



Fazekas Sándor

## Épített környezet és védelme III: a zaj és zajvédelem



A követelménymodul megnevezése:

### Általános környezetvédelmi feladatok

A követelménymodul száma: 1214-06 A tartalomelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-016-50



## ALAPFOGALMAK

### ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

A technika fejlődése hozta magával, hogy körülöttünk egyre több rezgés- és hangforrásként szereplő gép működik, mozog. Ezek a civilizációs melléktermékek, a rezgés- és zajtalmak az emberi szervezetet részben idegileg, részben mechanikailag viselik meg. A környezetvédelem egyik fontos feladata, hogy a zaj- és rezgéstalmakat felismerje és elfogadható keretek közé szorítsa, megelőzve ezzel az emberi szervezet károsodását. Már ma is vannak hatékony védekezési módszerek, az érintett dolgozókat állandó orvosi ellenőrzés védi a nagyobb károsodástól. A jövőben azonban sokat várhatunk a tudománytól és a technika fejlődésétől – vagyis éppen attól az ágazattól, amely a zajtalmat a múltban fokozta – a megelőzés és védekezés területén.

### SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

#### Bevezetés

A zaj egyidős az emberrel: a hírnököt bejelentő kürtszó, a sikeres vadászatot hírül adó halihó felébresztette az udvar népét, vagy az őrségben elfáradt katonát. A görög és római filozófusok, költők gondolatai között gyakran szerepel az alkotáshoz elengedhetetlen csend iránti vágy.

A körülöttünk lévő világ egyre hangosabb lesz. Az ipari fejlődés mind több energiát, nagyobb teljesítményű, emiatt zajosabb gépeket igényel, a közlekedés rohamos növekedése miatt a járművek száma és sebessége emelkedik. Az idő és fáradtság megtakarítása érdekében otthonunkban, házunk táján egyre több zajos gép működik. Elődeink klasszikus és népi muzsikáját a nagy hangerejű beat, pop és metál fűlsiketítő zenéje váltotta fel, amelyet a rajongók nagyteljesítményű hangosító berendezésekkel tesznek még "élvezhetőbbé".

A napjainkra jellemző urbanizáció a lakosság zajterhelését ugrásszerűen megnövelte: a városokban nagyobb forgalommal, a többszintes lakóépületekben fokozott szomszédsági zajjal kell számolni. A magas lakóépületekben, irodaházakban a liftek, a szellőzőberendezések újabb zajforrásokat jelentenek.

Az emberek egy része a zajt a civilizáció szükséges velejárójának tekinti, ami ellen nem lehet, tehát nem is érdemes küzdeni. Mások szerint életünket a zaj elviselhetetlenné teszi, ezért az elérhető zajcsökkentés nem elegendő, magukat a zajforrásokat kell környezetünkben kiküszöbölni.

Széleskörű vizsgálatok alapján megállapíthatók azok a zajszintek, amelyek mellett az átlagos zajérzékenységű, egészséges emberek nyugodt életvitele biztosítható, valamint ismerjük azokat a műszaki és jogi eszközöket, amelyekkel a körülöttünk működő zajforrások hatása – kellő szakértelemmel és megfelelő magatartással – ezekre a szintekre mérsékelhető.

### 1.1 A hang

A hang olyan mechanikus rezgés, mely rugalmas közegben terjedve az emberben hangérzetet kelt.

Vannak nem hallható hangok is, ezeket azonban megkülönböztetve infra- és ultrahangoknak nevezzük. A hallható hangot hallószerveinken keresztül érzékeljük. A dobhártyánkat érő légnomásváltozás a hallóidegek közvetítésével az agyban hangérzetet kelt. A hallott hang hordozhat információt (beszéd, jelzések), jelenthet élményt. Az élmény lehet kellemes vagy kellemetlen. A kellemetlen vagy zavaró hangot zajnak nevezzük.

### 1.2 A zaj

A civilizáció terjedése, a motorizáció fejlődése oda vezetett, hogy környezetünket a zaj is szennyezi, sőt napjainkban a zajtalmak fokozódnak.

A zaj különböző intenzitású és frekvenciájú hangok zavaró keveréke.

A környezetvédelemben zajnak tekintünk minden olyan hangot – függetlenül a hangosságától vagy erősségétől –, amely nemkívánatos fiziológiai vagy pszichológiai hatással van az egyes emberekre vagy embercsoportokra.

A zajra az emberek különféleképpen reagálnak. Ez az ember szubjektív beállítottságától és a zajszinthez való alkalmazkodásától, illetve annak megszokásától függ.

A zavaró hatás mértéke az egyéni érzékenységtől függ, ezért közvetlenül nem mérhető, nem írható le fizikai formulákkal, minthogy érzékelésekor fontos szerephez jutnak a pszichológiai, szociálpszichológiai összetevők is.

Megítélésekor ezért nemcsak a létrejöttében közreműködő komponensekre, hanem az érintettek zajérzékenységére is tekintettel kell lenni. A hangok, zörejek akkor válnak zajjává, ha a személyek jó közérzetét csökkentik.

A szabad idejében barkácsológépén dolgozó legtöbbször nem gondol arra, hogy szomszédait tevékenysége zavarhatja.

### 1.3 A hang erőssége

1. A hangforrás által keltett rezgési energia a rugalmas közegben nyomásváltozást okozva hullámformában terjed. Levegőben ez a nyomásingadozás a hallható hang.

A hang erőssége a közeg nyomásingadozásától, a hangnyomástól függ.

2. Az emberi füllel érzékelhető legkisebb hangnyomás a hallásküszöb. A hallható hangok felső határa az a hangnyomás, amely már fájdalmat okoz, ez a fájdalomküszöb.
3. A két küszöbérték közötti hangerősség (intenzitás) tartomány 12 nagyságrend, ami azt jelenti, hogy a fájdalmat okozó hang 10 billiószor erősebb, mint amit még éppen meghallunk.
4. A hangok észlelése folyamán az inger és az érzet között exponenciális (nem lineáris) kapcsolat van, azaz nagy hangnyomás növekedés aránylag kis hangérezet-növekedést okoz. Emiatt alkalmazzák a hangtanban a szinteket.

Decibel – Bellről elnevezett mértékegység tizede, logaritmikus számításokban használatos; megadja egy mérőszám 10 alapú logaritmusának tízszeresét; a logaritmikus egységben megadott mérőszámot szintnek nevezik.

Alapértéknek ( $p_0$ ) a normál hallású ember hallásküszöbéhez tartozó hangnyomást választották.

A hallásküszöbhez 0 dB hangnyomásszint tartozik, míg a nagyon erős hang miatti fájdalomérzés 110–120 dB között jelentkezik.

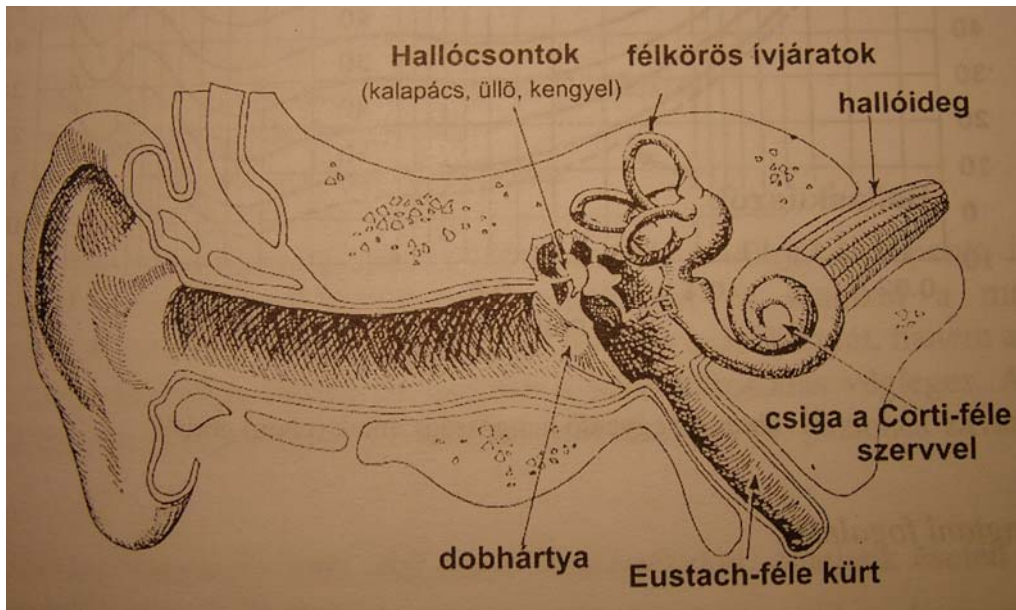
A hangmagasságot a hangforrás rezgésszáma határozza meg. A kibocsátott rezgés másodpercenkénti rezgésszámát ( $f$ ) frekvenciának, mértékegységét hertz-nek (Hz) nevezzük. Dimenziója: 1/s.

### 1.4 A hangjelenség érzékelése

Azonos hangerősség mellett a hangot annál magasabbnak érezzük, minél nagyobb a frekvenciája.

A fül anatómiai szempontból három részre különíthető el:

- külső
- belső
- középső.
- A külső hallójárat vezeti a hangot a középfülbe, ahol a dobhártya és a hallócsontok alakítják át a hangnyomást rezgéssé, amit a belső fül érzékel.



1. ábra. Az emberi fül szerkezete

- A belső fülben elhelyezkedő folyadékban a rezgés hatására örvények keletkeznek és a hullámzó folyadék mozgásba hozza azokat a szőrsejteket, amelyek mozgás közben nekiütköznek egy felettük kifeszülő lemeznek. Az ütközés hatására keletkező elektromos impulzusokat az idegrostok vezetik tovább a központi idegrendszer felé. A vezetett impulzusok az átkapcsolások miatt kapcsolatba kerülnek más idegrendszeri központokkal is, amelyek a mozgást, az alvást és az ébrenlétet, az anyagcserét, a keringést szabályozzák. Emiatt a zaj olyan életműködések is befolyásol, amelyek nem a hallás szolgálatára alakultak ki az emberi szervezetben.

Az emberi fül nem minden frekvencián egyformán érzékeny. Az emberi hallás frekvencia függésének modellezésére az "A"- hanghoz viszonyított súlyozószűrőt használják. Az így mért zajszintet "A"- hangnyomásszintnek, vagy röviden A-szintnek nevezzük, és dBA-val jelöljük.

#### Egyéb hangtani fogalmak:

- *Infrahang* az olyan hang melynek frekvenciája – intenzitásra való tekintet nélkül – 20 Hz alatt van.
- *Hallható hang* frekvenciája 20 Hz és 16000 Hz között van, a hangnyomásszint határait a hallásküszöb és a fájdalomérzet határai között statisztikai adatfelvétel útján határozzák meg.
- *Ultraszhang* 16 kHz és 100 MHz közötti hang, intenzitására való tekintet nélkül.
- *Küszöb alatti hang* olyan hang, melynek intenzitása – függetlenül a frekvenciájától –  $10^{-12} \text{ W/m}^2$  alatt van, azaz az emberi fül képtelen érzékelni.

## TANULÁSIRÁNYÍTÓ

1. feladat:

Olvassa el az 1.1 és 1.2 fejezetben leírt ismereteket! A szöveg megismerése után foglalja össze saját szavaival az információ lényegét!

---

---

---

---

---

---

---

---

2. feladat:

Keresse meg az információk között a decibel fogalmát és írja az alábbi helyre!

---

---

---

---

---

---

---

---

3. feladat:

Tanulmányozza a hangjelenség érzékelését és a hozzá tartozó ábrát! Nevezze meg az emberi fül anatómiai fő részeit!

---

---

---

---

---

---

---

---

## MEGOLDÁS

### 1.feladat

A hang fogalma olyan mechanikus rezgés, mely rugalmas közegben terjedve az emberben hangérzetet kelt. A zaj különböző intenzitású és frekvenciájú hangok zavaró keveréke.

### 2.feladat

Az 1.3 pontbeli ismeret foglalkozik vele: a hangerősség pillanatértékeit jellemző mennyiség decibel – Bellről elnevezett mértékegység tizede; logaritmikus számításokban használatos; megadja egy mérőszám 10 alapú logaritmusának tízszeresét; a logaritmikus egységben megadott mérőszámot szintnek nevezik.

### 3.feladat

Az emberi fül anatómiai fő részei:

- külső
- belső
- középső.

## ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

### 1. feladat:

Egészítse ki a következő mondatot!

A hang fogalma olyan ....., mely rugalmas közegben terjedve az emberben

.....

### 2. feladat:

Mit nevezünk zajnak?

.....  
.....  
.....

### 3. feladat:

Mi a frekvencia fogalma, mértékegysége és dimenziója?

.....  
.....  
.....  
.....



## MEGOLDÁSOK

### 1. feladat:

A hang fogalma olyan mechanikus rezgés, mely rugalmas közegben terjedve az emberben hangérzetet kelt.

### 2. feladat:

A különböző intenzitású és frekvenciájú hangok zavaró keverékét zajnak nevezzük.

### 3. feladat:

A frekvencia a kibocsájtott rezgés másodpercenkénti rezgésszámát ( $f$ ) jelenti, mértékegysége a hertz (Hz), dimenziója:  $1/s$ .

## A ZAJ KÖRNYEZETRE GYAKOROLT HATÁSA

### ESETFELVETÉS, MUNKAHELYZET

Ön azt a feladatot kapta, hogy egy élelmiszer-feldolgozó üzem munkaterületén működő gépek és berendezések zajterhelésének dolgozókra gyakorolt hatását vizsgálja. Milyen szempontok szerint csoportosítaná a zaj emberi egészségre gyakorolt hatásait?

### SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

#### 2.1 A zaj hatása

A zajforrások állandó vagy változó zajt bocsátanak ki. A zajvédelemben az időben változó zaj jellemzésére az egyenértékű zajsztintet használják, amely megközelíti az ember szubjektív zajmegítélését.

A zaj életünkre többféle hatást gyakorol:

- az 55 – 60 dB-közötti zajsztint korlátozza a pihenést, a szabadidő tervezett eltöltését, zavarhat munkánkban, csökkenti koncentráció képességünket, fáradékonyá, idegessé tehet
- a 60 – 70 dB közötti zaj gátolja a beszéd megértését
- a hosszú időn keresztül ható 80 – 90 dBA közötti, illetve ennél nagyobb zajok átmeneti, majd maradandó halláskárosodást okoznak.

A zaj nem mindenkit zavar egyformán, az emberek zajérzékenysége jelentős eltérést mutat.

Az érzékenységet befolyásolhatja:

- az ember kora
- egészségi állapota
- pillanatnyi idegállapota
- a zaj forrásához való viszonya.

Egyes betegségek, pl. a magas vérnyomás vagy a gyomorfekély növelheti a zajérzékenységet.

A zaj alattomosan hat, egészségkárosító hatása közvetlenül nem mutatható ki. Látszólag "hozzászokunk", nem is figyelünk rá, s nem vesszük észre vagy másnak tulajdonítjuk károsító hatását. Sokszor akkor vesszük észre, hogy zavart a zaj, amikor hirtelen "elhallgat" a forrás (de jó a csend!).

A zaj hatását az emberi szervezetre a hangosság figyelembevételével (Lohmann, 1956) négy fő csoportra osztotta:

- 30 dB zajszint pszichés
- 65 dB zajszint vegetatív
- 90 dB zajszint hallószervi károsodást okoz,
- 120 dB felett elérjük a fájdalomküszöböt.

Az egészségügyi kutatások eredményeként több országban a 65dBA feletti zajt a szívinfarktus egyik rizikófaktoraként kezelik.

Az emberben a zajártalom kifejlődését meghatározó tényezők:

- a zaj magassága
- a zaj erőssége
- a zaj időtartama
- egyéni érzékenység.

*40 – 65 dB között pszichés, magatartásbeli zavarokat okoznak:*

- koncentrációképesség csökkenése
- fáradtságérzés
- alvási zavarok,
- de ez a zaj többé-kevésbé megszokható és nem okoz maradandó károsodást.
- 

*65 – 75 dB között vegetatív zavarok sorát idézik elő:*

- prekapillárisok szűkülete
- vérnyomás emelkedés
- pupillatágulat
- nyál- és gyomorelválasztás csökkenése
- az anyagcsere fokozódása.
- Bár a zaj hosszabb idő után sem szokható meg, maradandó károsodást nem sikerült bebizonyítani.

*75dB felett lassú és több szakaszban zajló halláskárosodás következik be:*

- a kezdeti szakaszban az emberek fejfájásról, álmatlanságról és fülzúgásról panaszkodnak, napi zajhatás után átmeneti hallásromlás mutatható ki
- a következő szakaszban a szubjektív tünetek csökkennek, de a tünetmentesség csak látszólagos, mert a vizsgálatok maradandó halláskárosodásról tanúskodnak, azonban a betegség előrehaladtával az egyén a halláscsökkenést még mindig nem veszi észre

- az utolsó szakasz akkor kezdődik, amikor az érintett személy maga is észreveszi hallásának romlását és akkor végződik, amikor a nagyothallás már minden hangjelzésre kiterjed.
- 120 dB felett elérjük a fájdalomküszöböt, 160 dB-nél dobhártyarepedés következhet be. A hirtelen hanghatás nagy (120–130 dB) intenzitással *barotraumat* okozhat, ilyenkor a hallás maradandó csökkenése következik be már egyszeri behatás hatására is. 175 dB a "halálos adag".

## 2.2 A zaj terjedése

A hangforrások körül kialakuló hangteret elsősorban a hangforrás alakja (pont, vonal, sík) és a tér jellege (szabad, zárt) határozza meg. A hangforrást az általa kisugárzott hangteljesítmény, a hangteret a bármely pontjában mérhető hangnyomás jellemzi.

Környezetünkben pontszerű, vonalszerű és felületi sugárzóként működő zajforrások hatását észleljük:

- pontforrásnak tekintjük a kisméretű motorokat, gépeket, az egyes járműveket, de nagyobb távolságban már egy üzemi épület vagy zajt sugárzó homlokzata is pontszerű zajforrásnak számít
- vonalforrás például a közút, ahol a forgalom elég nagy és folyamatos, csővezetékben áramló gáz vagy folyadék zaja
- felületi síksugárzónak tekinthető a környezetünkben egy néhány méter távolságban lévő üzemcsarnok homlokzata.

Akadálytalan, szabad térben a hangenergia a távolsággal gyorsan csökken. A hangnyomás csökkenést a levegő elnyelése illetve az ezt befolyásoló meteorológiai viszonyok (hőmérséklet, nedvességtartalom, a szél nagysága és iránya módosítják).

A zárt tereket minden oldalról hangakadályok (födémek, falak, nyílászárók) veszik körül. A zárt térben a falakról, födémekről visszaverődő hangenergia miatt a csökkenés lényegesen kisebb, sőt előfordulhat, hogy a terem egyes pontjain a forrás közelében mérhető zajszinttel közel azonos zajszintet mérünk.

A sima, kemény felületek jó hangvisszaverők, míg a porózus, lágy anyagok a hangot elnyelik, tehát alkalmasak a zajos térben a zaj csökkentésére. A vékony, könnyű anyagok rossz hangszigetelők, míg a nehéz, merev szerkezetekből épített fal egyik oldaláról a másikra kevesebb hang jut át.

A zajcsökkentés megvalósításánál ezeket a szabályokat figyelembe kell venni. Hatékony és gazdaságos zajcsökkentést csak szakszerű akusztikai tervezéssel és kivitelezéssel lehet biztosítani.

## TANULÁS IRÁNYÍTÓ

### 1.feladat

A 2.1 pont tanulmányozását követően nevezze meg azokat a tényezőket, melyek a zajhatással kapcsolatosan az egyéni érzékenységet befolyásolhatják!

---

---

---

### 2. feladat:

A teljes fejezet elolvasása után nevezze meg annak a zajtartománynak az alsó szintjét, amelynek tartós behatása alatt több szakaszban zajló halláskárosodás következik be az emberi szervezetben!

---

---

### 3. feladat:

Olvassa el 2.2 pontbeli anyagot! Ezután címszavakban határozza meg, hogy környezetünkben milyen zajforrások hatását észleljük!

---

---

---

## MEGOLDÁS

### 1.feladat

Az egyéni érzékenységet befolyásolhatják:

- az ember kora
- egészségi állapota

- pillanatnyi idegállapota
- a zaj forrásához való viszonya.

## 2.feladat

75 dB felett következik be a több szakaszban zajló halláskárosodás.

## 3.feladat

Környezetünk zajforrásai lehetnek:

- pontszerű
- vonalszerű
- felületi sugárzóként működő.

MUNKANYELVI

## ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

### 1. feladat

Milyen hatást gyakorol életünkre az 55–60 dB erősségű zajsztint?

---

---

---

---

---

### 2. feladat

A zaj hatását az emberi szervezetre a hangosság figyelembevételével (Lohmann, 1956) négy fő csoportra osztotta. Melyek ezek?

---

---

---

---

---

---

### 3. feladat

Zárt terek hatékony és gazdaságos zajscsökkentését milyen módon oldhatjuk meg?

---

---

---

---

---

## MEGOLDÁSOK

### 1. feladat:

Korlátozza a pihenést, a szabadidő tervezett eltöltését, zavarhat a munkában, csökkenti a koncentráció képességünket, fáradékonyá, idegessé tehet.

### 2. feladat:

30 dB zajszint pszichés

65 dB zajszint vegetatív

90 dB zajszint hallószervi károsodást okoz,

120 dB felett elérjük a fájdalomküszöböt.

### 3. feladat:

Csak szakszerű akusztikai tervezéssel és kivitelezéssel lehet biztosítani.

MUNKANYELVI



## ZAJMÉRÉSI ISMERETEK

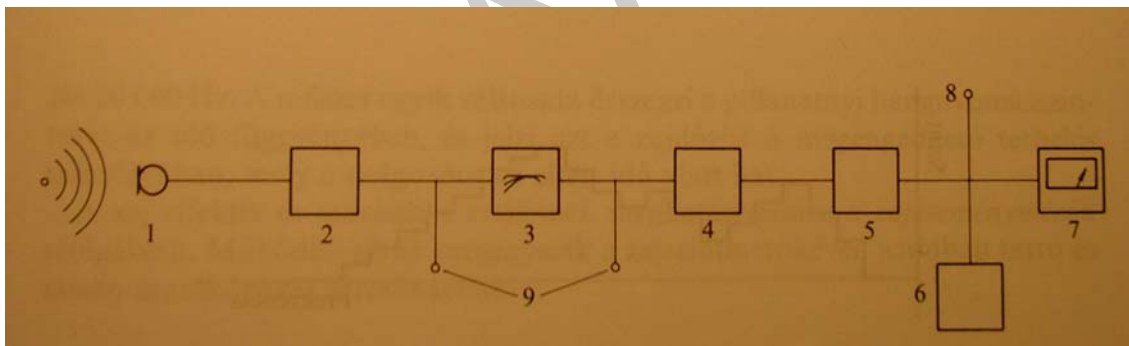
### ESETFELVETÉS, MUNKAHELYZET

Önt egy fémfeldolgozó üzem külső környezetre gyakorolt zajának vizsgálatával bízták meg. Milyen eszközöket használna és milyen szempontok figyelembe vételével végezné el a vizsgálatokat?

### SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

#### 3.1 Zajmérés

A zavaró hangok pontos, tudományos elemzését a hangszintmérés teszi lehetővé. A kereskedelemben számos, különböző típusú zajszintmérő kapható.



2. ábra. A zajszintmérő vázlata

A BRÜEL et KJAER típusú készülék működési elve a következő:

a jó minőségű (1) mikrofon a hangjelenséget elektromos jellé alakítja át. Ez a jel még túl kicsi ahhoz, hogy a műszeren leolvasható legyen, ezért a (2) erősítő egység a megfelelő értékre erősíti. Az első erősítő után a jel az ún. súlyozószűrőn (3) halad keresztül, mely többféle lehet. A, B, C és D jelzéssel különböztetik meg az egyes szűrőket. A műszer vezérléséhez elegendő nagyságú szintet a (4) erősítő biztosítja. A következő egység (5) az úgynevezett négyzetes középérték egyenirányító. A négyzetes középérték közvetlen összefüggésben a hang energia tartalmával. A (6) tartó áramkör a legnagyobb műszerkitérés megtartására szolgál, melynek segítségével mind a jel csúcsértéke, mind az RMS-érték mérhető a műszer "impulzus üzemmódjában". A (7) mérőműszer a hangszintet közvetlenül leolvasható dB-értékben mutatja, a (8) kimenetről a jel átvihető más külső műszerre (mágneses hangrögzítőre, zajdózis-mérőre). A hangnyomásszint-mérőt pontos mérések céljából kalibrálni kell. A kalibrátor egy kis hangszóró, amely pontosan meghatározott hangnyomásszintet állít elő, melyre a hangszintmérőt be kell szabályozni.

A kis méretű zajdózis-mérőket a személyi zajártalom felderítésére szokták használni, melyek a hangnyomásszint mellett mérik az eltelt időt és a túlterhelés időtartamát egy rögzített értékhez viszonyítva.



3. ábra. Zajmérő készülék

A zajesemény-mérők a zaj effektív és maximális értékének meghatározására szolgálnak. Működési elvük megegyezik a zajszintmérőkével, azonban tartó és tároló áramköröket tartalmaznak.

### 3.2 A zajmérés végrehajtásának általános tudnivalói

(A BRÜEL et KJAER cég útmutatása alapján)

1. Mielőtt elindulunk a helyszínre, győződjünk meg a műszer működőképességéről! Legyen nálunk mindig tartalékelem vagy akkumulátor, amelyet szintén ellenőrizzünk indulás előtt.
2. Ellenőrizzük a műszerek kalibrációját. Mindenképp célszerű műszerünk időszakonkénti kalibrálása.
3. Nézzünk utána, hogy az alkalmazni kívánt szabvány nem változott-e meg. A szabványt mindig vigyük magunkkal. A műszer leírása is legyen nálunk mindig.
4. Végezzünk tájékozódó méréseket. Keressük meg a legmegfelelőbb pozíciót a műszer számára.
5. Válasszuk ki a szükséges szűrőt.
6. Ha kézben tartjuk a műszert, akkor kinyújtott karral végezzük a mérést, hogy a testünkről való visszaverődés hatását minimálisra csökkentsük. Amennyiben állványon van a műszer, kb. 0,5 méter távolságból olvassuk le az eredményeket. A mikrofont minden esetben a zajforrásra irányítsuk.
7. Több zajforrás mérése esetén több mikrofont próbáljunk ki. A zajnak legmegfelelőbbet válasszuk ki a méréshez.
8. Mindig a zaj természetének megfelelő mérési módszert ("gyors", "lassú" vagy "impulzus") válasszuk ki a műszeren.
9. A fejhallgató használata segíti a zajok szétválasztását.
10. Mindig készítsünk pontos jegyzőkönyvet és mérési dokumentációt.
11. A környezet zavaró hatásaira mindig figyelemmel kell lennünk! A legfontosabb befolyásoló környezeti tényezők: szél, páratartalom, hőmérséklet, légnyomás, rezgés, mágnesesség.

### 3.3 Üzemek és építkezések zajkibocsátásának vizsgálata

A mérőfelületet általában a telekhatártól  $d = 10$  méter távolságban kell kijelölni. Ha ez a távolság nem alkalmazható, a mérőfelület 0 és 100 méter között legyen.

Amennyiben a 100 méteren belüli zajterhelési határértéknek kell teljesülnie, akkor a mérőfelület:

- az épületek zajtól védendő homlokzata előtt 2 méter távolságban
- beépítetlen területen a tervezett beépítési vonal előtt 2 méter távolságban
- épületek között emberi tartózkodásra, pihenésre, üdülésre szolgáló területeken a terület határán kell kijelölni.
- Az üzem minden szabad oldalán mérőfelületet kell kijelölni. A mérőfelületek részfelületekre bonthatók.

Üzemi létesítményekben folytatott tevékenységtől származó zaj megengedett egyenértékű A-hangnyomásszintjei:

Területi besorolás	Megengedett dB	
	Nappal	Éjjel
Üdülőtérület, gyógyhely, védett természeti terület	45	35

Lakó- és intézményterület laza beépítéssel	50	40
Lakó- és intézményterület tömör beépítéssel	55	45
Iparterület lakóépületekkel és intézményekkel	60	50
Iparterület lakóépületek és intézmények nélkül	70	70

Az egyes helyiségekben megengedhető zajszintek:

Helyiség rendeltetése	Megengedett dB	
	Nappal	Éjjel
Betegszoba, orvosi rendelő, kezelő	35	30
Tanterem, tanulószoba, könyvtári olvasóterem	40	40
Lakószobákban, lakásokban	40	30
Lakószoba diákotthonokban, üdülőkben, motellekben	45	35
Szállodák, diákotthonok közös helyiségei	50	50
Étterem, eszpresszó, előcsarnok, hasonló helyiségek	55	55

## TANULÁSIRÁNYÍTÓ

1. feladat:

A 3.1 fejezetrész tanulmányozását követően nevezze meg, hogy a személyi zajártalom felderítésére milyen mérőeszközt használnak!

---



---

2. feladat:

A 3.2 fejezetrész a zajmérés technikai tudnivalóit tartalmazza. A fejezet elolvasását követően nevezze meg azt az eszközt, amely a zajok szétválasztását segíti elő!

---



---

3. feladat:

A 3. fejezet rész táblázatainak tanulmányozása után nevezze meg azt a területet, ahol a megengedett zajszint éjjel és nappal azonos értékű!


## MEGOLDÁS

1. feladat

A személyi zajártalom felderítésére kisméretű zajdózis mérőket használnak leggyakrabban.

2. feladat

A zajok szétválasztását a fejhallgató használata segíti elő.

3. feladat

A megengedett zajszint éjjel–nappal azonos értékű az olyan iparterületen, ahol nincsenek lakóépületek és intézmények.

## ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

### 1. feladat:

Melyek a zajmérés alkalmával figyelembe vett környezeti tényezők?

---

---

---

---

---

### 2. feladat:

Mennyi a megengedett zajterhelés laza beépítésű lakó- és intézmény területen nappal, éjszaka?

---

---

---

### 3. feladat:

Üzemek zajkibocsátása esetén a védőfelületet általában a telekhatártól milyen távolságban kell kijelölni?

---

---

---

---

---

---

## MEGOLDÁSOK

### 1. feladat:

- szél
- páratartalom
- hőmérséklet
- légnyomás
- rezgés
- mágnesesség

### 2. feladat:

- nappal: 50 dB
- éjjel: 40 dB

### 3. feladat:

A távolság 10 méter, ha ez a távolság nem alkalmazható, a mérőfelület 0 és 100 méter között legyen.

## ZAJVÉDELEM

### ESETFELVETÉS, MUNKAHELYZET

Ön azt a feladatot kapta, hogy egy ipari üzem zajának a lehetséges szintig való csökkentését tervezze meg. Milyen zajcsökkentő műszaki megoldásokat javasolna? Ott, ahol nem sikerül megnyugtató megoldást találnia, milyen egyéni védőeszköz használatát írná elő a dolgozók számára?

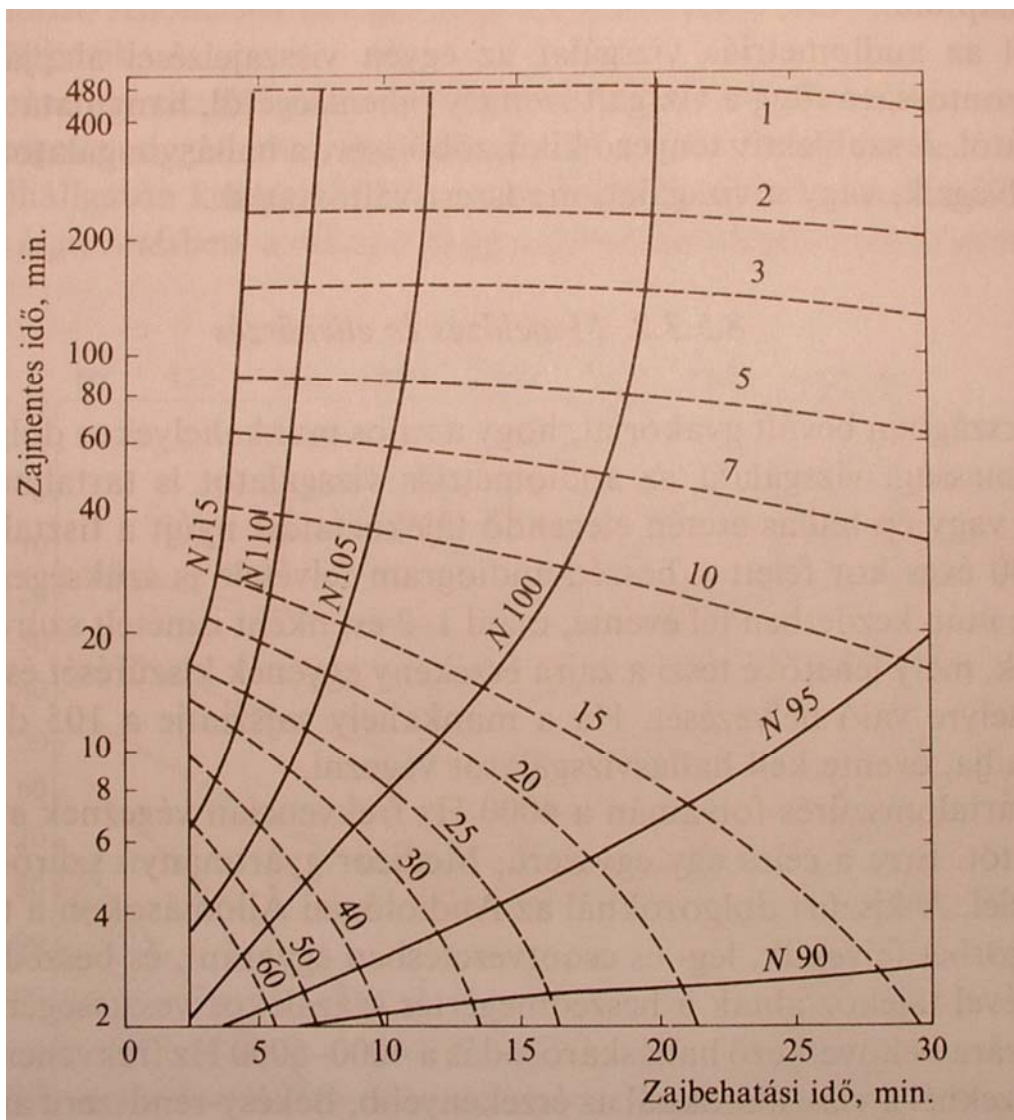
### SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

#### 4.1 Egyéni zajvédelem

A zajos munkahelyen mindenképp a zaj csökkentését kell szem előtt tartani, ha ez nem lehetséges akkor a dolgozók egyéni védelmére fokozott gondot kell fordítani:

- a zajra érzékeny egyének ne kerüljenek zajos munkahelyre
- az ott dolgozók hallásállapotát rendszeresen ellenőrizni kell
- a zajos környezetben dolgozók védelme érdekében a munka közben csendidőt kell beiktatni
- az egyéni védőfelszerelések használatát elő kell írni.





4. ábra. Zajbehatási idők

Amennyiben a munkavégzés alatt a zajszint néha meghaladja az előírt értéket, a Corti-féle szerv regenerációjához csendidőt kell biztosítani. A csendidő hossza függ a zajbehatás idejétől és a zajszinttől. A pihenőidőt a dolgozónak az N 70-es görbét meg nem haladó zajszintű környezetben kell eltöltenie.

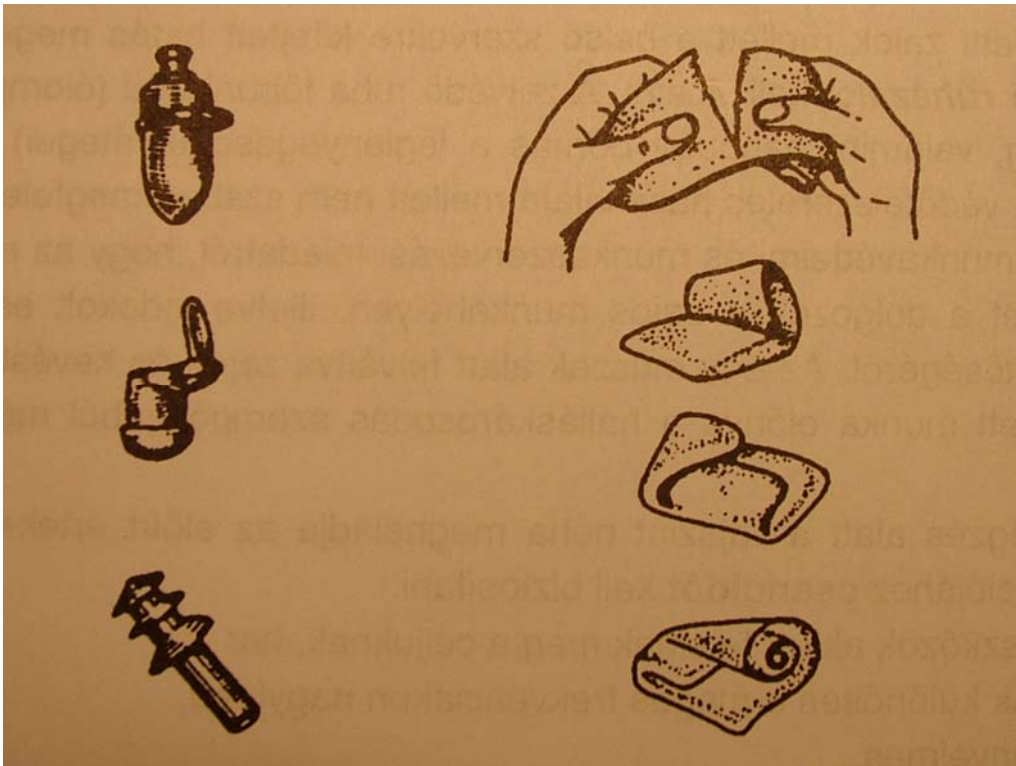
Sok munkahelyen pótszabadságot adnak a zajos környezetben dolgozó munkásoknak.

Amennyiben az N 80-as határgörbét meghaladó zajokat műszaki intézkedésekkel nem lehet az előírt szintre vagy az alá csökkenteni, a dolgozóknak az egész műszak alatt egyéni zajvédő felszerelést kell viselni.

Az egyéni védőfelszerelések:

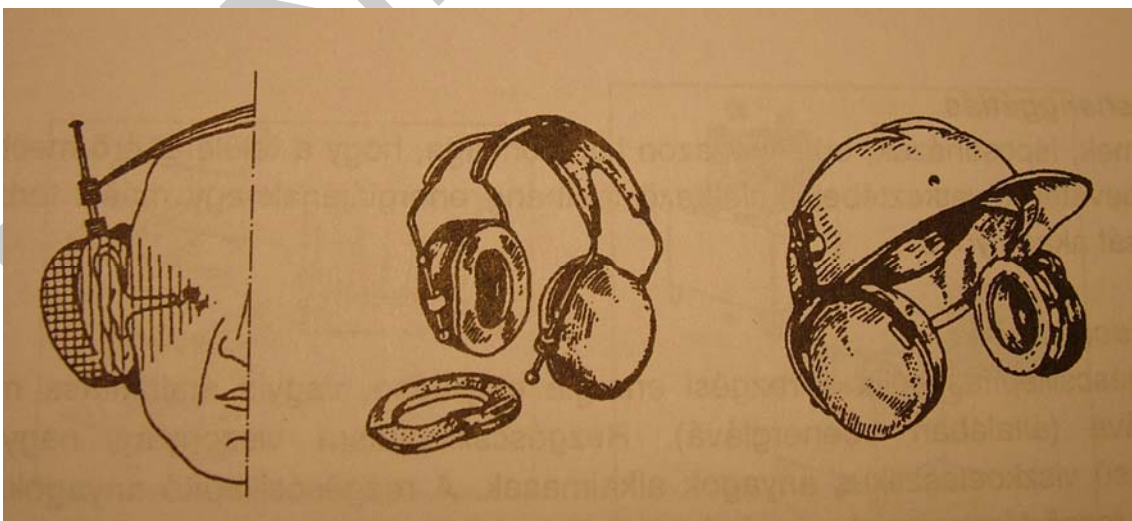
- fül dugó
- fültok
- sisak.

A füldugók a hallójárat elzárására szolgáló gumi- vagy műanyag dugók, plasztikus anyagok, hallásvédő üvegvatták, különlegesen impregnált vatták.



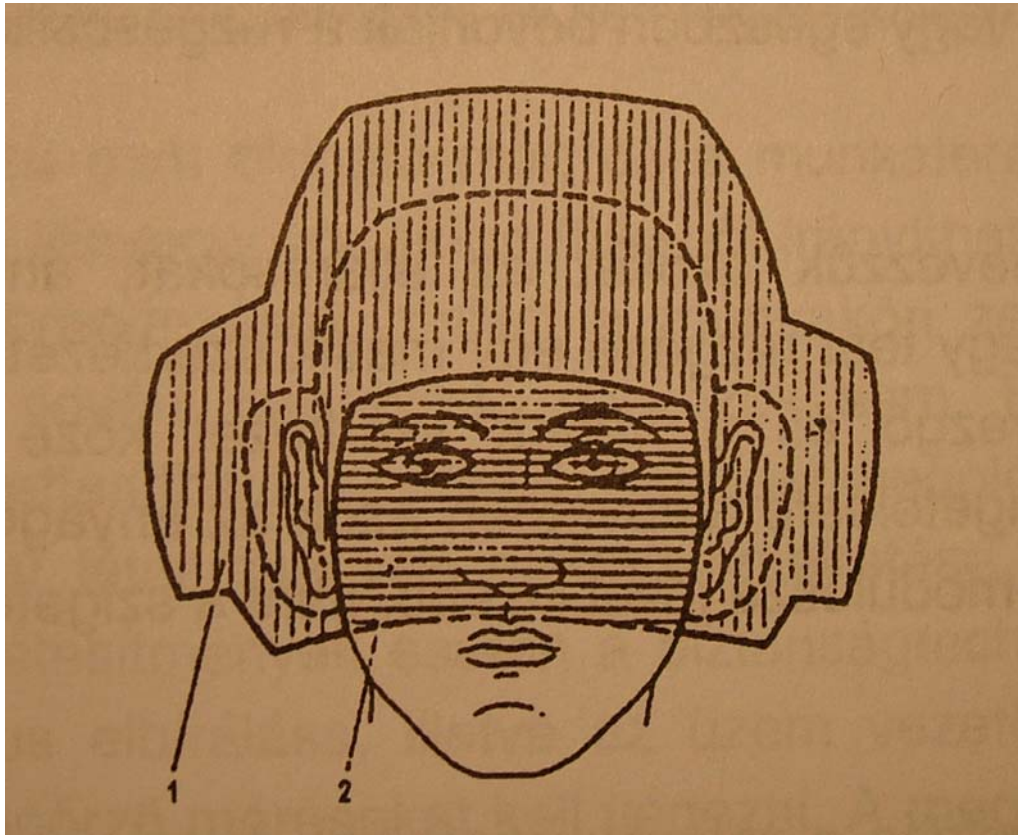
5. ábra. Füldugók

A fülvédő tok légmentesen befedi az egész fülkagylót. Általában kemény műanyagból készül, belsejét laza szerkezetű anyaggal (pl. habszivaccsal) bélelik.



6. ábra. Fülvédők

A fejtű sisak a koponya egészét befedi, így a csontvezetés útján történő hangvezetést is gátolja. Viselése nagy intenzitású zajok esetén indokolt, ahol a csontvezetéses zaj ellen is védelmet kell nyújtani.

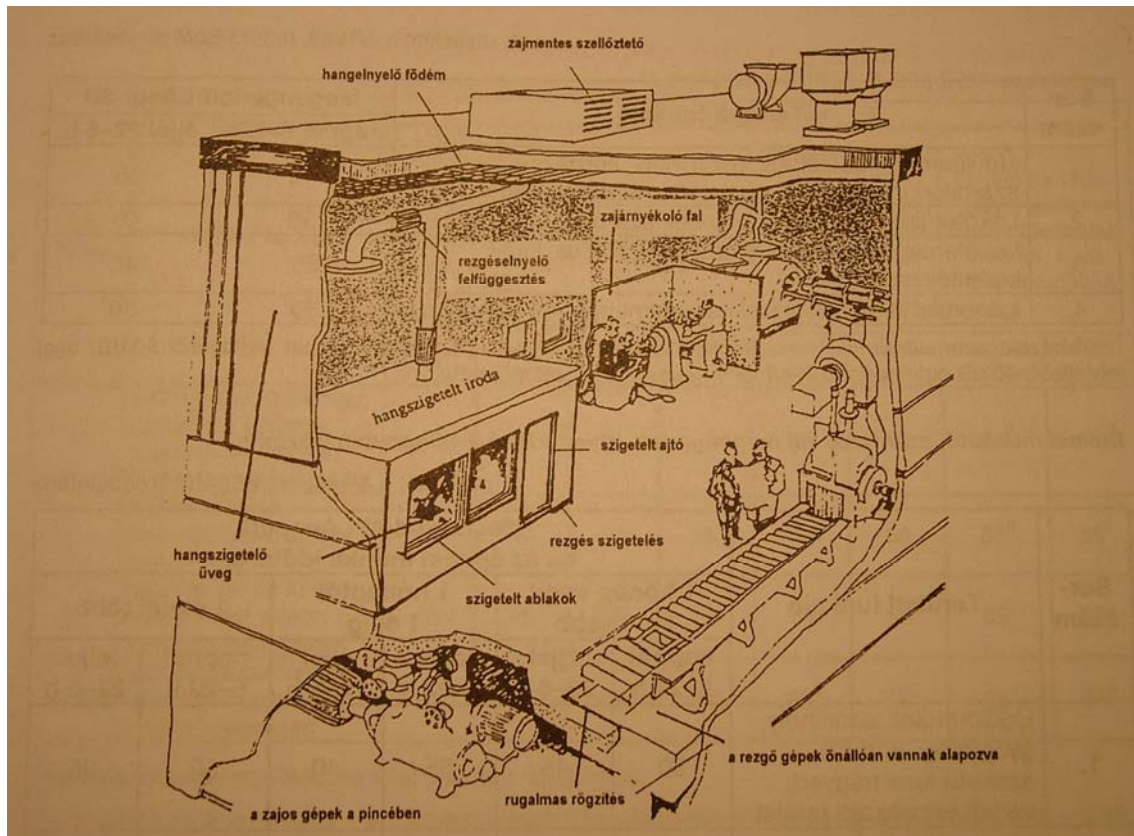


7. ábra. Fejtű sisak

### 4.2 A zaj csökkentése

A zaj csökkentése megvalósítható a zajkibocsátás csökkentésével és a zajterhelés korlátozásával.

A zajkibocsátás csökkentésének legegyszerűbb módja, amelyre azonban még kevés figyelmet fordítanak: a gépek, épületek zajcsökkentett kivitelben való tervezése. A zajcsökkentés a tervezőasztalon az összköltségek mintegy 3 %-át teszi ki, míg az utólagos zajszigetelés hatalmas összegeket emészt fel.



8. ábra. Ipari üzem zajcsökkentése

A zajkibocsátás csökkentésének más lehetősége a zajforrás kiiktatása, illetve a kibocsátás műszaki eszközökkel való csökkentése, (pl. sétálóutcák a belvárosban, parkolóhelyek kijelölése a METRÓ végállomásánál).

A másik zajcsökkentési lehetőség a zaj terjedésének korlátozása. Ennél elsőrendű fontosságú a zajforrástól való távolság növelése. A zaj terjedését zajárnyékoló falak alkalmazásával mind szabad térben (autópályák mentén), mind helyiségekben (spanyolfalszerűen kialakított szerkezetekkel) jelentősen korlátozni lehet. Különösen hatásosak, ha zajforrás felőli oldalukat hangelnyelőként alakítják ki.

A zajforrás szigetelése, elzárása a zajforrás okozta hangintenzitást nagymértékben csökkenti. Ha a hang valamely véges vastagságú szigetelőrétegen halad keresztül, energiájának egy része visszaverődik, más része elnyelődik, és csak a fennmaradó része halad tovább mint hang.

Műhelyen belül az egyes hangos gépeket – ha megoldható – külön hangszigetelt szobában helyezik el úgy, hogy a műszerfal a szobán kívül legyen.

A hangizolálási törekvések között – ipari és építészeti szempontból – nagy jelentősége van a különféle válaszfalak, burkolatok létesítésének. Kiváló zajszigetelő a dupla téglafal, mely között levegő van

Termekben a levegő útján történő hangterjedést csökkenthetjük levegőt át nem engedő szövetek hangárnyékoló hatásával is, melyet falburkolatként vagy függönyként alkalmazunk.

A likacsos, szálás anyagok is hangtompító tulajdonságúak (hangelnelők), falfelületeknek ezzel való borítása csökkenti a hang visszaverődését és a hangérzetet.

Rezonáló testeket alkalmaznak a teremakusztika javítására, mikor a helyiség mennyezete boltozatos kiképzésű, emiatt a hang görbült felületről többszörösen visszaverődve, különösen intenzív és kellemetlen hanghatásokat hoz létre a terem különböző pontjain.

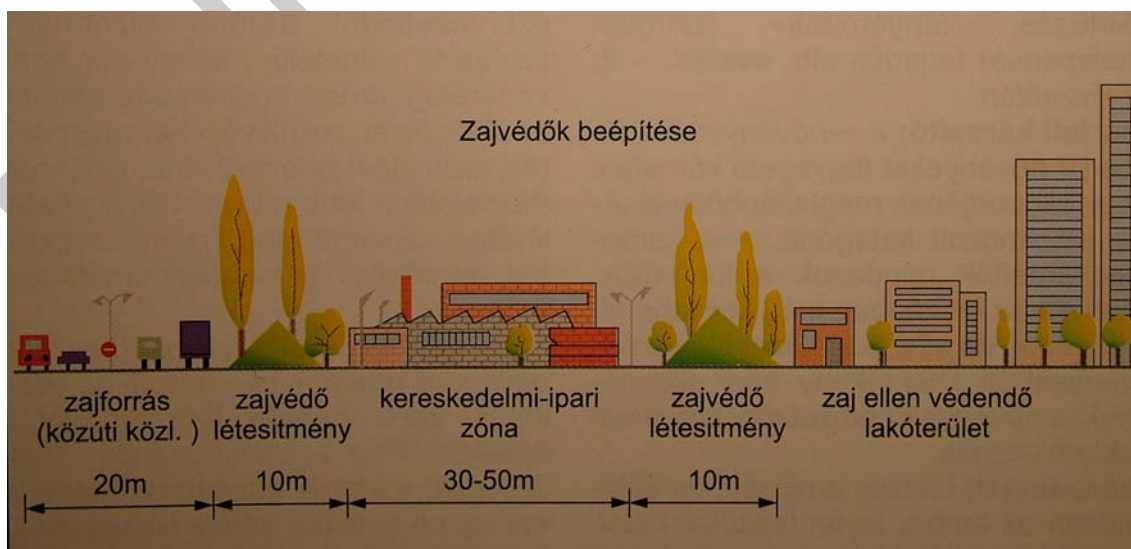
A zajforrások, munkagépek gyakran beton, fém és egyéb kis belső rezgésű anyagokkal vannak alapozva. A rezgésszigetelés egyszerűbb módja a gépet rugalmas anyagra helyezni, ilyen pl. a villamossínek alá helyezett gumiszalag és a gép talpa alá helyezett keménygumi tömb.

A zajcsökkentés általában kombinált megoldásokat követel, több intézkedés megvalósítására van szükség, hogy a kívánatos hangintenzitás-szint-csökkenést elérjük.

#### 4.3 Városrendezés, telepítés, forgalomszervezés a zajcsökkentés szempontjából

A városrendezés nagyon hatékony szerepet játszik a környezeti zaj csökkentésében. A lakótelepeket lehetőleg védett, csendes helyen kell létesíteni. A bevásárló központok építése csökkenti a lakosság napi zajterhelését azáltal, hogy csökkenti helyváltoztatási kényszerüket.

A korszerű városrendezési elvek – a laza beépítési mód, a lakótelepek és ipari területek egymástól való elválasztása – mellett a zajvédelem védősávok kiépítésével is fokozható. A lakóépületek és a fő zajforrásként szereplő közlekedési utak ideális távolsága 150 méter lenne, amely a zajszintet 12 dB-lel csökkentené. Helyhiány miatt a maximális távolság nálunk csak 100 méter, ez 8 dB csillapítást jelent.



9. ábra. Zajvédők beépítése

Jelentős az erdők zajvédő hatása, különösen olyan hangforrások esetén melyek a növényzet magasságát nem haladják meg. A növényzet egyrészt mechanikai akadály a hang útjában, másrészt a nagyszámú és sok irányban álló levélfelületek a hanghullámok sokszoros ütköztetése miatt hangtompító hatásúak.

Egy 30 méter széles zöld erdősáv 3–10 dB-lel is csökkenti a zajszintet.

Az ideális háromlépcsős:

- az alsó lágyszárú növényzetre
- a középső cserjeszintre
- a 3–5 méter feletti faállományra
- tagozódó sáv 15–20 dB-t csillapít, amely lombhullás után 6–8 dB-re csökken. Ezért célszerű tűlevelű fákat és örökzöld lombos állományt ültetni, mert így a növényzet zajszigetelő hatása télen is kielégítő.

A városokban különösen súlyos a helyzet, a közlekedési zaj a járdán mérve 75–85 dB zajterhelést jelent. Ezt felismerve világszerte számos rendelkezést hoztak, melyekkel a gépjárművek okozta zajt kívánják csökkenteni:

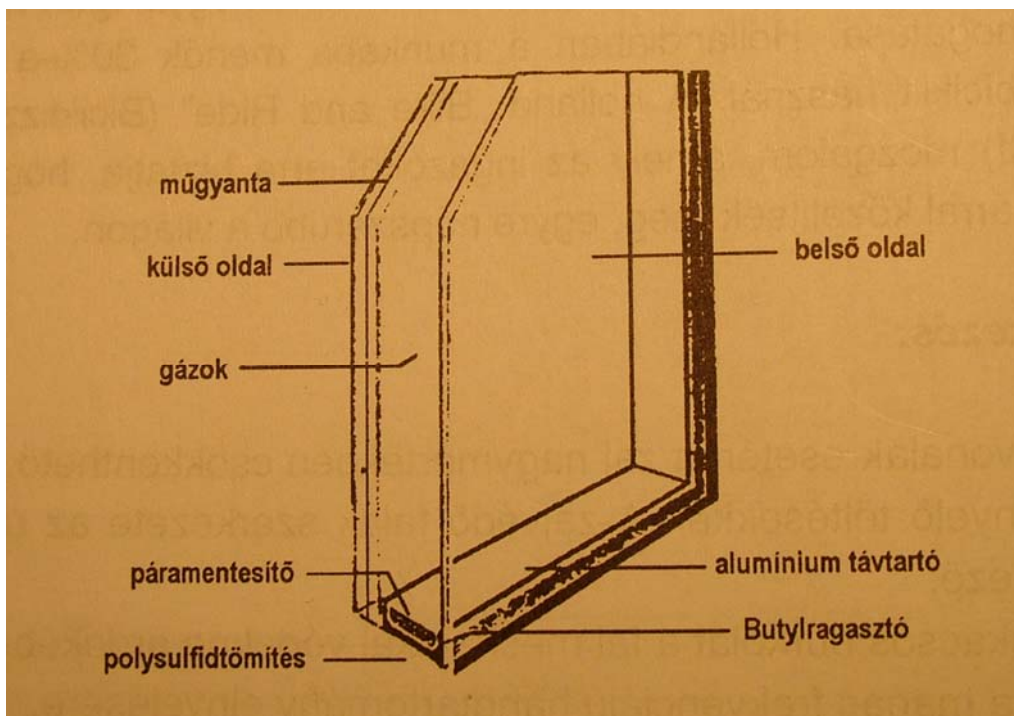
- csökkentett zajjal üzemelő járművek gyártása
- alacsonyabb zajszintű, süllyesztett utak létesítése
- elkerülő utak építése
- sebességkorlátozások
- fásítás
- parkolóhelyek létesítése a belvároson kívül
- trolibuszjáratok autóbuszok helyett
- villamossínek alá gumibetétek helyezése.



10. ábra. Zajvédő fal autóbusz megállónál

#### 4.4 Az épületek zajvédelme

A régebbi építkezéseknél emelt félméteres válaszfalak kiváló hangszigetelők voltak. Az újabb, könnyűszerkezetes panelházakról ugyanez nem mondható el. Fontos kérdés a külső nyílászáró szerkezetek megfelelő hanggátlása. Mivel a külső, behatoló zaj csökkentésének lehetőségei korlátozottak, az épületet a behatoló zaj ellen megfelelő külső szerkezetek alkalmazásával kell megvédeni.



11. ábra. Hangszigetelő üveg

A svájci Mérnök és Építész Egyesület dolgozott ki előírásokat ezzel a témával kapcsolatban:

- az előszoba ajtó nehéz, műanyag bevonatú legyen
- az ablakok zárjanak jól, és legyenek vastag, dupla üvegtáblával ellátva
- nagy figyelmet kell fordítani a redőnytokok kialakítására
- lakások vastag szőnyeggel, filccel való borítása
- falak jó minőségű tapétával való ellátása, faliszőnyegek alkalmazása.

#### 4.5 A zaj elleni védekezés gazdasági kérdései

A zajvédelem gazdasági kérdéseinek elemzésekor az egyik oldalon a zajvédelmi intézkedések anyagi ráfordításai, a másikon a zajcsökkentésnek köszönhető gazdasági eredmények állnak.

A városrendezési zajvédelem területén a jól megoldott tervezés, illetve telepítés költségtöbblete az esetek többségében nem jelentős.

A már elkészült létesítmények zajcsökkentése az esetek kisebb hányadában viszonylag kis anyagi ráfordítással megoldható.

A gépek és más berendezések zajcsökkentését is leggazdaságosabban a tervezés és gyártás folyamán lehet megvalósítani. A kész termékek átalakítása és utólagos javítása lényegesen kevesebb eredménnyel jár.

Felmérési adatok igazolják, hogy az üzemi zajszint csökkentése a termelésre fokozó hatást fejt ki, kevesebb a selejt, csökken a betegség miatti hiányzások száma is.



Jelentős eredmény a zajcsökkentési intézkedések hatására csökkenő munkaerő vándorlás.

Összehasonlítva a mérleg két oldalát – a zajcsökkentés érdekében hozott intézkedések anyagi ráfordításait és a gazdasági haszon mértékét – megállapítható, hogy a zajvédelemre fordított összeg az idő folyamán megtérül. Anyagi oldalról felmérhetetlen haszon, hogy ugyanakkor emberek százainak egészségi károsodása kivédhető, és biztosítjuk számukra az alapvető emberi jogokat: a nyitott ablakhoz, a csendhez, a pihenéshez való jogot.

## TANULÁSIRÁNYÍTÓ

1. feladat:

Olvassa el a 4.1 fejezetet, majd egy-két mondatban foglalja össze a lényegét!

---

---

---

---

---

2. feladat:

A 4.3 fejezetrész tanulmányozását követően fogalmazzon meg néhány korszerű városrendezési elvet!

---

---

---

---

3. feladat:

A Zajvédelem fejezet tanulmányozását követően, hogyan értékeli, van-e gazdasági haszna a zaj elleni védekezésnek?

---

---

---

---

---

---

## MEGOLDÁS

### 1. feladat

A zajos munkahelyen mindenképp a zaj csökkentését kell szem előtt tartani, ha ez nem lehetséges, akkor a dolgozók egyéni védelmére fokozott gondot kell fordítani.

### 2. feladat

Korszerű városrendezési elvek:

- laza beépítési mód
- lakóterületek és ipari területek elválasztása
- védősávok kiépítése.

### 3. feladat

Anyagi oldalról felmérhetetlen haszon, hogy az emberek egészségi károsodása kivédhető és biztosítjuk számukra az alapvető emberi jogokat.

## ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

### 1. feladat:

Mi a teendő akkor, ha a munkavégzés alatt a zajszint néha meghaladja az előírt értéket?

---

---

---

### 2. feladat:

A zaj csökkentése megvalósítható:

---

---

### 3. feladat:

Milyen az ideális zajcsökkentő erdősáv?

---

---

---

---

## MEGOLDÁSOK

### 1. feladat:

Csendidőt kell biztosítani, amelynek hossza függ a zajbehatás idejétől és a zajszinttől.

### 2. feladat:

- a zajkibocsátás csökkentésével
- a zajterhelés korlátozásával.

### 3. feladat:

Háromlépcsős tagozódású:

- alsó lágyszárú növényzetre
- középső cserjeszintre
- 3-5 méter feletti faállományra.

MUNKANYAG

## IRODALOMJEGYZÉK

### FELHASZNÁLT IRODALOM

Anton Attila – Borián György: *Környezettechnika II.* VITUKI KHT, 2004.

Borián György – Oblián Gábor: *Környezettechnika*, NSZI, 2002.

Csapóné Felleg Ágota: *Települési környezetvédelem*, KGI, 2003.

Kerényi Attila: *Általános környezetvédelem*, Mozaik, Szeged, 1998.

Moser Miklós – Pálmai György: *A környezetvédelem alapjai*, Nemzeti TK. 1999

Nagy Imre: *Városökológia*, Dialóg Campus Kiadó, Bp. 2008.

1993. évi XCIII. törvény a munkavédelemről

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 szabályairól

66/2005 (XII.22.) EüM. rendelet a munkavállalókat érő zajexpozícióra vonatkozó minimális egészségi és biztonsági követelményekről

25/2004. (XII.20.) KvVM rendelet a stratégiai zajtérképek, valamint az intézkedési tervek készítésének részletes szabályairól

27/2008. (XII.03.) KvVM–EüM sz. együttes rendelet a zaj- és rezgésterhelési határértékek megállapításáról

93/2007. (XII.18.) KvVM rendelet a zajkibocsátási határértékek megállapításának, valamint a zaj- és rezgés kibocsátás ellenőrzésének módjáról

3/2002.(II.08.) SzCsM–EüM együttes rendelet a munkahelyek munkavédelmi követelményeinek minimális szintjéről

### AJÁNLOTT IRODALOM

Borián György – Holczinger Imre: *"...isten szö- e csönd"* Zajvédelmi kézikönyv iskolák, társadalmi szervezetek számára, Balaton Akadémia, 1998.

Kerényi Attila: *Környezettan*, Mezőgazda Kiadó, Bp. 2003.

Kertai Pál: *Megelőző orvostan*, Medicina, Bp. 1999.

Láng István: *Környezet- és természetvédelmi lexikon I-II.*, Akadémiai Kiadó 2002.

MUNKANYAG

A(z) 1214-06 modul 016-os szakmai tankönyvi tartalomeleme felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

<b>A szakképesítés OKJ azonosító száma:</b>	<b>A szakképesítés megnevezése</b>
54 850 01 0010 54 01	Energetikai környezetvédő
54 850 01 0010 54 02	Hulladékgazdálkodó
54 850 01 0010 54 03	Környezetvédelmi berendezés üzemeltetője
54 850 01 0010 54 04	Környezetvédelmi mérés technikus
54 850 01 0010 54 05	Nukleáris energetikus
54 850 01 0010 54 06	Vízgazdálkodó
54 850 02 0000 00 00	Természet- és környezetvédelmi technikus
54 851 01 0000 00 00	Települési környezetvédelmi technikus

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:

20 óra

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv  
TÁMOP 2.2.1 08/1-2008-0002 „A képzés minőségének és tartalmának  
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap  
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet  
1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210-1065, Fax: (1) 210-1063

Felelős kiadó:  
Nagy László főigazgató