



Életünk és a zaj





Felelős kiadó: Bozzay Péter ügyvezető
Szerzők: Berndt Mihály, Dr. Román Zsuzsa
Lektorálták: Dr. Béres András, Riesz Lóránt
Szerkesztette: Dancs Katalin, Pintéerné Tóth Viktória
Budapest, 2020

ISBN 978-963-309-133-3

Nyomdai kivitelezés: Printing Solutions Nyomdai Szolgáltató Bt.

Készült az Agrárminisztérium támogatásával.



AGRÁRMINISZTÉRIUM



Életünk és a zaj

A Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft. részéről köszönetet mondunk a kiadvány elkészítésében nyújtott szakmai segítségért Budapest Főváros Kormányhivatala Népegészségügyi Főosztályának, Dr. Homor Zsuzsanna főosztályvezető asszonynak és Dr. Román Zsuzsa szakorvosnak.



Előszó

A zaj láthatatlan szennyezés, nem érzékeljük úgy, mint egy füstölő kéményt, avagy hulladékhegyet, szennyezett vízfelületet. Nincs olyan magyarországi lakóhely, ahol ne jelentkezne emberre ható, nem kívánatos zajterhelés. Mindennapjaink egyik legelterjedtebb környezeti ártalmáról van szó, amelyről mégis nagyon kevés ismerettel rendelkezünk. Talán nem is vesszük észre – pedig egyre inkább jelentkezik az az egészségkárosító hatás, amely egész szervezetünkre, annak működésére kihat. Egy-egy károsító, egészségünket veszélyeztető hatásával szemben akkor vehetjük fel eredményesen a küzdelmet, ha megismerjük annak főbb jellemzőit, hatásmechanizmusát, valamint a leküzdéséhez rendelkezésünkre álló eszközöket, lehetőségeket.

Magyarországon rendkívül kevés zaj- és rezgés elleni védelemmel foglalkozó kiadvány jelent meg eddig, ezen szeretnénk jelen kiadványunkkal változtatni. A most kézben tartott füzettel a legfontosabb alapismereteket, információkat szeretnénk eljuttatni a zaj elleni védelem témájában érintettekhez, a probléma iránt érdeklődőkhöz (mindezt kiegészítendő, Idehallgass! című kiadványunk pedig „kézzel fogható”, azaz inkább füllel hallható közelségbe hozza a hangok, zajok világát mindnyájunk – első sorban a fiatalok – számára).

Az ismeretek közlésén túl a zajvédelemmel kapcsolatos helyes szemléletmódot igyekszünk bemutatni és érthető módon a nagyközönség elé tárni. Bízunk benne, hogy a nyilvánosság zaj elleni védelemmel kapcsolatos általános tájékoztatásán túl kiadványunk az oktatási intézményeknek, civil szervezeteknek, de még bizonyos szempontból a környezet állapotának kialakításában meghatározó szerepet betöltő döntéshozóknak is hasznos lesz. Kérjük, észrevételeivel, javaslataival segítse további munkánkat, hogy a zaj elleni küzdelem minél szélesebb körben közös ügyünké válhasson.



Bozzay Péter
ügyvezető



1. Bevezető gondolatok

Már az ókorban, majd pedig a középkorban is ismeretes volt, hogy a zaj, a zavaró hanghatások – pl. erős harangzúgás, bányászati tevékenység – károsítják az ember egészségét: a több éven át erős zajban dolgozók megsüketülnek, de a kisebb zajok is zavarják a mindennapok nyugalalmát. Az ókori Rómában törvény tiltotta a kocsik közlekedését a nap meghatározott szakaszában, hogy ezzel védjék a városlakók nyugalalmát.



Robert Koch, 1900 körül;
ismeretlen alkotó

Robert Koch (1843–1910), az orvosi Nobel-díjas német bakteriológus mondta: *„Bekövetkezik az a nap, amikor az ember kénytelen lesz egészségének egy veszélyes ellenségével, a zajjal ugyanúgy harcolni, mint valaha a kolera és a pestis ellen harcolt.”*

Kétség kívül kijelenthetjük: bekövetkezett a Robert Koch által előre jelzett állapot. Napjaink városlakói számára az egyik legfontosabb környezeti terhelést jelenti a zaj.

Fotó: Berndt M.





Hatása minden kétséget kizáróan veszélyezteti, károsítja egészségünket. A zaj rontja komfortérzetünket, lehetetlenné teszi, hogy az egyébként pihenést, kikapcsolódást nyújtó területeket (kertek, parkok, erdők stb.) eredeti rendeltetésüknek megfelelően használhassuk.

Ebben a kis kiadványban rövid áttekintést kívánunk adni a zaj egészségre, közérzetre gyakorolt ismert hatásairól. Alapvető információkat kívánunk adni a hang/zaj fizikai hátteréről, érthetőbbé kívánjuk tenni a környezeti zaj problémáját a „laikusok” számára is.

Minden ismeretszerzés – legyen az a legegyszerűbb is – valamilyen szinten megváltoztat bennünket. Azzal, hogy megismerkedünk a zajjal, legfőbb jellemzőivel, mint a mindennapjainkat kísérő jelenséggel, vélhetően segítjük, hogy a korábbiaknál jobban odafigyeljünk erre a sok esetben egészségkárosító környezeti terhelésre, és személy szerint is megtegyük mindazt, amit megtehetünk magunk, és környezetünk védelme érdekében.

A környezeti zajállapot alapvető módon határozza meg mindennapi komfortérzetünket. A nyugalmas, háborítatlan környezet, a csend érték, amelyre alapvetően szükségünk van.



A csend, a zajmentes környezet egyre nagyobb értékünk

Fotó: Berndt M.



2. A hang/zaj és mindennapi életünk

Természeti hangok

A hang sokunknak az életet is jelenti.

A természet hangjai lehetnek igen erősek, mint például a mennydörgés, vagy egy nagy vízesés; de lehetnek halkak is, mint a faleveleket susogató szellő. A hang/zaj maga is üzenetet hordoz. A „*természet csendje*” üzen számunkra az időjárásról, a környezet állapotáról, informál bizonyos történésekről. Télen egy éjszakai hóesést azonnal észlelünk oly módon is, hogy feltűnik az a csend, amely egyébként más esetben nem tapasztalható, szokatlan csend borul a tájra.

Az erdőben hirtelen abbamaradó madáracsicsérgés arra utal, hogy ragadozó jelent meg a környéken.

Minden ilyen hang – legyen az hangos, avagy halk – a természetes és harmonikus táj nélkülözhetetlen része. Hiányuk közérzetünket negatívan befolyásolja.



A természet hangjai – pl. a patak hangos vízcsofogása -
jó közérzetünk nélkülözhetetlen részei

Fotó: Berndt M.



Emberi közreműködéssel létrejövő – ún. mesterséges hangok/zajok

Az emberi élet alapvetően együtt jár a hanggal/zajjal. A harangok zúgása örömet, halált vagy veszélyt ad hírül.

Évszázadokig a lakosság informálásának egyik fő eszköze volt a harangszó, amely hangzásával, a kibocsátott hang jellegével (hossza, az ütés üteme stb.) például a település határában dolgozókat tájékoztatta a történésekről, első sorban a veszélyekről. Még ma is több magyarországi településen használnak ilyen jelzéseket például műszakkezdés jelzésére.

Sok évvel ezelőtt a városközpontokban a kereskedők hangos kiáltással kínálták áruikat az ott lakóknak. Mindez szerves része, természetes velejárója volt a mindennapoknak. A városlakók már kora reggel a kovács kalapácsütéseinek hangjával konstatálták: indul az új nap. Ha azonban nem hallották ezt a korai hangot, azonnal tudhatták: a kovács beteg lett...

Bizonyos szomszédsági zajok lehetnek kellemes, megnyugtató, nem zavaró hangok is: például a gyerekek játéka az iskolaudvaron, vagy a zongoralecke gyakorlásának hangjai. Azonban lehetséges az is, hogy valakit már zavar a „Für Elise” tizenharmadszorra történő elpróbálása...



Adam Dürer kovács,
ismeretlen festő, 1606





A hang, mint az öröm kifejezése

A hagyományos közösségi ünneplések általában hangosak, és a hang/zaj az ünneplés szerves, velejáró része. Az augusztus 20-i ünnepsorozat el sem képzelhető az esti tűzijáték nélkül. Vannak olyan nemzetek, ahol díszlövésekkel fejezik ki a közösség örömét, ünnepét. Sportrendezvényeken pedig a szurkolók énekelnek, különböző hangkeltő eszközökkel fejezik ki lelkesedésüket, tapssal buzdítják a játéktéren küzdőket. Az örömet kifejező zajkeltés általános emberi szokás, amely a világ minden táján, kultúrájában ugyanúgy megtalálható.



Augusztus 20-i tűzijáték Budapesten
Fotó: MTI - Szigetváry Zsolt

Az egészséges akusztikai környezet

Környezetünk az emberi tevékenységek tere, helyszíne is. Ezen tevékenységek lehetnek hangosak, de az is lehet, hogy csendet igényelnek. A cél, hogy mindenki tudjon élni, pihenni, aludni, dolgozni vagy zenélni – anélkül, hogy ezzel másokat zavarja. Az egészséges akusztikai környezet egyszerre egyéni és társadalmi szükséglet is.



3. Alapvető ismeretek

Hang és zaj

Fizikai értelemben a hang és a zaj között nincs lényegi különbség. A levegő nyomásának ismétlődő gyors változását (rezgését) érzékeljük hangként. A zajt nem lehet kizárólag a hang fizikai jellemzői/paramétereire alapján definiálni. A zaj általános definíciójának alapja a hallható hang hatásainak megítélésében rejlik. Azt a hangot nevezzük zajnak, amely zavaró hatású, káros lehet az egészségre, mentális állapotunkat és társadalmi jólétünket veszélyezteti, illetve komfortérzetünket rontja.

A hang

Fizikai értelemben a hang olyan rezgési jelenség, melynek három specifikus jellemzője van:

- **Frekvencia:** a másodpercenkénti rezgések száma, amelyet Herzenben (Hz) adunk meg. Az ember által érzékelhető frekvenciatartomány általában 20 Hz-től 20.000 Hz-ig terjed és jellemzően a korrall együtt változik (csökken a tartomány);
- **Nyomásszint:** a környező levegőben (vagy egyéb közegben) érzékelhető nyomást, illetve annak változását pascalban (Pa) fejezzük ki. A nyomásváltozást egy ún. „vonatkoztatási nyomás”-értékhez viszonyítjuk, ezért beszélünk „szint”-értékről.
A „vonatkoztatási nyomás”-érték azon leghalkabb hang nyomásváltozás-értékének felel meg, amelyet az egészséges ember 1.000 Hz frekvencián még éppen érzékelni képes. Ez az érték 20 mikropascal (20 μ Pa). Ezt az értéket szabványosították a hangnyomásszint meghatározásához.
Az a hangnyomás, amelyet az emberi hallószerv még károsodás nélkül elviselni képes, 20 Pa körüli érték. Ez a nyomásérték egymillió szorosa tehát annak az értéknek, amelyet az alig hallható hang referencia nyomásértékeként definiáltunk.
- **Időtartam:** a kibocsátás, a hangjel időbeli hossza, amely lehet hosszú, avagy rövid; a hang időbeli lefolyása pedig lehet egyenletes/állandó, ingadozó, szakaszosan változó, szabálytalanul változó.



A decibel fogalma

Láthattuk, hogy az a hangnyomás-tartomány, amelyet az emberi hallórendszer átfog, rendkívül széles (milliószoros arányok!). Ezért a gyakorlatban a kezelhetőség érdekében az értékeket logaritmikus skálán kezeljük, ábrázoljuk a következő alapösszefüggés szerint (p – az adott nyomásérték, P_0 – a 20 μPa vonatkoztatási érték):

$$L = 10 \lg \left(\frac{p}{p_0} \right)^2 \text{ [dB]}$$

A hangnyomásszintek logaritmikus skáláján a 0 dB-es szint a hallásküszöb értéke, a 120 dB-es szint pedig a fájdalomküszöböt jelentő 20 Pa-nak megfelelő érték. (Mindez a logaritmus matematikai szabályaiból következik.) Ennek azonban következményei vannak: azon aritmetikai szabályok, amelyekhez a lineáris skálákon szoktunk hozzá, itt nem érvényesek! Nem lehet úgy összeadni két hangnyomásszintet, ahogy azt egyébként megszoktuk. Például ha két azonos nagyságú szintértéket adunk össze, akkor az összegzés eredményeképp kapott érték 3 dB-lel nagyobb, mint az eredeti szint volt!

50 dB + 50 dB \approx 53 dB – nem pedig **100 dB**.

Vagy egy más jellegű példa: amennyiben nagyobb (jellemzően 10 dB-nél nagyobb) szintkülönbségű tényezőket adunk össze, akkor az eredmény a nagyobb szintértékkel gyakorlatilag megegyezik!

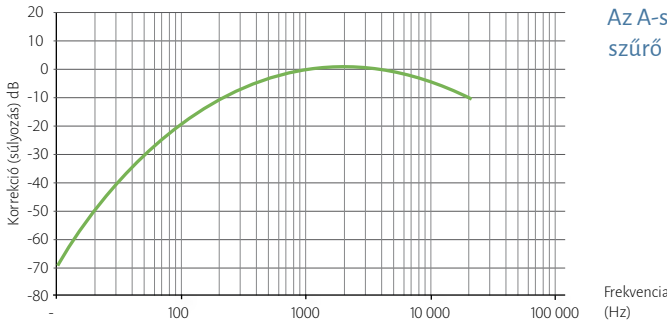
65 dB + 50 dB \approx 65,1 dB – nem pedig **115 dB**.

Az A-súlyozású hangnyomásszint

Hallásunk nem egyformán érzékeny a különböző frekvenciájú hangokra. A mély hangokra hallórendszerünk kevésbé érzékeny, mint a magasabb (nagyobb frekvenciájú) hangokra. Ezért nem mindegy, hogy egy adott hang/zaj hangnyomásszint értéke milyen frekvenciatarományokban jelentkezik.

Ha egy összetett zajhelyzetet vizsgálunk – például egy általános környezeti zajt –, akkor az ún. „frekvencia-súlyozás” a legegyszerűbb eljárás arra, hogy a zajt ezen meghatározó szempontot is figyelembe véve értékeljük.

A „frekvencia-súlyozás” során a különböző frekvenciájú zajösszetevőket olyan korrekcióval látjuk el, amely az emberi hallószerv adott frekvenciára jellemző érzékenységet képezi le. Az ily módon korrigált frekvenciasávonkénti hangnyomásszinteket összegezve kapjuk meg az egy számjegyű frekvencia-súlyozott hangnyomásszint-értéket.



Az A-súlyozású szűrő karakterisztikája

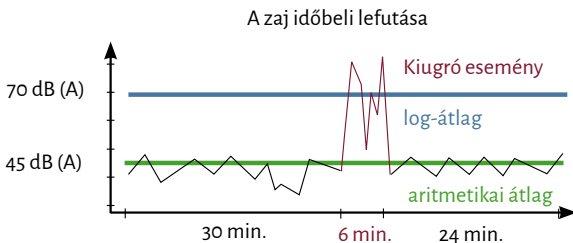
A gyakorlatban leginkább az ún. A-súlyozású szűrőt használjuk, amely az emberi hallószerv frekvenciaérzékenységét képezi le.

Speciális esetekben (pl. ami függhet a zajforrás, a zaj jellegétől) egyéb súlyozó szűrőket is használnak – erre itt most nem kívánunk kitérni.

Egyenértékű hangnyomásszint

Ezt a mértékegységet időben változó (pl. ingadozó, szabálytalanul változó) zajok/hangok egy számjeggyel történő jellemzésére használjuk. Az időben változó hang egyenértékű hangnyomásszintje olyan időben állandó hang hangnyomásszintjének felel meg, amelynek energiataartalma –az adott működési idő alatt– azonos az időben változó zaj energiataartalmával.

Ez egy egyszerű szemléltető példán keresztül kerülhet közelebb hozzánk. A példában egy órás vizsgálati időszakban 54 percig kb. 40–50 dB-es környezeti zajszint a jellemző, ám 6 perc időtartamban változó, jellemzően 70 dB körüli kiugró zajesemény jelentkezik. A vizsgálati időtartamra számított logaritmikus átlagérték jelentős mértékben eltér a számtani átlagértéktől. (Látható az is, hogy a számtani átlag jóval alatta marad a logaritmikus átlagnak –az egyenértékű hangnyomásszintnek– ez utóbbi „érzékenyebb” a csúcsértékekre.)



Forrás: Lärmkontor GmbH.

Az A-súlyozású szűrővel meghatározott egyenértékű hangnyomásszintet **egyenértékű A-hangnyomásszint**-nek nevezzük. A jele: L_{Aeq}

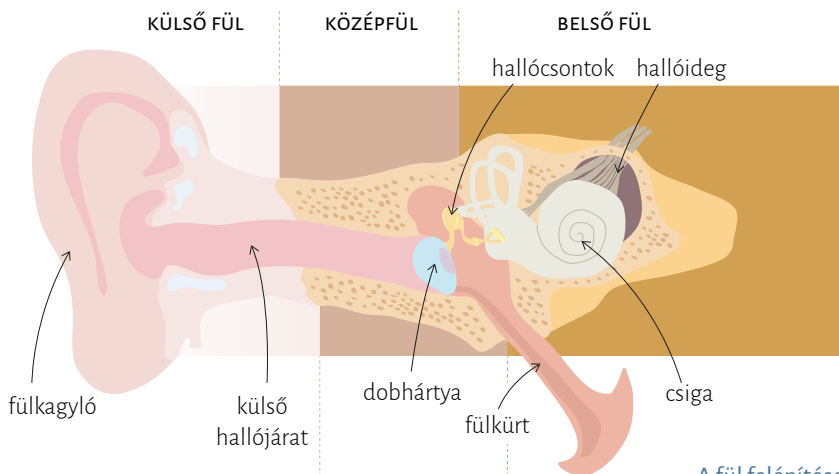


4. Hallásunk, a zaj egészségkárosító hatásai

Az ember számára a hallás a társadalmi beilleszkedés eszköze, és jelentős szerepe van a környezeti információk megszerzésében is. Általa lehetséges a nyelvi kapcsolattartás, valamint a kommunikáció egy különleges formája, a zenehallgatás. A hallás elvesztése vagy komolyabb csökkenése súlyosan érinti az egyént azáltal, hogy kommunikációs lehetőségeit még a fejlett technika korszakában is jelentősen beszűkíti.

Hogy is működik fülünk, hogyan hallunk?

Az emberi hallószerv három fő része a külső, közép- és a belső fül. Működésének lényege, hogy az agy számára feldolgozhatóvá teszi a hanghullámokat (a levegő rezgéseit) azok minden információtartalmával együtt (hangerősség, hangmagasság, hangszín).



A **külső fül** részei a fülkagyló és a külső hallójárat, ezek összegyűjtik és a hallójáraton keresztül a dobhártyához vezetik a hangot.

A hanghullámok megrezegtetik a **középfülhöz** tartozó dobhártyát és a hallócsontokat, ezek továbbítják a levegő hanghullámait a belső fül felé. A középfülben található az emberi szervezet legkisebb csontjai.

A **belső fülben** (a csigában) a mechanikai rezgések ún. szőrsejtek (hallósejtek) segítségével alakulnak át az agy számára értékelhető és feldolgozható ingerületté majd érzetté. Idegpályákon, több átkapcsolódási ponton keresztül jut az ingerület az agykéregbe, ahol kialakul a komplex hallásélmény.



A tartós zajhatás hosszú távú következményei

A zajok hatásai függenek a hangmagasságtól, a hangerősségtől és a hanghatás időtartamától. Két fő csoportra oszthatók: a hallórendszeri és az (egész szervezetre vonatkozó) általános hatások.

Hallórendszeri hatás

80–100 dB erősségű, órákon át tartó zaj kismértékű átmeneti halláscsökkenést okoz. Egészséges fiatal szervezet esetén a hallószerv néhány óra, egy nap alatt regenerálódik.

125 dB feletti, akár csak néhány másodpercig tartó zajhatás (pl. puska-dördülés, petárda robbanása stb.) miatt azonnali maradandó hallásromlás jön létre.

8 órás munkanapra vonatkoztatott 87 dB-es¹ zajterhelés mellett még nem jön létre maradandó halláskárosodás. E felett viszont a terhelés növekedésével hatványozottan nő a halláskárosodás kockázata.

A maradandó hallásromlás a rendszeres és hosszan tartó, határérték feletti zajhatásra jön létre. Ebben az esetben a hallósejtek végleg elpusztulnak. Ez az állapot jelenleg sem gyógyszerrel, sem műtéttel *nem gyógyítható*.

Az Európai Unió szakmai Bizottsága (SCENIHR) által kiadott szakvélemény felhívja a figyelmet a digitális *zenelejátszók halláskárosító hatására*. A kutatások szerint a hordozható zenelejátszókat hallgató személyek 5–10%-át fenyegeti maradandó hallásromlás, tehát az uniós polgárok közül 2,5–10 millió embert.

Főként a fiatalok kell számára fontos információk:

Maradandó halláskárosodáshoz vezethet, ha öt éven keresztül mindennap *egy óránál hosszabb* ideig magas hangerőn hallgatjuk zenelejátszónkat. A legveszélyesebbnek az MP3-lejátszókat tartják, amelyeken több száz órányi zene is elfér, és utazás közben hallgatják őket fülhallgatóval, olyan hangosra állítva, hogy elnyomja a járművek zaját.

A munkahelyek hallásvédelmi követelményével összehasonlítva elmondható, hogy a hetenként egyszeri, 6–8 óra zenés szórakozóhelyen eltöltött idő hatványozottan nagyobb *kockázatot jelent a halláskárosodás kialakulására*, mint a heti 40 órás (napi 8 órás), 87 dB-es zajos munkahelyen való tartózkodás. Ebből következik, hogy ha a fiatalok *rendszeresen és hosszú ideig* tartózkodnak zenés szórakozóhelyeken, ez *maradandó halláskárosodás kockázatával jár*.

¹ Lásd részletesebben a 66/2005. (XII. 22.) EüM Rendelet a munkavállalókat érő zajexpozícióra vonatkozó minimális egészségi és biztonsági követelményekről.

² Road Traffic Noise and Incident Myocardial Infarction: A Prospective Cohort Study, <http://www.plosone.org>



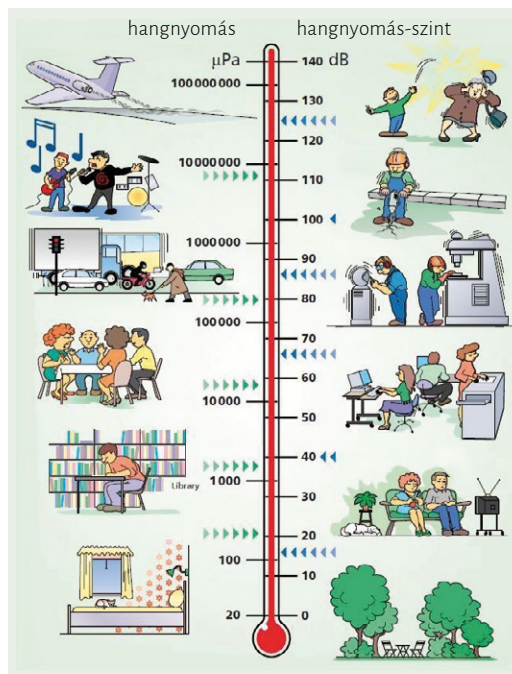
Különböző erősségű hangok előfordulása és azok hatása az emberi szervezetre.

Forrás: Brüel & Kjaer

A zaj általános hatása - a zaj egész szervezetre gyakorolt hatásai

A 20-30 dB feletti hang zavarja az alvást. A 40 dB-nél erősebb zajok zavaró hatásuk miatt pszichés terhelést eredményeznek, mely mértéke nagyban függ az egyéni érzékenységtől.

A 65 dB feletti zajok azon kívül, hogy magatartásbeli változásokat okozhatnak, zavarják a beszédértést és a koncentrációképeséget. A figyelem és a szellemi teljesítőképesség csökkenése révén növeli a balesetek gyakoriságát. Hosszú távon pedig a depresszió és az agresszív magatartásformák gyakoribb előfordulását okozza.



A nagymértékű környezeti zaj *stresszreakciót* vált ki az emberi szervezetben, melynek kimutatható jelei az *erek falában található simaizomzat összehúzódása, a vérnyomás- és pulzusszám-emelkedés, gyorsuló légzés és fokozódó izomtónus, emelkedett vércukorszint.*

A túl hosszú ideig tartó vagy túl intenzív stresszhatás hozzájárul a *magas vérnyomás, fekélybetegség, továbbá a cukorbetegség és a szívinfarktus* kialakulásához.

Számos vizsgálat bizonyította, hogy a zaj a szív- és érrendszeri betegségek kockázati faktorának tekinthető (Mette Sorensen és munkatársainak kutatásai,² Wolfgang Babisch eredményei,³ Maria Foraster vizsgálatai⁴ stb.). E kockázati tényező ismerete azért fontos, mert a környezeti zajhatás csökkentése hozzájárulhat a szív- és érrendszeri betegségek gyakoriságának csökkenéséhez is. A WHO (Egészségügyi Világszervezet) szakmai összefoglalóban tett közzé további tudományos bizonyítékokat.⁵

³ Road traffic noise, air pollution and (isolated systolic) hypertension. Cross-sectional results from the KORA study, <http://www.internoise2013.com>

⁴ Disentangling the effects of traffic-related noise and air pollution on blood pressure: indoor noise levels and protections, <http://www.internoise2013.com>

⁵ Environmental Noise Guidelines for the European Region (2018)



5. A zaj társadalmi, gazdasági hatásai

A zaj magatartásra és viselkedésmódra gyakorolt hatásai gyakran összetettek, rendkívül finomak és közvetetten jelentkeznek. Sokszor úgy véljük, hogy a hatás nincs is kapcsolatban a zajforrással.

A társadalmi és viselkedésmódbeli változások mindennapi szokásainkra hatnak (pl. becsukjuk az ablakokat, nem használjuk az erkélyt, hangosabbra állítjuk a rádiót, TV-t). Nemkívánatos szokásaink gyakorisága nő (pl. agresszívebbé, elégedetlenebbé, passzívbabbá válunk), megváltoznak társadalmi életünk indikátorai (pl. lakóhelyi mobilitás, kórházi kezelések száma és a gyógyszerfogyasztás növekedése, nő a balesetek gyakorisága) és negatív hangulatváltozás lesz úrrá rajtunk (kedvetlenebbek, boldogtalanabbak, depresszióra hajlamosak leszünk). Bár a viselkedésbeli változások összefüggenek a zajterheléssel, a zajnak való kitettség önmaga nem vezet agresszív magatartáshoz. Azonban ha ez egyéb, már meglévő feszültségekkel, méreggel, vagy ellenségeskedéssel párosul, könnyen válhat ki agressziót.

Bátran kijelenthető, hogy hosszabb ideig ható, 80 dB egyenértékű A-hangnyomásszint feletti terhelés csökkenti az együttműködési készségünket és növeli agresszív hajlamunkat nemcsak a hatás ideje alatt, hanem az azt követő időszakban is.

Gyógyszerfogyasztás

Különböző gyógyszerekkel is küzdhetünk a zaj egészségünket károsító hatásai ellen. A rendelkezésünkre álló gyógyszerkészítményekkel egyrészt minimalizálhatjuk a bennünket ért stresszhatást és a kellemetlen közérzetet, másrészt használhatunk gyógyszereket az éjszakai zavartalan alvás biztosítása érdekében. Ez a gyógyszerhasználat olyan járulékos kiadást jelent társadalmunk számára, amely nagy részben a környezeti zaj „számlájára írható”.

Vizsgálatok tanúsága szerint az $L_{Aeq} = 55-60$ dB közötti terheléssel érintett területeken a lakosság 15%-a fogyaszt napi, vagy heti több alkalommal is altató, illetve nyugtató tablettákat, míg ezzel szemben egy zajtól nem terhelt, csendesnek mondható területen ez az arány csupán 4% körüli. A 65 dB-nél nagyobb terheléssel érintett területeken jelentősen megnő a füldugókat használók száma.⁶

⁶ Noise and health – WHO 2009.



Belterületi városrészek „elnéptelenedése”

A városok központjában számtalan, különféle zajforrás lelhető fel. Akár magántulajdonban, akár közösségi tulajdonban vannak a lakásként használt ingatlanok, lassan-lassan elnéptelenedhetnek. Városi környezetben a közlekedés okozta zajterhelés a meghatározó.



Forgalmas belváros Fotó: Berndt M.

A nyári idegenforgalmi szezonban megnő a városi forgalom, számtalan szórakozóhely rendelkezik szabadtéri vendéglátó résszel, ahol rendszerint éjszakába nyúló vendégforgalom zaja terheli a közelebbi, de a távolabbi környezetet is. A zavaró hatást fokozza a szórakoztatáshoz nélkülözhetetlenek tartott élő-, vagy gépi zeneszolgáltatás és a vendégek hangoskodása is. Ha a zeneszolgáltatás rendszeres és túl hangos, meghatározó tényezője lehet az érintett ingatlanok értékesítésének, funkcióváltásának, végső soron akár kiürülésének is.



Ingatlanok értéke

Míg belvárosi területeken a funkcióváltással bizonyos fokig megőrizhető a terület és az ingatlan értéke, addig más esetben – a környezeti zajszint növekedése miatt – egyértelmű értékcsökkenés következik be az érintett ingatlanokban.



A környezeti zajszint hatással van az ott levő ingatlanok értékére is

Repülési zajra kiterjedt vizsgálatok tanúsága szerint (USA, Kanada, Egyesült Királyság) alacsony, vagy közepes árfekvésű ingatlanok esetében a zajterhelés növekedése decibelenként ca. 0,75%-os, nagy értékű ingatlanok esetén decibelenként ca. 1%-os értékcsökkenést eredményez. (A mutató 60–80 dB(A) közötti terheléssel érintett területekre érvényes.) Magyarországon is végeztünk erre vonatkozó kutatásokat, gazdasági számításokat, és a fentiekhez hasonló eredményekre jutottunk (a vizsgálatokat a Budapesti Corvinus Egyetem végezte).

Azt sem szabad azonban elfelejteni, hogy vannak olyan értékeink, amelyek pénzben nem kifejezhető, ún. „önértékkel” rendelkeznek. Ilyen környezetünk csendje is...



6. Rövid áttekintés a zaj elleni védelem követelményeiről

A követelményeket meghatározó tényezők – környezeti zaj elleni védelem

A követelmények elsődlegesen az adott környezet használatától függenek. Például egy lakószoba éjszakai zajszintjére vonatkozó követelmény természetesen más, mint egy irodahelyiség nappali követelményértéke.

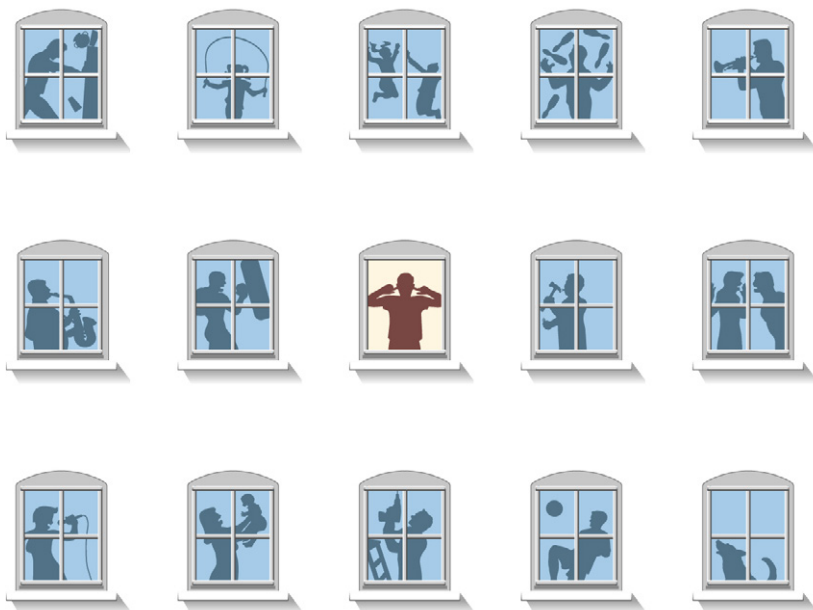
Magától értetődő, hogy egy kórházban, ahol a környezet hatásaira leginkább érzékeny emberek, betegek tartózkodnak, minden szempontból biztosítani kell a gyógyulást segítő optimális környezetet. Ebbe a környezeti zaj állapota is beletartozik. Mindnyájan voltunk betegek, tudjuk, hogy ekkor rendkívül érzékenyek vagyunk minden zavaró hatásra...

Hasonlókat lehet elmondani az iskolai tantermekről és lakószobákról.





Épületek tervezésénél, megvalósításánál prioritást kell, hogy kapjanak az akusztikai szempontok és követelmények (épületszerkezetek hanggátlási követelményei, belső terekre vonatkozó speciális akusztikai követelmények stb.). Ugyanakkor ügyelni kell az épületfunkciók megválasztására is.



Amennyiben nem körültekintő a tervezés, zajproblémákat okozhat az épületműködtetéssel összefüggő berendezések zajkibocsátása is. Egy rosszul kiválasztott és beépített klíma, szellőztető berendezés, lifte, garázskapu vagy éppen egy kórházi szállítóeszköz rendkívüli zavaró zajhatást okozhat.

A követelményeket számos egyéb tényező mellett a zajforrás típusa, jellege, időtartama, rendszeressége is meghatározza. Ezek mind-mind figyelembe veendőek a követelmények meghatározásakor, azok teljesülésének ellenőrzésekor.

A környezeti zaj elleni védelem hazai jogi szabályozása

A zajt elviselő „áldozat” és a zajforrás tulajdonosa/üzemeltetője általában nem azonos módon értékeli az adott környezeti zajállapotot. Épp ezért van szükség szabályokra, valamint arra is, hogy a zaj elleni védelemért felelős hatóság egyre hatékonyabb stratégiát dolgozzon ki a terheléssel érintettek védelmében.



Magyarországon a környezeti zaj elleni védelem jogi szabályozásának legfontosabb elemei a következők:

- 1995. évi LIII. törvény *a környezet védelmének általános szabályairól*
- 280/2004. (X. 20.) Korm. rendelet *a környezeti zaj értékeléséről és kezeléséről*
- 284/2007. (X. 29.) Korm. rendelet *a környezeti zaj és rezgés elleni védelem egyes szabályairól*
- 25/2004. (XII. 20.) KvVM rendelet *a stratégiai zajterképek, valamint intézkedési tervek készítésének részletes szabályairól*
- 93/2007. (XII. 18.) KvVM rendelet *a zajkibocsátási határértékek megállapításának, valamint a zaj- és rezgés-kibocsátás ellenőrzésének módjáról*
- 27/2008. (XII. 3.) KvVM-EüM együttes rendelet *a környezeti zaj- és rezgésterhelési határértékek megállapításáról*
- 2012. évi II. törvény *a szabálysértésekről, a szabálysértési eljárásról és a szabálysértési nyilvántartási rendszerről* (149. pont – csendhárítás)

A szabályozás országos és helyi szabályozási szinteken is történik. A környezetvédelemért felelős kormányzati szerv határozza meg a zaj- és rezgésterhelési határértékeket.

A környezeti zajterhelési határértékek függenek

- a zajforrás típusától (üzemi- és szabadidős zajforrások, közlekedési zajforrások, építési zaj)
- a zajtól védett terület területi besorolásától (a nagyvárosias környezetben megengedőbbek a határértékek, mint egy kisvárosias, vagy falusias környezetben)
- a napszaktól (éjszaka szigorúbban a követelmények, mint nappal).

A határértékekkel összevetendő ún. „mértékadó”, megítélési szinteket miniszteri rendeletben és szabványban részletesen meghatározott mérési eljárással kell meghatározni.⁷

Külön határérték-rendszer vonatkozik az épületek zajtól védett helyiségeiben fellépő zajterhelésre.

Hatósági jogköröket – a 284/2007. Korm. rendeletben részletezettek szerint – a települési (kerületi) önkormányzatok jegyzője, illetve a megyei kormányhivatalok gyakorolják.

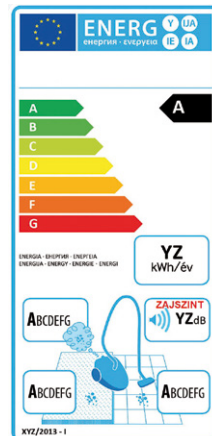
A szabályozás részletesebb megismeréséhez javasoljuk a megadott jogszabályok áttekintését. A hatályos jogszabályok szövege a Nemzeti Jogtárban (<http://www.njt.hu>) címen bárki számára hozzáférhetőek!

⁷ 93/2007. (XII. 18.) KvVM rendelet, valamint MSZ 18150-1 szabvány



Egyéb – termékekre vonatkozó – szabályozások

A tágabban értelmezett környezetből származó zajforrásokon kívül (pl. közlekedés) szűken vett lakókörnyezetünkben is vannak olyan zajforrások, amelyek mindennapjaink terhelésében szerepet játszanak. Ráadásul ezeket mi magunk helyezünk el közvetlen közelünkben – hiszen életünk velejárói.



Porszívó energiacímkeje – zajszint megjelölésével
Forrás: energiapédia.hu

Nem tudjuk elképzelni életünket a háztartási gépek, hűtőgép, mosógép, vagy épp hajszárító nélkül. Ezek lakásunkban vannak és zajukkal terhelnek bennünket. Gondoltunk-e már arra, hogy ez is egyfajta terhelés? Mit tehetek, hogy ez a legkisebb mértékű legyen, és közvetlen lakókörnyezetem komfortja a lehető legjobb legyen?

Ezt hivatott segíteni a háztartási gépek forgalomba hozatalával kapcsolatos kötelező előírás is. Mindenki tudja, hogy létezik „energiaméret”, amelyen fel kell tüntetni a háztartási gép energiafogyasztási jellemzőit. De azt tudjuk-e, hogy ugyanezen címkén fel kell tüntetni az adott berendezés A- hangteljesítményszintjét?

Még ha magával a mennyiséggel pontosan nem is vagyunk tisztában, lehetőségünk van összehasonlítani két műszakilag, szolgáltatási jellemzőiben azonos gépet – és a döntés a miénk, mint vásárlóké: választom-e a csendesebbet?

Határérték a háztartási gépek zajkibocsátására nem vonatkozik, a kötelezettség csupán a kibocsátási érték feltüntetése. Tehát a „követelmény” és a „szabályozás” a mi kezünkben van. Élünk vele, nézzük meg az energiacímkét ebből a szempontból is!



Hasonló szabályozás létezik az úgynevezett „*kültéri berendezésekre*” (pl. építőgépek, kompresszorok) is. Ezzel talán kevésbé találkozunk a mindennapokban, de hasznos információ lehet mindenki számára. (Különbőség a háztartási gépek szabályozásával szemben, hogy itt nem csak feltüntetési kötelezettség, hanem adott berendezésre vonatkozó határérték is létezik.)

A *járművek* zajkibocsátására vonatkozóan is vannak előírások, amelyeket a típusvizsgálatok során határoznak meg és ellenőriznek. Határértékek vonatkoznak a személygépkocsik, teherszállító gépjárművek zajkibocsátására. Ezen a téren hatalmas fejlődés tanúi lehettünk: az egyes járművek zajkibocsátásának csökkentése csaknem a műszaki lehetőségek határához ért. (Egy kamion megengedett zajkibocsátás-értéke ma kisebb, mint a 80'-as évek Ladájának volt.)

Épp ezért is van kiemelt jelentősége a településtervezésnek, közlekedéstervezésnek a környezeti zajvédelemben.



82 dB



80 dB

Fotók: Berndt M



7. Felelős várostervezés

A környezeti zaj negatív hatásai egyre gyakrabban ösztönzik az érintett lakosságot arra, hogy nyomást gyakoroljon az illetékes hatóságokra, tegyen hathatós intézkedéseket a zaj szintjének csökkentése, valamint a még háborítatlan területek kedvező állapotának megőrzése érdekében.

Legfontosabb és legeredményesebb intézkedés a megelőzés, a kedvezőtlen környezeti zajállapot létrejöttének megakadályozása.

Egyre inkább figyelembe kell venni a környezeti zajállapotot a várostervezés, területrendezés során. Minden esetben meg kell vizsgálni bármely beavatkozás környezetre gyakorolt hatását. Gyakorlati tapasztalat, hogy amennyiben a tervezés során nem foglalkozunk a zajtényezővel, utólag már nincs lehetőség ésszerű és gazdaságos intézkedésre az esetleg kedvezőtlen helyzet javítására.

A leghatékonyabb zaj elleni védelmet a zajforrások létesítésének tervezésekor tudjuk megvalósítani. Egy-egy üzemi, vagy szórakoztató létesítmény (esetleg zajkibocsátással járó rendezvény) tervezésekor maximálisan figyelembe vehetjük a zajvédelmi szempontokat.

A zajszempontú felelős településtervezést, zajforrás-létesítést nagymértékben segíti az a zajtérképezési technika, amely – az európai szabályozás részeként – a hazai zajvédelmi gyakorlat szerves részévé vált (lásd a későbbiekben).

Magyarországon is egyre több példaértékű intézkedést találunk zajvédelmi szempontból felelős várostervezésre, településrendezésre.



Pécs, Széchenyi tér városrekonstrukció előtt...



...és után.

Fotók: Varga J., Berndt M.



8. Az Európai Unió környezeti zajpolitikája, eredményei

Azt, hogy városi környezetben miként lehetséges a lehető legeredményesebben kezelni a környezeti zajállapotot, nagyban segíti az Európai Unió jelenlegi zajpolitikája, és a zajpolitika megvalósítását támogató eszközrendszer (stratégiai zajtérképek).

Az, hogy ebben a népszerűsítő, alapismereteket átadni hivatott kiadványban foglalkozzunk a közösségi zajpolitikával azért szükséges, mert a kialakított politika célja épp az volt, hogy a zajjal érintettek számára általánosan is használható eszközrendszert biztosítson a környezetállapot javítására tett közös erőfeszítésekhez.

A környezeti zaj elleni küzdelem korántsem megfelelő politikáját, annak hiányosságait ismerte fel az Európai Unió, amikor 1996 novemberében kibocsátotta a közösségi zajpolitikáról szóló ún. „Zöld Könyv”-ét, melyben a megtett intézkedéseket és azok eredményeiről adott áttekintést.

Az önkritikus helyzetelemzés után felvázolta a dokumentum azokat a szükséges lépéseket, melyekkel a felhalmozódott problémák kezelhetők.

Az új szabályozás legfőbb eleme és lényege, hogy első lépésben ún. *stratégiai zajtérképeket* kell készíteniük a tagállamoknak a területükön található, meghatározott kritériumok szerinti nagyvárosi agglomerációkra, nagy forgalmú közutakra, vasútvonalakra, nagy forgalmú repülőterekre.

Ezek a zajtérképek térinformatikai rendszerben jelenítik meg a meglévő terhelést, a nem kívánatos, javítandó konfliktushelyzeteket – a túllépés mértékét, a túllépéssel érintett lakosság, valamint érzékeny intézmények (kórházak, iskolák stb.) számát is.

Ma már minden 100 ezer lakosú magyarországi város, illetve Budapest és vonzáskörzete is rendelkezik stratégiai zajtérképpel, amelyek az uniós előírások szerint készültek. (A zajtérképek a www.zajterkepek.hu internetes címen érhetők el.)

A zajtérképek nem csak a szakértők számára adnak információkat. A színes térképi megjelenítés a laikusok számára is könnyen érthetően mutatja be a környezeti zajállapotot. Lehetővé teszi a széles körű nyilvánosság számára is, hogy objektív és megbízható adatokra építve hasonlítsunk össze meglévő helyzeteket, értékeljük a tervezett változtatások hatását.



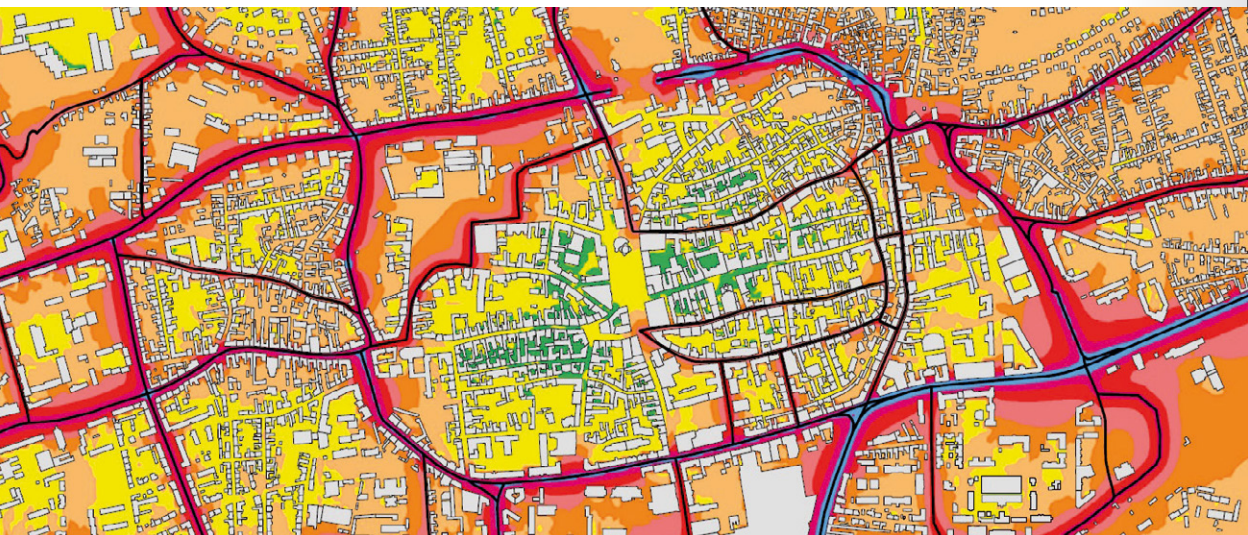
A nagyvárosokra, főközlekedési létesítményekre elkészített, és 5 évente megújuló zajtérképek felhasználásával:

- rendelkezésre áll egy olyan adatbázis, amely áttekintő helyzetképet ad a környezeti zajállapotról (a lakosság egyharmadát magába foglaló területre mindenki számára elérhetőek ezek az adatok);
- nemcsak a zajterhelés nagyságára, hanem a lakossági érintettségre vonatkozóan is megbízható adatok állnak rendelkezésünkre;
- a döntéshozókkal együtt a nyilvánosság is olyan információkhoz jut, amelyek a környezet ügyében meghozandó közös döntések meghozatalához mindenképp szükségesek;
- a stratégiai zajtérkép lehetőséget ad jövőbeli –akár hosszú távú– térségi tervezések következményeit is minden érintett számára megfelelő formában bemutatni...

A zajtérképek elkészülésével olyan lakossági érintettségi adatok is előálltak, amelyekkel korábban nem rendelkezünk. Arról, hogy mennyire „zajos” a környezet, amiben élünk, most már megbízható tények állnak rendelkezésre.



Stratégiai zajtérképek –
Budapest, Margitsziget
(terhelési értékek – L_{ejje})
Forrás: Enviroplus Kft.

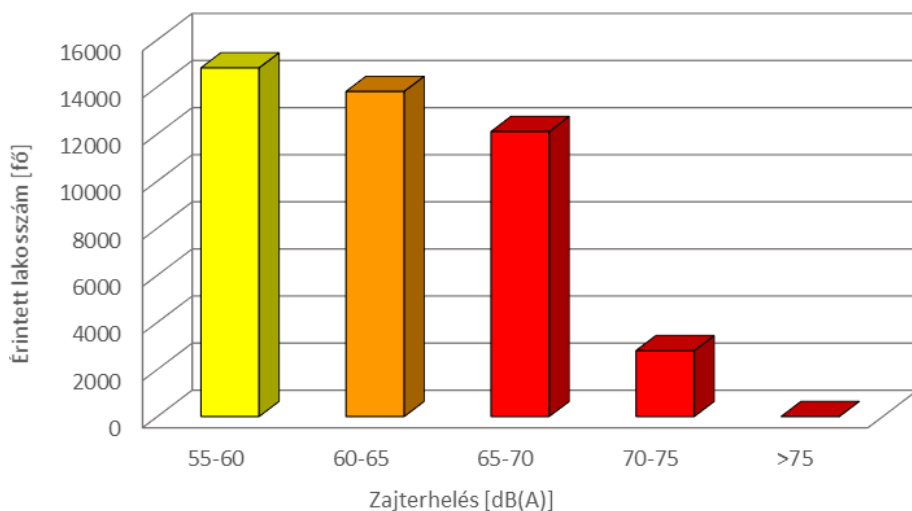


Stratégiai zajtérképek – Pécs, Széchenyi tér
(terhelési értékek – L_{den}) Forrás: Enviroplus Kft.



Elgondolkodtató és közös cselekvésre sarkallók lehetnek a következő érintettségi adatok:

Nyíregyháza MJV közigazgatási területén belül
közúti közlekedés által terhelt lakosok száma (2012.)
 L_{den} – egész napi terhelés (dB) – küszöbérték: 63 dB



A zajtérkép készítése csak első lépés ebben a folyamatban! A zajállapot ismeretében a probléma megoldása érdekében „*intézkedési tervet*” is ki kell dolgozni a meglévő kritikus helyzetek lehetséges kezelésére, megoldására. Ebbe a folyamatba a nyilvánosságot is be kell vonni! Városaink környezeti zajállapotának javítása és kezelése folyamatos erőfeszítéseket igényel.

A zajtérképezés és az erre épülő intézkedési terv készítésének folyamata 5 évente kötelezően újra és újra végrehajtandó.

A legfontosabb, hogy itt nem csak egy kötelezettségről, hanem egy lehetőségről van szó, amellyel élhetünk, és felelős polgárként élnünk is kell!

(Nagyvárosaink területére, fő közlekedési létesítményeink környezetére készített zajtérképek és intézkedési tervek a környezetügyért felelős államtitkárság honlapján érhetők el.)



9. A környezet, amiben élünk

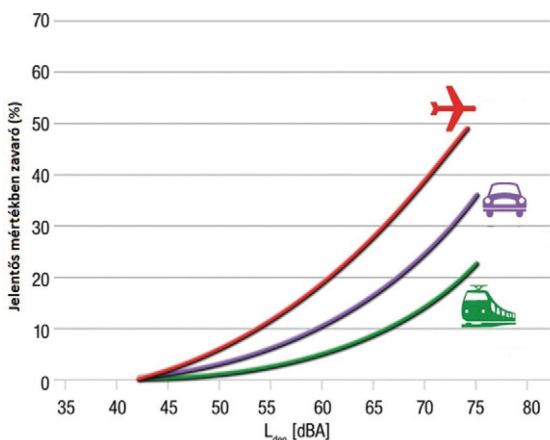
Ha áttekintjük, melyek is azok a főbb zajforrás-csoportok, amelyek leginkább terhelnek a mindennapokban, akkor a következőket kell megemlítenünk:

- közúti közlekedés
- légi közlekedés
- vasúti közlekedés
- üzemi létesítmények
- szabadidős és szomszédsági zajok
- építési zajok

Minden egyes zajforrás-típus bemutatása és hatásmechanizmusának elemzése, az ellene való védekezés lehetőségeinek áttekintése jelen kiadványunk lehetőségeit messze meghaladják.

Azt azonban megállapíthatjuk, hogy az egyes zajforrás-csoportok zavaró hatása nem csak a zajszint nagyságától, hanem a forrás típusától is függ. Másképp reagálunk a közlekedési zajok egy-egy csoportjára is. A zavarás mértéke – ugyanolyan mértékű egész napi súlyozott terhelés (L_{den}) esetén – más a repülési-, más a közúti-, és megint csak más a vasúti zajra.

Azt, hogy miképp reagálunk általában ezekre a zajforrásokra jól mutatja a mellékelt ábra:



A jelentős zavarás gyakorisága a forrás, és az általa okozott zajterhelés függvényében
Forrás: Oxford Journals

Az is megfigyelhető, hogy mindannyian úgy vagyunk vele, az aktuális saját problémánkat látjuk a legnagyobbknak, arra keressük a választ.



Forgalmi dugó Budapesten

A magyarországi városlakók többségének megítélése szerint⁸ a közúti közlekedés okozta környezeti zajszennyezés a leginkább zavaró hatású. (Míg egyéb zajforrások okozta terhelésre az „egyáltalán nem zavar” minősítést a válaszadók 30–50% adta, addig ez közlekedési zaj esetén csupán 3–4% volt...)

Ha zajszempontból tekintünk városi környezetünkre, nem meglepő ez az eredmény. Hiszen közútjaink teljesen behálózzák településeinket, a rajtuk zajló (nem véletlen ez a magyar kifejezés!) forgalom kibocsátása szinte minden városlakót érint.

Mindez azért is van, mert mi magunk akarjuk, hogy mindenhova gyorsan eljuthassunk, kényelmesen gépjárművel – ez pedig zajjal (is) jár. És itt felvetődik: Tényleg szükségünk van-e erre, vagy így van-e szükségünk rá...

Már csak a zajforrások széles spektrumából (a közlekedési zajoktól kezdve egészen a szomszédban zajló házibuliig) is következik: a zaj elleni védelem nem csak a környezetvédelem ügye.

Sőt egyedül a környezetvédelem tehetetlen. Kellenek hozzá politikusok, városvezetők, építészek, várostervezők, közlekedéstervezők, orvosok, jogászok, közgazdászok, informatikusok, pszichológusok, szociológusok, pedagógusok... és a sor végén ott vagyunk személyesen mi magunk is. **A zaj elleni védelem mindnyájunk közös ügye!**

⁸ KvVM kérdőíves felmérés 2002.





10. Mit tehetek én magam a csendes környezetért?

Az első lépést a zajártalom ellen mindenki maga teheti meg, ez pedig nem más, mint a saját magunk keltette zaj elkerülése. Ez azt jelenti, hogy kapcsoljuk ki a hangeszközöket és élvezzük a nyugalmat. Mi döntjük el, viselkedésünk és életmódunk révén, hogy körülöttünk csendesebb lesz-e minden, vagy sem.

Hogyan tudunk nagyobb nyugalmat hozni hétköznapijainkba:⁹

Mit tehetünk környezetünk és saját nyugalomunk érdekében?

- Vegyük figyelembe: ne okozunk nagyobb zajt, mint ami feltétlenül szükséges, és amely adott körülmények között elkerülhető. (Különös tekintettel az éjszakai pihenőidőre.)
- Nyugodt szabadidős tevékenység: tartózkodjunk minden nagy zajjal járó szabadidős tevékenységtől.
- Csak indokolt esetben használjuk saját gépjárművünket. Igyekezzünk utazásainkhoz a közösségi közlekedést igénybe venni.
- Lakáson belüli tevékenységek: kritikusan ellenőrizzük a szórakoztató berendezések hangerejét.
- Gyakrabban teremtsünk csendet: gondoljuk át szokásainkat: feltétlenül szólnia kell a háttérben a zenének, akár rádióknak, akár tévékészüléknek?
- Lakóépület építésénél, felújítás alkalmával ügyeljünk a zaj elleni védelemre (pl. helyiségek tájolása, kerámiapadlózat és födém közti zajszigetelés, elválasztó elemek, nyílászárók hanggátlási tulajdonságai, csővezetékek rezgésszigetelése stb.) Ha a szakemberek ezt nem említенék, hívjuk fel rá a figyelmüket.
- Aktívan vegyünk részt tágabb környezetünk (település, városrész stb.) zajállapotának alakításában. Ismerjük meg a jelenlegi helyzetet, tapasztalatunkkal, ötleteinkkel segítsük a stratégiai zajtérképekre épülő intézkedési tervek összeállítását – és erre a lehetőségre hívjuk fel ismerőseink figyelmét is.

⁹ A Német Akusztikai Társaság (DEGA) ajánlásait is felhasználva



Miként óvhatjuk hallásunk épségét?

- Védjük magunkat: viseljük mindig hallásvédőt, ha előírt, vagy tanácsos. Csak optimális védelemmel ellátott termékeket használjunk.
- Védjük gyermekeinket: ellenőrizzük gyermekeink játékaikat! "Kattintós" békák és durranó pisztolyok rövid ideig tartó hatás esetén is okozhatnak halláskárosodást!
- Tartsunk készenlétben fülvédőt: ellenőrizzük minden tevékenységénél, hogy szükség van-e hallásvédőre: pl. fűnyírásnál, sövényvágásnál, vagy házi gépeknél.
- Ügyeljünk, hogy hangos rendezvényeken, koncerteken gyerekeink ne legyenek nagy zajhatásnak kitéve.
(További információ: www.ovdafuled.hu)
- Ellenőriztessük rendszeres időközönként szakember segítségével a hallásunkat.



A felelőtlen magatartás azonnali halláskárosodást okozhat.

Fotó: Berndt M.



Hallásteeszt végzése



Záró gondolatok

Kiadványunkban a környezeti zaj elleni védelemmel kapcsolatos legfontosabb információkat igyekeztünk átadni. Mindezt azzal a céllal és meggyőződéssel tettük, hogy segítsük közös értékünk, a környezetünk és egymás nyugalmanak megvédését.

Tudatában vagyunk, hogy a tájékoztatás és bizonyos tudás megszerzése nem képes önmagában „környezettudatos polgárságot” kialakítani, és a beidegződött szokásokat megváltoztatni. A törvények és szabályok pusztán megléte sem elegendő a helytelen magatartásformák visszaszorítására.

Ne féljünk változtatni életmódunkon! Konkrét tettekkel mutassuk meg, hogy kötelességünk a környezetünkkel és az embertársunkkal törődnünk. Ez megnyilvánulhat abban is, hogy a közösségi közlekedést választjuk, halkabban hallgatjuk a zenét lakókörnyezetünkben, vagy egészen egyszerűen ügyelünk arra, hogy csendben csukjuk be az ajtót... Mindez előhívhatja a bennünk rejlő, talán még fel nem fedezett nagylelkűséget, méltóságot és kreativitást is – amelyek hozzájárulnak igazi emberségünk megvalósításához...

Nem szabad azt gondolnunk, hogy az erőfeszítéseink nem változtatják meg környezetünket, a világot. Olyan jót terjesztünk, amely hasonlóan a magvetéshez, a jövőben minden kétséget kizáróan gyümölcsöt fog hozni.



Függelék

Tudod-e? - Minden villámlást mennydörgés követ. Miért?

Maga a villámlás az okozója ennek a hatalmas robajnak. A villám felmelegíti a közvetlen közelében levő levegőt, ezáltal az kitágul. A levegőnek ez gyors tágulása, majd az ezt követő gyors összehúzódása (az áthevülés utáni lehűlés miatt) rezgést (hangot) eredményez, amely aztán minden irányba tovaterjed. Egy-egy villám hossza általában 1-3 km közötti, és a villám teljes hossza mentén, minden szakaszán keletkeznek hanghullámok. Így távolságtól függően a hanghullámok más és más idő alatt érkeznek meg fülünkhöz. Ezért van az, hogy néha egészen hosszú ideig halljuk a mennydörgést.



Miképp lehet meghatározni a zivatartól levő távolságunkat?

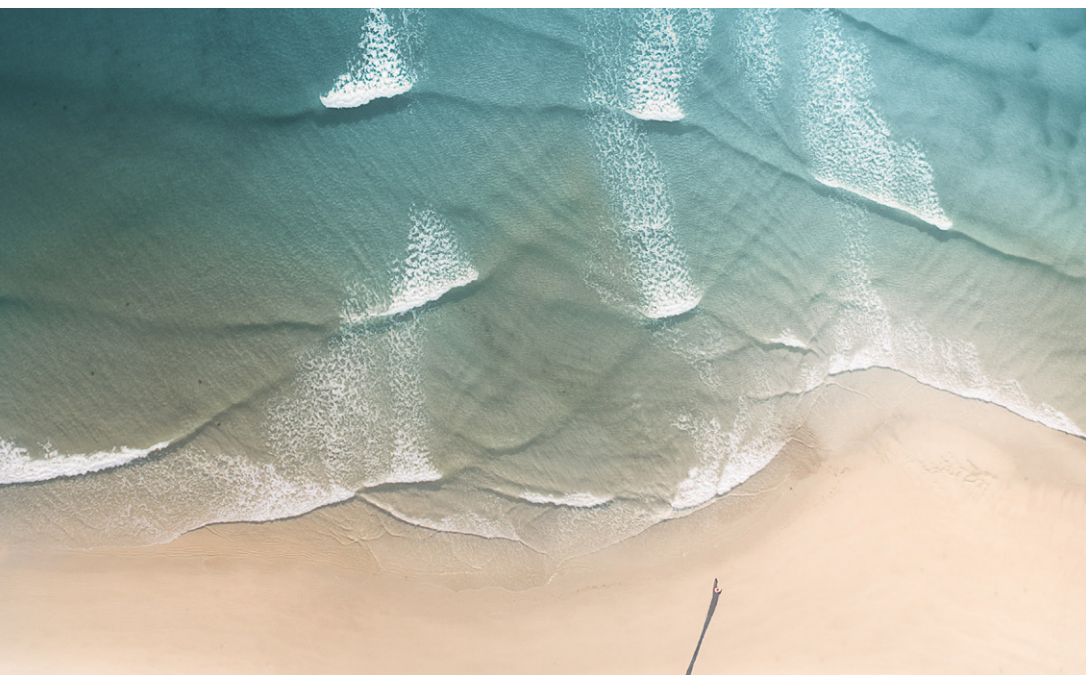
Zivatarban minden esetben a villámot látjuk először, és általában pár másodperccel ez után halljuk a dörgést. Ha ismerjük a villámlás és dörgés között eltelt időt, akkor számíthatjuk a villámlás/zivatarmag tőlünk való távolságát. A fény ugyanis gyorsabban terjed, mint a hang. Ezért látjuk előbb a villámlást, és halljuk csak utána a dörgést. A fény terjedési sebessége 300.000 km/s. A villámlás fényét gyakorlatilag abban a pillanatban érzékeljük, amint az keletkezik. A hang levegőben való terjedési sebessége viszont 340 m/s.

„Ökölszabályként” érvényes tehát: a hang 3 másodperc alatt tesz meg egy kilométert. Azaz például ha a villám észlelése után 6 másodperccel halljuk a dörgést, akkor a zivatar kb. 2 kilométerre van tőlünk.



Miért „zúg” a tenger?

A zúgást az a milliárdnyi aprócska légbuborék okozza, melyeket a megtörő hullámok juttatnak a tengervízbe. Oda kerülve a víznyomás deformálja ezeket a levegőbuborékokat. Azért, hogy visszanyerjék eredeti alakjukat, a buborékok rázkódni kezdenek. Ez a rezgés-szerű rázkódás az oka annak, hogy kitágulnak, majd újra összehúzódnak a buborékok. Ezáltal a víz „mozgásba jön”, sűrűsödik, majd hígul, így hanghullámok keletkeznek, amelyet az ember zúgásként érzékel.



Tudnak-e az űrhajósok a Holdon rádió adó-vevő nélkül beszélni egymással?

A hanghullámok a levegőben, szilárd testben és folyadékban terjednek. A Holdon azonban az űrhajósok légüres térben vannak, így nem terjedhet a hang a Holdon. Mivel azonban az emberi élethez nélkülözhetetlen a levegő, ezért az űrhajósok védőöltözetben, úgynevezett „szkafanderben” vannak. Ebben biztosított számukra a szükséges levegőmennyiség. Ez a levegő viszont vezeti a hangot. Ha az űrhajósok pl. védősisakjukat egymáshoz érintenék, úgy a hang – lévén szilárd test a sisak – érzékelhető lenne, hallhatnák egymást. Lényegében tehát tudnának egymással rádiótelefon nélkül is beszélni a Holdon is.



Tokaji Márton:
A csend varázsa...

A csend az élet varázsa, mely bennünket magával ragad.

Hallgasd, mert számunkra mindent megmutat.

Az alkotások csendben történnek, nem kell hozzá a zaj, az élet nem mindig csata, vagy zűrzavar.

Hozzánk beszél a csend, melyben zümmög a bogár, a madár dalol, az ég reánk dörög, szű perceg a fában, halljuk, ha az eső csöpög.

A beszéd, a zene lágyan szárnyal, a vonat zakatolva füttyöl.

A csend, a csend számunkra tükör!

A természet ölében ül a csend, erdőben, réten, mezőn, hegycsúcson havasi legelőn, barlangok mélyén, a tenger vizén.

Légben a repülő zúg, de csend van a fedélzetén.

Életünk véges a csend - örök -, amely nem magány

Béke nyugalom létünknek alapja, s benne van születés, élet és halál.



ISBN 978-963-309-133-3



9 789633 091333