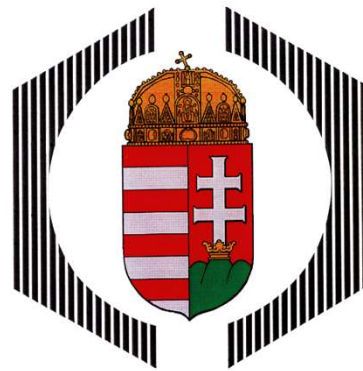


Akusztika az egészségügyi műszaki tervezésben

Szakmai továbbképzés

Pólya Endre



Áttekintés

- Orvostechnológiáról
- Akusztikáról és zajvédelemről
- Zavaró hatások
- Megoldási lehetőségek
- Utólagos zavar-elhárítás
- Jogszabályok, szabványok
- Szakirodalom

Orvostechnológus helye, szerepe az építési beruházás során

- Az orvostechnológia egy speciális szakterület, amely összeköttetést biztosít az orvosi-egészségügyi és a műszaki szakterületek között, az egészségügyi ellátás sajátos működési feltételeit biztosító technológia. Az orvostechnológia alapvető feladata a szükséges higiéniai, sterilitási, életvédelmi és sugárvédelmi előírások figyelembevétele, valamint a megfelelően elkülönített közlekedési útvonalak (betegforgalom, látogató forgalom, anyag és eszköz szállítás stb.) biztosítása is.
- Orvostechnológus szakember szükséges a kórházak tervezése során a technológiai tervek elkészítéséhez, a kórházak építéséhez, továbbá az intézmények üzemeltetéséhez. A műszaki ismeretek mellett ismernie kell az egészségügyi ellátási munkafolyamatokat és az ellátáshoz szükséges előírásokat.
- Az orvostechnológus tervező összekötő kapcsolatot biztosít az egészségügyi szakmai igényeket meghatározó orvosszakmai program és az épületet tervező munkacsoport szakágai között, azaz az orvosi igényeket műszaki követelményekre fordítja le.

Orvostechnológia - az orvostechnológus feladatai

A **betegellátáshoz** (diagnosztika, terápia, megelőzés, ápolás, gondozás, rehabilitáció stb.) **szükséges műszaki feltételek komplex biztosítása**:

- segít meghatározni, pontosítani az orvosszakmai programot
- közreműködik a helyiségkapcsolatok megfelelő kialakításában
- kialakítja a technológiához szükséges belső elrendezést
- **meghatározza az egyes helyiségek műszaki-technikai feltételeit a bennük folyó tevékenység és a szükséges gépi berendezések, eszközök igényei alapján**
- **műszaki adatokat szolgáltat a társtervezőknek**
- közreműködik a hatósági, szakhatósági egyeztetésekben

Az orvostechnológia és a többi szakág



Alapvető orvostechnológiai szempontok

- Térszervezés – munkafolyamat
- Térformálás – ergonómia, technológiai berendezések
- Burkolatok – higiénia, időtálló
- Térhatárolás – flexibilitás
- Elektromos hálózatok – biztonság
- Gépészeti rendszerek – higiénia, munkaegészségügy, technológia
- Belsőépítészet – komplex munkafolyamatok, esztétika
- Összeségében: fenntarthatóság

Akusztikai tagozat szakmai területei

- **Épületakusztika**
- **Teremakusztika**
- **Zaj és rezgés elleni védelem**
- **Gépészeti akusztika**
- **Áramlásakusztika**
- **Elektroakusztika**
- **Zenei akusztika**
- **Járművek akusztikája (pl. aeroakusztika)**
- **Fiziológiai akusztika**
- **Ultrahang akusztika**
- **Vízalatti akusztika**
- **Rezgésakusztika**
- **Pszichoakusztika**
- **Akusztikai mérés technika**

Az akusztikai tagozat szakmai területei közé nem tartoznak a földrengésekkel kapcsolatos szakterületek.

Az akusztika és zajvédelem tervezésének helye, szerepe az építési beruházás során

- A komplex akusztikai tervezés célja elsősorban az épületek és helyiségek alapfunkciójának, használhatóságának biztosítása és a helyiségek komfortjának növelése.
- Az akusztikai tervezés fő eszközei az ezekhez szükséges épületszerkezetek és belsőépítészeti burkolatok méretezése számítások és mérések útján.

Mi az akusztika?

- Akusztika: más néven ***hangtan***, a hang keletkezésének, terjedésének, elhalásának és ennek az élő szervezetre kifejtett hatásával foglalkozó tudomány.
- Szigorú szakterületi felosztás szerint a fizikán belül az akusztika a klasszikus *mechanika* fejezete. Más szakterületekkel alkotott szoros kapcsolata miatt azonban az **akusztika a fizika külön fejezetének** tekinthető.

Mi az akusztika - folytatás

Tudományág: mechanikai rezgések és hullámok keletkezésével, terjedésével foglalkozik.

Alkalmazási területei:

- **térakusztika**
- **elektroakusztika**
- **műszaki akusztika**

A huzamos emberi tartózkodásra szolgáló helyiségekben a megengedhető maximális zajszintek értékét jogszabályok és nemzetközi (EN, ISO) és magyar (MSZ) szabványok rögzítik.

Az akusztikus és zajvédelmi tervezők feladatai

Koncepcióterv, vázlat, előterv , jóváhagyási terv	Engedélyezési terv	Kiviteli terv
<ul style="list-style-type: none"> • Akusztikai követelmények meghatározása helyiségfunkciók szerint • A meglévő állapot felmérése (felújítás, átalakítás esetén) • Helyiség elhelyezkedés és geometria, teremalak <u>koncepcionális</u> meghatározása 	<ul style="list-style-type: none"> • Akusztikai követelmények meghatározása jogszabályok, szabványok, legjobb <u>gyakorlatok</u> alapján a helyiségfunkciók szerint; helyiségbesorolás • Zaj- és rezgésvédelmi vizsgálatok és a jogszabályban előírt kötelező tervtartalom elkészítése 	<ul style="list-style-type: none"> • Akusztikai követelmények szerinti méretezés • Épületszerkezetek, teremakusztikai burkolatok és gépészeti-akusztikai megoldások méretezése, speciális technológiai rendszerek, elektroakusztikai rendszerek és berendezések, maszkoló rendszerek tervezése, méretezése és elhelyezése • Akusztikai megfelelés-értékelés és műszaki leírás készítése
<p>Megvalósulási terv: akusztikai megfelelés-értékelés, ellenőrző akusztikai mérések elvégzése</p>		

Az akusztikai és zajvédelmi tervezés és a többi szakági tervezés kapcsolata



Munkabiztonság

Veszélyforrás:

- fizikai: munkaeszközök, éles, szűrő, csúszós, hőmérséklet, világítás, áramütés, levegő tisztaság, **ZAJ, REZGÉS**
- veszélyes anyag: gyúlékony, robbanásveszélyes, maró, mérgező, sugárzó
- biológiai: mikroorganizmusok, növények, állatok
- fiziológiai, idegrendszeri és pszichés: pl. monoton munka, nem megfelelő munkakörülmények

Foglalkozás egészségügy

A munkáltató kötelezettsége megteremteni az egészséges és biztonságos munkavégzési körülményeket, előfeltételeket.

A munkakörülmények környezeti elemei:

- a padozattal szemben támasztott követelmények;
- a munkahelyen belüli közlekedés szabályai;
- a világítással szemben támasztott követelmények;
- a szellőztetéssel szemben támasztott követelmények;
- **zaj- és rezgésvédelem;**
- villamos biztonsági követelmények;
- ***sugárvédelem.***

Akusztikai alapismeretek 1. - HANG

A hang: a hallószervünk által felfogott, a levegőben mechanikai hullámként terjedő rezgés.

A hang kettős természetű: **áramlás** és **hullám** természettel rendelkezik.

Közeg áramlás természet:

- instacioner,
- összenyomható,
- kis amplitúdójú

Hullám természet:

- állapot továbbterjedés
- interferencia
- elhajlás
- szóródás
- törés

Jellemzők, mértékegységek

szubjektív

- Halk – hangos
- Mély – magas
- Szép (konszonáns) – diszszonáns
- Érthető – érthetetlen
- Kellemes – kellemetlen
-

objektív

- Hangnyomás
- Hangerő - amplitudó
- Hangmagasság - frekvencia
- Hangszín: alap, felharmonikus
- Zörej
- Jel/zaj viszony
- Terjedési sebesség (függ a közegtől)

Hangerő (hangintenzitás)

A hanghullám intenzitása: a rezgések amplitúdójától függ.

Hangnyomás: A hang által okozott környezeti nyomáseltérés. (Pa (N/m²), W/m²)

Az emberi fül nagyon széles tartományban (10⁻¹² W/m² és 10⁰ W/m² között) érzékel, ezért a hangerősséget egy logaritmikus skálán, az ún. **decibelskálán** mérjük.

A viszonyítási alap az 1000 Hz-es hangnak megfelelő hallásküszöb, amely $I_0 = 10^{-12}$ W/m²-nek felel meg. A hang intenzitását decibelben az

$$n = 10 \cdot \log \frac{I}{I_0}$$

összefüggés adja meg. Mivel az intenzitás a nyomás négyzetével arányos, ez az összefüggés az

$$n = 10 \cdot \log \left(\frac{p}{p_0} \right)^2 = 20 \cdot \log \left(\frac{p}{p_0} \right)$$

alakban is felírható. Ezen a skálán a hallásküszöbnek 0 dB, a fájdalomküszöbnek nagyjából 120 dB felel meg. A hangosság (érzet, szubjektív) függ a hangintenzitástól (inger, objektív), de a hang frekvenciájától és a távolságtól is.

MSZ ISO 1996-1 „Akusztika. A környezeti zaj leírása és mérése.” *Alapmennyiségek és alapeljárások.*

A-hangnyomás: A-frekvenciaszűrővel (IEC 651) mért effektív hangnyomás

A-hangnyomásszint:

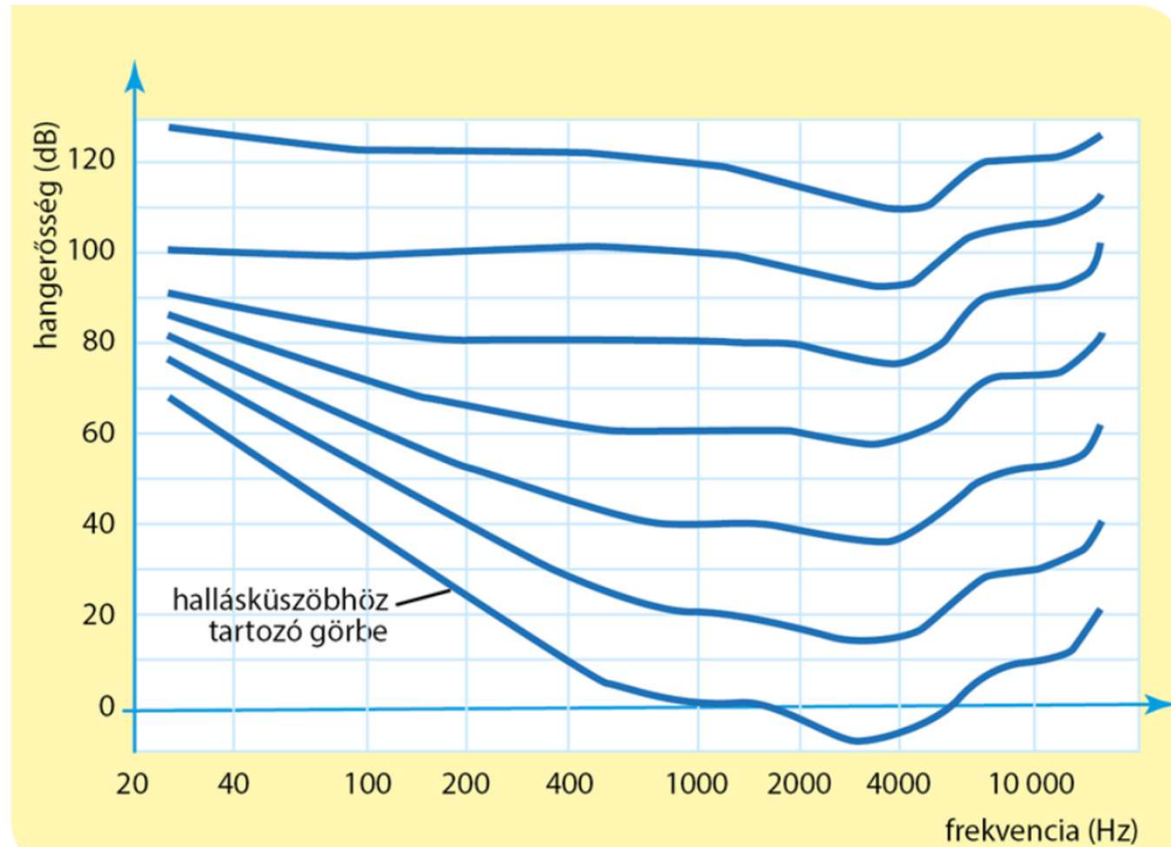
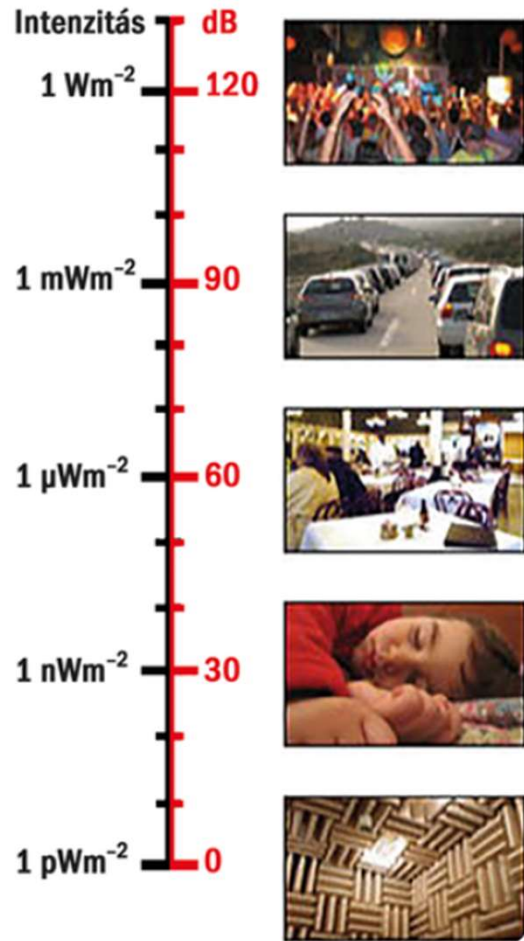
$$L_p(A) = 10 \lg \left(\frac{p_A}{p_0} \right)^2$$

Egyenértékű A-hangnyomásszint:

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \left\{ \frac{1}{t_2 - t_1} \frac{\int_{t_1}^{t_2} p_A^2(t) dt}{p_0^2} \right\} \quad T = t_2 - t_1$$

Hangerő

Hangérzet



Decibel (dB)	Forrás (távolság)
194	Elméleti határ, hanghullám esetén, 1 atmoszféra környezeti nyomásnál
180	A Krakatau vulkán robbanása 160 km-ről a levegőben
168	Géppuska lövése 1 méterről
150	Repülőgép sugárhajtóműve 30 méterről
140	Pisztolylövés 1 méterről
130	<u>Fájdalomküszöb</u> ; vonatkürt 10 méterről
110	Gyorsító motorkerékpár 5 méterről; láncfűrész 1 méterről
100	Légkalapács 2 méterről; diszkó belül

Decibel (dB)	Forrás (távolság)
90	Kiabálás beszéd, kamion 1 méterről
80	Hangos beszéd, Porszívó 1 méterről; zaj forgalmas utca járdáján
70	Erős forgalom 5 méterről, hangos beszéd
50-60	Iroda, vendéglő belül, Társalgási beszéd
40	Lakóterület éjjel
30	Színházi csend
20	Óraketyegés
10	Emberi lélegzet 3 méterről, levélsusogás
0	Emberi <u>hallásküszöb</u> (egészséges fül esetén); egy szúnyog repülésének hangja 3 méterről

Néhány zajesemény, a rá jellemző hangnyomás és hangnyomásszint és hangosságának szubjektív minősítésére

Zajesemény	Hangnyomás [Pa]	Hangnyomásszint [dB]	Szubjektív minősítés
Repülőgép motor (50 m)	20	120	Fájdalomküszöb
Építkezés		110	Elviselhetetlen
Kiabálás (1,5 m)	2	100	
Kamion (15 m)		90	Nagyon hangos
Városi utca	0,2	80	
Gépjármű utastere		70	Hangos
Beszélgetés	2×10^{-2}	60	
Iroda, osztályterem		50	Átlagos
Nappali szoba	2×10^{-3}	40	
Hálószoba (éjjel)		30	Csendes
Rádióstúdió	2×10^{-4}	20	
Hulló falevelek		10	Épphogy hallható
	2×10^{-5}	0	

Hangérzet

- A **hangmagasság** a rezgés frekvenciájától függ, magasabb hangnak nagyobb frekvencia felel meg.
- Az **emberi** fül a **20 Hz és 20 kHz** közötti frekvenciatartományba eső hanghullámokat képes észlelni, a 20 Hz-nél kisebb frekvenciájú hangokat **infrahang**oknak, a 20 kHz-nél nagyobb frekvenciájú hangokat **ultrahang**oknak nevezzük.
- Az ember hallása fiatal korban 16-tól 20 000 Hz-ig idős korban 16-tól 16 000 Hz-ig
- A legérzékenyebbek a 2734 Hz-es hangra vagyunk (a zongora legmagasabb e és f hangja közötti rezgésszám); ehhez képest
- egy 1000 Hz-es hangnak tízszer erősebben kell szólnia, hogy meghalljuk.
- 0 decibel (dB): az a hangerő, amelynél még éppen meghalljuk az 1000 Hz-es hangot.
- A legmagasabb kiénekelhető hangunk a magas c, 1046,5 Hz; a legmélyebb a 73,58 Hz-es d
- A **hangszínezet**et az alaphanghoz csatlakozó felhangok frekvenciája és viszonylagos erőssége, vagyis a hang frekvenciaspektruma határozza meg, melyet Fourier-transzformációval állítunk elő.

Akusztikai alapfogalmak - ZAJ

- **nemkívánatos hang**
- Környezetvédelmi szempontból: **az embert zavaró hang**
- többnyire lokális probléma
- zajvédelem: feladata zaj megszüntetése, csökkentése.

A hang hatása

Összetett hatást fejt ki az élő szervezetre.

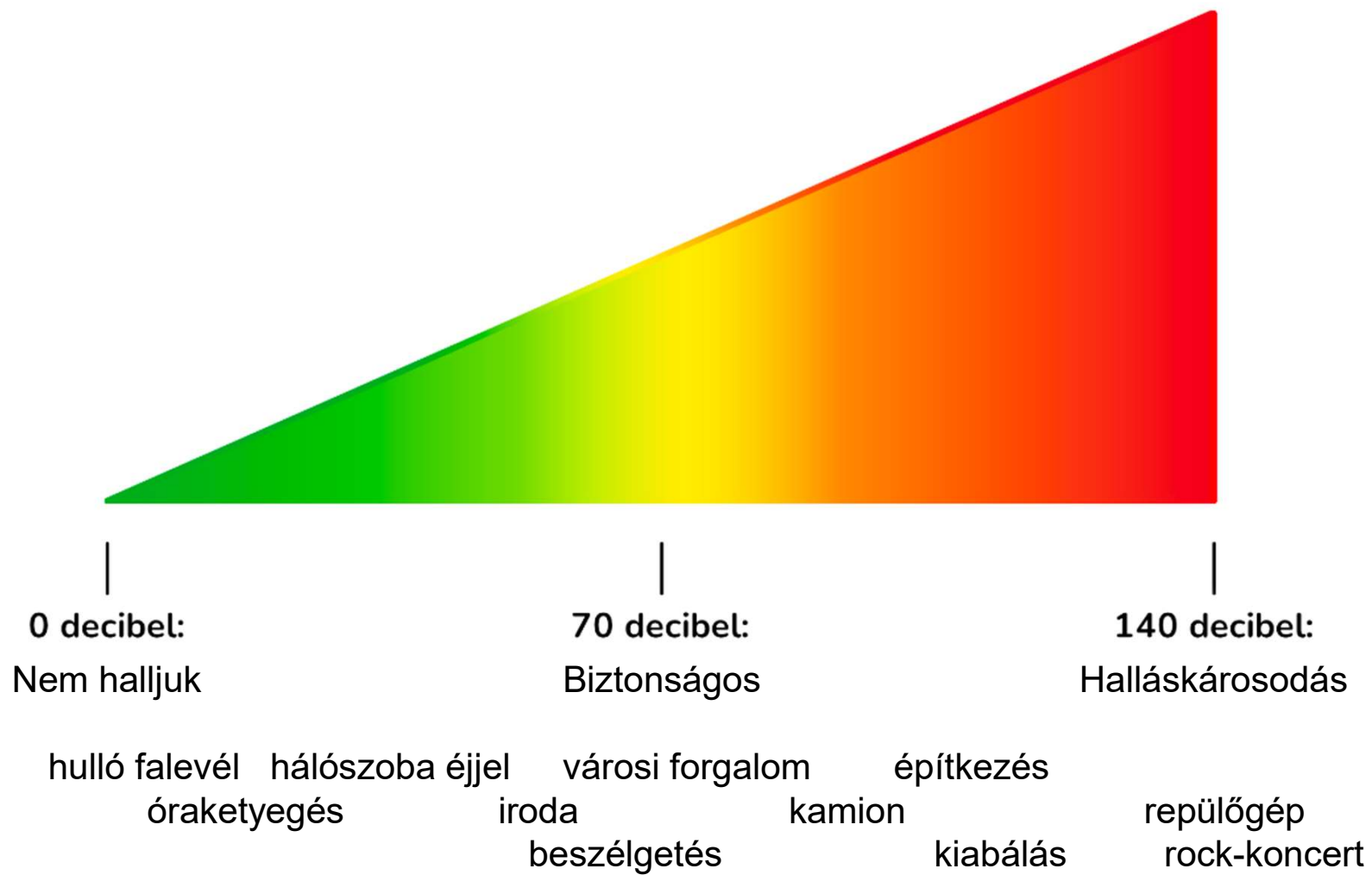
- **jó akusztikai** környezet:
 - minden munkahelyen szükséges
 - kellemes közérzetet biztosít
 - **gyógyítására** is alkalmazható (zeneterápia)
- **nem megfelelő** akusztikai környezet:
 - a hallószerv igénybevételét növeli meg,
 - általánosan kedvezőtlenül hat az élő szervezetre.

Határértékek

A zaj károsító hatása függ

- az erősségtől,
- a hangmagasságától,
- az időtartamától,
- az időbeli megoszlásától,
- az ember nemétől és életkorától,
- az egyéni érzékenységtől,
- a fülbetegségektől, fülműtétektől.

- 40-60 dB: pszichés zavarok: **koncentráció képesség csökkenés, fáradtság-érzés**
- 65-75 dB: **vegetatív** zavarok: vérnyomás nő, anyagcsere fokozódás, stb.
- 75 dB felett: **hallásromlás**
 - fejfájás, álmatlanság, fülzúgás, átmeneti hallásküszöb emelkedés
 - szubjektív tünetek csökkennek de 4000 Hz-nél maradandó kiesés
 - magasabb frekvencián kiesés
 - utolsó szakasz: dolgozó is észreveszi minden frekvencián hallásküszöb emelkedés



Zaj hatása, következménye

Zajhatár	A zaj hatása az átlagos emberi szervezetre
30 dB-től	pszichés
65 dB-től	vegetatív problémák
90 dB-től	károsodnak a hallószervek
130 dB-nél	fizikai fájdalmat okoz
160 dB-nél	<u>átszakad a dobhártya</u>
175 dB-t	NEM ÉLJÜK TÚL

Zavaró hanghatások

„Belső”

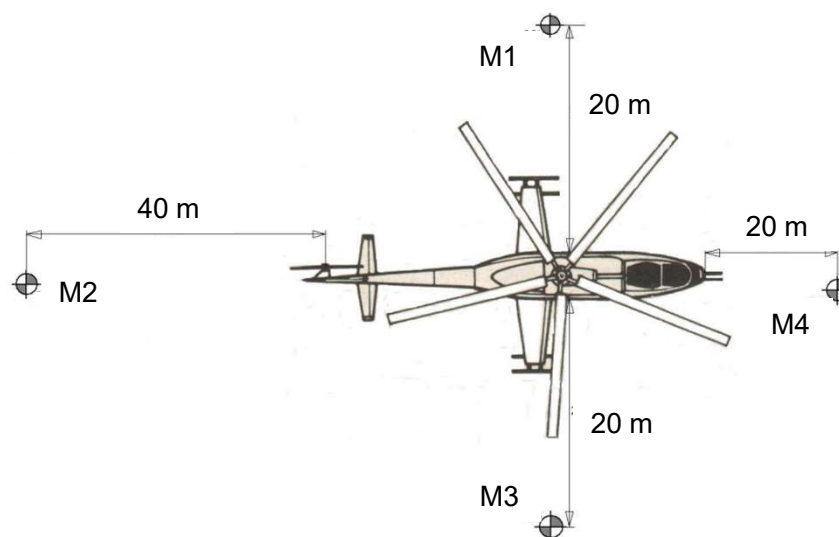
- A gyógyintézetek zajforrásai
 - emberek
 - épületgépészet
 - víz- és szennyvíz hálózatok
 - légkezelők, léghűtők, ventilátorok, egyéb motorok
 - nyomásfokozók
 - hajtások, csapágyak,
 - rácsok, csövek,
 - kompresszorok,
 - biztonsági rendszerek
 - áramellátás (dízel áramgenerátor)
 - sebészi motorok(csont, shaver), szívó
 - monitorok
 - eszközök (PC, kompresszor, szivattyú, hűtőgép stb.)

„Külső”

- Közlekedési zaj
 - közúti,
 - vasúti és
 - légi (mentőhelikopter)
- Környező létesítmények

„Saját” zajforrások

Zajforrás	Jellemző zajsztint
Helikopter	92-106 dB
Dízel aggregátor	70 – 100 dB
Szellőzőgép, szárazhűtő	50 – 90 dB
Fan-coil készülék	23 – 66 dB
Hűtőszekrény	35 – 44 dB
Asztali számítógép	35 – 50 dB
Sűrített levegő kompresszor, vákuumszivattyú	60 – 70 dB
Fogászati kezelőszék kompresszor, vákuumszivattyú	60 – 70 dB
Fogászati turbina	40 dB



Alapjáratú helyzet							
M1		M2		M3		M4	
L_{max}	L_{min}	L_{max}	L_{min}	L_{max}	L_{min}	L_{max}	L_{min}
100,5 dB	92,4 dB	105,7 dB	99,9 dB	104,2 dB	95,7 dB	105,8 dB	95,9 dB
Függeszekedés 15 m-en							
M1		M2		M3		M4	
L_{max}	L_{min}	L_{max}	L_{min}	L_{max}	L_{min}	L_{max}	L_{min}
105,3 dB	96,5 dB	109,6 dB	99,7 dB	109,7 dB	99,4 dB	106,1 dB	96,9 dB

Akusztikai alapfogalmak - REZGÉS

- Rezgés: olyan időben lejátszódó folyamat, amelynek során egyes rezgésjellemzők nagysága periodikusan változik (növekszik, ill. csökken).
- A zaj mellett a rezgés valamely fizikai változás időben bekövetkező változó mértékét jelenti, ami kihatással van az emberi szervezetre.
- Léteznek mechanikai rezgések, melyek például munkavégzés közben váltanak ki káros hatásokat (helikoptervezetés, fűnyírás).
- A környezeti rezgés elleni védelem kiterjed mindazon mesterségesen keltett energiakibocsátásokra, amelyek kellemetlen, zavaró, veszélyeztető vagy károsító rezgésterhelést okoznak.

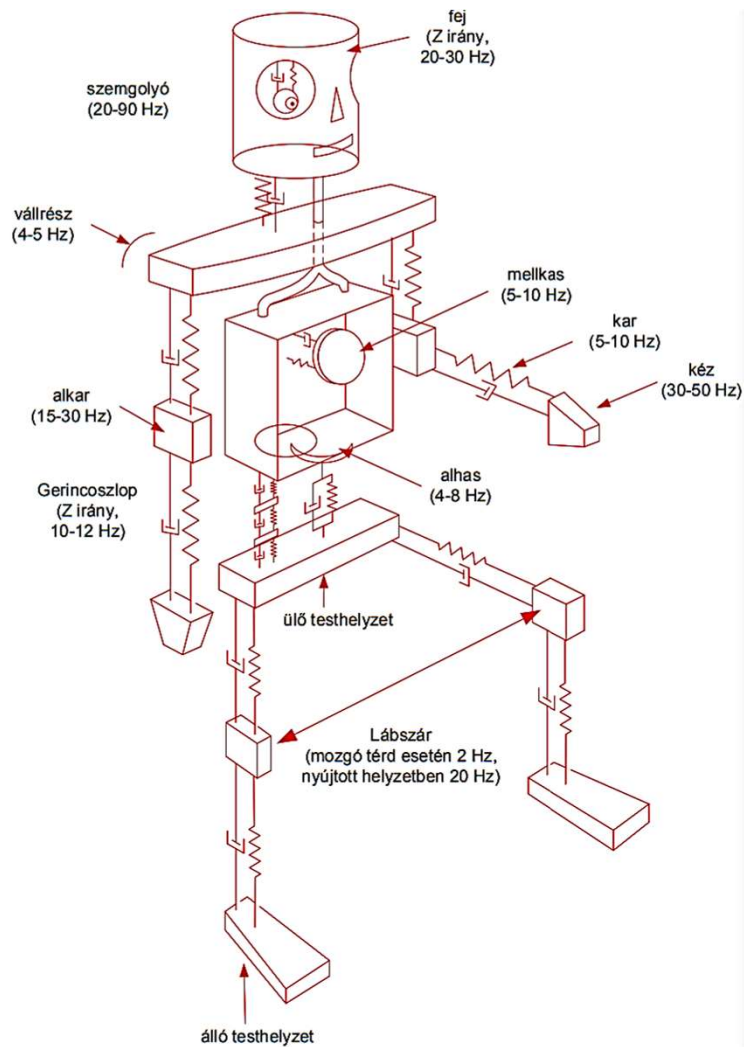
Rezgések elleni védelem alapjai

Olyan műszaki (és szervezési) módszerekkel kell megoldani, mint

- a) a zaj- és a rezgésforrások zajkibocsátásának, illetve rezgésgerjesztésének csökkentése;
- b) a zaj- és rezgésterhelés növekedésének mérséklése vagy megakadályozása;
- c) a tartósan határérték felett terhelt környezet utólagos védelme.

A rezgés hatása az emberre: humánrezgések

- munkaeszközök, használati tárgyak, vagy akár az épületek közvetítésével átadódnak az emberi testre
- kellemes (futás, vagy tánc közben, a körhintán vagy a hullámvasúton, stb.), vagy
- kellemetlen, káros
- egész testre ható (ún. környezeti rezgések; elsősorban a törzset és a fejet terhelik, a rezgő felülettel érintkező testrészeken (pl. ülep, hát, láb) keresztül adódnak át testünkre) - épületek födém szerkezetén, falain keresztül - ill.
- lokálisan ható, kéz-kar rezgések - az ízületeket és a vérerek falát károsítják



Az egyes testrészek mechanikai rezgésekkel szembeni legnagyobb érzékenysége különböző frekvenciatartományokba esik

(zárójelben az egyes testrészek rezonanciafrekvenciatartománya)

Humánrezgés terhelési határértékei épületekben

Épület, helyiség ¹		Rezgésterhelési határérték ² [mm/s ²]		
		A_M	A_0	A_{max}^3
Rezgésre különösen érzékeny helyiség (pl. műtő)		3	3,6	100
Lakóépület, üdülőépület, szociális otthon, szálláshely-szolgáltató épület, kórház, szanatórium lakó- és pihenőhelyiségei	nappal 6–22 óra	10	12	200
	éjjel ⁴ 22–6 óra	5	6	100 ⁵
Kulturális, vallási létesítmények nagyobb figyelmet igénylő helyiségei (pl. hangversenyerem, templom); bölcsőde, óvoda foglalkoztató helyiségei; orvosi rendelő		10	12	200
Művelődési, oktatási, igazgatási és irodaépület nagyobb figyelmet igénylő helyiségei (pl. tanterem, számítógépterem, könyvtári olvasóterem, tervezőiroda, diszpécserközpont); színházak, mozik nézőterei; magasabb komfortfokozatú szállodák közös terei		20	24	300
Kereskedelmi, vendéglátó épület eladó-, ill. vendéglátó terei; sportlétesítmények nézőtere; középületek folyosói, előcsarnokai		30	36	600

- 1: A táblázatban nem szereplő helyiség esetén a funkciójának legmegfelelőbb sorszámúba való besorolást kell alkalmazni.
- 2: Értelmezése és ellenőrzése az MSZ 18163–2 szabvány szerint. A megítélési idő: a nappali 16 óra, éjjeli 8 óra.
- 3: Ha a rezgés az MSZ 18163–2 értelmezése szerint ritkán előforduló, rövid idejű rezgési jelenség, akkor a nappali időszakra vonatkozó A_{max} (az 1. sorszámú helyiségek kivételével) a táblázatban közölt értékek másfélszerese.
- 4: Csak akkor kell érvényesíteni az éjszakai határértéket, ha a helyiséget éjszaka is rendeltetés-szerűen használják.
- 5: Rendszeres üzemi tevékenységből származó rezgések esetén $A_{max}=30 \text{ mm/s}^2$.

[8/2002. (III. 22.) KöM-EüM együttes rendelete a zaj- és rezgésterhelési határértékek megállapításáról.]

Vibrációs (rezgés okozta) ártalmak

A hosszú távú kitettség különböző egészségkárosodásokat okoz.

- Érendszer: kezek érzékenysége a hidegre, hidegben elfehéredő ujjak ([Raynaud-szindróma](#)), helyi érszűkületek;
- Csontrendszer, izomzat: fájdalom és mozgáskorlátozottság az érintett ízületekben.
- Idegrendszer: érzékelési zavarok (paresztézia), felső végtagi zsibbadás főleg pihenéskor és éjszaka, izomgyengeség (szorítóerő csökkenése), tárgyak elejtése, fáradékonyság, alvászavar, fejfájás, szédülés, ingerlékenység.
- Pontatlan mérés (precíziós mérleg)
- Pontatlan működés (mikrosebészet, lézeres szemműtét, mikroszkópok (lézeres, elektron)
- Épületszerkezeti, gépészeti elemek károsodása
- Rezonancia katasztrófák

Zavaró rezgés forrásai

„Belső”

- A gyógyintézetek rezgéskeltő forrásai
 - biztonsági rendszerek
 - transzformátorok
 - szellőzőgépek
 - kompresszorok, egyéb motorok
 - egyéb rezgések

„Külső”

- Közlekedési zaj
 - közúti,
 - vasúti és
 - légi (mentőhelikopter)
- Környező létesítmények

Környezeti rezgések vizsgálata

- Humán rezgések (az emberre való hatás)
- Épületrezgések (milyen hatással van az épületre, várható-e az, hogy a rezgés miatt az épületen a használati értékét csökkentő károsodás keletkezik)
- Technológiai rezgések: a környezetből eredő rezgés befolyásolja-e a helyiségben a technológiai folyamatot (pl. elektronikai szerelés) vagy a berendezés (pl. elektronmikroszkóp, mikroszkópok, lézeres készülékek, mérlegek) működését. Ennek módszerét nem szabványosították!).

Miért kell védekezni a zajok, rezgések ellen?

- A zajvédelem indokai:
 - betegjogok (általában és különösen: pszichiátria, audiológia stb.)
 - adatvédelem (betegjog, személyes adatok védelme)
 - munkavédelem
 - beszédértés (rendelő, adminisztráció, recepció, call-center, munkatársi kommunikáció)
 - nyugodt alvás, pihenés (betegszoba, orvosi szoba, tartózkodó stb.)
- A rezgések elleni védelem indokai:
 - munkavédelem
 - zajra érzékeny eszközök (lézerek, mikroszkópok, mérlegek)
 - hallásvizsgálat, alváslabor, nagyothallók, ...
- **JOGSZABÁLYI KÖTELEZETTSÉG**

Megoldási lehetőségek

Zaj

- zajárnyékolók (növényzet, tereptárgyak, falak)
- homlokzati hangszigetelés (fal, nyílászárók)
- válaszfalak hangszigetelése
- belső nyílászárók hangszigetelése
- épületszerkezet hangszigetelése (lépéshangok, testhangok)
- teremakusztika
- Egyebek: távolság, zajvédő tokozás, forgalomkorlátozás, hangtompító

Rezgés

- Szigetelés: rezgések egyik testről a másikra való átvitelének megakadályozása, ill. csökkentése (a két test közé elhelyezett szigetelő réteggel, elemmel)
- Csillapítás: a rezgő rendszer tömegére hat fékezés formájában (\neq szigetelés!)

Rezgés szigetelés

- rezgés áttérjedését kívánja megakadályozni
- szigetelőanyag vagy szerkezet elhelyezése a rezgést végző és a védeni kívánt elem közötti átviteli úton
- aktív rezgésszigetelés: a szerkezet rezgéseinek a környezetbe való átadódását korlátozza, megakadályozza (szerszámgépek, villamos motorok, szivattyúk stb. rezgésszigetelése)
- passzív rezgésszigetelés: a környezet rezgéseinek a szerkezetre történő átkerülését akarjuk elkerülni (műszerek, mérőberendezések, számítógépek stb.)

Rezgésszigetelők

- rugalmas anyagok: ún. anyagrugók (fém, gumi, parafa, nemez stb.)
- rugalmas szerkezetek:
 - fémes alapanyagú rugók: csavarrugók, gyűrűsrugó, tányérrugó,
 - Gumirugó (gumituskó)
 - ingák vagy
 - rezgésszigetelő szerkezetek: kereskedelemben kapható

Rezgés csillapítás

- a gerjesztő hatások csökkentésével (Sandner-csillapító, veszélyes harmonikusok módosítása, rezgési amplitúdók csökkentése, stb.)
- energia-elvonással (klf. anyagok, szerkezetek)
- Gépalapozás – „gépágyazás”: tömbalapok, keretalapok, falazott alapok, cölöpalapok, rugalmas gépalátétek

Kölcsönhatások, anyagok

- A higiénia és az alkalmazott építő- és szigetelő anyagok
- A tűzvédelem és az alkalmazott építő- és szigetelő anyagok

Hangelnyelő anyagok

- **Porózus**
- Frekvenciafüggő hangelnyelő képesség
- Kompatibilitási igények:
 - tűzállóság
 - a mechanikai ellenálló-képesség,
 - igénybevételtűrés,
 - fényvisszaverés,
 - **tisztíthatóság**,
 - megjelenés,
 - kompatibilitás egyéb anyagokkal

Zajszigetelő anyagok

- fém, gumi, parafa, nemez
- Kompatibilitási igények:
 - tűzállóság
 - a mechanikai ellenálló-képesség,
 - igénybevételtűrés,
 - **tisztíthatóság**,
 - megjelenés,
 - kompatibilitás egyéb anyagokkal

Jól kell hallani – akusztikai komfort

- Riasztók:
 - Vagyonvédelem
 - Tűzjelzés
 - Medikai gázhálózat hibajelzések
 - Felvonók vészjelzése, duplex beszédkapcsolat
- Betegbehívók
- Tájékoztató rendszerek (recepció átbeszélő duplex rendszerek)
- Oktató- és előadó termek
- ÚJ: SZÁJMASZK használat (Covid)

Jogszabályok, szabványok

Jogszabályok: [1]

1997. évi LXXVIII. törvény az épített környezet alakításáról és védelméről	követelményeiről és megfelelésük tanúsításáról
1997. évi CLIV. törvény az egészségügyről	142/2001. (VIII. 8.) Korm. rendelet a háztartási gépek zajkibocsátási értékeinek feltüntetési kötelezettségéről
1995. évi LIII. törvény a környezet védelmének általános szabályairól	3/2002. (II. 8.) SzCsM–EüM együttes rendelet a munkahelyek munkavédelmi követelményeinek minimális szintjéről
1993. évi XCIII. törvény a munkavédelemről	66/2005. (XII. 22.) EüM rendelet a munkavállalókat érő zajexpozícióra vonatkozó minimális egészségi és biztonsági követelményekről
253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet az országos településrendezési és építési követelményekről	18/2001 EüM rendelet a munkavállalóknak a munka közbeni zajexpozíció okozta kockázatok elleni védelméről
314/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet a környezeti hatásvizsgálati és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárásról	8/2002. (III. 22.) KöM–EüM együttes rendelete a zaj és rezgésterhelési határérték megállapításáról
284/2007. (X. 29.) Korm. rendelet a környezeti zaj és rezgés elleni védelem egyes szabályairól	27/2008. (XII. 3.) KvVM-EüM együttes rendelet a környezeti zaj- és rezgésterhelési határértékek megállapításáról
280/2004. (X. 20.) Korm. rendelet a környezeti zaj értékeléséről és kezeléséről	93/2007. (XII.18.) KvVM rendelet a zajkibocsátási határértékek megállapításának, valamint a zaj és rezgés kibocsátás ellenőrzésének módjáról
176/1997. (X. 11.) Korm. rendelet a repülőterek környezetében létesítendő zajgátló védőövezetek kijelölésének, hasznosításának és megszüntetésének szabályairól	18/1997. (X. 11.) KHVM-KTM együttes rendelet a repülőterek környezetében létesítendő zajgátló védőövezetek kijelölésének, hasznosításának és megszüntetésének részletes műszaki szabályairól
140/2001. (VIII. 8.) Korm. rendelet egyes kültéri berendezések zajkibocsátási	

Jogszabályok, szabványok

29/2001. (XII. 23.) KöM-GM együttes rendelet egyes kültéri berendezések zajkibocsátásának korlátozásáról és a zajkibocsátás mérési módszeréről

60/2003. (X. 20.) ESzCsM rendelet az egészségügyi szolgáltatások nyújtásához szükséges szakmai minimumfeltételekről

Európai Parlament és a Tanács 2002. június 25-i 2002/44/EK európai irányelv (a „rezgésvédelmi” irányelv)

Műszaki irányelvek

5/2019.(IX.16.) ÉPMI: Akusztika. Helyiségek akusztika komfortja. Követelmények. Építésügyi műszaki irányelv

Szabványok: [2]

MSZ 18150-1:1998 „Környezeti zaj vizsgálata és értékelése” magyar szabvány

MSZ ISO 1996-1 magyar szabvány: „Akusztika. A környezeti zaj

leírása és mérése.”

MSZ 15036: 2002 „Hangterjedés a szabadban” magyar szabvány

MSZ 04-601-2 ÉPÜLETAKUSZTIKA. Lakások és önálló üdülőegységek hangszigetelési követelményei

MSZ 04-601-3 ÉPÜLETAKUSZTIKA. Közösségi épületek hangszigetelési követelményei

MSZ 04-601-5 ÉPÜLETAKUSZTIKA Homlokzati szerkezetek léghangszigetelési követelményei

MSZ 18163-2 Az emberre ható rezgés méréseiről

MSZ 13018 Az épületekre ható rezgés méréseiről

DIN 4109 Schallschutz im Hochbau. Anforderungen und Nachweise.

DIN 4109 Schallschutz im Hochbau. Beiblatt 2 zu DIN 4109. Hinweise für Planung und Ausführung.

MSZ EN 200 Egészségügyi szerelvények kifolyószelepeinek és keverőcsaptelepeinek általános műszaki követelményei

Szakirodalom

- Dr. Koscsó Gábor: A műszaki akusztika és zajvédelem alapjai
Környezetmérnöki Tudástár: 13. Zaj- és rezgésvédelem
(Szerkesztő: Dr. Domokos Endre és Dr. Horváth Béla) -
Pannon Egyetem – Környezetmérnöki Intézet
(ISBN: 978-615-5044-38-0)
- Reis Frigyes: Az épületakusztika alapjai (TERC, Budapest
2003 - ISBN 963 86303 6 1)
- Palotás: Mérnöki kézikönyv. Műszaki könyvkiadó, Budapest,
1986
- L. Beranek: Zajcsökkentés. Népszava kiadó, Budapest, 1984.
- Dr. Majoros András: Belsőterek világítása. Műszaki
Könyvkiadó, Budapest 1998
- KOREN E.: Zajvédelem előadások (kézirat); 2003; Győr;
Széchenyi István Egyetem.
- Walz Géza: Zaj- és rezgésvédelem, Complex Kiadó, Budapest
2008.
- Dr. Kurutz Imre: Műszaki akusztika, Műegyetemi Kiadó,
Budapest 2001.
- Dr. Kováts Attila: Zaj- és rezgésvédelem, Veszprémi Kiadó,
Veszprém, 1995.
- Kertai Pál: Megelőző orvostan, Medicina, Budapest 1999.