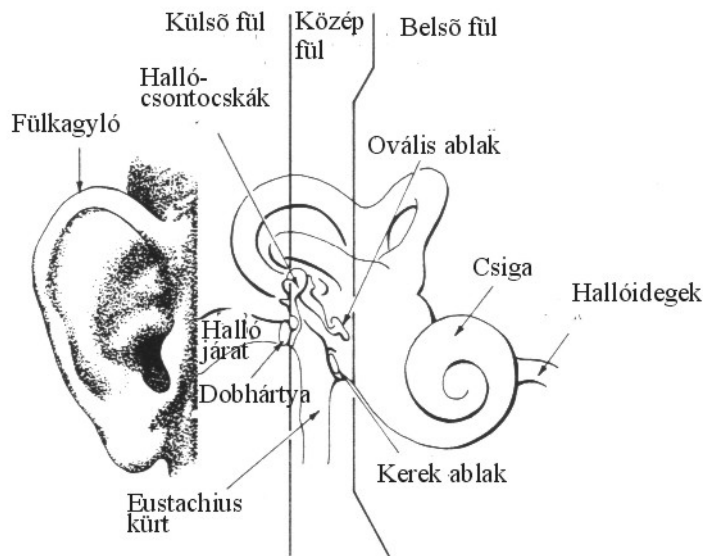


Az emberi hallás

A fül felépítése



Külső fül: Hangösszegyűjtés, ami a dobhártyán rezgéssé alakul át. **Középfül:** mechanikai csatolás a dobhártya és a belső fül folyadékkal töltött részei között. Kb. 2 cm^3 térfogatú, tartalmazza a három hallócsontocskát. **Belső fül:** hallóidegek átalakítják a mechanikai rezgést ingerületté az agy számára.

Fülkagyló: hangirány érzékelés. **Hallójárat:** belső részek védelme. Átmérő 5-7 mm, hossz 27 mm. Rezonancia 3 kHz-nél. **Dobhártya:** rezgéseket végez, kb. 7 mm átmérőjű. **Hallócsontocskák:** (kalapács, üllő, kengyel) rezgés-átalakítás, illetve védelem az erős hangok ellen (izmok tartják). **Ovális ablak:** (kengyel talpa) megrezgeti a pitvari rész folyadékát. **Csiga:** alaphártyát tartalmazza, $2 \frac{1}{2}$ menetemelkedésű, 35 mm hosszú. **Alaphártya:** hallóideg végződések. **Corti féle szerv:** része az alaphártyának, kritikus a szerepe a hallásban és a halláskárosodásban.

Légvezetés vagy csontvezetés. **Csontvezetés:** részben így halljuk a saját hangunkat is. A levegőbeli hang is hallható csontvezetéssel. Kb. 60 dB-lel gyengébbnek halljuk-

Halláselméletek: Helmholtz: alaphártya különböző hosszúságú rostok. Békésy György: örvények a folyadékban. Az ovális ablak különböző frekvenciájú rezgése, a csiga különböző részein hat az alaphártya hallóidegeire. Minél magasabb a frekvencia, annál közelebb az ovális ablakhoz.

Hangérzet: Zenei hang, zörej, dőrej.

Hangmagasság: frekvencia (mel skála)

Hangszín: felhangok

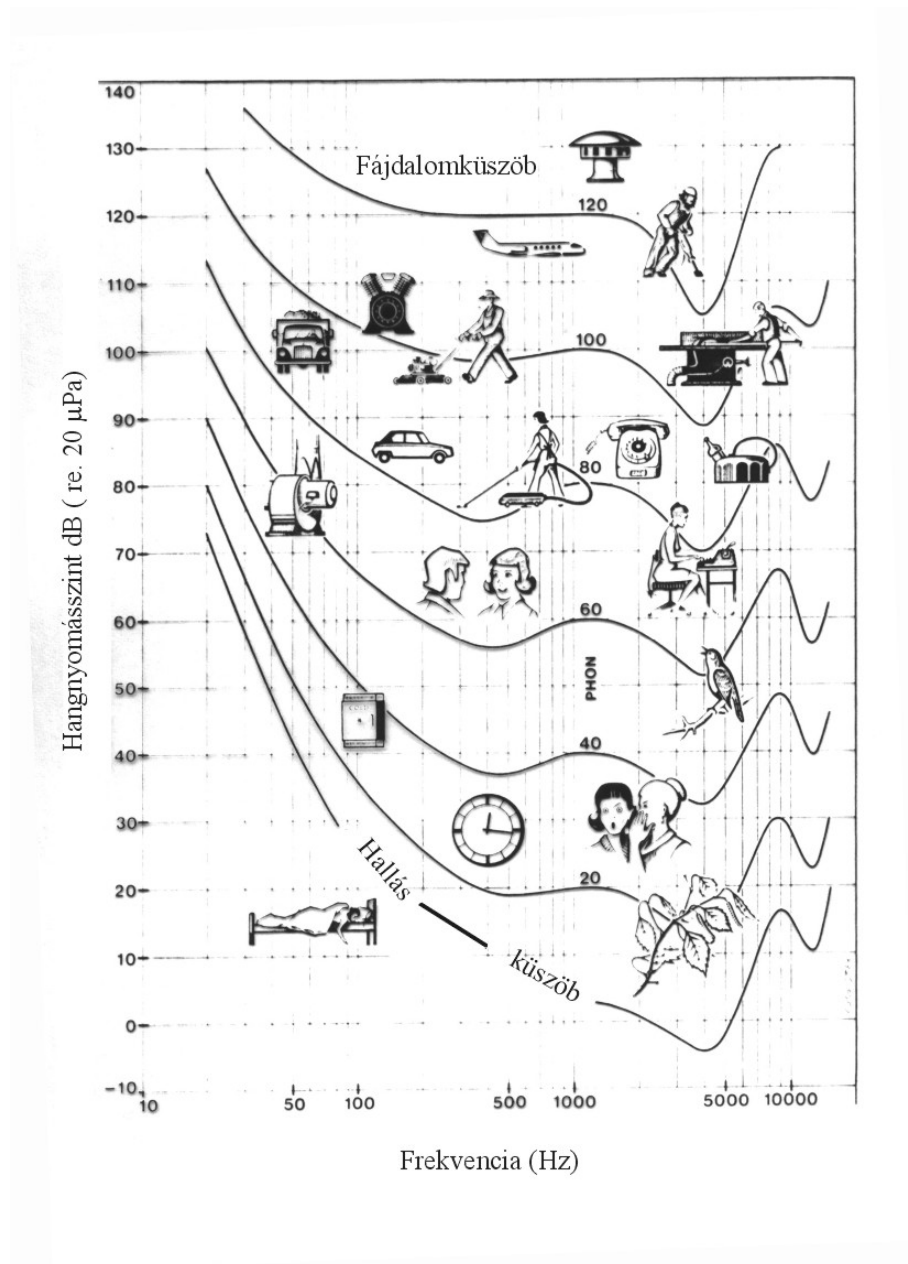
Hallhatósági küszöb: Fiatalemberre, jó hallással, vonatkozik. Gyakorlatban az emberek 95%-nál a hallhatósági küszöb feljebb van. Teszt méréssorozat (1950). Elfogadva az International Standardization Organization által. Nem egy éles küszöb, sok mérés átlaga (50%-ban meghallott hang). Ha valaki hosszabb ideig erős zajnak van kitéve, a hallhatósági küszöb átmenetileg megnő.

Fájdalomküszöb: kb. 140 dB.

Hangosság szint: Phon Egy tetszőleges hangra, amely éppen olyan "hangos", mint egy 1000 Hz frekvenciájú, I intenzitású hang:

$$L_N = 10 \log_{10} \frac{I}{I_0} \text{ phon} \quad I_0 = 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

Egyenlő hangossági szintek.



Hangosság mérési módszerek: 1. tesztmérések, 2. számolási módszerek, 3. mérés „műfűl”

Hangosság mértékegysége: Szón (N). Kétszer olyan hangosnak érzett hangnak 2N kell hogy megfeleljen. N=1 megfelel 40 phon-nak. Körülbelül 9 phon-os növekedése a hangosság szintnek megfelel a hangosság megduplázódásának.

Szón skála

Phon	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Szón	0.001	0.05	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32

Stevens összefüggés: szubjektív hangerősség \Leftrightarrow hangintenzitás (objektív hangerősség)

$$\dot{E} \propto I^{0.3}$$

Weber-Fechner törvény: Ebből lett a dB skála. ROSSZ!!!!

$$\dot{E} = \log_{10} \left(\frac{I}{I_0} \right) \text{ Rossz!!!}$$

Súlyozott hangszintek: Frekvencia szerint, dBA skála

Rövid ideig tartó hang: nem érezzük olyan hangosnak. Nem egyértelmű, hogy mennyi az a „rövid idő”.

Íránymeghatározás: A két füllel érzett hang közötti különbség (hangszint, vagy időkésés) alapján. Vízszintesen sokkal jobb, mint függőlegesen.

Kis különbségek érzékelése: *Hangszint* 60 dB felett 0.5 dB különbség érzékelhető. Magasabb frekvencián kisebb különbségek érzékelhetők. *Frekvencia* 100 Hz alatt 1-3 Hz különbség érzékelhető.

Zaj és a visszhang hatása a beszédre

Érthetőség: Nyelvtani és gyakorlati faktorok befolyásolják (a beszéd spektruma és időbeli struktúrája, zaj és visszhang, a beszéd hangszintje, távolság, szavak ismertsége stb.). A beszélő személyének és érzelmeinek beazonosítása NEM számít.

Redundancia: Fölösleges információk

Beszéd fizikai jellege: Folyamatosan változó komplex hanghullámok (hangszint, frekvencia). Hosszú idejű átlagolás (>10 másodperc).

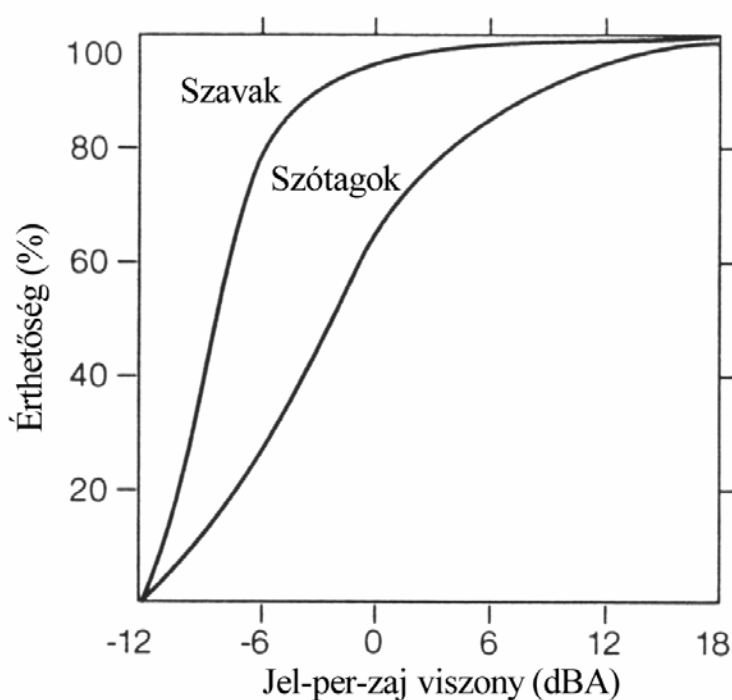
Beszéd típusa	Férfi, dB(A)	Nő dB(A)
Bizalmas	53	50
Normál	58	55
Emelt	65	62
Hangos	75	71
Kiabálás	88	82

Különböző beszéd típusokra más a spektrum alakja

Beszéd - Zaj arány: A beszéd hangossága nő, ha a zaj nő. Tipikusan 50 dB(A) fölött beszéd hangossága 3-6 dB-vel nő, minden 10 dB zajnövekedésre. Egy átlagos ember 5-8 dB beszéd-zaj arányt tart fenn „házon-kívül” és 9-14 dB-t odahaza. 15 dB TV-re.

Beszéd érthetőségének mérése: tesztmérések vagy fizikai mérések (Akusztikus mérésekből az érthetőség meghatározása).

Zaj és a visszhang hatása a beszéd érthetőségre



Halláskárosodás

Akusztikus trauma egy (vagy néhány), nagyon nagy hangszintű zajesemény által okozott fizikai sérülés (Corti szerv, dobhártya). Könnyű a zajeseményt beazonosítani.

Zaj okozta időleges hallásküszöb eltolódás függ a zajhatás spektrumától, a hangszinttől, az időtartalomtól és az időbeli alaktól. Első mérés a zajhatás után legalább két perccel. Csöndes határérték (EQ): nem okoz eltolódást. Oktáv-sáv függő. Lineáris összefüggés a szinttel és logaritmikus az időtartalommal, ha a szint 80-105 dB, és az időtartalom kevesebb, mint 8 óra. Aszimptotikus eltolódás (ATS) több mint 8 óra után telítődik a hatás.

$$ATS = 1.7(OBL - EQ)$$

Zaj okozta végleges hallásküszöb eltolódás akusztikus trauma által, vagy hosszú idejű zajhatás által. Statisztikus vizsgálatok ipari körülmények között. 10-50 dB. Nem egyértelmű a kiváltó ok.

Zaj zavaró hatása egyénekre és közösségre

Nem ugyanaz, mint a hangosság. Hangosság időfüggetlen (ha az időtartalom hosszabb, mint 250 ms), a zavaró hatás lineárisan függ az időtől. Heteken, hónapokon keresztül tartó zajhatás eredménye. Nem mindig függ erősen a zajszinttől. Számos akusztikai és nem akusztikai körülménytől függ. Összetevői: objektív zajhatás, és az egyéni reakció. Mivel az egyéni reakció nem mérhető, általában nem vehető figyelembe. Jobban leírható valószínűség-számítási módszerekkel. Függ a zajforráshoz (illetve a zajforrást működtetőkhöz) fűződő viszonytól (esetleges gazdasági függés) és az iskolázottságtól. Zajcsökkentés hatékonysága függ a nem akusztikai faktoroktól. Laboratóriumi mérések: a vizsgált személyt különböző zajoknak teszik ki. Határ megállapítás, zajbeállítás, Referenciával összehasonlítás. Mérendő mennyiség egyének esetén az A súlyozott hangszint, közösségek esetén a közösségi zaj ekvivalens hangszint.

Közösségek kérdőíves felmérése. Jól definiált célú vizsgálatok.

Becslés egy zajforrásnak a közösségre gyakorolt zavaró hatására (a közösség tagjainak hány százalékát zavarja erősen a zaj):

$$0.036L_{DN}^2 - 3.27L_{DN} + 79.14$$

(Nappal-éjszaka átlagolt hangszint (DN): Az éjszakai hangszintekhez 10 dB-t hozzáadunk.)
45 és 85 dB között.