

HANGOK A KÜSZÖB ALATT (ESETTANULMÁNYOK)

BENEATH THE THRESHOLD OF HEARING (CASE STUDIES)

Dr. Bihari Zoltán*

ABSTRACT

Among the human senses, hearing occupies a special role, as it provides continuous, direction-independent information about our environment, even when we cannot see. While we can close our eyes, we cannot 'switch off' our sense of hearing. Through sounds, we not only orient ourselves but also communicate, making hearing one of our most important connections to the outside world.

However, this constant 'always-on' state is not always an advantage: some individuals have significantly more sensitive hearing than average, so that sounds imperceptible to others become a continuous and disturbing presence. In such cases, hearing is no longer a benefit but a burden on everyday life: what is part of silence for others appears to them as constant, unavoidable noise, and the gift of perception gradually turns into an unsettling compulsion. This article presents a few such cases.

1. BEVEZETÉS

Az emberi érzékszervek közül a hallás különleges szerepet tölt be, mert folyamatos, irány-függő információt nyújt a környezetünkről, még akkor is, amikor nem látunk. Míg a szemünket becsukhatjuk, a hallás szervét nem tudjuk „kikapcsolni”. A hangok révén nemcsak tájékozódunk, hanem kommunikálunk is, így a hallás az egyik legfontosabb kapcsolatunk a külvilággal.

Ez az állandó „bekapcsolt” állapot azonban nem mindig előny: egyesek hallása jóval érzékenyebb az átlagosnál, így a mások számára észrevehetetlen hangok is folyamatos, zavaró jelenlétté válnak. Ilyenkor a hallás már nem előnyt jelent, hanem teherként nehezedik a mindennapokra: ami mások számára a csend része, számukra állandó, elkerülhetetlen zajként jelentkezik, és az érzékelés ajándéka lassan nyugtalanító kényszerre válik. A cikk néhány ilyen esetet kíván bemutatni.

Az 1904-ben St. Louisban (Missouri) megrendezett *Louisiana Purchase Exposition* világkiállítás keretében nagyszabású vizsgálatokat végeztek az emberi hallás jellemzőinek feltérképezésére. A mérésekhez a kiállítás látogatói közül toboroztak önkénteseket, így rövid idő

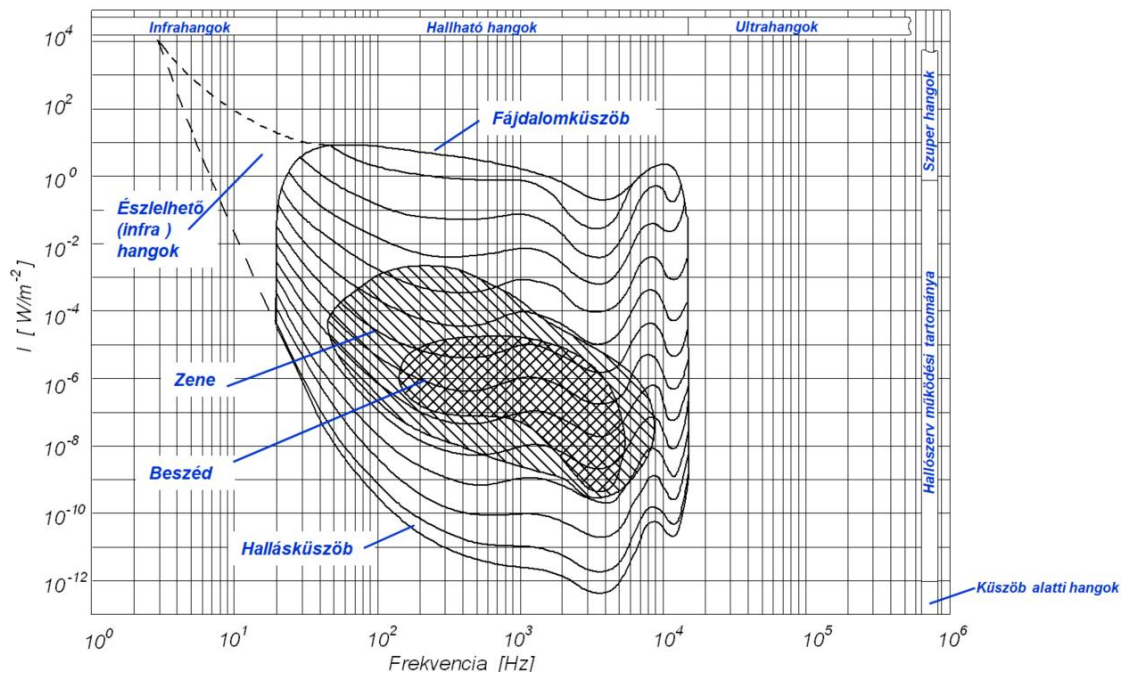
alatt nagy elemszámú mintát sikerült összegyűjteni. A vizsgálatok célja a hallásküszöb és a fájdalomküszöb meghatározása volt különböző frekvenciákon. A hangokat mechanikus, illetve elektromechanikus forrásokkal állították elő, intenzitásukat fokozatosan növelve. A résztvevőknek jelezniük kellett, mikor hallják meg először a hangot, illetve mikor válik az kellemetlenné vagy fájdalmassá.

A mérések során több különböző hangmagasságot vizsgáltak, így kirajzolódhatott a hallás- és fájdalomküszöb frekvenciafüggése. Az adatokat statisztikailag feldolgozva átlagos görbéket határoztak meg. A vizsgálatok ugyanakkor inkább feltáró jellegűek voltak, mintsem szigorúan standardizált mérések. A résztvevők túlnyomórészt amerikai látogatók voltak, így az eredmények nem tekinthetők univerzálisnak, és a kor társadalmi viszonyai miatt a mintavétel is torzított lehetett. Ennek ellenére a kísérletek fontos lépést jelentettek az audiológia fejlődésében.

Később matematikai módszerekkel a hallásküszöb és a fájdalomküszöb közötti tartományt tizenkét részre osztották, létrehozva az egyenlő hangosságú görbéket. Az 1. ábra szemlélteti a beszéd és a zene frekvenciatartományát is, ami különösen akkor válik jelentőssé, ha a vizsgált személy hallásvesztése ezeket a területeket is érinti.

Számos publikáció foglalkozik a fájdalomküszöb feletti hangok biológiai és pszichológiai hatásaival, valamint az infra- és ultrahangok élettani következményeivel. A küszöb alatti hangokkal kapcsolatban azonban jóval kevesebb tanulmány készült, mivel ezek az emberi hallás számára nem észlelhetők, és közvetlen hatásuk a lágy szövetekre vagy a szilárd vázrendszerre nem mutatható ki. A következőkben ezt a látszólag kevésbé jelentős területet vizsgáljuk meg, bemutatva, hogy bizonyos esetekben miként befolyásolhatja egy szűkebb embercsoport mindennapi életét és komfortérzetét. A továbbiakban három olyan esetet mutatunk be, amelyek során bebizonyosodott, hogy igenis létező problémáról van szó, amely komoly hatással lehet az emberek mentális egészségére. A cím kissé „horrorisztikus” hangvétele is azt szeretné sugallni, hogy olyan jelenségről van szó, amely valóban rémálommá teheti egyesek életét.

* egyetemi docens, Miskolci Egyetem Gép- és Terméktervezési Intézet



1. ábra. Az emberi fül hallástartománya [Saját ábra [2] alapján]

2. ZAJTARTÁSOK EGY MISKOLCI PANELLAKÁSBAN

Az első eset, amely a küszöb alatti hangok vizsgálata felé irányította figyelmünket, egy miskolci, ötszintes panelépület földszinti lakásában végzett akusztikai méréshez kapcsolódik, ahol a lakó tartós, nehezen azonosítható zajterhelésre panaszkodott. A magányosan élő, nyugdíjas énektanárnő bejelentést tett a Miskolci Minőségellenőrző Állomáson (Építésügyi Minőségellenőrző Innovációs Nonprofit Kft.), mivel a lakásában jelentkező éjszakai zaj zavarta a pihenésben. Állítása szerint a zaj az alatta elhelyezkedő szerelősztíven működő, a Miskolci Hőszolgáltató Kft. – a továbbiakban: MIHŐ – által üzemeltetett épületgépészeti berendezésekből származott.

Érzékszervi megítélés alapján a kibocsátott zaj az épület homlokzata előtt is jól hallható volt, ezért az akusztikai vizsgálatra a MIHŐ képviselője is meghívást kapott. Az épület környezetében egyéb, utcai eredetű zajforrás nem volt számottevő. A mérésekre 2011. január 18-án, a hajnali órákban került sor, összhangban a hatályos rendelet előírásaival, amely nappali és éjszakai időszakban is megköveteli a vizsgálatok elvégzését. A rendelet szerint [3] a nappali időszak 6:00 és 22:00 óra között, míg az éjszakai időszak 22:00 és 6:00 óra között értelmezett.

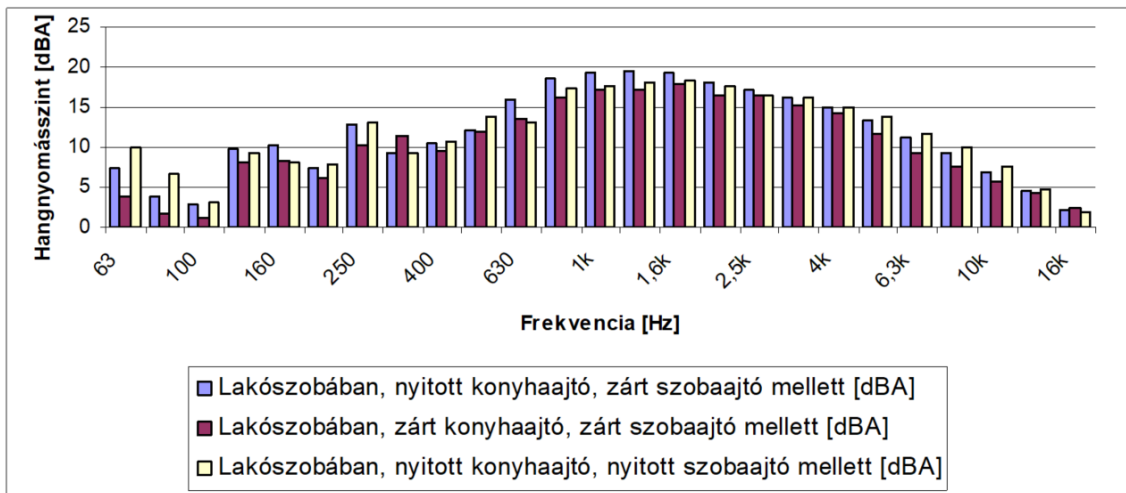
A vizsgálatokat a vonatkozó szabvány [4] előírásainak megfelelően végeztük. A zavaró

frekvenciakomponensek feltárása érdekében tercsávós elemzést alkalmaztunk (2. ábra).

Az előírt vizsgálati időszakban mért egyenértékű A-hangnyomásszintek nyitott konyhaajtó és zárt szobaajtó mellett 28,5 dB(A), zárt konyhaajtó és zárt szobaajtó esetén 26,9 dB(A), míg nyitott konyha- és szobaajtó mellett 27,8 dB(A) értékeket adtak. Az eredmények egyértelműen arra utaltak, hogy a zajforrások a konyhában, illetve a szobaajtón kívüli helyiségekben keresendők; jelen esetben – garzonlakásról lévén szó – az előszobában és a fürdőben.

Kiegészítő mérések alapján megállapítható volt, hogy a konyhai zajforrás egy 120 literes, Hajdu gyártmányú hűtőszekrény kompresszora, míg a fürdőben az időszakosan működő szellőztető berendezés áramlási zaja volt. Az ezekből származó együttes zajterhelés sem érte el a [3] szerinti, éjszakai időszakra előírt 30 dB(A) határértéket.

A MIHŐ szakemberei kérésre a mérés idejére leállították a szerelősztíven található valamennyi épületgépészeti berendezést, azonban a megismételt vizsgálatok nem mutattak számottevő csökkenést. A tercsávós elemzés utólagos kiértékelése nem jelzett kiemelkedő tisztahang-összetevőt. Az épület előtti vizsgálat alapján megállapítható volt, hogy a zaj alapvetően szélessávú volt, az esetleges diszkrét komponensek jelenléte nem volt számottevő. A nyugdíjas énektanárnő panaszát a hatóság nem fogadta el, hiszen a mérések által igazoltuk, hogy a környező épületgépészeti berendezések okozta zajterhelés a határértéken belül van.



2. ábra. Lakószoba zajterhelése [Saját ábra]

Szomorúan tapasztaltam, hogy a mérési eredmények ismeretében a jelenlévők közül többen kissé lekezelően bántak a panaszossal. Ha azonban arra gondolunk, hogy – a korábbi szakmáját kapcsolódóan is – egy kivételes hallású személy valós problémával fordult a hatósághoz, könnyen belátható, hogy a jelenség pusztán a szokásos mérési módszerekkel és jogi eljárásokkal nem minden esetben ragadható meg. Az ilyen esetek rámutatnak arra, hogy a szabványos eljárások mellett indokolt lehet az egyéni érzékenység és az észlelési küszöb alatti jelenségek figyelembevétele is.

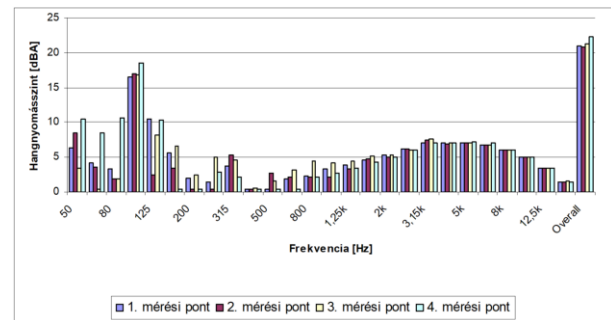
3. ZAJHATÁSOK EGY EGYETEMI KOLLÉGA LAKÁSÁBAN

Ez az esettanulmány egy 2014. szeptember 26-i történetet mutat be, amely valóban figyelemreméltó a maga nemében. A lakás tulajdonosának – aki egyben egy köztisztelőben álló egyetemi kolléga – állítása szerint, a tulajdonában lévő lakásban a zaj zavarja az intenzív szellemi tevékenységben, illetve a pihenésben. Állítása szerint a fölötté lakó néhány hónappal azelőtt egy légtechnikai berendezéssel szerelte fel a lakását, amelynek célja a lakás hűtése nyári időszakban, valamint a fűtése a téli időszakban. A készülék folyamatos működése óta elviselhetetlen a lakásában az élet.

Kérésére felkerestem a helyszínt, de érzékszervi megítélés szerint különösebb zavaró jelenséget nem tapasztaltam. A műszeres vizsgálatok során megkértem a panaszost, hogy mutassa meg a lakásban azokat a helyeket, ahol a legerősebbnek észleli a zavaró hatást. A továbbiakban ezekre a mérési pontokra fókuszáltam. Elméleti ismeretekre hagyatkozva azzal a feltételezéssel éltem, hogy a klíma berendezés által kibocsátott szélessávú zaj, esetlegesen tisztahang összetevőkkel a csatlósi viszonyoknak megfelelően, feltételezhetően a falon keresztül testhang formájában sugározza be a védendő helyiséget. A mérés alatt a nyílászárókat zárt állapotban tartottuk.

A mérés célja annak megállapítása, hogy a lakószobában kialakuló térbeli átlagos hangnyomásszint

a 27/2008. (XII.3.) KvVM-EüM együttes rendeletében meghatározott határértékek belül van-e. Túllépés esetén lehetőség van a zajvédelmi intézkedések kedvezőtlen esetben akár polgári peres úton történő foganatosítására. A vizsgálatok ebben az esetben is a [4] szabvány által előírt feltételek szerint kerültek kivitelezésre, az eredményeket pedig a hatályos környezetvédelmi és egészségügyi együttes rendelet [3] szerint értékeltem.



3. ábra. Lakószoba zajterhelése [Saját ábra]

A diagramból jól látható, hogy a zaj a 100 Hz-es tercsávban tartalmaz jellegzetesen kiugró tisztahang összetevőket. A 100 Hz jelenléte, amely az 50 Hz-es hálózati frekvencia kétszerese gyakran valamilyen villamos gép vagy transzformátor jelenlétére utal. A jelenséget magnetrokcionációnak nevezzük, amely akkor jön létre, ha mágneses térbe ferromágneses anyagot helyezünk. Ennek hatására a ferromágneses anyag alakváltozást szenved. Ha a mágneses tér periodikus függvény szerint változik (50 Hz-es hálózati váltakozó feszültség), akkor az alakváltozás is periodicitást mutat, amelyet tekinthetünk rezgésnek. Az alakváltozás és a mágneses indukció között az alábbi kapcsolat írható fel [1]:

$$\lambda = c_1 \cdot B^2$$

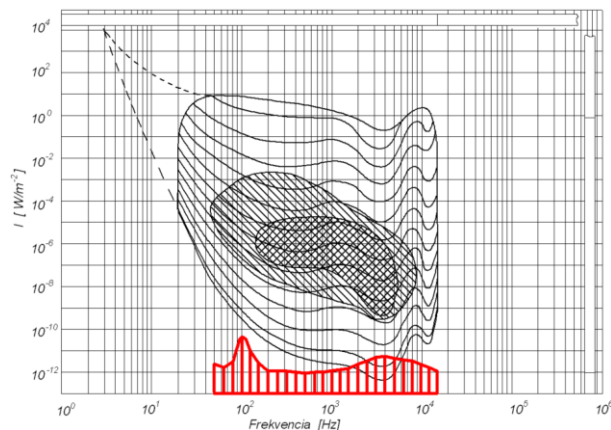
Mivel az indukció ($\sin \omega t$) függvény szerint változik, az alakváltozás:

$$\lambda = c_2 \cdot \sin^2 \omega t = \frac{c_2}{2} (1 - \cos 2\omega t)$$

azaz

$$\lambda = c_3 (1 - \cos 2\omega t).$$

Az elmélet alapján tehát beigazolódott a feltevés, miszerint egy külső zajforrásból származó rezgés a falakon keresztül besugározza a teret. A problémát a zaj intenzitásának alacsony volta jelentette. A 4. ábra, valamint a méréssel meghatározott egyenértékű A-hangnyomásszint szerint a lakószoba minden szempontból megfelel az előírásoknak.



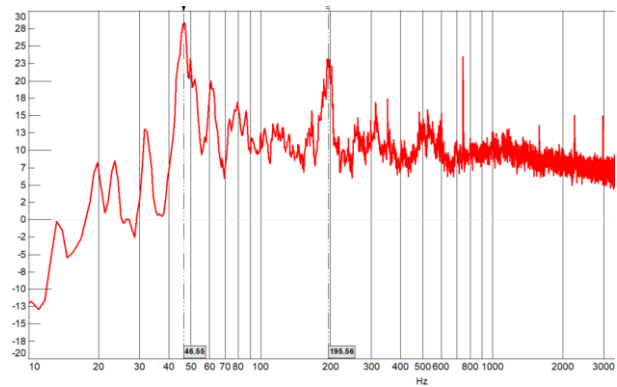
4. ábra. Tercsávós eredmény [Saját ábra]

Tapasztalataim és személyes ismeretségünk alapján feltételezhető, hogy az érintett személy hallása az átlagosnál érzékenyebb, ami egyéni adottságokkal és életútjából adódó környezeti hatásokkal egyaránt összefügghet. A hatályos magyarországi rendeletek azonban ilyen esetekben sem tesznek kivételt.

4. HANGOK EGY CSALÁDI HÁZBAN

A harmadik bemutatásra kerülő eset egy hejőcsabai családi házba kalauzolt 2019-ben. A panaszos egy középkorú férfi volt, aki családjával a Mésztelep utcai, nemrég vásárolt és felújított családi házában élt. Elmondása szerint a ház bármely helyiségében, a nap bármely szakában ugyanazt a mély hangú bűgást észlelte. Felesége és gyermekei ugyanakkor nem tapasztaltak hasonló jelenséget. Azt is megjegyezte, hogy a hang a házhoz tartozó kertben nem volt érzékelhető.

A probléma feltárása érdekében műszeres vizsgálatokra került sor. A tisztahang-összetevő jelenlétének gyanúja miatt spektrumfelvétel készült (5. ábra).



5. ábra. Spektrum felvétele [Saját ábra]

A vizsgálat kimutatta a mély hangú összetevőt 47 Hz környezetében, valamint annak felharmonikusait is. A zavaró alaphang frekvenciájának hangnyomásszintje azonban ebben az esetben is a hallásküszöb görbe alatt maradt. A teljes hangfrekvenciás tartományt vizsgálva az egyenértékű A-hangnyomásszint 24,3 dB(A) volt, amely időszakosan 30 dB(A) fölé emelkedett a közúti forgalom megélénkülésekor.

Az 50 Hz közeli frekvenciájú hang feltételezhetően valamilyen forgógép forgási frekvenciájához köthető, amelynek névleges fordulatszáma mintegy 2880 1/min lehet. A zajforrás lokalizálása kisfrekvenciás összetevők esetén azonban különösen nehéz: a nagy hullámhossz a rendelkezésre álló mérőeszközökkel gyakorlatilag lehetetlenné tette a pontos helymeghatározást.

Feltételezhető, hogy a néhány száz méterre található szennyvíztisztító gépház működése okozza a lakásban felerősödő és az átlagosnál érzékenyebb hallású személyek számára zavaró zajhatást. Mivel azonban a mért zajszint a megengedett határértéken belül maradt, a hatályos magyarországi rendeletek nem teszik lehetővé a panaszos számára a jogorvoslatot.

5. ÖSSZEGZÉS

A bemutatott esetek rávilágítanak arra, hogy a hallásküszöb alatti hangok bár műszeresen sokszor jelentéktelennek tűnnek, egyesek számára mégis valós és zavaró hatással vannak. Ez a sokak számára látszólag észrevehetetlen jelenség nemcsak akusztikai, hanem emberi szempontból is figyelmet érdemel.

6. IRODALOM

- [1] KOVÁTS A.: *Gépszerkezettan (Műszaki akusztika)*. Budapest, 1988.
- [2] KOVÁTS A.: *Zaj és vibráció*, Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, Miskolc, 2008.
- [3] 27/2008. (XII. 3.) KvVM–EüM együttes rendelet a környezeti zaj- és rezgésterhelési határértékek megállapításáról
- [4] MSZ EN ISO 140-5. Akusztika - Épületek és épületelemek hangszigetelésének mérése - 5. rész: Külső térelhatároló szerkezetek helyszíni mérése