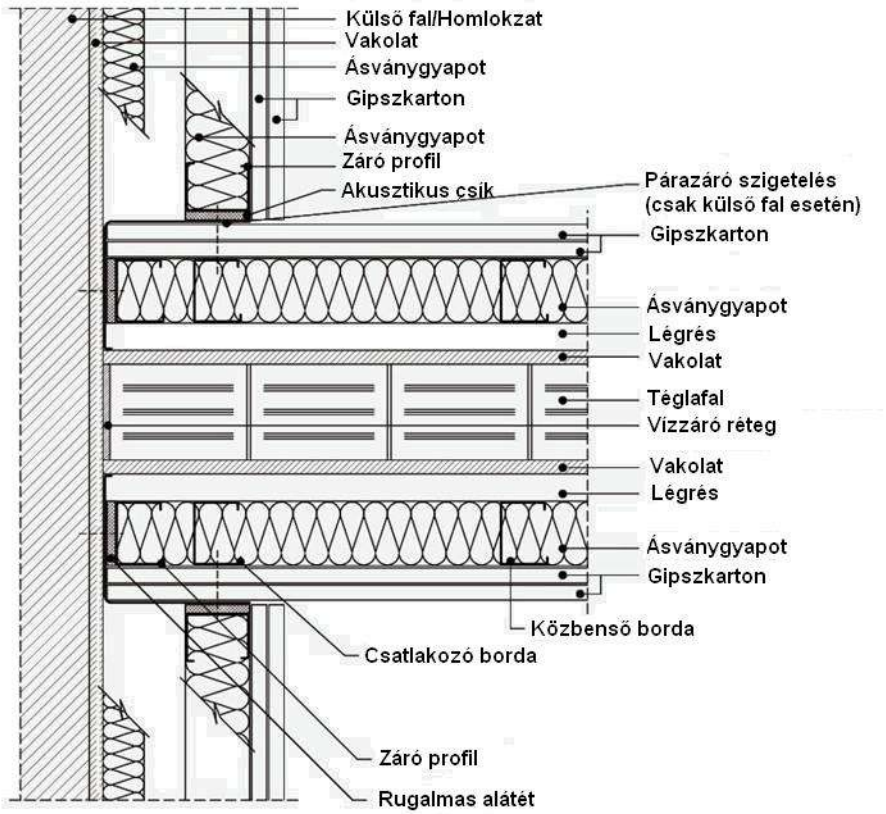
!

Az úsztatott padlót úgy kell kialakítani, hogy az a szerkezeti falig érjen. Ezt követően a szárazvakolatot az úsztatott padlóra kell építeni, attól rugalmas alátéttel elválasztva.

Száraz vakolatok

Csomópontok: száraz vakolat és homlokzati szerkezet találkozása.

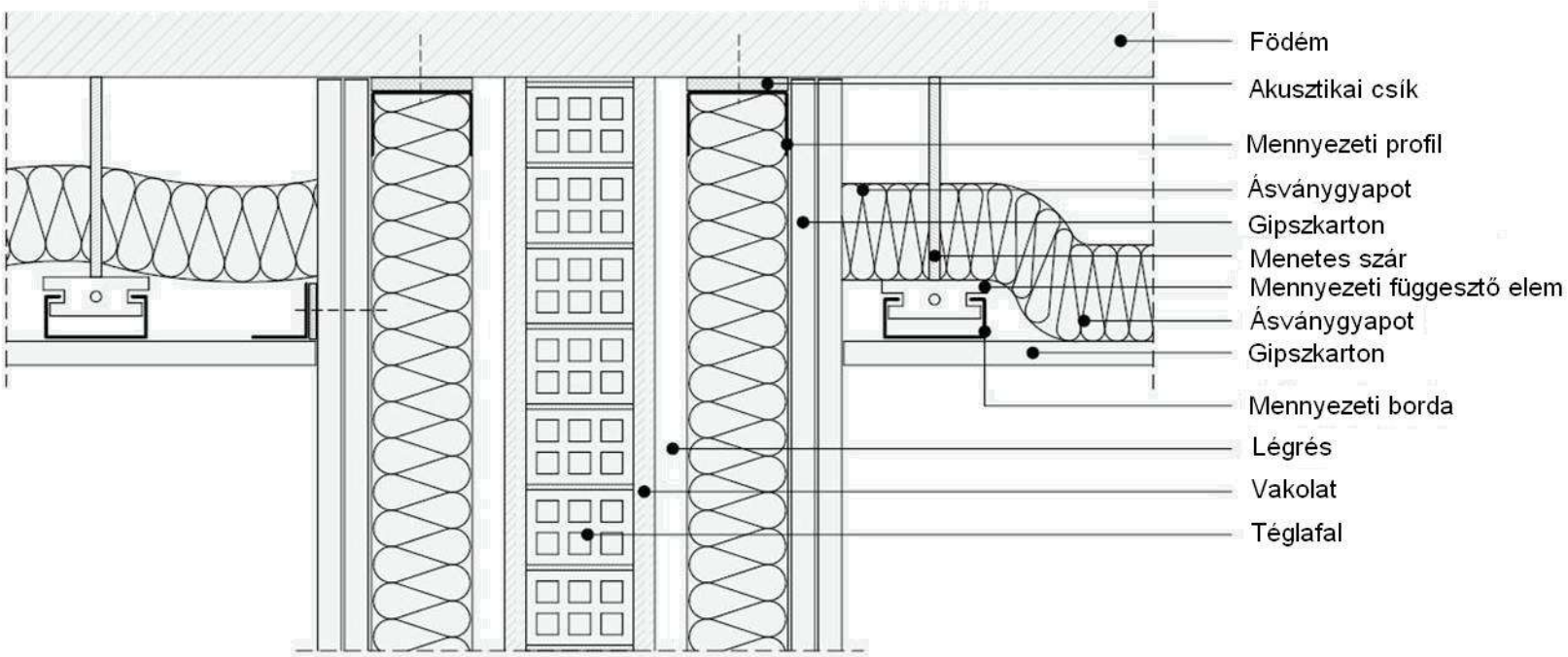
Függőleges metszet



! A lakáselválasztó falak szárazvakolati elemei a homlokzati szerkezetig érnek. Keresztül kell vezetni a homlokzati szárazvakolaton.

Száraz vakolatok

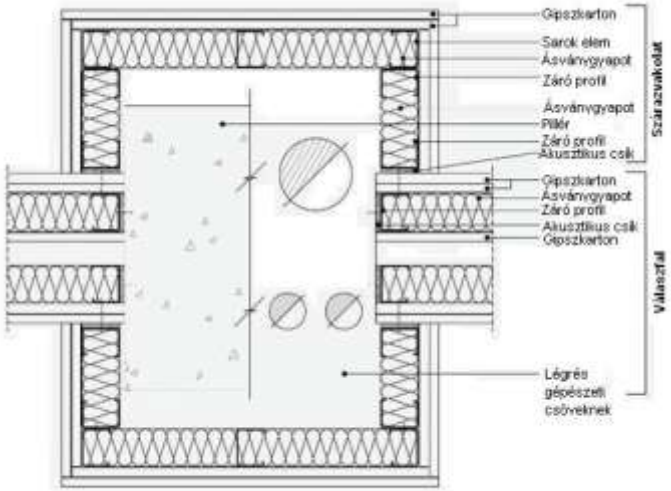
Csomópont: szárazvakolat és mennyezet találkozása.

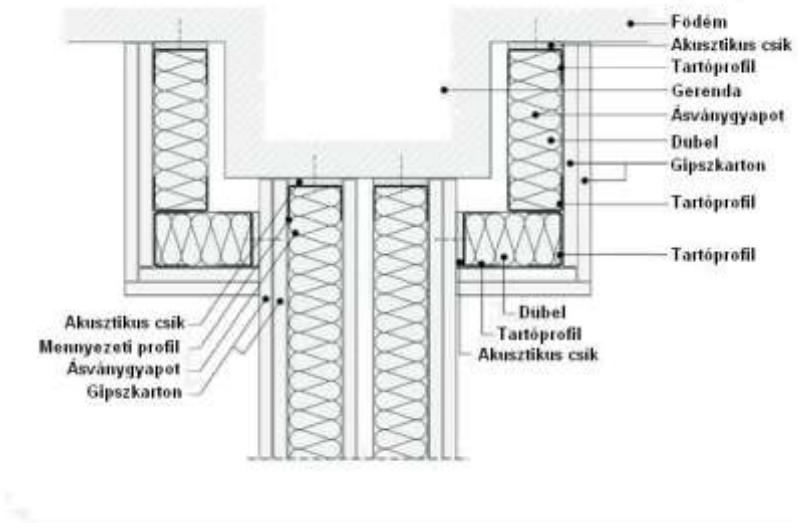


! A szárazvakolati rendszer a fő födémig van megépítve, átvezetve az álmennyezeten.

Száraz vakolatok

Csomópont: száraz vakolat és különböző épületszerkezetek találkozása.





A szárazvakolat követi a tartószerkezet vonalát.

A szárazvakolat követi a tartószerkezet vonalát: más épületelemmel (válaszfallal) történő találkozás.

! A szárazvakolattal követni kell a tartószerkezet vonalát (pillérek stb.)

Akusztikai szigetelő elemek technikája

1. Egyrétegű (szimpla tartóvázas) gipszkarton falak

2. Kétrétegű (dupla tartóvázas) gipszkarton falak

3. Száraz vakolatok

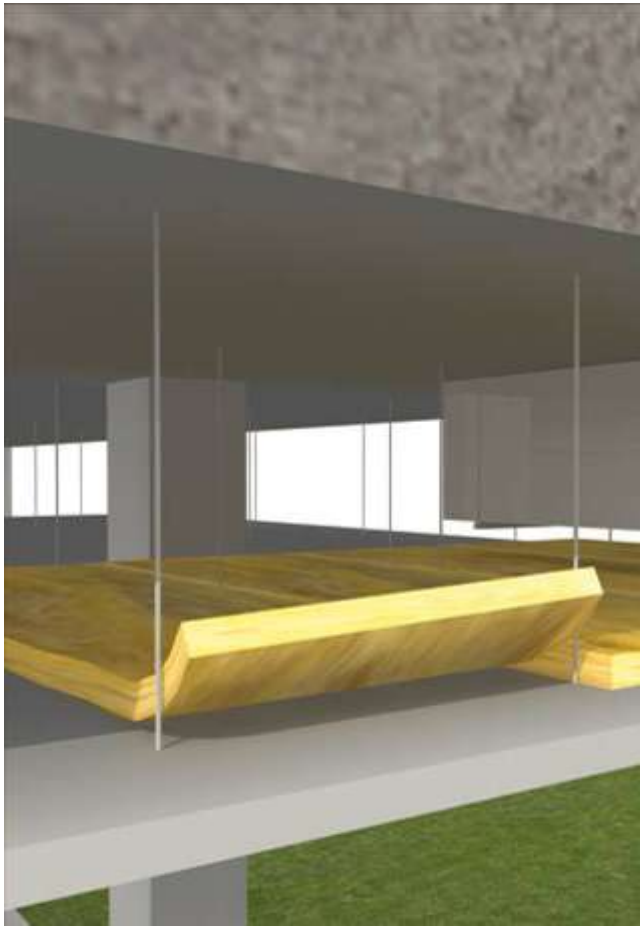
4. Mennyezetek

5. Úsztatott padlók

Mennyezetek

Leírás

Az akusztikus hanggátló mennyezetek a födém hanggátlását javítják. A szerkezet felépítése hasonló a szárazvakolathoz. A fém függesztő elemek a fő födémhez vannak erősítve, ehhez pedig a gipszkarton. A hanggátlás további növelése érdekében a födém és a gipszkarton közötti légrésbe ásványgyapotot teszünk.



Akusztikai hatásfok

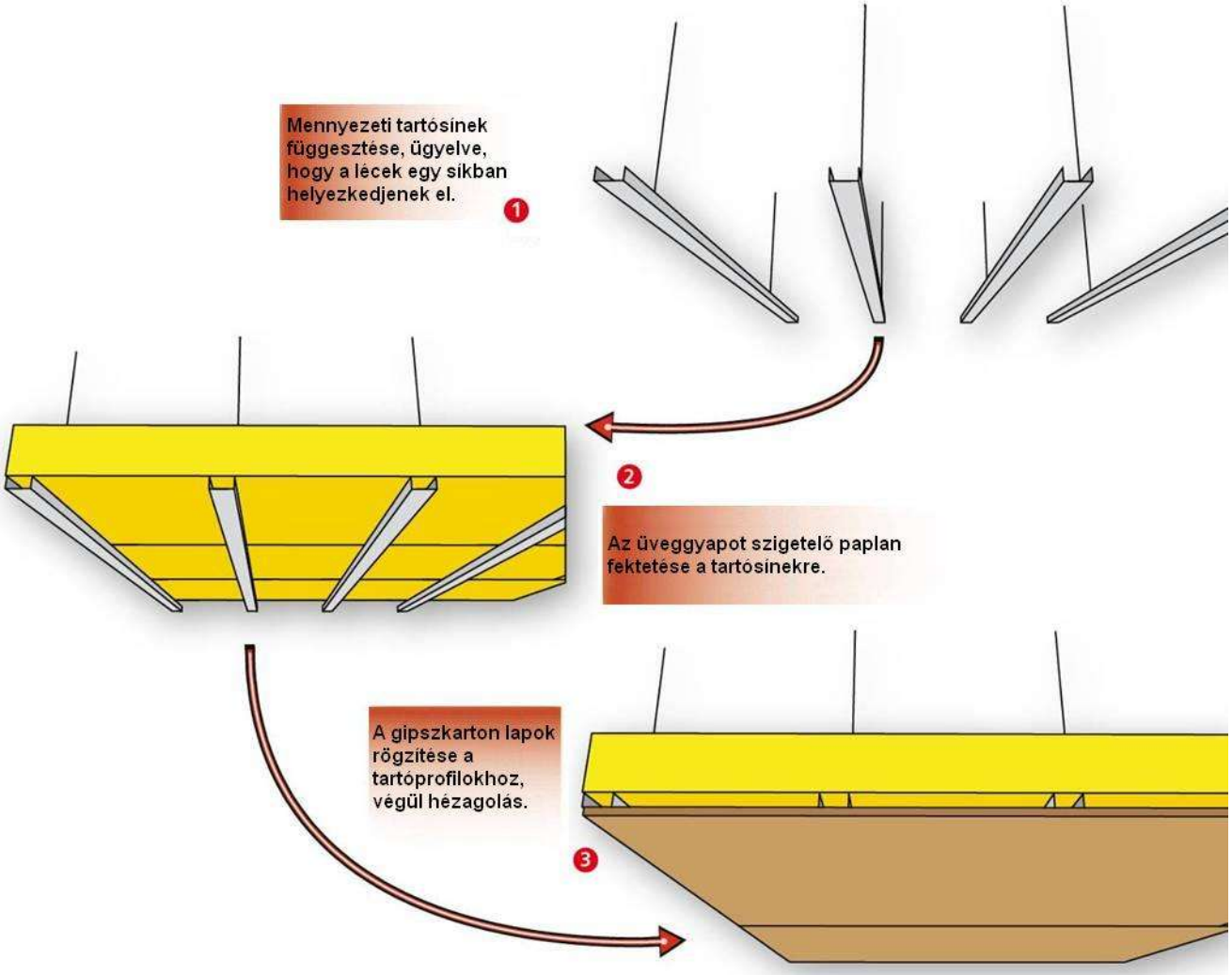
Ez az építési rendszer a „tömeg-rugó-tömeg” elven működik, a már meglévő födém hanggátlását így lehet hatékonyan növelni.

Alkalmazási javaslatok

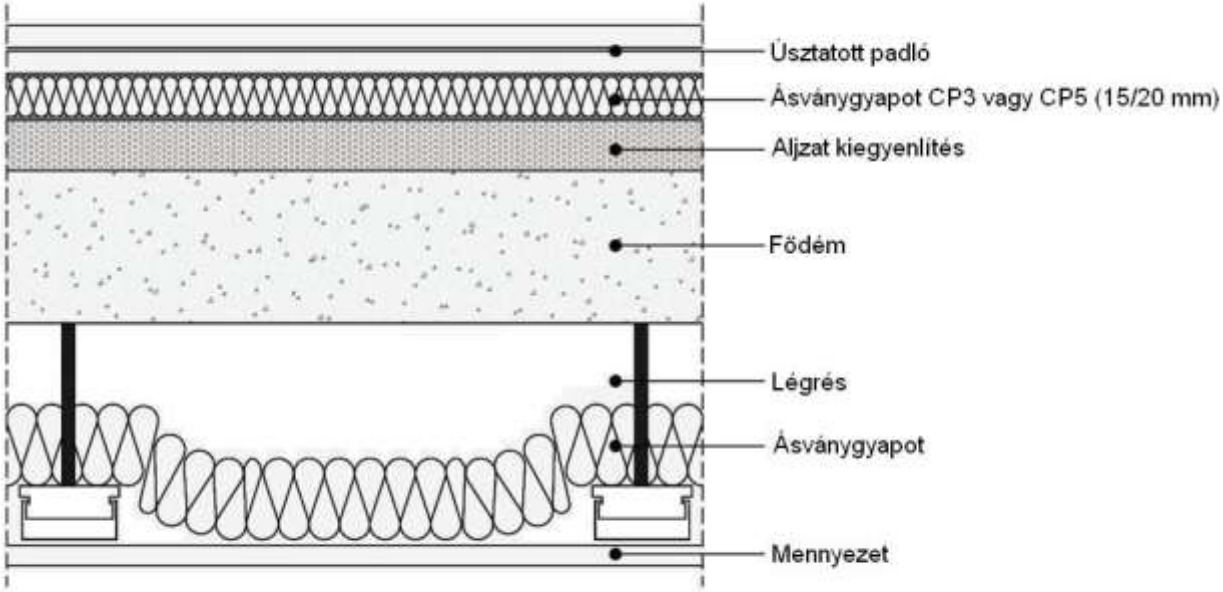
A szóban forgó függesztett álmennyezet a meglévő fő födém hanggátlásának növelését szolgálja.

Mennyezetek

A szerkezet felépítése lépésről lépésre



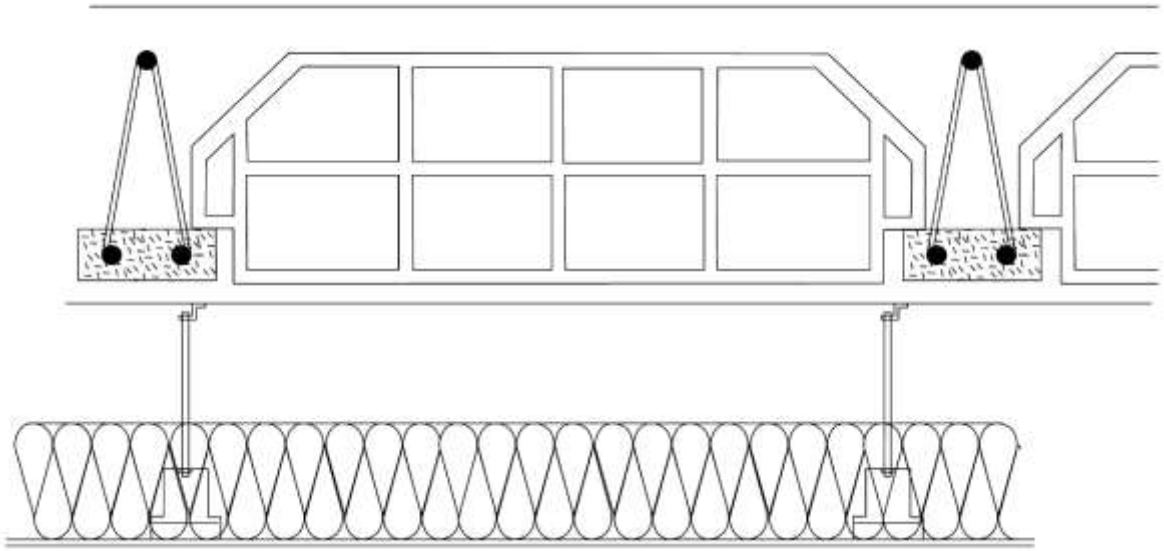
Az álmennyezet helyes kivitelezése



! Az álmennyezeti csomópontok helyes kialakítására vonatkozóan a lentebbi fejezetben találhatók megoldások.

Mennyezetek

Általános javaslatok a rendszer kivitelezésére vonatkozóan.



A világítás és egyéb szerelvények a hanggátló álmennyezeten keresztül a fő födémhez vannak rögzítve.

Akusztikai szigetelő elemek technikája

1. Egyrétegű (szimpla tartóvázas) gipszkarton falak

2. Kétrétegű (dupla tartóvázas) gipszkarton falak

3. Száraz vakolatok

4. Mennyezetek

5. Úsztatott padlók

Úsztatott padlók

Leírás

Az úsztatott padló megépítésével annak kopogó hanggátlását növeljük. Ebben a szerkezetben van egy rugalmas réteg, ami a lépéshanggal gerjesztett rezgés szintjét csökkenti. Erre a célra üveggyapot alkalmazása tipikusan jó megoldás. A teher elosztása érdekében az úsztató rétegre vagy egy réteg beton, vagy fa illetve gipszkarton kerül.

Akusztikai hatékonyság

Ezeknek a szerkezeteknek a működése a „tömeg –rugó – tömeg” elven alapul. Célja a lépés-hanggátlás érték növelése.

Alkalmazási javaslatok

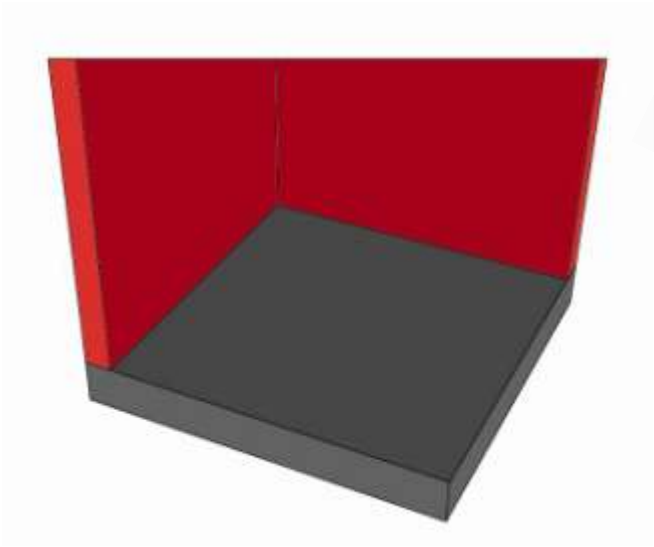
A kopogó- hanggátlás növelésére ajánlott szerkezeti kialakítás.

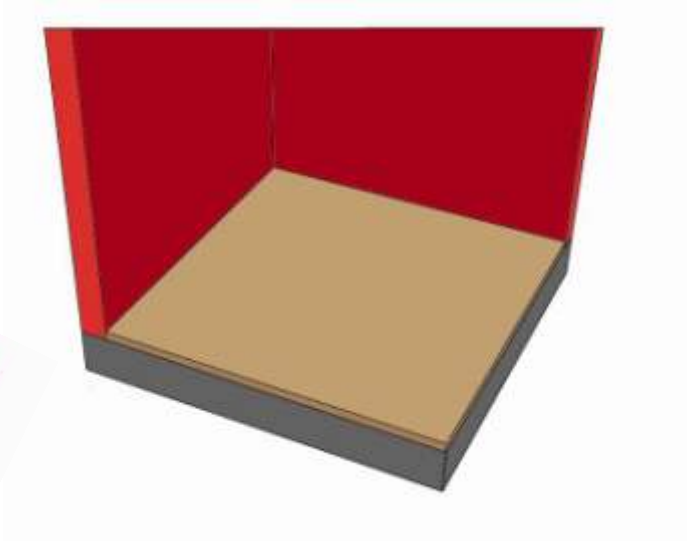
Úsztatott padlók

A szerkezet felépítése lépésről lépésre

1

A födém felületének
előkészítése, letisztítása.





A födém kiegyenlítése egy réteg
homokkal, mely sima alapot képez.

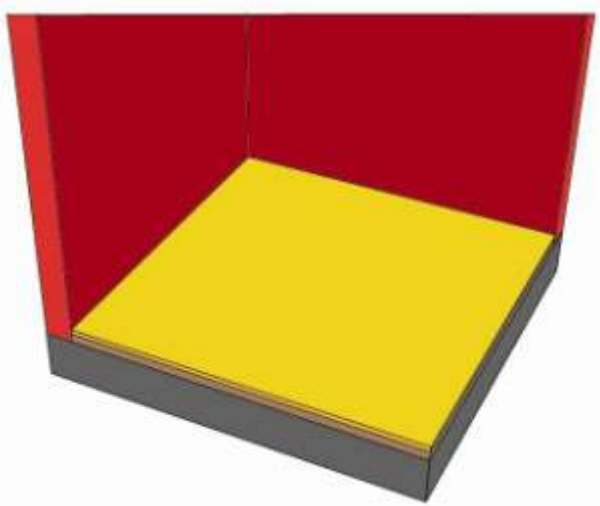
2

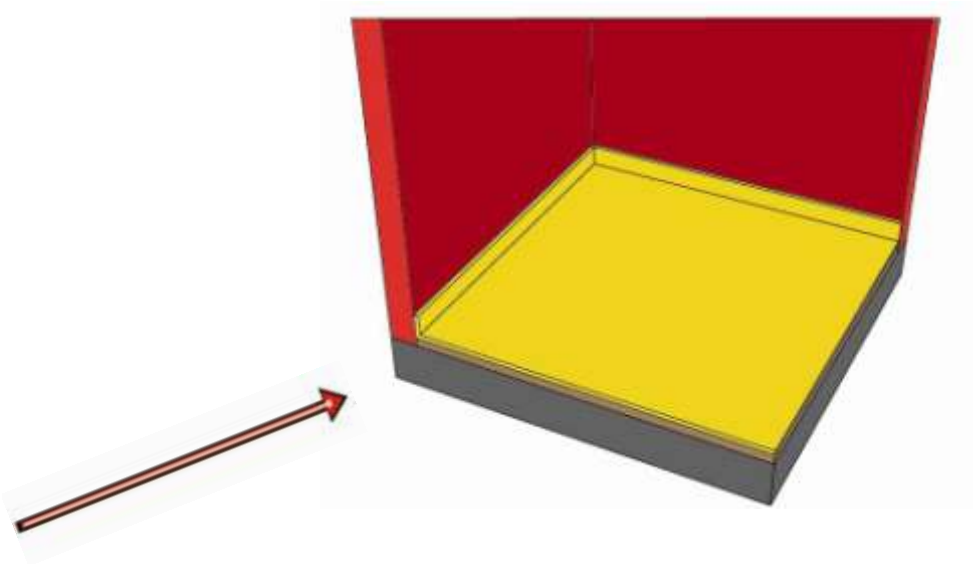
Úsztatott padlók

A szerkezet felépítése lépésről lépésre

Üveggyapot réteg fektetése a padló teljes felületén

3





A széleknél egy függőlegesen elhelyezett üveggyapot peremszigetelés kialakítása, ezzel eldilatálva az úsztatott réteget a faltól. Erre kerül egy polietilén technológiai szigetelés.

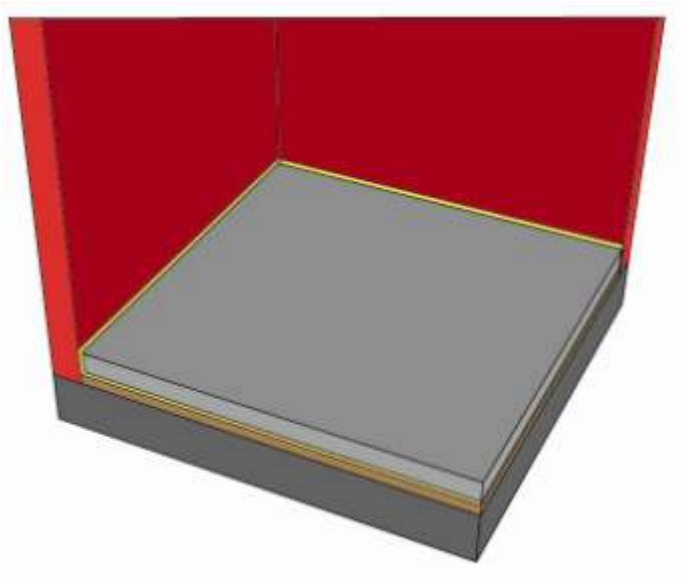
4

Úsztatott padlók

A szerkezet felépítése lépésről lépésre

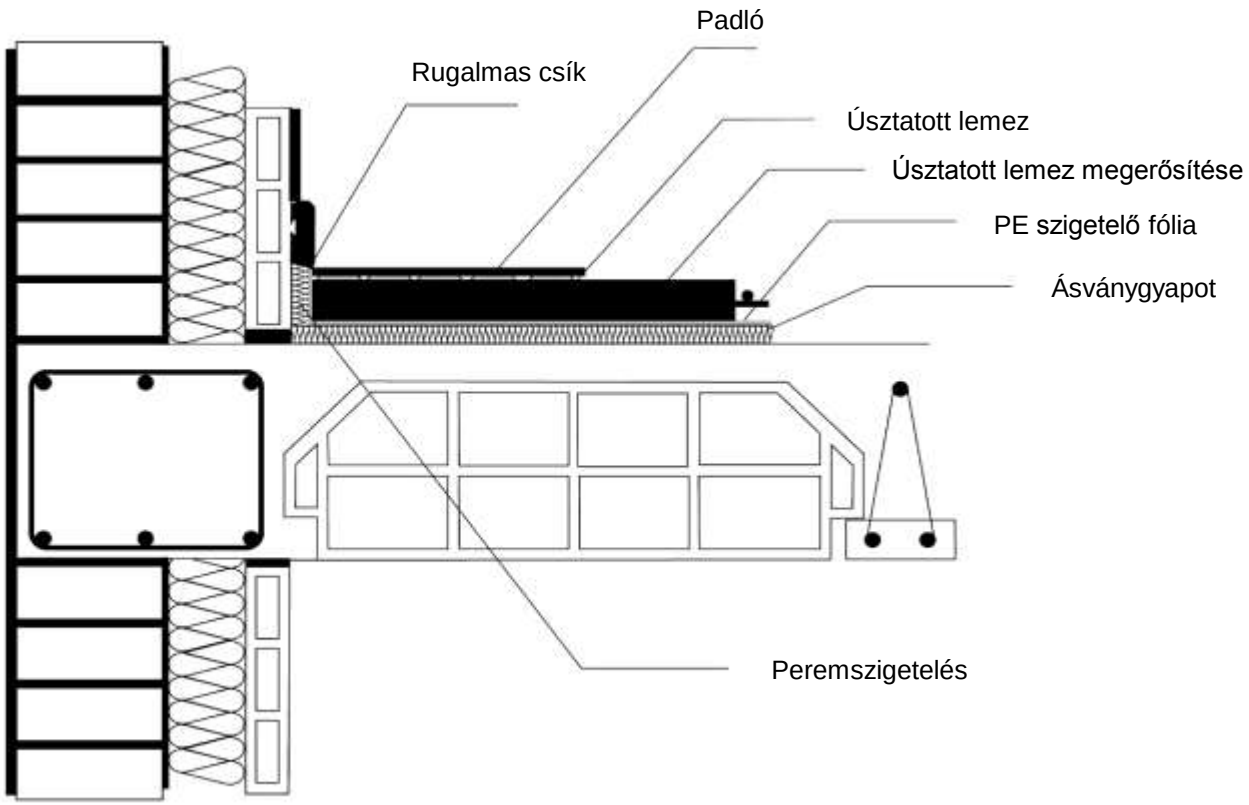
Öntött aljzatbeton készítése, mely tömegével terheli az úsztató réteget.
Végül hidegburkolat, szőnyeg stb. fektetése az úsztatott betonra.

5



Úsztatott padlók

Az úsztatott padló helyes kivitelezése



! Az úsztatott padlóra vonatkozó csomópontok a későbbi fejezetekben szerepelnek.

IV. Érvek az URSA üveggyapot mellett

Tárgyilagosan

Jó ha tudjuk, hogy…

Épületszerkezetek esetén az üveggyapot ideális akusztikus szigetelő anyag.

Érvek az URSA üveggyapot mellett

Az URSA üveggyapot öt kulcsfontosságú előnye az akusztikai alkalmazásban:

- Kiváló **akusztikai** tulajdonságok

- Legmagasabb fokú **tűzállóság**

- Legjobb **ár/érték** arány

- Legkönnyebb **kezelhetőség**

- Legkisebb **környezetkárosítás**

IV. Érvek az URSA üveggyapot mellett

1. **Érvek az URSA üveggyapot mellett**
   - Legjobb akusztikai tulajdonságok
   - Legmagasabb fokú tűzállóság
   - Legjobb ár/érték arány
   - Legkönnyebb kezelhetőség
   - Legkisebb környezetkárosítás

2. **Az URSA üveggyapot akusztikai alkalmazásának előnyei**

Érvek az URSA üveggyapot mellett

1. Legjobb akusztikai tulajdonságok

2. Legmagasabb fokú tűzállóság

3. Legjobb ár/érték arány

4. Legkönnyebb kezelhetőség

5. Legkisebb környezetkárosítás

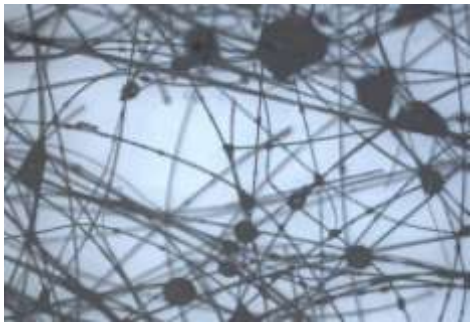
URSA üveggyapot – legjobb akusztikai tulajdonságok

Az ideális hangszigetelő anyagok jellemzői

Egy anyag hangszigetelő tulajdonságát főleg **két jellemző** határozza meg: a dinamikai merevség és a áramlási ellenállása

- **Dinamikai merevség-** megmutatja, hogy az anyag mennyire vezeti a testhangot [s'=EqyN/d) in MN/m^3]. Ez kapcsolatban van az anyag sűrűségével. Tehát a **sűrűbb anyag a testhang szempontjából rosszabb hangszigetelő,** mert jobban vezeti a hangot (pl. a fa ajtón való kopogás hangosabb, mintha az üveggyapoton kopognánk.)

- **Áramlási ellenállás-** [mértékegysége: kPa·s/m^2] egy adott térfogatú anyagon átjutó levegő mennyisége alapján számolja a hangelnyelő képességet. Az **üveggyapot** rostos szerkezete hangszigetelés szempontjából az **optimális** Ar értékeket adja, mert a rostokkal való ütközés és súrlódás hatására a hangenergia hővé alakul.



URSA üveggyapot – legjobb akusztikai tulajdonságok

Ideális áramlási ellenállás a szigeteléshez

- **Az 5 kPa s/m² alatti** áramlási ellenállású anyagok **rossz hangenergia csillapítók,** mert nem jó hangelnyelők.
- Az URSA könnyű-súlyú **üveggyapot ideális értékeket** mutat **5 kPa s/m²-en**. Kutatások igazolják, hogy a válaszfal hangszigetelése ugrásszerűen megnő, ha az üreg teljesen ki van töltve 5 kPa s/m² (*)-es tulajdonságú üveggyapottal.
- **Az 5 kPa s/m² fölötti** áramlási tulajdonságú termékek nem javítanak az akusztikai tulajdonságokon, ráadásul gazdasági és környezetvédelmi szempontból **sem előnyösek**. Amennyiben mégis a sűrűbb termékre van szükség, az meg fog jelenni az árban és a környezet terhelésben.
- **10 kPa s/m² fölötti** tulajdonságú anyag esetén a hangterjedés olyan, mint egy szilárd testben (mert túl sűrű). Azaz a testhang szempontjából **nem jó szigetelő**.

Összefoglaló:
Bár az 5 kPa s/m²-es áramlási ellenállás a termék minimális előfeltétele, gazdasági és környezetvédelmi szempontból mégis ez a felső határa egy ideális hangszigetelő anyagnak.

(*) J. Royar. The role of glass wool in acoustical constructions, 2005.

URSA üveggyapot – legjobb akusztikai tulajdonságok

URSA üveggyapot = ideális áramlási ellenállás

Áramlási ellenállás (kPa s/m²)

10

5

0

Vezeti a hangot = Nincs szigetelés

Nincs további előny, de gazdasági és környezetvédelmi szempontból hátrányos

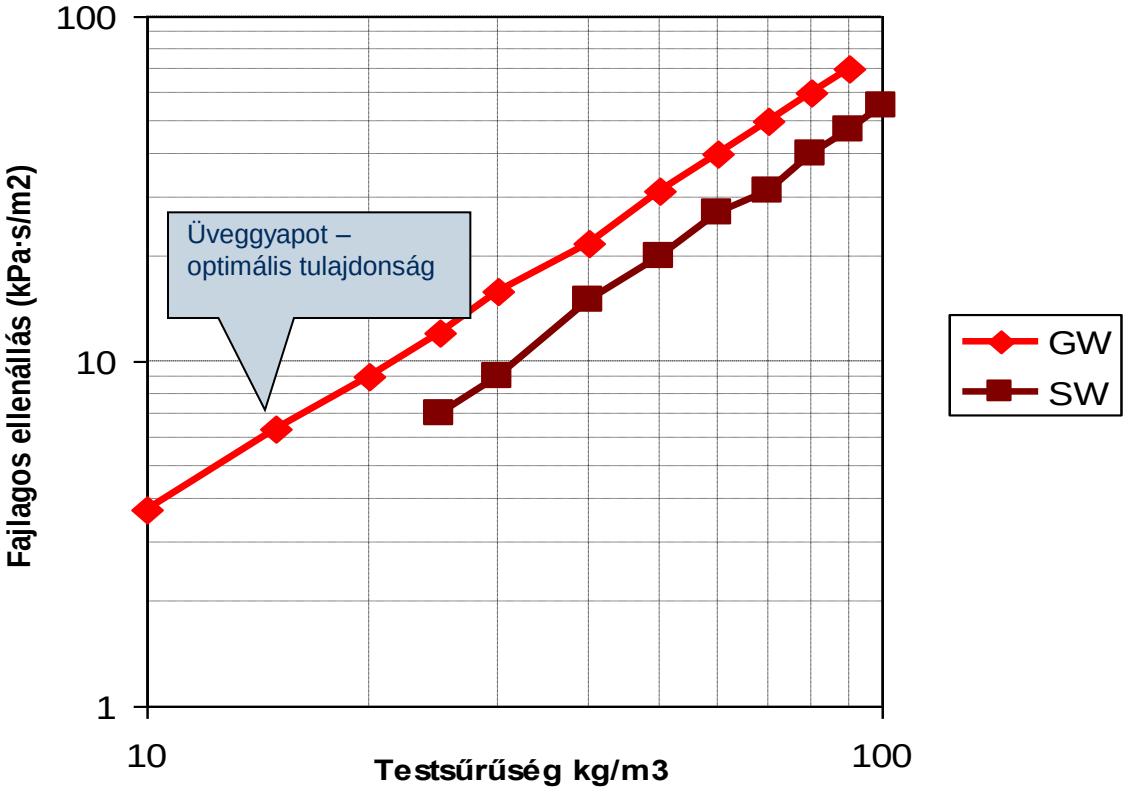
A legideálisabb érték 5 kPa s/m2

Nem jó hangelnyelő = Alacsony szigetelés

URSA üveggyapot – legjobb akusztikai tulajdonságok

URSA üveggyapot = ideális áramlási ellenállás

Az üveggyapotnak ugyanakkora Rs/légáteresztő képességhez kisebb sűrűség kell, mint a kőzetgyapotnak, ami **gazdasági szempontból sokkal hatékonyabb**, **környezetvédelmi szempontból sokkal fenntarthatóbb**.



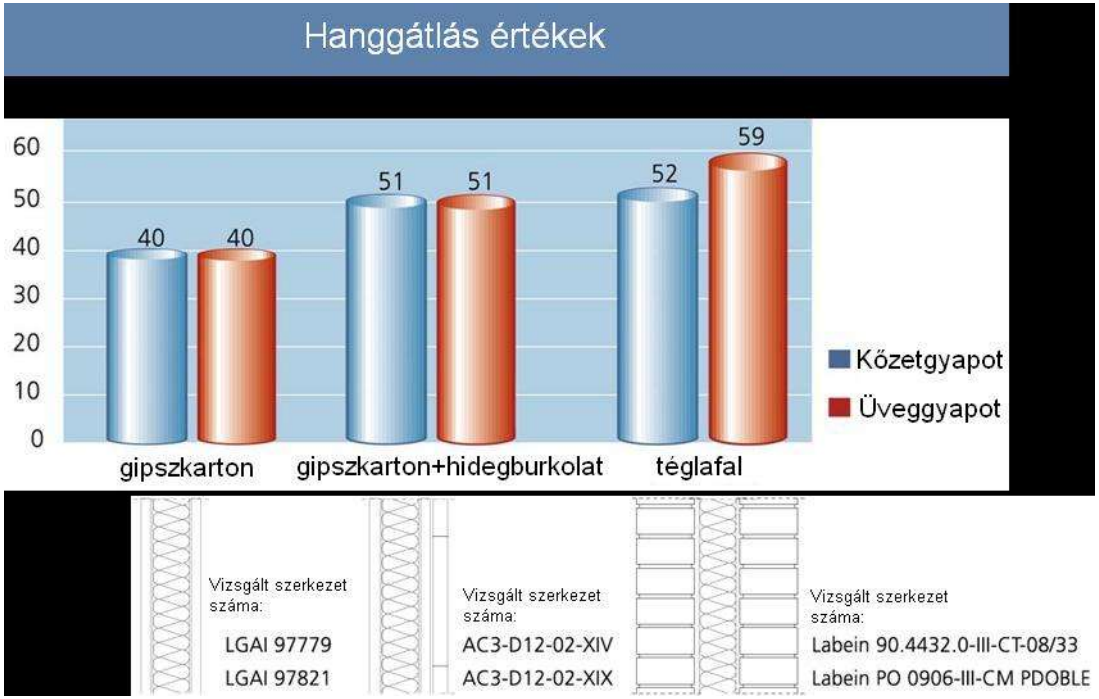
Source: Tor Erik Vigran, Building acoustics, pag 197.

Összefoglaló:
A grafikon azt mutatja, hogy amíg az üveggyapot 15kg/m3-es sűrűséggel eléri az ideális Rs értéket, addig a kőzetgyapot 25kg/m3-es körüli sűrűséggel éri el ugyanezt az értéket. Ez sem gazdasági, sem környezetvédelmi szempontból nem előnyös.

URSA üveggyapot – legjobb akusztikai tulajdonságok

A nagyobb sűrűség nem egyenlő a jobb akusztikai tulajdonsággal

- A grafikonokon két azonos rendszerben elhelyezett anyagnak (üveggyapot és ásványgyapot) a hanggátlását láthatjuk.
- A legtöbb esetben nincs különbség a rendszerek tulajdonságai között, ahol van is egy kicsi, ott az üveggyapot a jobb.



Összefoglaló:
A kőzetgyapot nagyobb sűrűsége egyik rendszer esetében sem jelent jobb akusztikai tulajdonságot.

Érvek az URSA üveggyapot mellett

1. Legjobb akusztikai tulajdonságok

2. Legmagasabb fokú tűzállóság

3. Legjobb ár/érték arány

4. Legkönnyebb kezelhetőség

5. Legkisebb környezetkárosítás

URSA üveggyapot – legmagasabb fokú tűzállóság

Az üveggyapot növeli az akusztikus szerkezetek tűzállóságát

A kiváló akusztikai szigetelése mellett a válaszfalakban alkalmazott **üveggyapot gondoskodik** a legszigorúbb tűzvédelmi szabványok teljesítéséről is.
Teszt eredmények azt mutatják, hogy az üveggyapottal alkalmazott rendszerek teljesítik **REI 60-tól REI 120-ig** a tűzállóságot.

Ami miatt a **gipszkarton válaszfalak jó tűzállóságúak**, az a **gipsz** tűzzel szemben tanúsított **hatékony ellenállása**. A sima gipsz ($CaSO_4.2H_2O$) kb. 21%-ban tartalmaz kémiai eljárás során előállított víz és kristály kombinációját, valamint 79%-ban kálcium-szulfátot, ami 1200°C-ig ellenáll a tűznek.

Az **üveggyapotot** olyan akusztikai rendszerekben alkalmazzák, melyek **nem gyúlékonyak**. Ez a tulajdonság a nem organikus voltából származik, **erősíti és tökéletesíti a fal tűzállóságát**. Így további előnye, hogy a kiürítés alatt az épületszerkezetek stabilabbak.

URSA üveggyapot – legmagasabb fokú tűzállóság

Olvadáspont, tűzzel való reakció és tűzállóság

Olvadás pont az a hőmérséklet, amikor a szilárd test folyékonnyá válik. Az olvadáspontot nem érheti el az üzemi hőmérséklet.

Tűzzel való reakció (RTF) **az a tulajdonsága egy anyagnak**, ami leírja, mennyire gyullad meg az anyaga, amikor tűz éri.

- Az üveggyapot a lehető legmagasabb RTF Euroclass besorolást teljesíti: A1s1d0.

Tűzállóság az **épületszerkezet jellemzője**: Egy épületszerkezet tűzosztálya (pl. egy szárazépítésű falszerkezet) nem nagyon függ az alkalmazott szálas anyagtól, inkább a beépített gipszkarton mennyisége és a kivitelezés minősége határozza meg.

- Jól látható **különbség van a tűzgátlás és a tűzállóság között**.
- **A tűzgátló anyagokat** a szerkezeti épületelemek (pl. fém pillérek) és technikai berendezések védelmére használják (boilerek, magas-hőmérsékletű csövek). **Ezek az anyagok nem kifejezetten alkalmazhatóak akusztikus szerkezeteknél**.

Összefoglaló:
Hangszigetelő szerkezeteknél az olvadáspont irreleváns, azoknál az épületszerkezeteknél pedig, ahol fontos, ott nem az olvadáspont, hanem az anyag tűzállósága a mértékadó.

URSA üveggyapot – legmagasabb fokú tűzállóság

Épületszerkezetek esetén a tűzállóság kulcsfontosságú tulajdonság

- A tűzállóság kapcsán használt leggyakoribb jelölés – **REI – osztály**
  - **R – teherbíró képesség** – az adott tűzben minimum ennyi ideig (pl. 30 perc) tartja meg teherbíró képességét a vizsgált szerkezet.
  - **E – sértetlenség** – az adott tűzben minimum ennyi ideig (pl. 30 perc) tartja meg szilárdságát a vizsgált szerkezet.
  - **I - szigetelés** – az a minimális idő, amíg a szerkezet hideg oldala egy bizonyos hőmérsékletre fel nem hevül – amely általában 140 .
- **A REI mértékegysége perc**: 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240
- Egy épületszerkezet tűzvédelmi osztálya (pl. egy szárazépítésű szerkezet) nem nagyon függ az alkalmazott szálas anyagtól, inkább a beépített gipszkarton mennyisége és a kivitelezés minősége határozza meg. Tűzállóság szempontjából nagy eltérés nincs az üveggyapot és az ásványgyapot között. Ugyanolyan rendszereknél mind a két szerkezetnek ugyanaz a REI osztálya.

Összefoglaló:
Épületszerkezeteknél magas REI besorolású szálas anyagot alkalmaznak (pl. REI 120). Az üveggyapot és az ásványgyapot is kielégíti ezeket a követelményeket.

Érvek az URSA üveggyapot mellett

1. Legjobb akusztikai tulajdonságok

2. Legmagasabb fokú tűzállóság

3. Legjobb ár/érték arány

4. Legkönnyebb kezelhetőség

5. Legkisebb környezetkárosítás

URSA üveggyapot – legjobb ár/érték arány

Azért, mert:

a. **Kevesebb idő** beépíteni, mint a kőzetgyapotot

b. **Kevesebb költség/dB** mint a kőzetgyapotnál

c. **Kevesebb az egész rendszer költsége**, mint a dupla rétegrendű gipszkarton szerkezeteké

URSA üveggyapot – legjobb ár/érték arány

Az üveggyapotot beépíteni kevesebb idő, mint az ásványgyapotot

Az URSA végeztetett egy **független tanulmányt** arról, hogy ugyanazt a szerkezetet a két különböző anyag felhasználásával **mennyi idő** alatt lehet megépíteni.

A kiválasztott anyagok:

- Üveggyapot hengerek
- Kőzetgyapot hengerek és panelek

Hogy összehasonlíthatóak legyenek az eredmények, két azonos házat választottak ki Ausztriában.

URSA üveggyapot – legjobb ár/érték arány

Az üveggyapot használatával a beépítési idő több, mint 40%-a takarítható meg

A tanulmány szerint 278 percet vett igénybe, hogy beépítsék a kőzetgyapot paneleket.

Ugyanabba a felületbe az üveggyapot tekercs beépítése mindössze 145 percet vett igénybe. Ez világosan mutatja a különbséget az üveggyapot henger és a kőzetgyapot panel között.

Összességében 48%-át spóroljuk meg az időnek az üveggyapot tekercs használatával, mint a kőzetgyapot panel alkalmazásával.

Összehasonlítva az üveggyapot tekercset a kőzetgyapot tekerccsel az időmegtakarítás szintén magas volt. Az üveggyapot beszerelése ugyanabba a szerkezetbe 67 perccel kevesebb volt, ezzel az idő 32%-át spórolták meg.

	Üveggy. tekercs	Kőzetgy. tekercs	Kőzetgy. panel
Idő (perc)	145	212	278
Az üveggyapottal megtakarított idő (%)	n/a	32%	48%

Összefoglaló:
Az üveggyapot használatával - szemben a kőzetgyapottal - több, mint 40%-át meg lehet takarítani a beépítési időnek.

URSA üveggyapot – legjobb ár/érték arány

Az üveggyapot optimális ár/érték arányt kínál

Az URSA végeztetett egy tanulmányt arra vonatkozóan, hogy mennyibe kerül a különböző szigetelő anyagok beépítése ugyanabba a falszerkezetbe. Azt is vizsgálták, hogy ez hány dB-s javulást jelent.

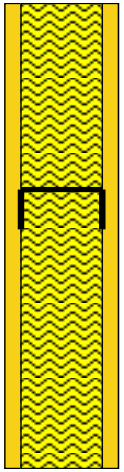
A kiválasztott anyagok:

- Üveggyapot, URSA 34R
- Kőzetgyapot, Rockwool Alpharock

Mindkét anyagot technikai információkkal és árakkal együtt a francia Leroy Merlin honlapjáról választották.

Mindkét anyagot egy szabványos Rw 72/48 válaszfalba építették be

- Dübelezve
- Egy réteg gipszkartonba



URSA üveggyapot – legjobb ár/érték arány

Az üveggyapot a legolcsóbb ár / dB arányú hangszigetelő anyag

	URSA 34 R (1 henger)	RW alpharock (1 panel)	Δ GW vs. SW
hosszúság (mm)	16200	1350	
szélesség (mm)	1200	600	
vastagság (mm)	45	40	
m2	19,44	0,81	
ár / henger / panel*	40,82	6,15	
EUR/m2	**2,10**	**7,59**	**72%**
Rw 72/48 rendszer	44	42	
EUR/dB	**0,05**	**0,18**	**74%**

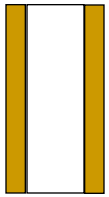
Összefoglaló:
Az **üveggyapot** alkalmazása hangszigetelés esetén a **legolcsóbb megoldás**

* Source: Leroy Merlin web page, 02.09.10. Product specs as per producers‘ documentation
http://www.leroymerlin.fr/mpng2-front/pre?zone=zonecatalogue&idLSPub=1244117943&renderall=on

URSA üveggyapot – legjobb ár/érték arány

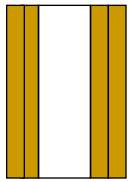
Üveggyapottal kitöltött üreg szemben a kétrétegű gipszkarton rendszerrel

Az egyrétegű gipszkarton fal hangszigetelését vagy úgy lehet növelni, hogy kitöltjük az üreget üveggyapottal, vagy a gipszkartonok számát növeljük, esetleg mind a két megoldást alkalmazzuk egy időben.



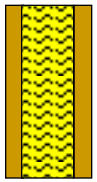
1. eset
Ref:URSA DB nº 102
Rw(C;Ctr)= **39**(-2;-5)
Ár (CYPE 2010.m) =28,51 €/m2

Gipszkartonok duplázása



3. eset
Ref:URSA DB nº 74
Rw(C;Ctr)= **44**(-2;-6)
Ár (CYPE 2010.m) =41,06 €/m2

URSA üveggyapot alkalmazása



2. eset
Ref:URSA DB nº 340
Rw(C;Ctr)= **45**(-3;-9)
Ár (CYPE 2010.m) =34,95 €/m2

URSA üveggyapot – legjobb ár/érték arány

Az üveggyapot alkalmazása kiválóan ötvözi a **jó akusztikai és tűzállósági tulajdonságok**at, emellett az **ára is kedvező**.

	Gipszkarton típusa	Légrés és kitöltése	Hanggátlási értéke	Tűzvédelmi osztálya	Ára (EUR/m²)
✗	15 mm sima	50 mm üres	39(-2;-5)	--	28,51
✓	15 mm sima	50 mm üveggyapottal	45(-3;-9)	--	34,95
✗	2*13 mm sima	50 mm üres	44(-2;-6)	--	41,06
✓	2*13 mm sima	50 mm üveggyapottal	51(-3;-9)	EI 60	47,49
✓	2*13 mm tűzgátló	50 mm üveggyapottal	51(-3;-9)	EI 120	55,57
✓	2*15 mm sima	50 mm üveggyapottal	52(-2;-7)	EI 90	51,11
✓	2*15 mm tűzgátló	50 mm üveggyapottal	52(-2;-7)	EI 120	63,55

Összefoglaló:
Az üreges kétrétegű gipszkarton válaszfalakat kerülni kell. Akusztikai, tűzvédelmi és gazdasági szempontból is az a leghatékonyabb, ha a válaszfalak üregeit üveggyapottal kitöltjük.

Érvek az URSA üveggyapot mellett

1. Legjobb akusztikai tulajdonságok

2. Legmagasabb fokú tűzállóság

3. Legjobb ár/érték arány

4. Legkönnyebb kezelhetőség

5. Legkisebb környezetkárosítás

URSA üveggyapot – a legfelhasználóbarátabb szigetelő

Az URSA üveggyapot a legfelhasználóbarátabb hangszigetelő anyag

- **Magas összenyomhatóság**, így könnyen és gyorsan lehet szállítani
- Az **anyag könnyen kezelhető** és nem pazarolunk időt a méretezésre, miközben vágjuk.
- Az anyag **rugalmas természete** folytán teljesen kitölti a réseket, így elkerülhetőek a hanghidak. Ezáltal a rendszer kiváló akusztikai tulajdonságú lesz.

Ezzel szemben a **kőzetgyapot** panelek törékenyek és vigyázni kell, hogy ne törjenek el. Ennek következtében a beépítésükkor sokkal könnyebben alakulhatnak ki **hanghidak**.

Összefoglaló:
Az üveggyapot könnyebb és sokkal eredményesebb beépítést tesz lehetővé.

Érvek az URSA üveggyapot mellett

1. Legjobb akusztikai tulajdonságok

2. Legmagasabb fokú tűzállóság

3. Legjobb ár/érték arány

4. Legkönnyebb kezelhetőség

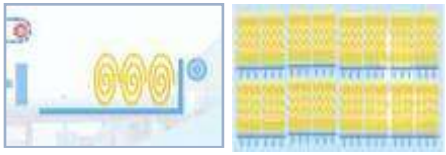
5. Legkisebb környezetkárosítás

URSA üveggyapot – legkisebb környezetkárosítás

Az URSA üveggyapot használja ki a leghatékonyabban a környezeti erőforrásokat

A legfontosabb okok, amelyek miatt az üveggyapot kiváló környezeti egyensúlyt biztosít:

Az üveggyapot előállításához nem kell nagy háttérintézmény.



Azáltal, hogy összenyomható az anyag, tekintélyes energiát spórolhatunk meg a munkaszervezésen (könnyebb logisztika).

Az üveggyapot előállításánál az URSA 50%-ban újrahasznosított üveget használ fel.

URSA üveggyapot – legkisebb környezetkárosítás

Az URSA üveggyapot használja ki a leghatékonyabban a környezeti erőforrásokat

Legfontosabb következtetések:

- Az üveggyapot környezetvédelmi egyensúlyt teremt azáltal, hogy az élettartama alatt a legkevesebb CO_2 –t bocsátja ki.
- Pl. Franciaországban az üveggyapottal 243-szoros időt spórolnak meg az előállítás, a szállítás és a beépítés alatt.

URSA eco-egyensúly: energia

1 ● ●●●

URSA üveggyapot – legkisebb környezetkárosítás

Az URSA üveggyapot használja ki a leghatékonyabban a környezeti erőforrásokat

	URSA 34 R (1 henger)	RW alpharock (1 panel)	Az URSA üveggyapot előnyei
hosszúság (mm)	16200	1350	
szélesség (mm)	1200	600	
vastagság (mm)	45	40	
m2	19,44	0,81	
m3	0,875	0,032	
kg/m3	15	70	
kg/m2	0,675	2,8	76%
Rw 72/48 rendszer	44	42	
kg/dB	**0,015**	**0,067**	**77%**

Összefoglaló:
Az üveggyapot 77%-kal kevesebb természeti erőforrást igényel, mint a kőzetgyapot. Emellett jobbak a tulajdonságai is.

•* Source: Leroy Merlin web page on the 2nd of Septemer 2010. Product specs as per producers‘ documentation

http://www.leroymerlin.fr/mpng2-front/pre?zone=zonecatalogue&idLSPub=1244117943&renderall=on

IV. Érvek az URSA üveggyapot mellett

1. Érvek az URSA üveggyapot mellett
   - Legjobb akusztikai tulajdonságok
   - Legmagasabb fokú tűzállóság
   - Legjobb ár/érték arány
   - Legkönnyebb kezelhetőség
   - Legkisebb környezetkárosítás

2. **Az akusztikai szerkezeteknél alkalmazott URSA üveggyapot előnyei**

Az akusztikai szerkezeteknél alkalmazott URSA üveggyapot előnyei

Az URSA üveggyapot ideális termék az akusztikai komfort javítására.

A következő diákon olyan részletes mérési eredményeket láthatunk, melyek a különböző üveggyapottal kombinált akusztikai szerkezetek előnyeit mutatják be.

URSA üveggyapot és a hangszigetelés

Akusztikai tulajdonságok és a sűrűség

Ez a dia az üveggyapot és ásványgyapot hangszigetelését mutatja **léghang esetén, gipszkarton rendszereknél**.

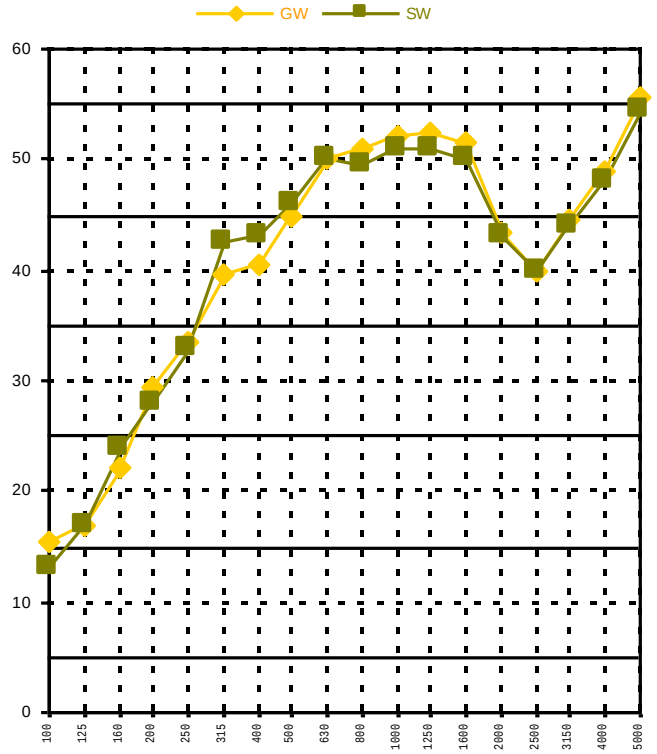
GK15+MiWo50mm+GK15

Üveggyapot

Rw(C;Ctr) = 41(-3;-9) R_A = 38 dBA
Test LGAI nº 97778

Kőzetgyapot

Rw(C;Ctr) = 40(-3,-9) R_A = 37 dBA
Test LGAI nº 97821



A kőzetgyapotból sokkal sűrűbb anyaggal lehet elérni kicsit rosszabb eredményeket, mint az üveggyapottal

Forrás: URSA mérések

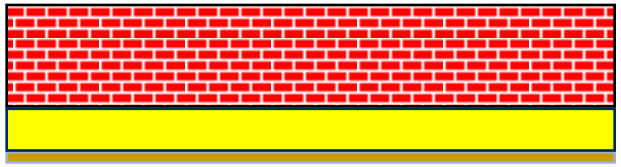
URSA üveggyapot és a hangszigetelés

Akusztikai tulajdonságok és a sűrűség

A következő grafikonokon az üveggyapot és kőzetgyapot **lég-hanggátlásának** eredményeit láthatjuk **szárazvakolatú téglafal** esetén.

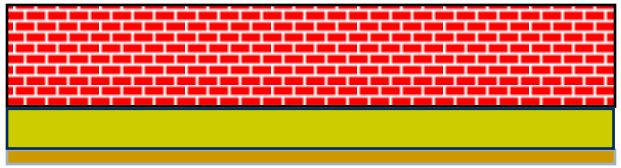
Lyukacsos tégla 7+vakolat PB10+ MiWo50 mm

Üveggyapot

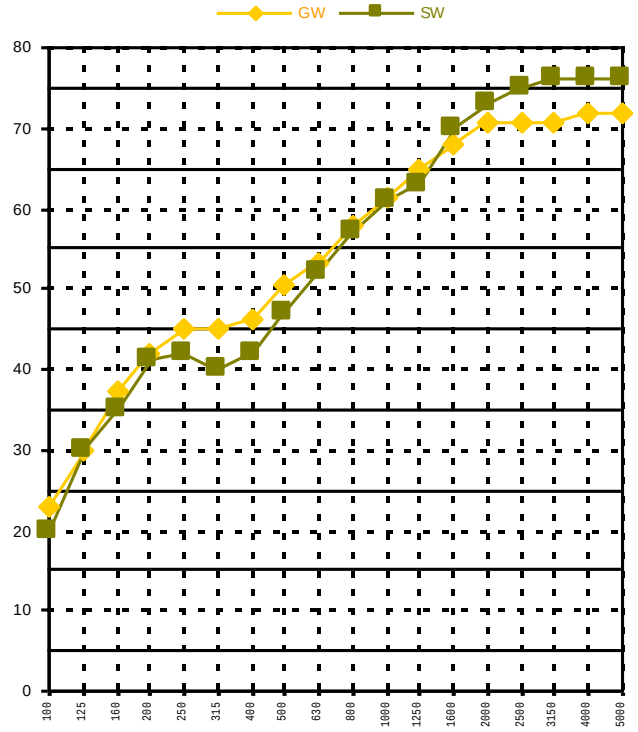


Rw(C;Ctr) = 53(-3;-11) R_A = 50 dBA
Test UPV nº 18LH7 TF1

Kőzetgyapot



Rw(C;Ctr) = 49(-3;-10) R_A = 46 dBA
Test UPV nº22LH7TL1



Az üveggyapot kisebb sűrűségű, mégis nagyobb a hanggátlása, mint a kőzetgyapotnak.

Forrás: URSA mérések

URSA üveggyapot és a hangszigetelés

Akusztikai tulajdonságok és a sűrűség

A következő grafikonokon az fém tartóval rögzített üveggyapot és kőzetgyapot **lég-hanggátlásának** összehasonlítását láthatjuk **szárazvakolatú betonfal** esetén.

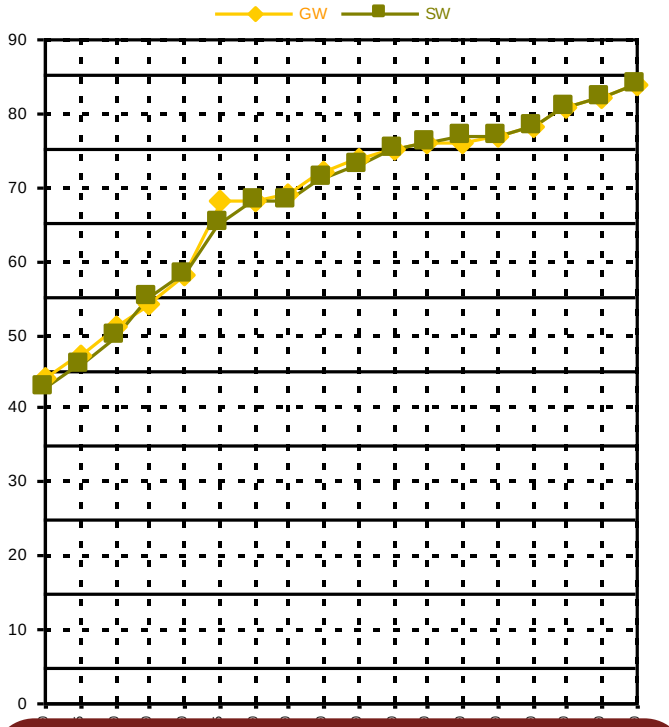
Beton 16 + védőburkolat PB10 + MiWo30 mm

Üveggyapot

Rw(C;Ctr) = 69(-2;-8) R_A = 67 dBA
Test CSTB 713-940-0168/2

Kőzetgyapot

Rw(C;Ctr) = 69(-2;-9) R_A = 67 dBA
Test CSTB 713-940-0168/2



A grafikonon az látható, hogy az üveggyapot **kisebb sűrűséggel jobb akusztikai tulajdonsággal bír, mint a kőzetgyapot.**

Forrás: URSA mérések

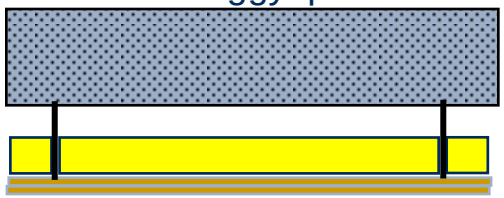
URSA üveggyapot és a hangszigetelés

Akusztikai tulajdonságok és a sűrűség

Ezen a dián az üveggyapot és a kőzetgyapot **lég-hanggátlásának** összehasonlítását láthatjuk **gipszkarton álmennyezet esetén**.

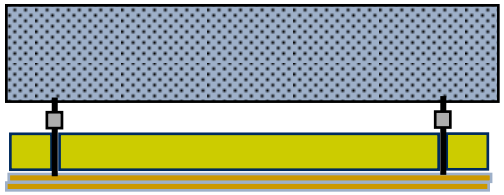
Beton 14+ MiWo50mm+2GK13

Üveggyapot

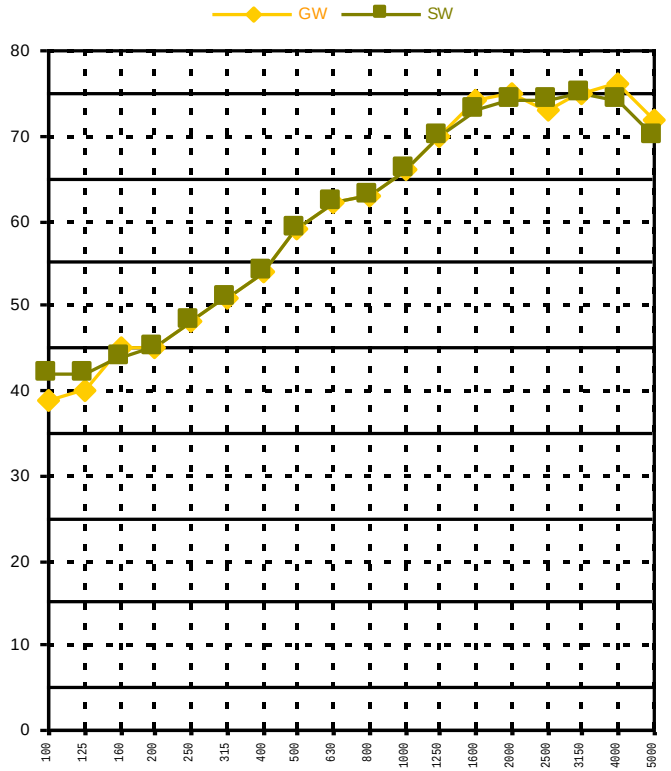


Rw(C;Ctr) = 60(-1;__) R_A = 59 dBA
Test AC3 D3 97 XVI

Kőzetgyapot



Incorporating Silentblock
Rw(C;Ctr) = 60(-1;__) R_A = 59 dBA
Test AC3 D3 97 XVIII



Az üveggyapotnak magas a hanggátlása és kisebb a sűrűsége.

Forrás: URSA mérések

URSA üveggyapot és a hangszigetelés

Akusztikai tulajdonságok és a sűrűség

Ezen a dián az üveggyapot és a kőzetgyapot **lépés-hanggátlásának** összehasonlítását láthatjuk **gipszkarton álmennyezet esetén**.

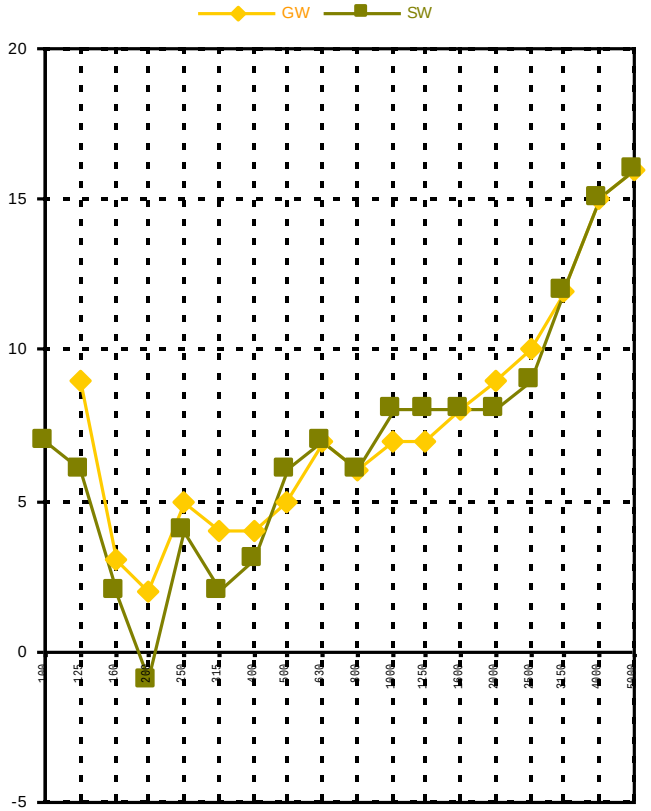
Beton 14 + MiWo50 mm + 2GK13

Üveggyapot

ΔLw = 9
Test AC3 D3 97 XVI

Kőzetgyapot

Incorporating Silentblock
ΔLw= 9
Test AC3 D3 97 XVIII



Forrás: URSA mérések

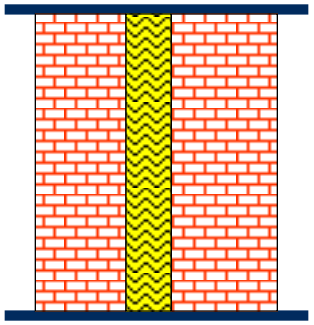
URSA üveggyapot és a hangszigetelés

Akusztikai tulajdonságok és a sűrűség

A következő grafikonokon az üveggyapot és kőzetgyapot **lég-hanggátlásának** eredményeit láthatjuk **rugalmas rögzítésű tömör falak** esetén.

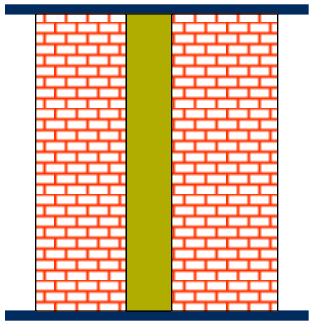
Nagyméretű tégla 7 cm + MiWo 40 mm + Nagyméretű tégla 7 cm.

Üveggyapot



R_A = 61,6 dBA
Test Audiotec CTA 245/09/AER
22 Kg/m3 sűrűségű üveggyapot

Kőzetgyapot



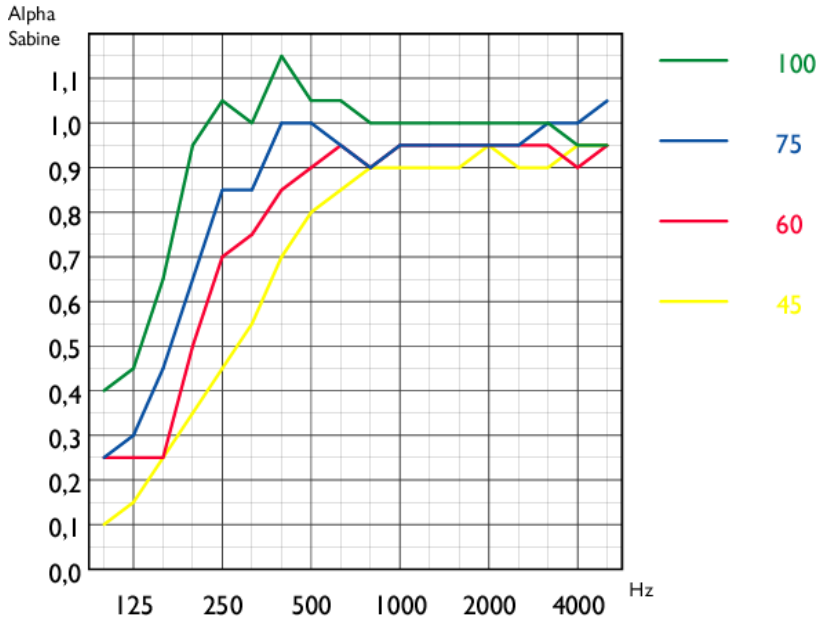
R_A = 56,1 dBA
Test Silensis B0141-IN-CT-04 II
70 Kg/m3 sűrűségű kőzetgyapot

Forrás: URSA mérések

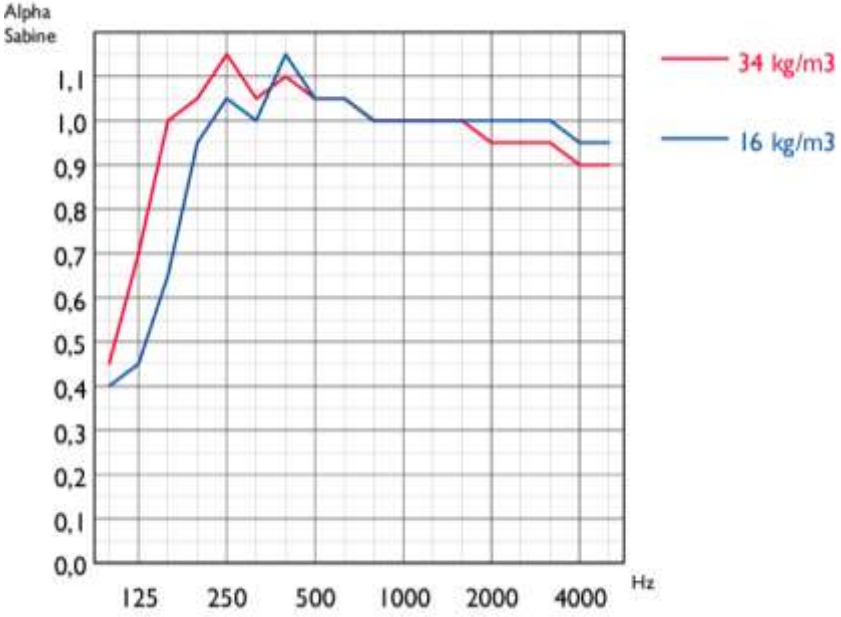
URSA üveggyapot és hangelnyelés

Az anyagvastagság pozitív hatással van az elnyelésre, míg a sűrűség nem.

Vastagság
(Sűrűség ~16Kg/m3)



Sűrűség
(Vastagság~100mm)



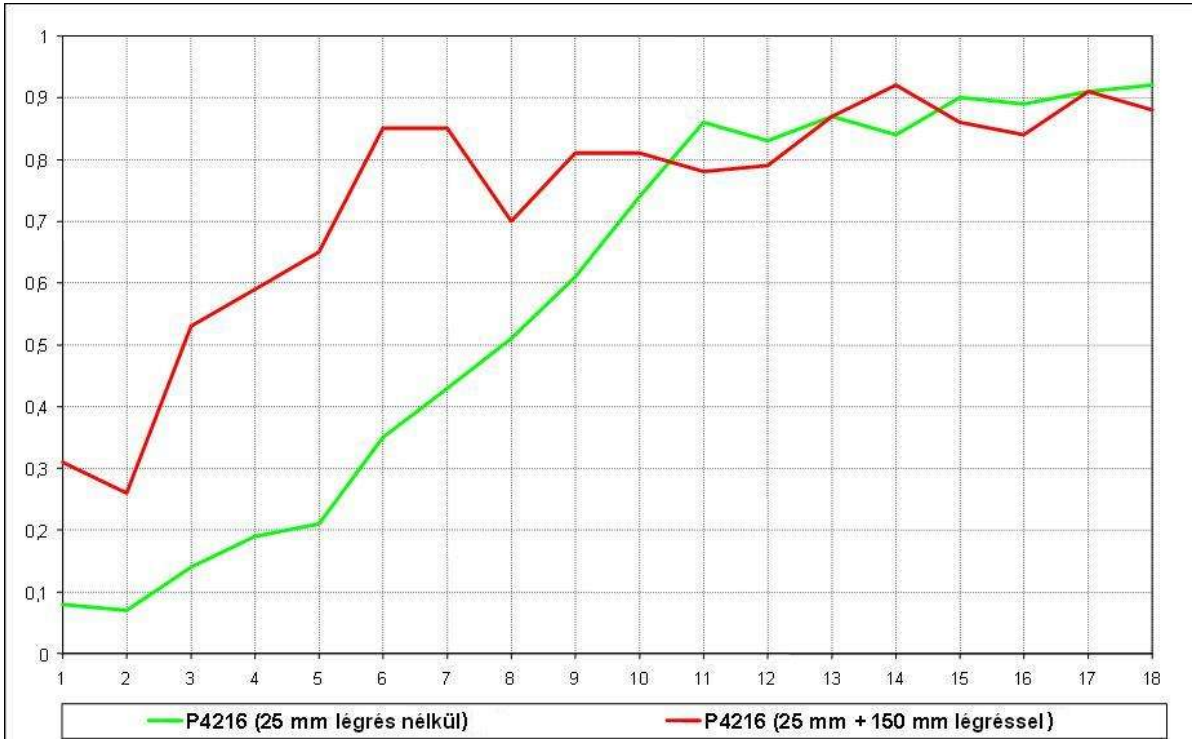
Az anyagvastagság hatással van a termék hangelnyelési tényezőjére.

A sűrűség nincs hatással az termék hangelnyelési tényezőjére.

Forrás: URSA mérések

URSA üveggyapot és hangelnyelés

Légrés hatása

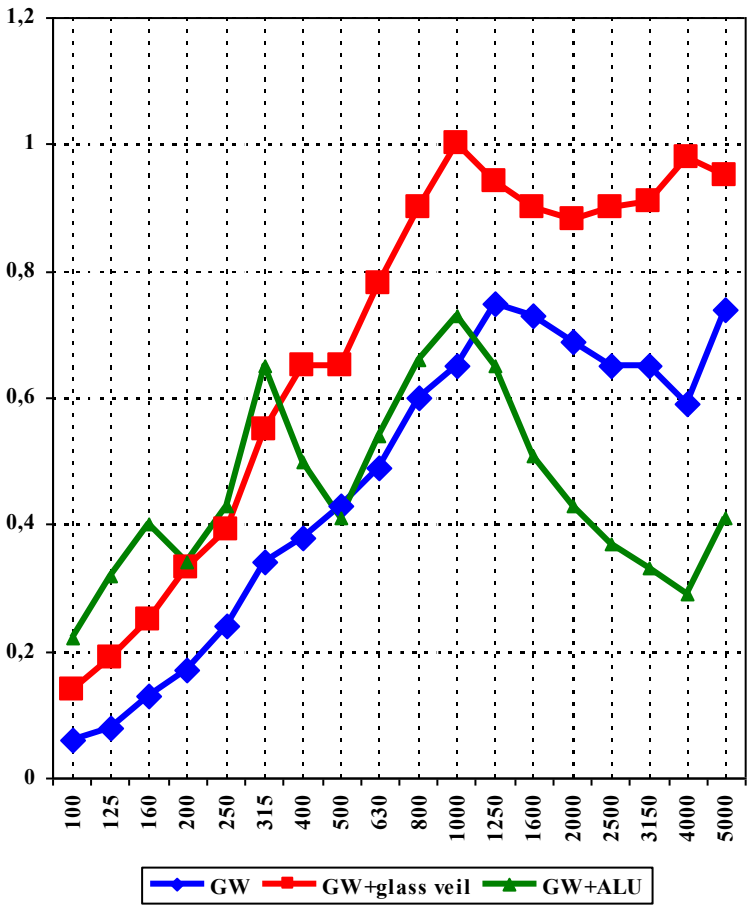


A grafikonról leolvasható, hogy a légrés (főleg alacsony frekvenciákon) növeli az üveggyapot hangelnyelési tényezőjét. Minél nagyobb a légrés, annál több energia tud átalakulni hővé.

Forrás: URSA mérések

URSA üveggyapot és hangelnyelés

Kőzetgyapot felületének hatása a hangelnyelési tulajdonságokra



Forrás: URSA mérések

A felület jelentős hatással van a hangelnyelésre. Az áteresztő felületek pozitív hatással vannak a hangelnyelési tényezőre, míg a nem áteresztők nem (főleg a magas frekvenciákon).

V. Akusztikai szoftver

Szakmai célkitűzések

Jó, ha tudjuk, hogy…

Az URSA-nál kifejlesztettünk egy sor szabadalmaztatott szoftveres alkalmazást a hanggátlás és a hangelnyelés kalkulálásához.

- Akusztikai adatbázis
- URSA szoftver hanggátlási szintek becslésére épületekben
- Akusztikai szótár

V. Akusztikai szoftver

1. Akusztikai adatbázis

2. URSA szoftver

3. Akusztikai szótár

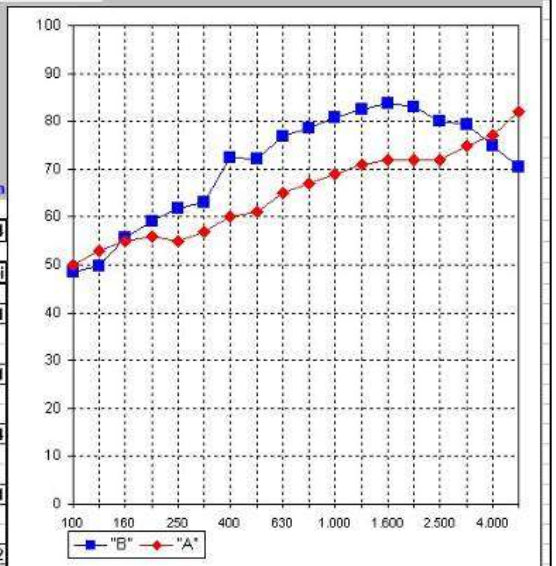
Akusztikai adatbázis

R hanggátlási szám alapértékek

Az URSA kifejlesztett egy számítási segédletet, amellyel meghatározható a különböző akusztikai rendszerek hanggátlása.

COMPARACION INDICES DE AISLAMIENTO ACUSTICO

ELEMENTO	"A"		"B"	
Nº	61		247	
	Ladrilo Hueco de 5 "Flotante" + Lana de Vidrio 7 cm + Ladrillo hu		Losa Hormigon 14 cm + PYL 15 Falso Techo 180 mm con M	
ENSAYO	EN LABO		CTA 032/08/AER-1	
TITULAR	Habituales		Afelma	
DESCRIPCION	Ladrilo Hueco de 5 "Flotante" + Lana de Vidrio 7 cm + Ladrillo hueco 5 "Flotante"		Losa Hormigon 14 cm + PYL 15 Falso Techo 180 mm con MW 80mm	
PRODUCTO	Lana de vidrio		MW	
MURO SOPORTE			Losa hormigon 14 cm	
REFERENCIA			Losa Hormigon 14 cm + PYL 13 Fa	
Rw	67	Rrosa	72	Rrosa
C	-2		-2	70,4
Ctr	-5		-8	
f	Ri	Ri	Ri	Ri
100	50		48,6	
125	53	53	49,7	51
160	55		55,6	
200	56		59,1	
250	55	56	61,8	61
315	57		63	
400	60		72,5	
500	61	62	72,2	74
630	65		76,8	
800	67		78,5	
1.000	69	69	80,7	81
1.250	71		82,6	
1.600	72		83,7	
2.000	72	72	82,9	82
2.500	72		80	
3.150	75		79,3	
4.000	77	78	74,8	75
5.000	82		70,4	



Az alkalmazásban lehetőség van kiválasztani az adott rendszert és a rendszer egyes elemeit. Minden számítást független ellenőrzés támaszt alá.

Microsoft Office Excel Worksheet

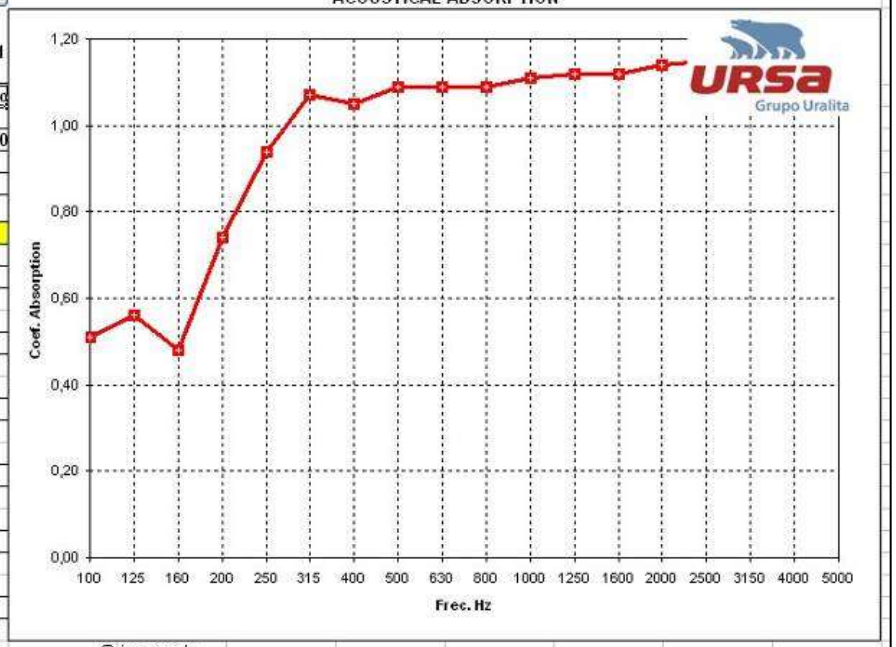
Akusztikai adatbázis – hangelnyelési tényező

Hangelnyelési adatok

Az URSA kifejlesztett egy számítási segédletet, amellyel meghatározható a különböző akusztikai rendszerek hanggátlása.

LIP/S 50mm + TIP/S H 50mm ´|´(current name FDP1 +

Commercial name	LIP/S 50mm + TIP/S H 50mm ´|´(current name FDP1 + FDP3)	
Sponsor	PFLEIDERER NOVOTERM d.g	
Thickness	50mm+50 mm	
Test nº	Nr. P 703/99-510-3; 22.02.2000	
Facing	None	
Nominal density	15&31	
α_w	1,13H	
f	α	α
100	0,51	
125	0,56	0,52
160	0,48	
200	0,74	
250	0,94	0,92
315	1,07	
400	1,05	
500	1,09	1,08
630	1,09	
800	1,09	
1000	1,11	1,11
1250	1,12	
1600	1,12	
2000	1,14	1,14
2500	1,15	
3150	1,20	
4000	1,30	1,28
5000	1,33	



© josep sole

Az alkalmazásban lehetőség van kiválasztani az adott rendszert és a rendszer egyes elemeit. Minden számítást független ellenőrzés támaszt alá.

Microsoft Excel Worksheet

V. Akusztikai szoftver

1. Akusztikai adatbázis

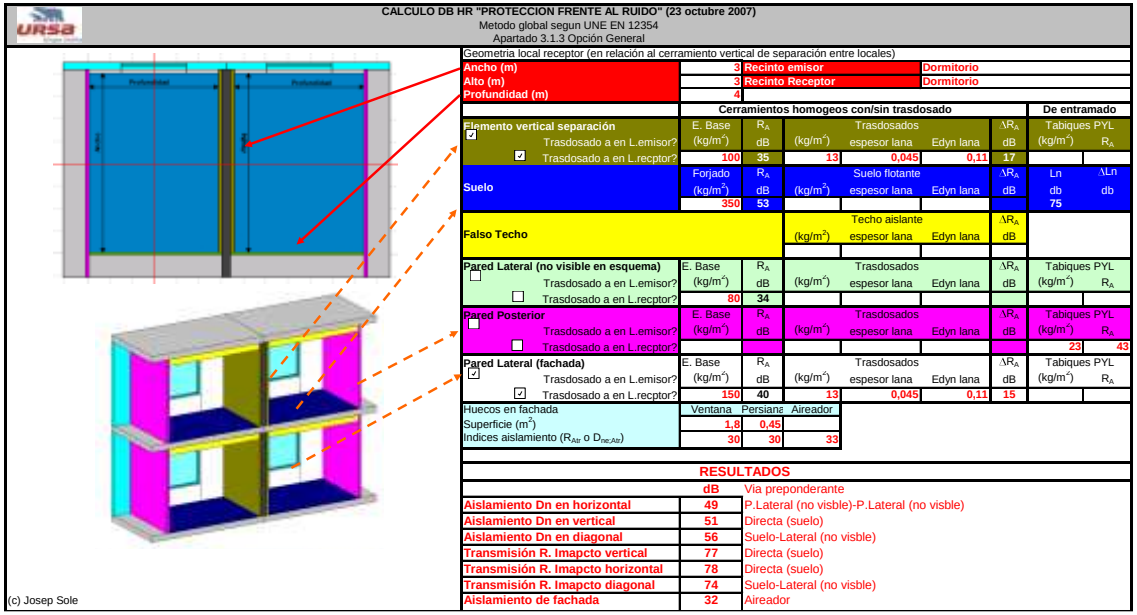
2. URSA szoftver

3. Akusztikai szótár

URSA szoftver

Hangterjedési tényezők

Az URSA által kifejlesztett programmal több épület elem figyelembe vételével végezhetők az akusztikai számítások.



CALCULO DB HR "PROTECCION FRENTE AL RUIDO" (23 octubre 2007)
Metodo global segun UNE EN 12354
Apartado 3.1.3 Opción General

Geometria local receptor (en relación al cerramiento vertical de separación entre locales)

Ancho (m)	3	Recinto emisor	Dormitorio
Alto (m)	3	Recinto Receptor	Dormitorio
Profundidad (m)	4		

Cerramientos homogeos con/sin trasdosado								De entramado	
Elemento vertical separación	E. Base (kg/m²)	R_A dB	Trasdosados (kg/m²)	espesor lana	Edyn lana	ΔR_A dB	Tabiques PYL (kg/m²)	R_A	
☑ Trasdosado a en L.emisor?									
☑ Trasdosado a en L.recptor?	100	35	13	0,045	0,11	17			
Suelo	Forjado (kg/m²)	R_A dB	Suelo flotante (kg/m²)	espesor lana	Edyn lana	ΔR_A dB	Ln db	ΔLn db	
	350	53					75		
Falso Techo			Techo aislante (kg/m²)	espesor lana	Edyn lana	ΔR_A dB			
Pared Lateral (no visible en esquema)	E. Base (kg/m²)	R_A dB	Trasdosados (kg/m²)	espesor lana	Edyn lana	ΔR_A dB	Tabiques PYL (kg/m²)	R_A	
☐ Trasdosado a en L.emisor?									
☐ Trasdosado a en L.recptor?	80	34							
Pared Posterior	E. Base (kg/m²)	R_A dB	Trasdosados (kg/m²)	espesor lana	Edyn lana	ΔR_A dB	Tabiques PYL (kg/m²)	R_A	
☐ Trasdosado a en L.emisor?									
☐ Trasdosado a en L.recptor?							23	43	
Pared Lateral (fachada)	E. Base (kg/m²)	R_A dB	Trasdosados (kg/m²)	espesor lana	Edyn lana	ΔR_A dB	Tabiques PYL (kg/m²)	R_A	
☑ Trasdosado a en L.emisor?									
☑ Trasdosado a en L.recptor?	150	40	13	0,045	0,11	15			

Huecos en fachada	Ventana	Persiana	Aireador
Superficie (m²)	1,8	0,45	
Indices aislamiento (R_{Air} o $D_{ne,Air}$)	30	30	33

RESULTADOS

	dB	Via preponderante
Aislamiento Dn en horizontal	49	P.Lateral (no visble)-P.Lateral (no visble)
Aislamiento Dn en vertical	51	Directa (suelo)
Aislamiento Dn en diagonal	56	Suelo-Lateral (no visble)
Transmisión R. Imapcto vertical	77	Directa (suelo)
Transmisión R. Imapcto horizontal	78	Directa (suelo)
Transmisión R. Imapcto diagonal	74	Suelo-Lateral (no visble)
Aislamiento de fachada	32	Aireador

(c) Josep Sole

V. Akusztikai szoftver

1. Akusztikai adatbázis

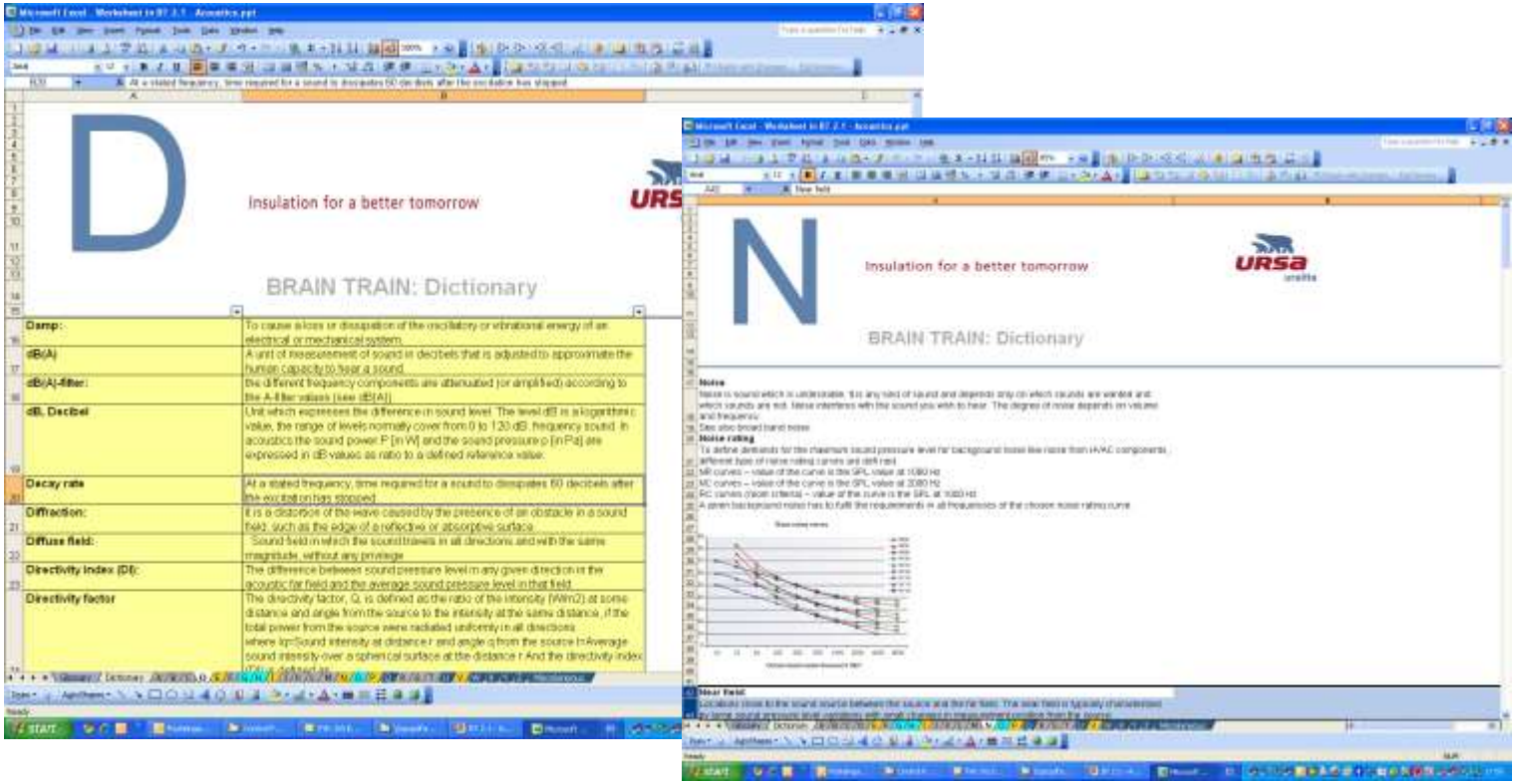
2. URSA szoftver

3. Akusztikai szótár

Akusztikai szótár

Az URSA kidolgozott egy **akusztikai szótárat** azzal a céllal, hogy az akusztikai kifejezések, fogalmak és összefüggések könnyen értelmezhetők legyenek.

Microsoft Excel Worksheet



Köszönjük a figyelmet!

Gracias por su atención

Thanks for your attention

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Спасибо за внимание