

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar
Felsőfokú munkavédelmi szakirányú továbbképzés

ZAJ ÉS REZGÉSVÉDELEM

Méréstechnika

MÁRKUS MIKLÓS

ZAJ ÉS REZGÉSVÉDELMI SZAKÉRTŐ

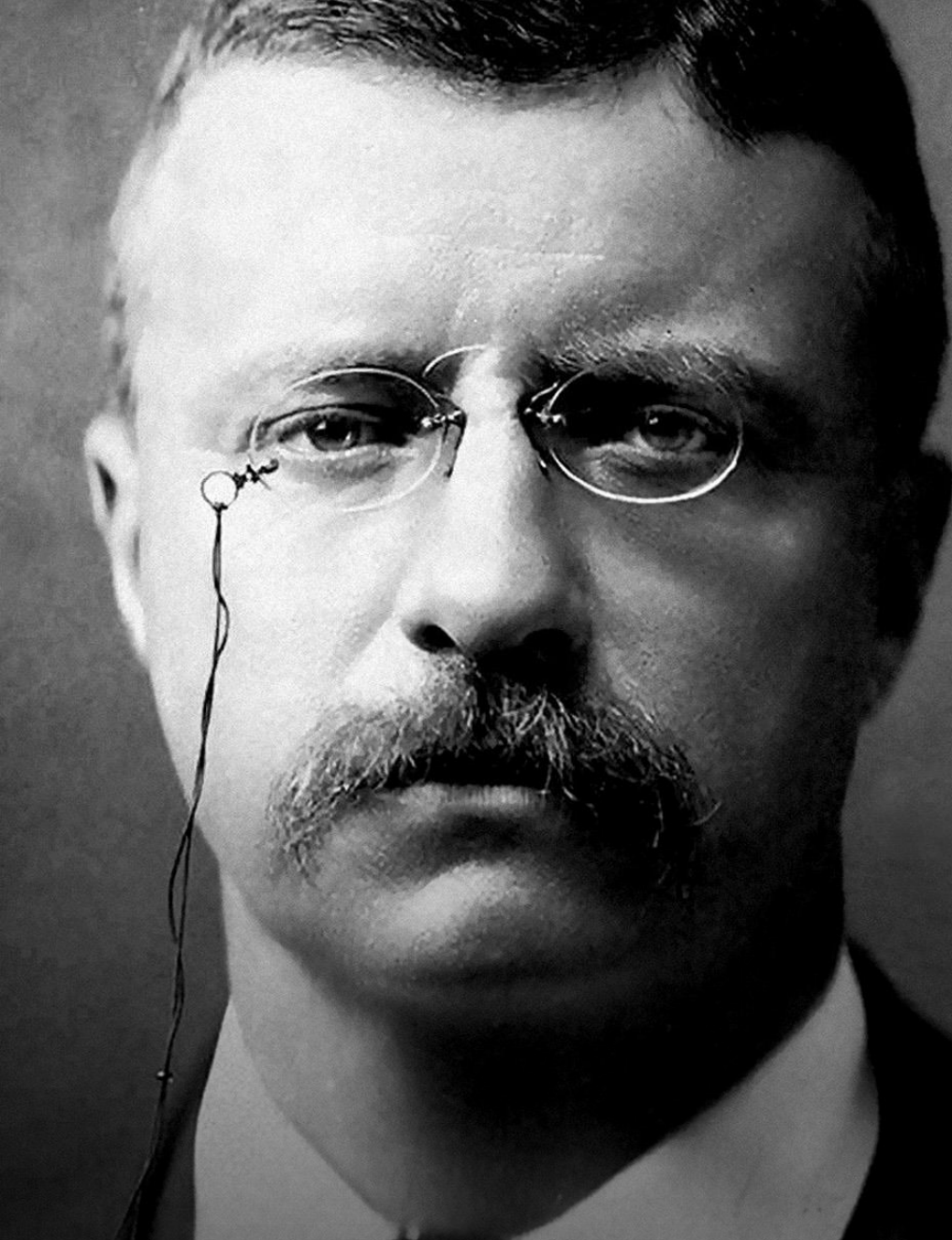


célunk a munkahelyi kockázatok objektív értékelése



„Ha új házat építesz, házfedeledre korlátot csinálj, hogy vérrel
ne szennyezd a Te házadat, ha valaki leesik onnan!,,

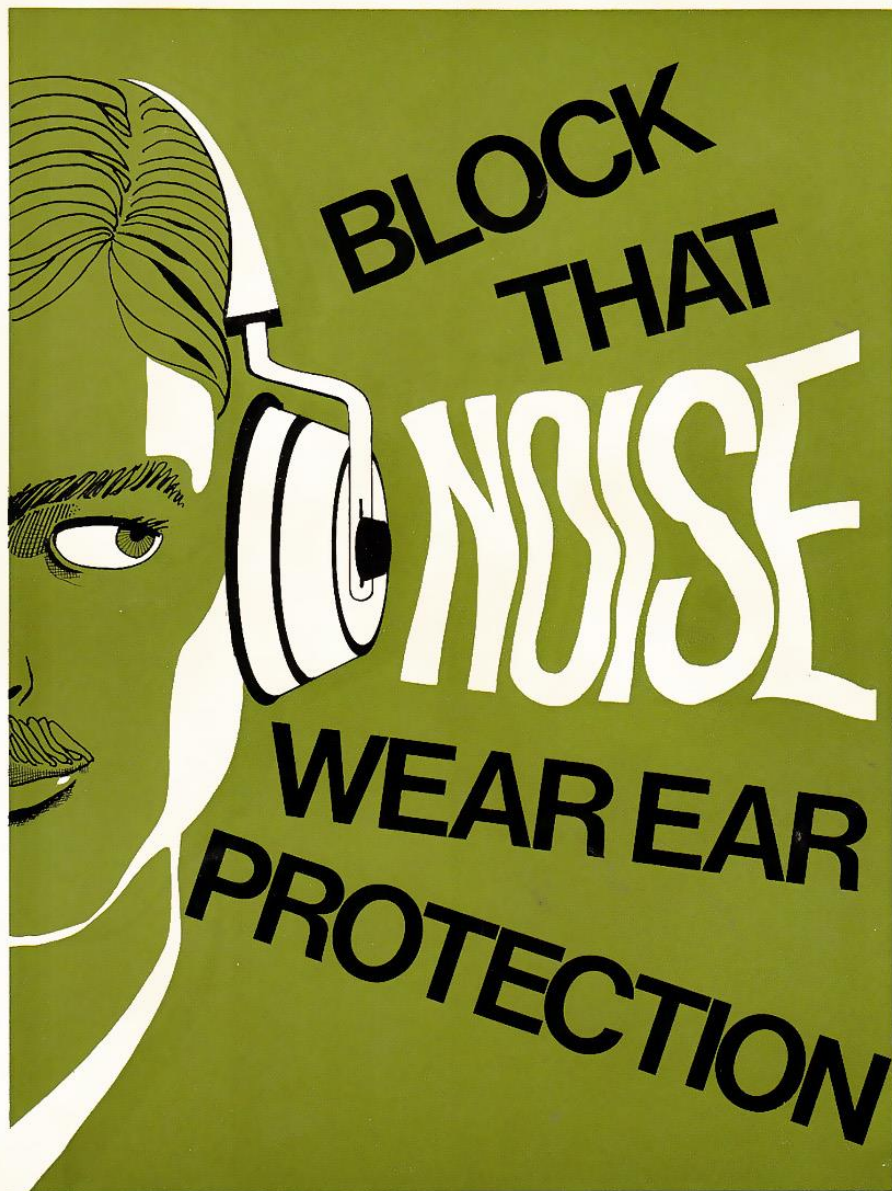
Mózes V. könyve

A black and white portrait of Theodore Roosevelt, showing him from the chest up. He has a mustache and is wearing round-rimmed spectacles with a thin wire. He is looking slightly to the left of the camera with a serious expression. The background is dark and out of focus.

A TÁRGYAK, AMELYEKET
AZ EMBER ELŐÁLLÍT,
ARRA VALÓK, HOGY AZ
ÉLETET SZOLGÁLJÁK.
ÉLETET ÁLDOZNI A
TÁRGYAKÉRT A DOLGOK
TERMÉSZETES RENDJÉNEK
MEGFORDÍTOTTJA VOLNA.

Theodore Roosevelt

1907



YOU'RE LEFT OUT WITH A HEARING LOSS



1993. évi XCIII. törvény a munkavédelemről 54. § (2)

„A munkáltatónak **rendelkeznie kell kockázatértékeléssel**, amelyben köteles minőségileg, illetve szükség esetén **mennyiségileg értékelni** a munkavállalók egészségét és biztonságát veszélyeztető kockázatokat, különös tekintettel az alkalmazott munkaeszközökre, veszélyes anyagokra és keverékekre, **a munkavállalókat érő terhelésekre**, valamint a munkahelyek kialakítására. A kockázatértékelés során a munkáltató azonosítja a várható veszélyeket (veszélyforrásokat, veszélyhelyzeteket), valamint a veszélyeztetettek körét, felbecsüli a veszély jellege (baleset, egészségkárosodás) szerint **a veszélyeztetettség mértékét**. A kockázatértékelés során az egészségvédelmi **határértékkel** szabályozott kóroki tényező előfordulása esetén munkahigiénés vizsgálatokkal kell gondoskodni **az expozíció mértékének meghatározásáról.**”

Mennyiségi értékelés, a terhelés, az expozíció, a veszélyeztetettség **mértékének** meghatározása.

Tehát **kvantitatív** paraméter hozzárendelése e tényezőkhöz.

Tehát a műszeres vizsgálat a **mennyiségi kockázatértékelés** része, a kockázatok értékelésének bázisa.

1993. évi XCIII. törvény a munkavédelemről 54. § (3)

A munkáltató a kockázatértékelést, a kockázatkezelést és a megelőző intézkedések meghatározását - eltérő jogszabályi rendelkezés hiányában - a tevékenység megkezdése előtt, azt követően **indokolt esetben, de legalább 3 évente** köteles elvégezni.

Indokolt esetnek kell tekinteni

- a) a **technológia**, munkaeszköz, munkavégzés módjának megváltozását,
- b) a **munkakörnyezeti tényezők** megváltozását okozó változásokat,
- c) hiányosság miatt bekövetkezett **baleset**, fokozott **expozíció**, foglalkozási **megbetegedés**

66/2005. (XII. 22.) EüM rendelet 4. § (3)

Zajmérést kell végezni:

- a) **új munkahely létesítése**, illetve új munkaeszköz üzembe helyezése esetén;
- b) meglévő munkahely, munkaeszköz **átalakításakor**, új helyre telepítésekor, valamint technológia- és termékváltás esetén, ha az átalakítás, illetve a változás a zajexpozíció mértékét módosíthatja;
- c) **munkakör kialakításakor**;
- d) a munkavállalót érő **zajexpozíció meghatározásakor**.

66/2005. (XII. 22.) EüM rendelet 4. § (4)

A kockázatértékelés készítésekor **a zajméréstől el lehet tekinteni, ha a munkáltató nyilatkozata alapján** egyértelműen kijelenthető, hogy a zajterhelés biztosan nem haladja meg a 3. § (1) bekezdés c) pontja szerinti alsó beavatkozási határértékeket.



Mérőeszköz



Mérőeszköz



Brüel & Kjær



B&K Components Kft.

www.bruel.hu

Dr. Szuhay Péter

CASELLA
CEL



PRODATA Kft.

www.prodata.hu

Korompayné Katalin



Józsa és Társai 2000 Kft.

www.jozsakft.hu

Józsa Gusztáv



Larson Davis

A PCB Group Co.

G.R.A.S.
SOUND & VIBRATION

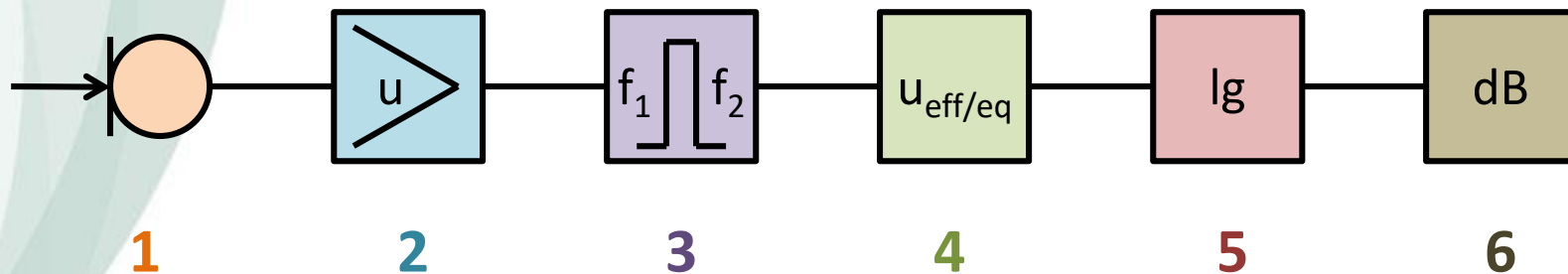


EnviroPlus Kft.

www.enviropius.hu

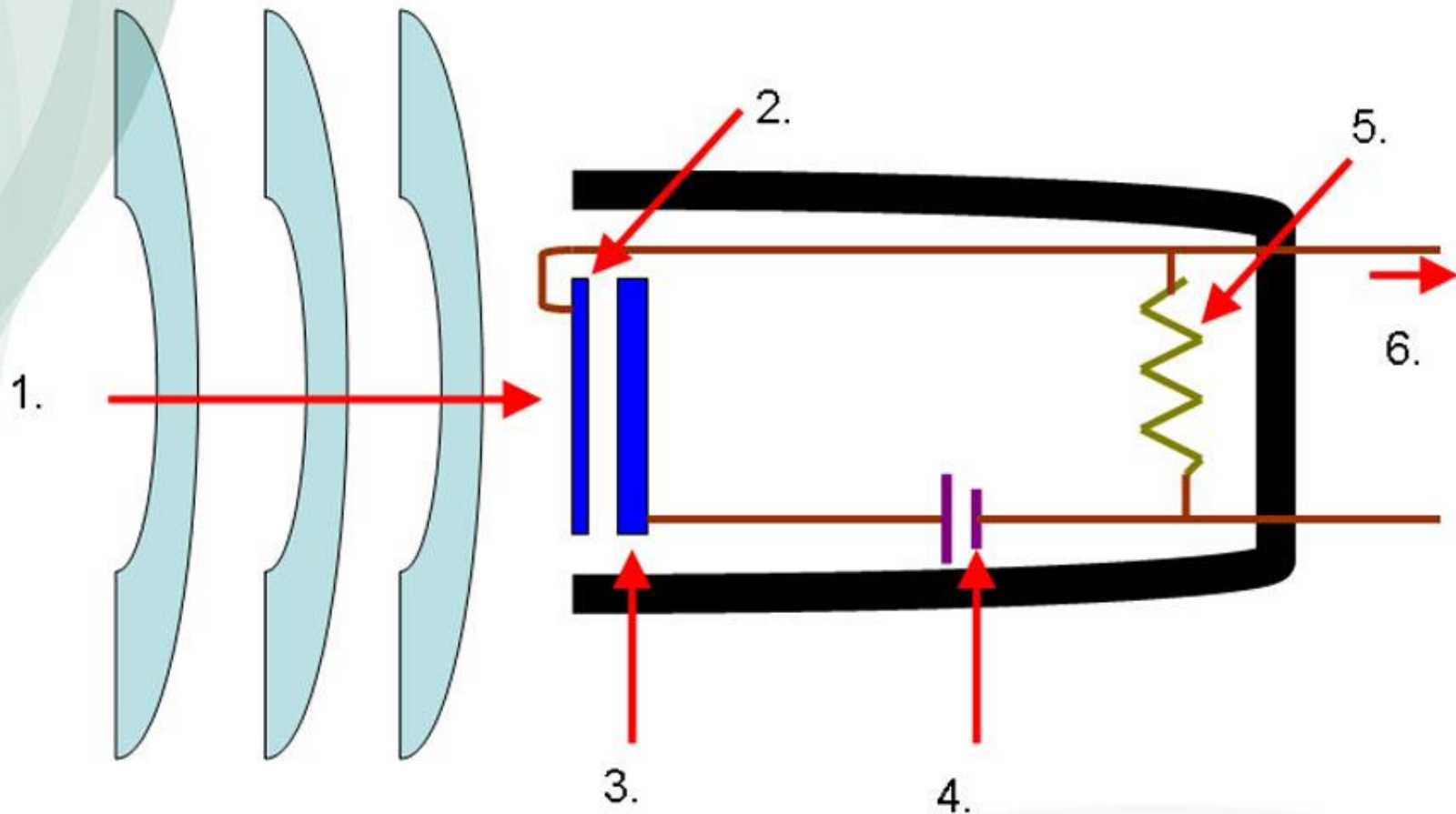
Muntag András

Mérőeszköz

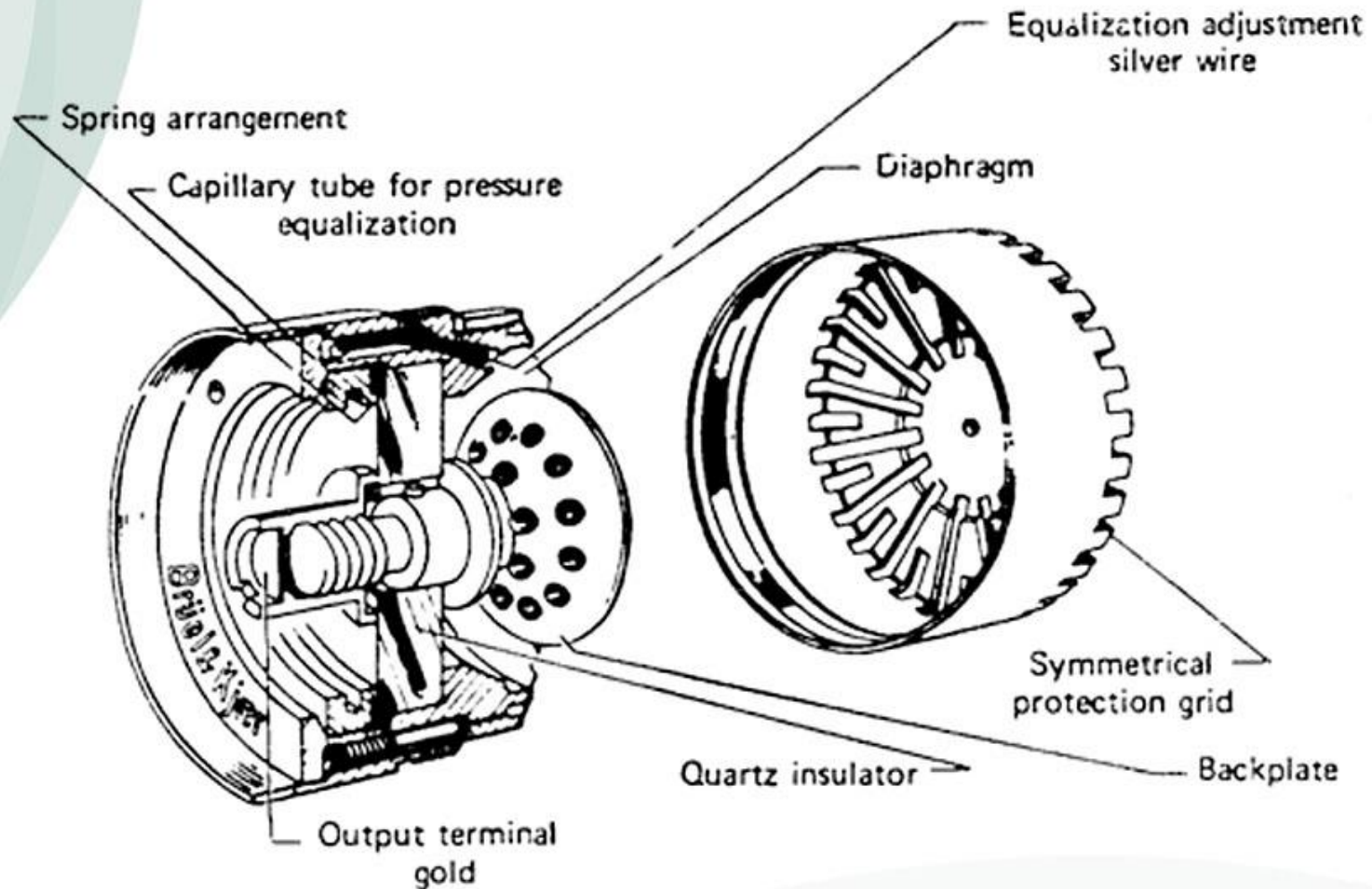


1. Elektroakusztikai átalakítás (kondenzátor mikrofon)
2. Előerősítés és erősítés
3. Frekvencia felbontás (analóg, vagy digitális sávszűrők, FFT)
4. Effektív érték képzés, integrálás, egyenérték képzés
5. Szint képzés
6. Hangnyomásszint kijelzés (decibelben)

Mérőeszköz



Kondenzátor mikrofon felépítése (sematikus ábra)

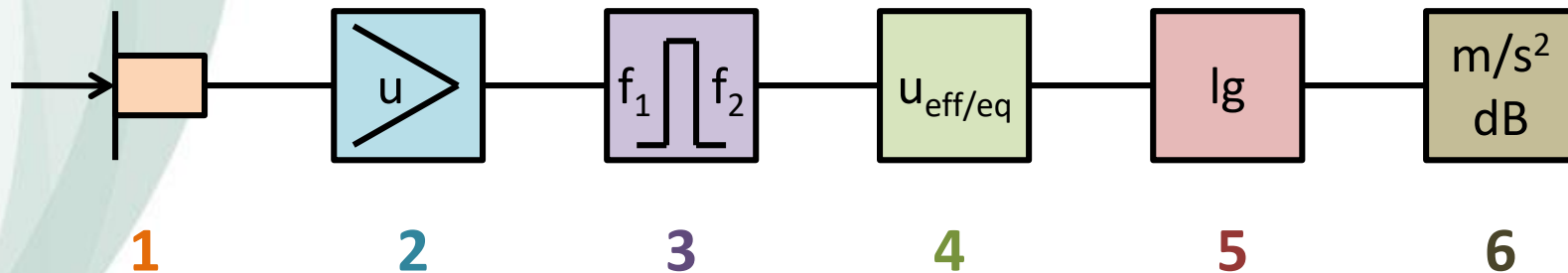


Kondenzátor mikrofon felépítése (robbantott ábra)

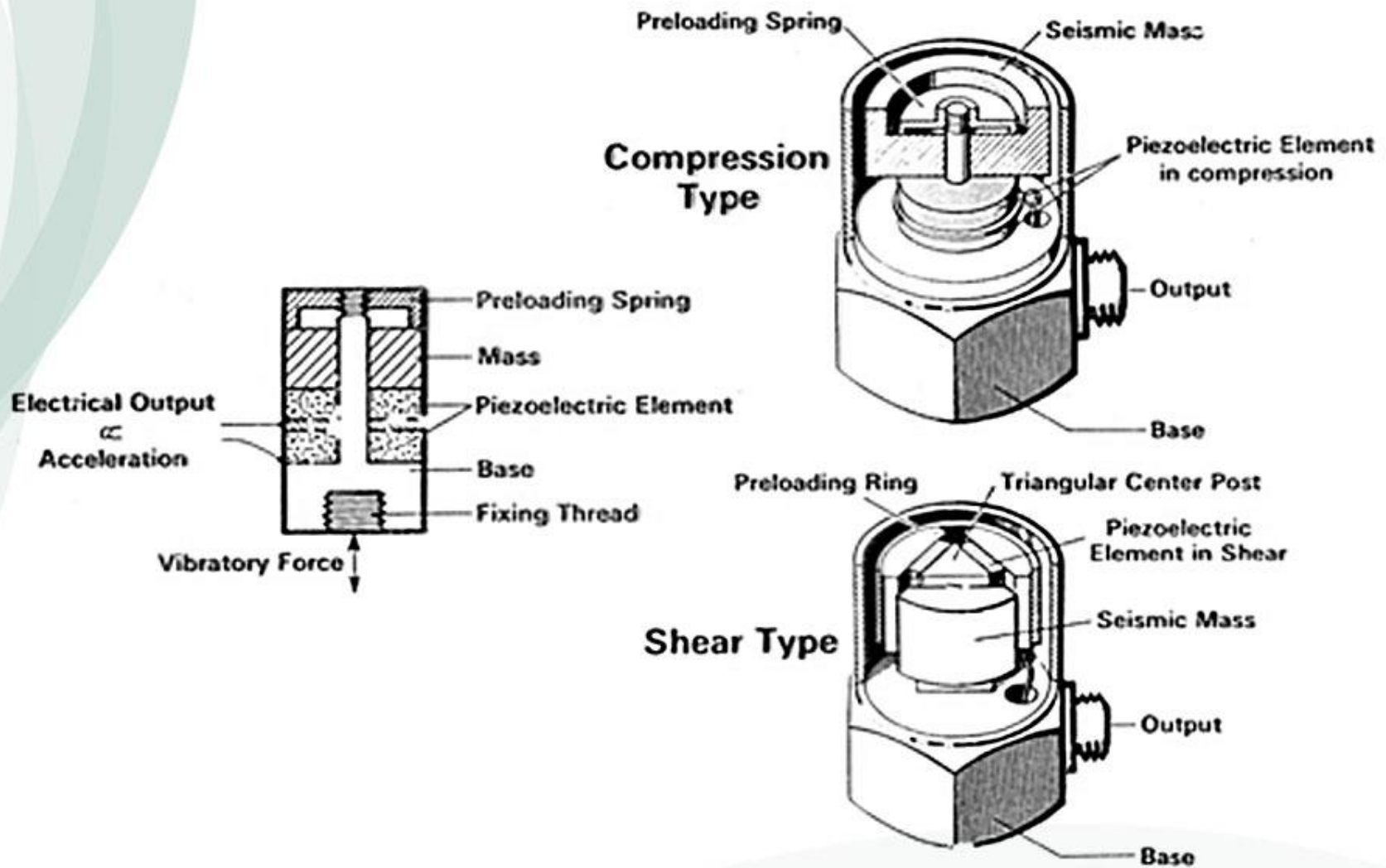
Mérőeszköz

- legalább **1. pontossági osztályú** integráló zajszintmérő
 - megengedett a 2. pontossági osztályú **személyi dózismérő**
 - a pontosság jelenleg az *MSZ EN 61672-1:2003* szerint
 - a pontosság régebben a *IEC 651:1979* szerint
- mérés az „A” és „C” jelű súlyozó szűrőkkel
- kizárólag **hitelesített** mérőműszer alkalmazható
- kötelező a mérőrendszer **kalibrálása**
 - a mérőrendszer pontosság-ellenőrzése a **vizsgálatok előtt és után** a műszer használati, kezelési utasítása szerint
 - kizárólag érvényes hitelesítéssel/kalibrálással rendelkező **akusztikus kalibrátorral** (vagy pisztonfonnal)

Mérőeszköz



1. Elektromechanikai átalakítás (piezoel. gyorsulásérzékelő)
2. Erősítés és *integrátor*
3. Frekvencia felbontás (analóg, vagy digitális sávszűrők, FFT)
4. Effektív érték képzés, integrálás, egyenérték képzés
5. Szint képzés
6. Rezgés gyorsulás (m/s^2) vagy szint kijelzés (dB)



Gyorsulásérzékelő fejek

dB re
10⁻⁶ m/s²
weighted

Hand-Arm

Whole Body

In Buildings

m/s²
weighted
-100
-10
-1
-0,1
-0,01

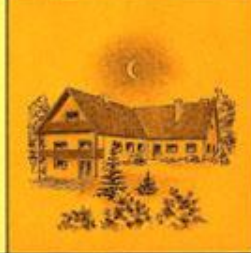
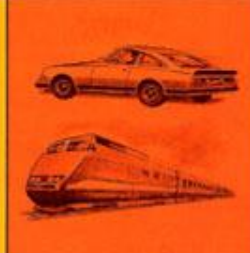
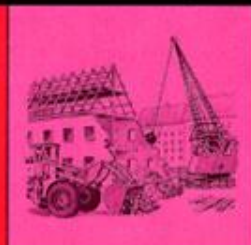
160

140

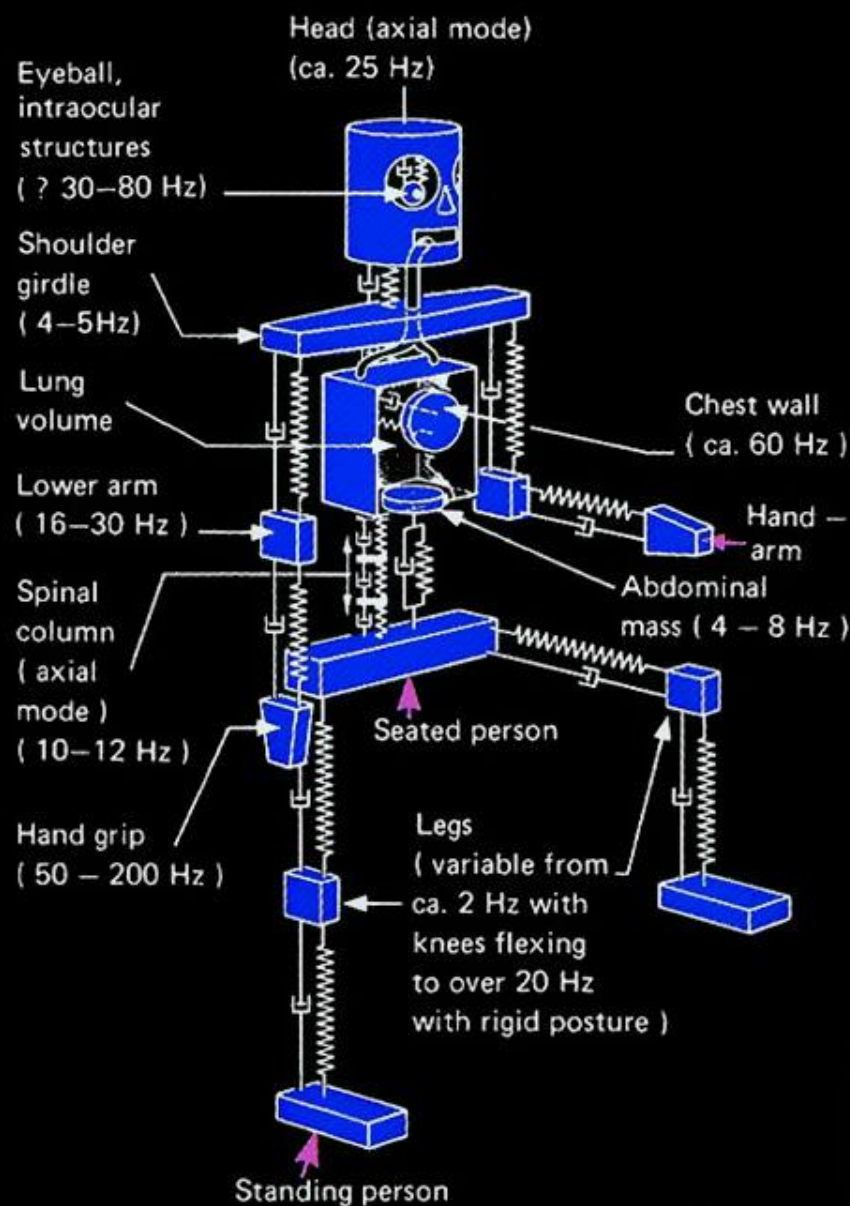
120

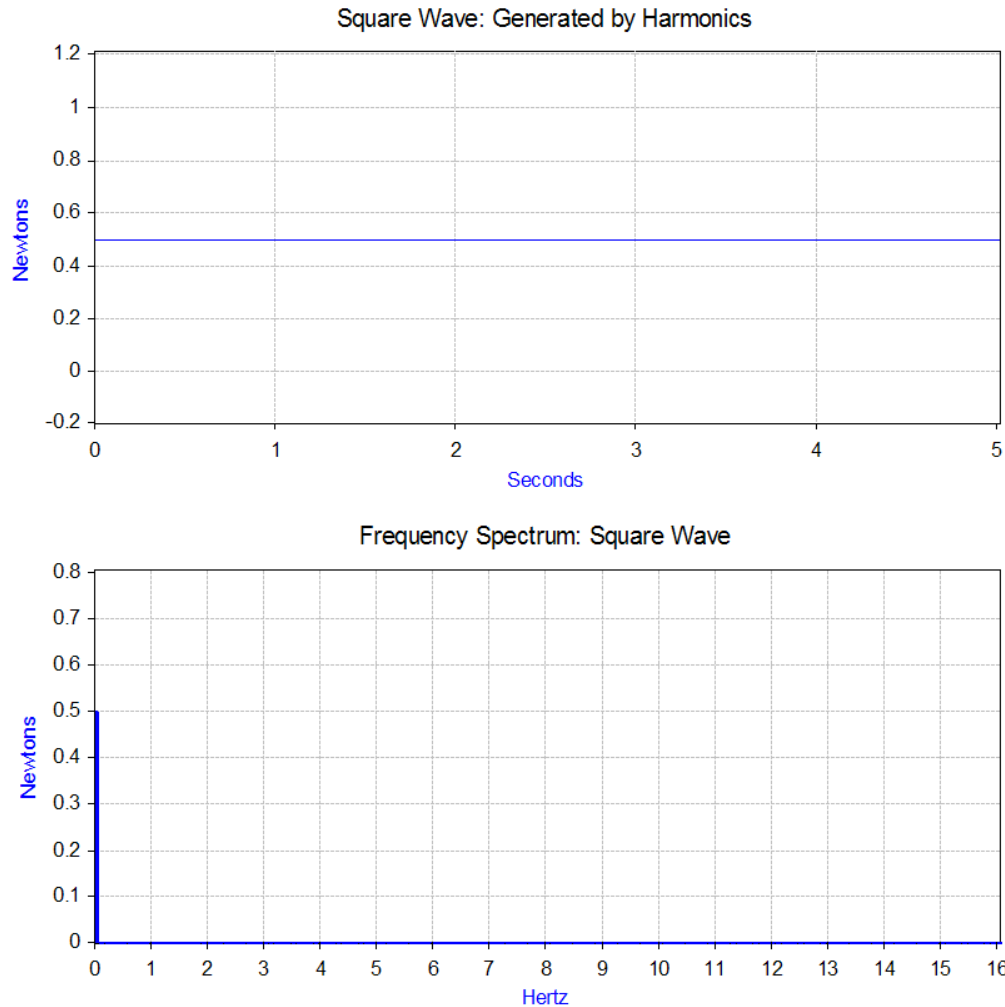
100

80

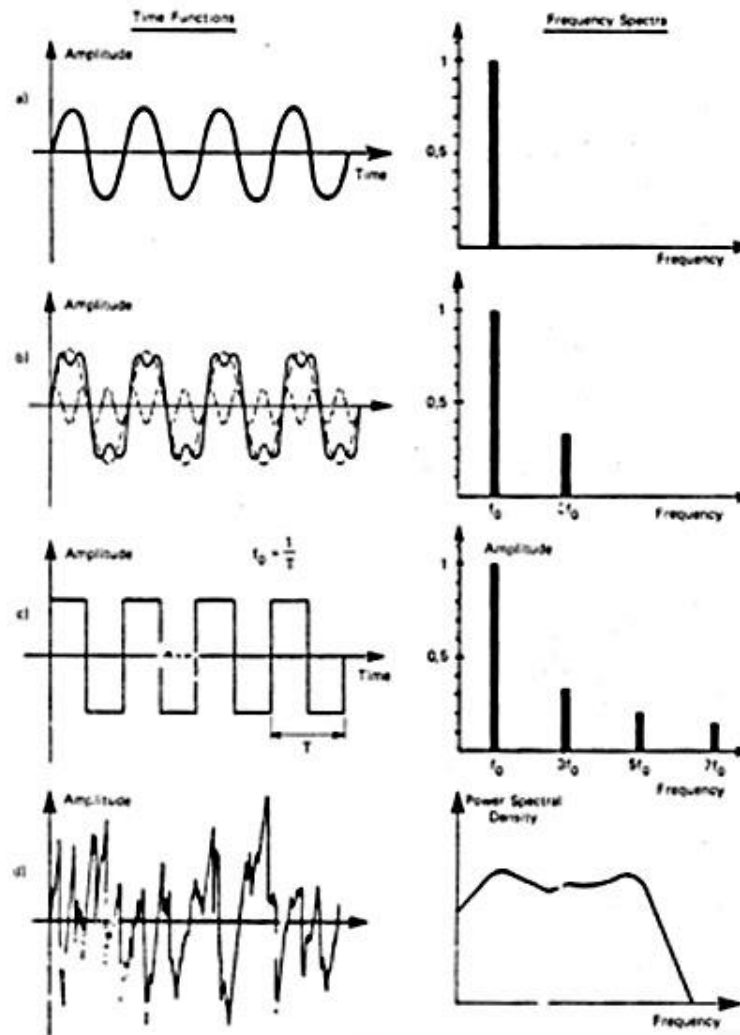


Brüel & Kjær

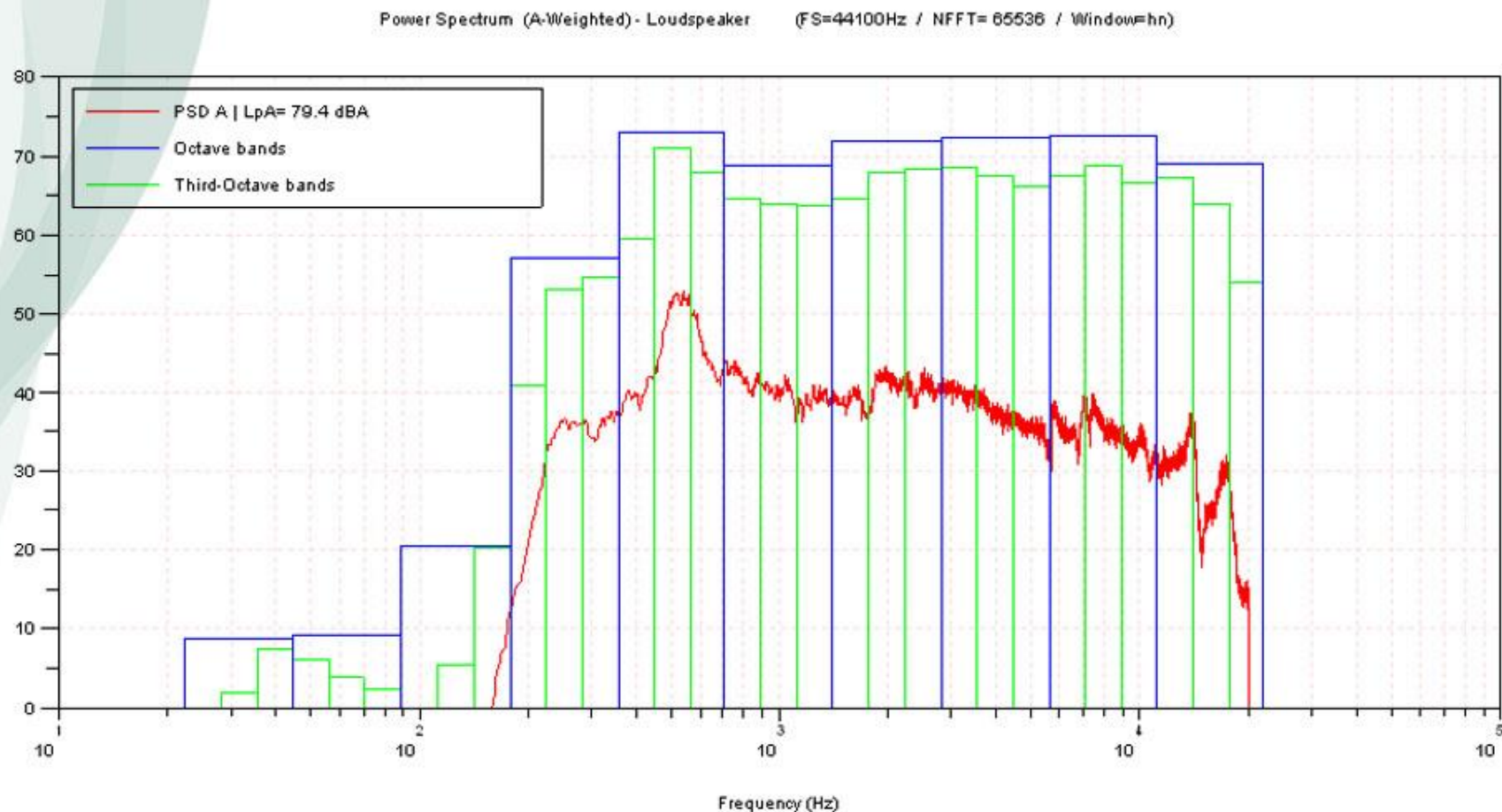




Színkép előállítása Fourier-transzformációval

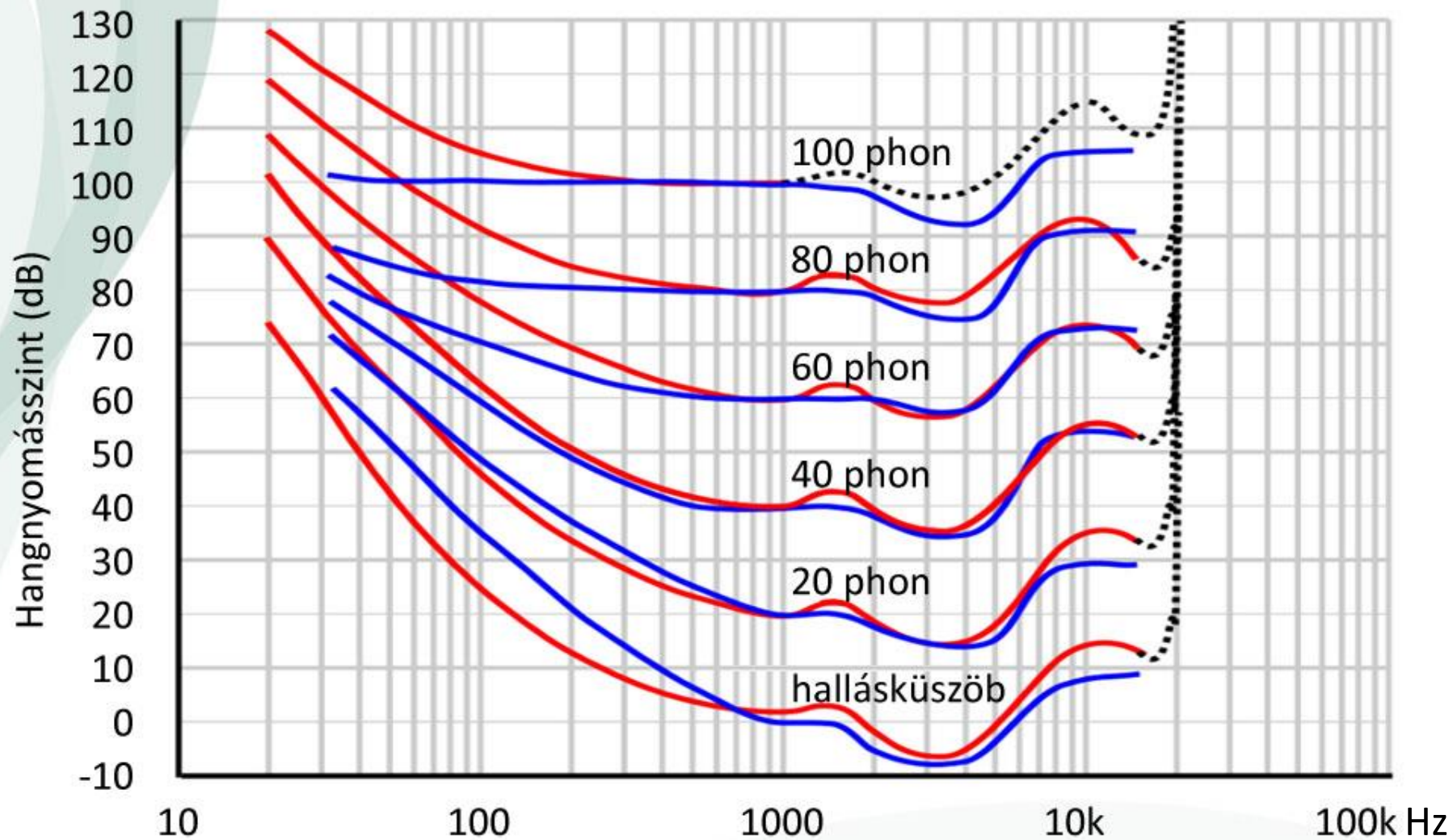


Jelformák és színeképek



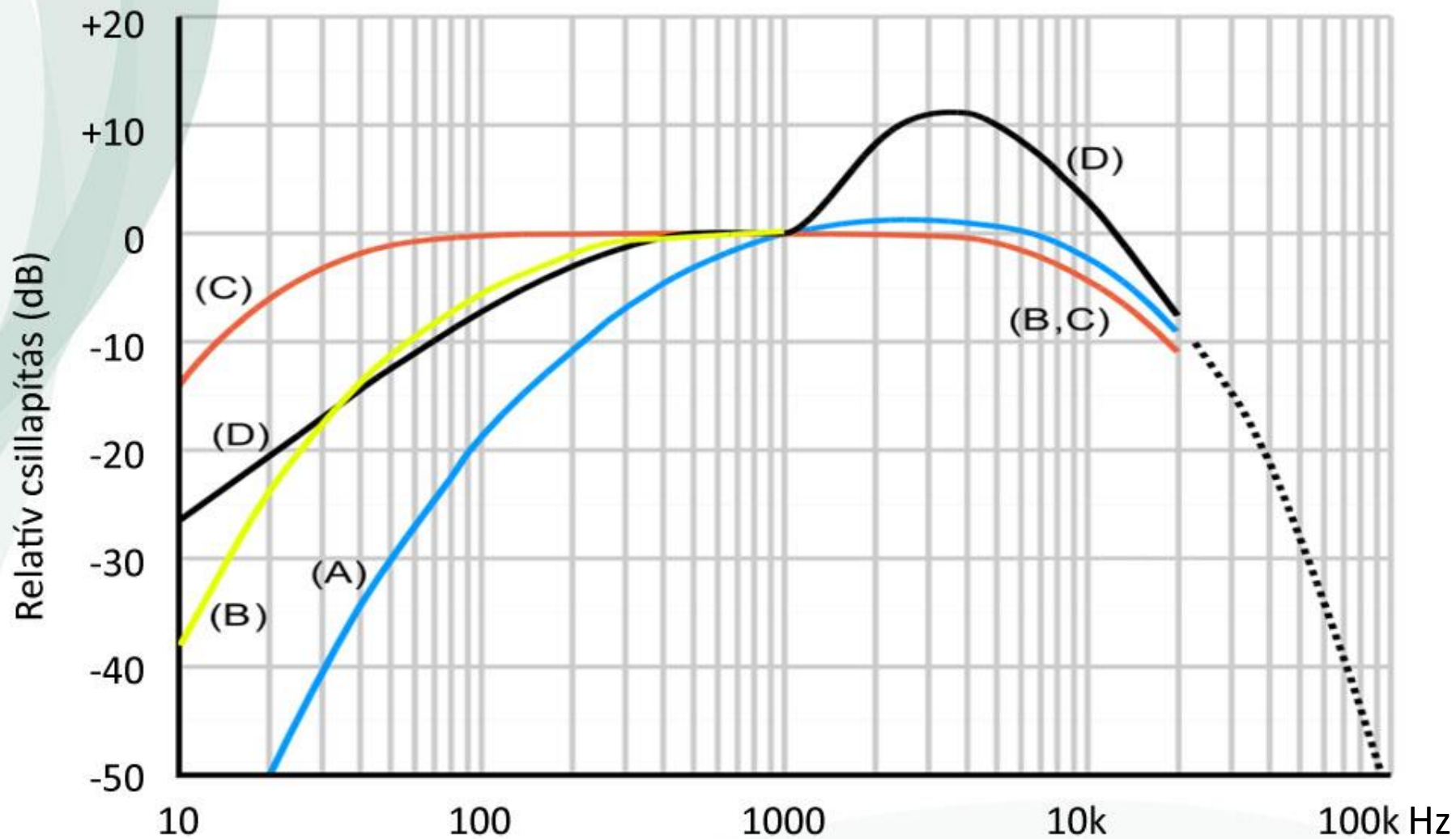
Oktáv és tercsáv spektrum felbontás

Hallás



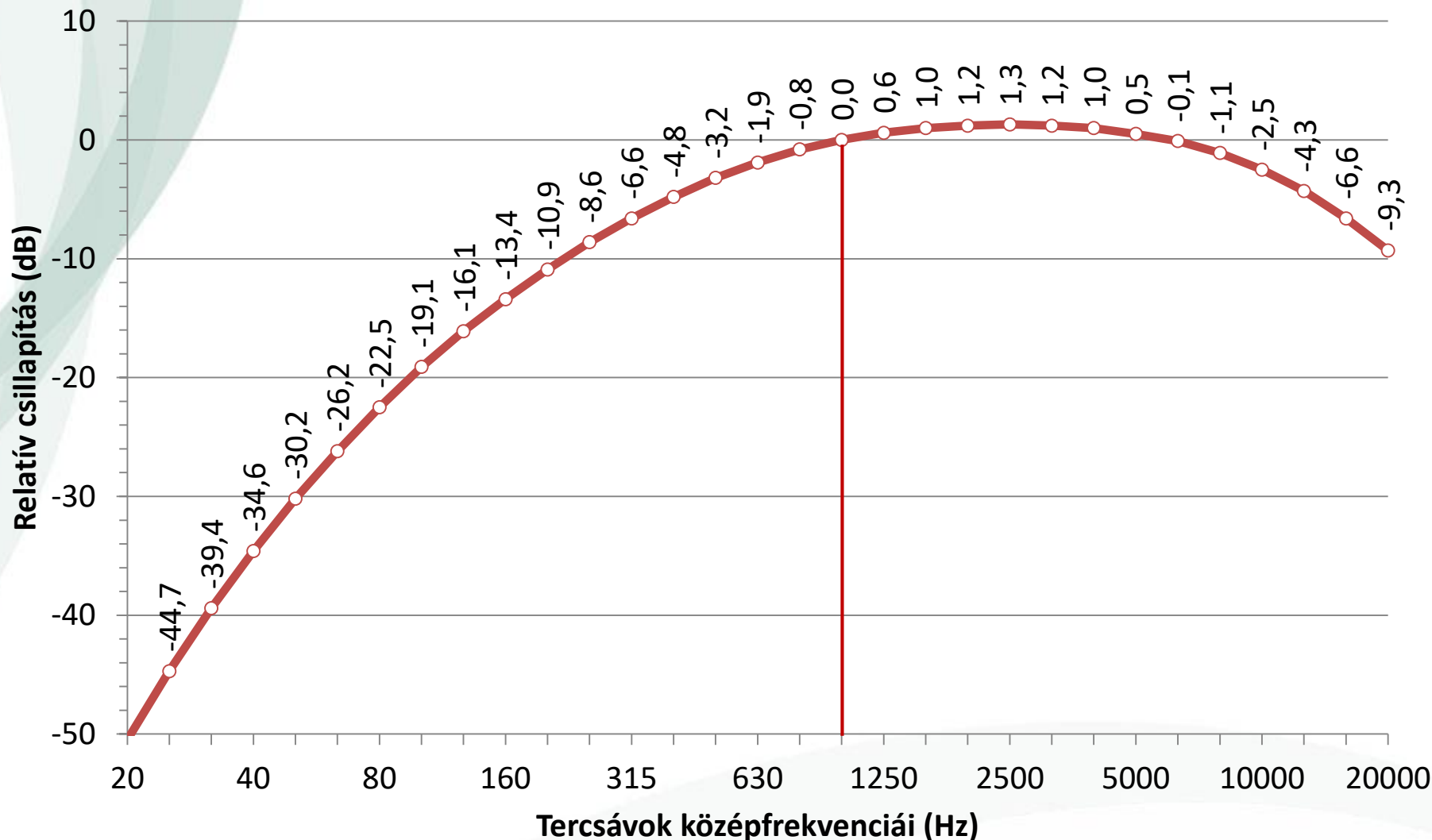
Fletcher-Munson és ISO 226:2003 egyenhangosságú görbék

Méréstechnika

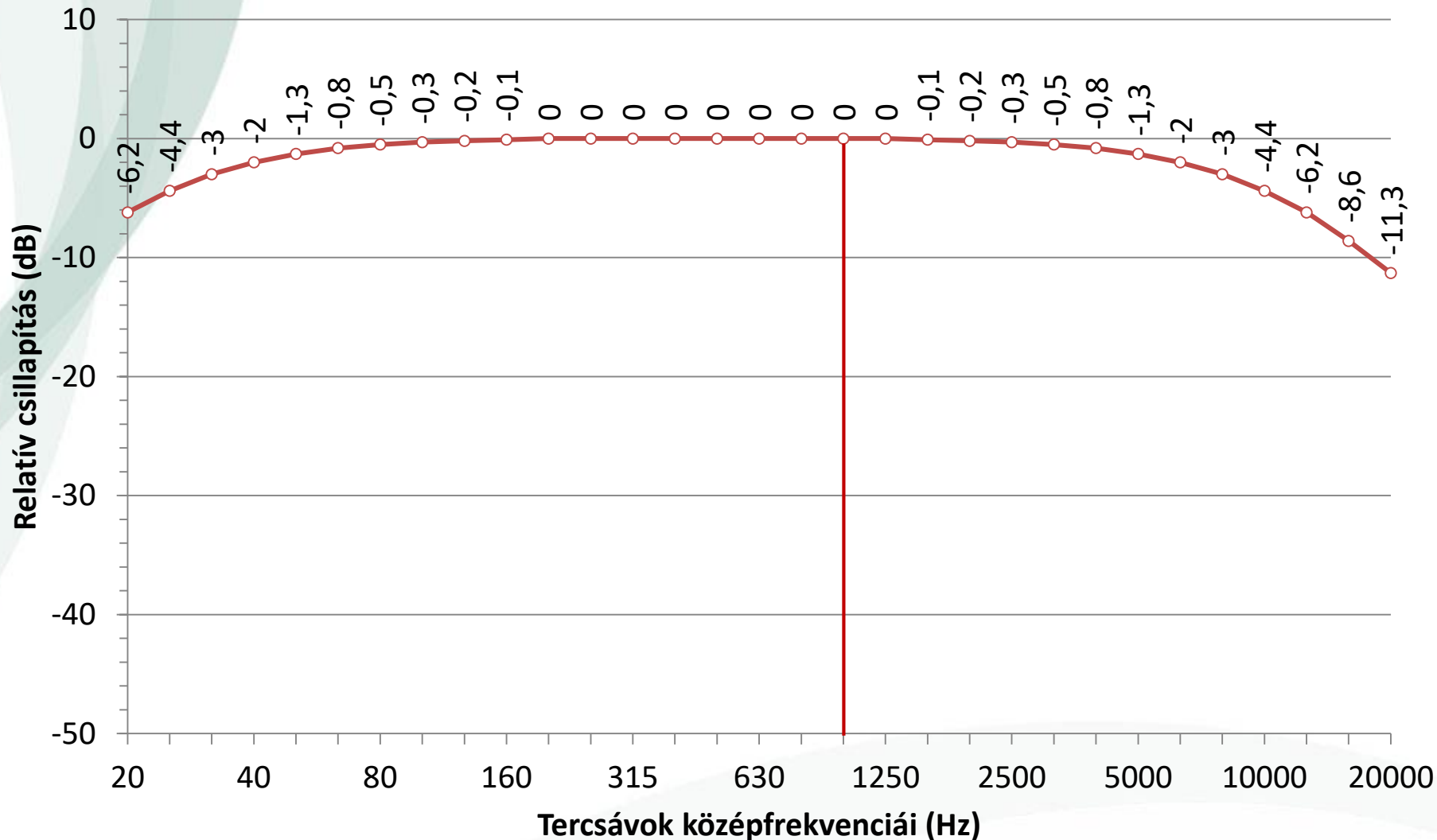


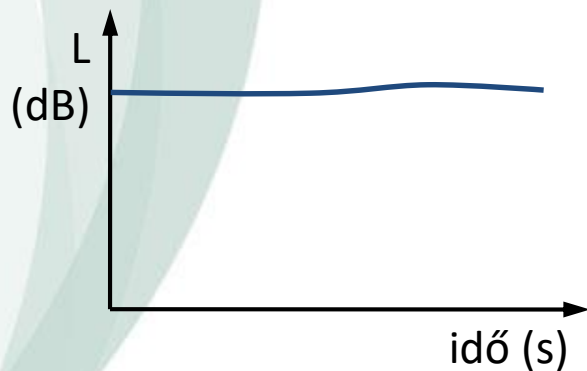
A-súlyozó szűrő B-súlyozó szűrő C-súlyozó szűrő D-súlyozó szűrő

Az A-jelű súlyozó szűrő relatív csillapítása

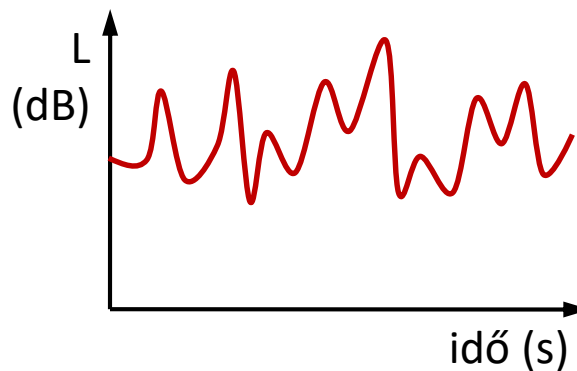


A C-jelű súlyozó szűrő relatív csillapítása

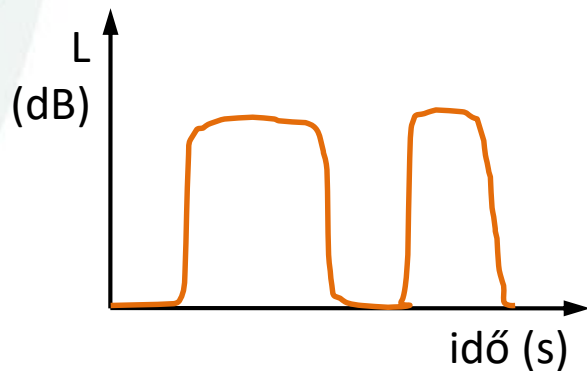




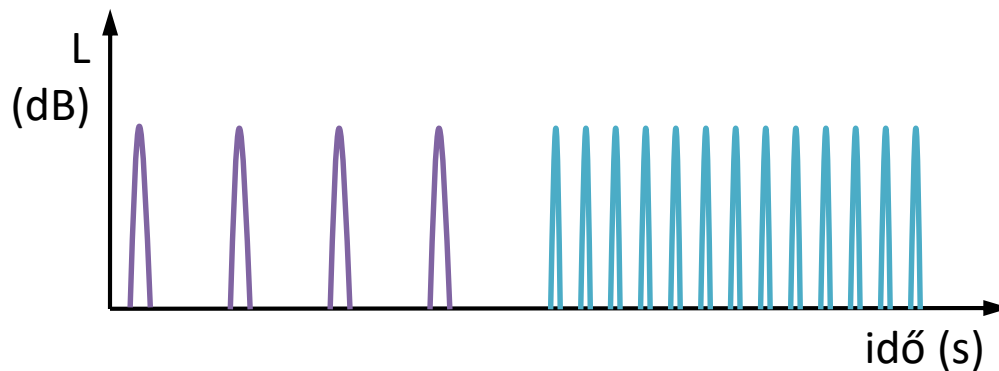
Állandó zaj



Ingadozó zaj



Intermittáló zaj



Impulzusos zaj

Kváziimpulzusos zaj

A zaj időfüggvény szerinti osztályozása

Méréstechnika

Szabványos mérési időállandók:

S (*slow*) lassan változó hangnyomásszintek mérésére
 $t = 1000 \text{ ms} = 1 \text{ s}$

F (*fast*) gyorsan változó hangnyomásszintek mérésére
 $t = 125 \text{ ms} = 0,125 \text{ s}$

I (*impulse*) impulzusos zajok mérésére
 $t = 35 \text{ ms} = 0,035 \text{ s}$

Peak (*csúcs*) legnagyobb pillanatnyi hangnyomásszint mérésére
 $t = \text{nincs értelmezve}$
(a legnagyobb hangnyomás/amplitúdó szintértéke)

Egyenértékű A-hangnyomásszint **(def.)**: az *időben változó zajok egyszámjegyű jellemzője*, olyan mérőszám, amellyel jól jellemezhető a zaj emberre gyakorolt hatása, mivel négyzetes középértéke azonos a $T = t_2 - t_1$ időtartam alatt változó zaj négyzetes középértékével, vagyis *energetikailag egyenértékű* vele, az emberre gyakorolt hatása azonos.

Más szóval: *a zajimmisszió $T = t_2 - t_1$ időtartam alatt mért hosszúidejű átlagértéke*, melyet a T mérési időtartamon alkalmazott (futó) integrállal képezünk.

Jele: L_{Aeq} mértékegysége: decibel(A) [dB(A)].

Egyenértékű C-hangnyomásszint **(def.)**: a $T = t_2 - t_1$ időtartam alatt változó, a *C-jelű súlyozó szűrővel* mért hangnyomás négyzetes középértéke.

Jele: L_{Ceq} mértékegysége: decibel(C) [dB(C)].

L_{Aeq} és L_{Ceq} a fentiek okán *integráló zajszintmérő műszerrel* mérhető, általában együttesen, azonos időben és körülmények között (amennyiben a mérőrendszer ezt lehetővé teszi).

Az egyenértékű A-hangnyomásszint meghatározása:

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

ahol:

$p_A(t)$ – az A-szűrővel súlyozott hangnyomás időfüggvény (Pa)

$p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Pa

$T = t_2 - t_1$ – a mérés időtartama (s)

MSZ 18150-1:1998 szabvány 1. összefüggés

MSZ 18150-2:1984 szabvány 2. összefüggés

Szakaszosan állandó zaj esetén:

$$L_{A(C)eqT_M} = 10 \cdot \lg \left[\frac{1}{T_M} \cdot \sum_{i=1}^n t_i \cdot 10^{0,1 \cdot L_{A(C)i}} \right]$$

ahol:

$L_{A(C)eqTM}$ – a T_M megítélési időre vonatkoztatott $L_{A(C)eq}$ (dB)

T_M – megítélési idő (s)

t_i – az állandó zajhatások időtartama (s)

$L_{A(C)i}$ – A(C)-hangnyomásszint az i -edik időtartamban (dB)

2003. (XII. 22.) EüM rendelet a munkavállalókat érő zajexpozícióra vonatkozó minimális egészségi és biztonsági követelményekről

A munkavédelemről szóló 1993. évi XCIII. törvény (a továbbiakban: Mvt.) 88. §-a (2) bekezdésében kapott felhatalmazás alapján - a foglalkoztatáspolitikai és munkaügyi miniszterrel egyetértésben - a következőket rendelem el:

1. § E rendelet előírásait a szervezett munkavégzés keretében végzett minden olyan tevékenységre alkalmazni kell, amikor a munkavégzés során a munkavállalók zajból származó kockázatnak ténylegesen vagy vélhetően ki vannak téve.

2. § E rendelet alkalmazásában

- a) *hangnyomás csúcserőteke* ($p_{csúcs}$): a C súlyozó szűrővel mért pillanatnyi hangnyomás legmagasabb értéke;
- b) *napi zajexpozíció szintje* ($L_{EX,8h}$) [$dB(A)$ 20 μPa -ra vonatkoztatva]: a zajexpozíció idővel súlyozott átlaga egy nyolcórás munkanapra vonatkoztatva, a *melléklet 5.1.2. pontja* szerint meghatározva. A munkahelyen fellépő mindenfajta zaj idetartozik, az impulzusos jellegű zajokat is beleértve;
- c) *heti zajexpozíció szintje* ($L_{EX,8h}$): a napi zajexpozíció idővel súlyozott átlaga öt nyolcórás munkanapból álló munkahétre vonatkoztatva, a *melléklet 5.1.3. pontja* szerint meghatározva;
- d) *legnagyobb hangnyomásszint* (L_{max}): az értékelési idő alatt C súlyozó szűrővel és csúcs (peak) időállandóval mért legnagyobb hangnyomásszint;
- e) *zajterhelés*: a munkahelyen fellépő zaj egyenértékű A-hangnyomásszintje (L_{Aeq}) a *melléklet 4.6.2. pontja* szerint meghatározva.

3. § (1) E rendelet alkalmazásában a napi zajexpozíció szintjére és a legnagyobb hangnyomásszintre vonatkozó zajexpozíciós határértékek, illetve a zajexpozíciós beavatkozási határértékek (a továbbiakban: beavatkozási határértékek) a következők:

a) zajexpozíciós határértékek:

$$L_{EX,8h} = 87 \text{ dB(A), illetve}$$

$$p_{csúcs} [L_{max}] = 200 \text{ Pa [140dB(C)]}$$

b) felső beavatkozási határértékek:

$$L_{EX,8h} = 85 \text{ dB(A), illetve}$$

$$p_{csúcs} [L_{max}] = 140 \text{ Pa [137 dB(C)]}$$

c) alsó beavatkozási határértékek:

$$L_{EX,8h} = 80 \text{ dB(A), illetve}$$

$$p_{csúcs} [L_{max}] = 112 \text{ Pa [135 dB(C)]}$$

(2) A zajexpozíciós határértékek alkalmazása egyéni hallószerviz...

- **1993. évi XCIII. törvény** a munkavédelemről (Mvt.)
- **66/2005. (XII. 22.) EüM rendelet** a munkavállalókat érő zajexpozícióra vonatkozó minimális egészségi és biztonsági követelményekről
- **3/2002. (II. 8.) SzCsM-EüM együttes rendelet** a munkahelyek munkavédelmi követelményeinek minimális szintjéről



- **MSZ 18150-2:1984 szabvány** (Imissziós zajjellemzők vizsgálata. Munkahelyen fellépő megítélési és legnagyobb A-hangnyomás-szintek meghatározása)
- **MSZ ISO 1999:1995 szabvány** (Akusztika. A munkahelyi zajhatás meghatározása és a zaj által okozott hallásromlás becslése)
- **MSZ E 184:2004 szabvány** (Zajkibocsátás és zajterhelés vizsgálata. Fogalommeghatározások)
- **MSZ EN 61672-1:2003 szabvány** (Elektroakusztika. Hangszintmérők. 1. rész: Előírások)



Határértékek



66/2005. (XII. 22.) EüM rendelet 3. §

- Zajexpozíciós határértékek:

$$L_{EX,8h} = 87 \text{ dB(A)}$$

$$p_{csúcs} [L_{max}] = 200 \text{ Pa } [140 \text{ dB(C)}]$$

- Felső beavatkozási határértékek:

$$L_{EX,8h} = 85 \text{ dB(A)}$$

$$p_{csúcs} [L_{max}] = 140 \text{ Pa } [137 \text{ dB(C)}]$$

- Alsó beavatkozási határértékek:

$$L_{EX,8h} = 80 \text{ dB(A)}$$

$$p_{csúcs} [L_{max}] = 112 \text{ Pa } [135 \text{ dB(C)}]$$



3/2002. (II. 8.) SzCsM-EüM együttes rendelet 5. számú melléklet

- speciális orvosi vizsgálóhelységek, olvasótermek: 40 dB
- orvosi rendelők, fokozottan igényes irodai munkahelyek: 50 dB
- irodai munkahelyek, ügyfélirodák, analitikai laboratóriumok: 60 dB
- művezetői irodák, vezérlőfülke telefonnal: 65 dB
- fokozott figyelmet igénylő fizikai munkavégzés (MEO, precíziós): 70 dB
- vezérlőfülke telefon nélkül, laboratóriumok gépi zajforrással: 80 dB



MF megfelel a zajexpozíciós és beavatkozási határértékeknek,
beavatkozást nem igényel

MF AH megfelel a zajexpozíciós határértékeknek,
de az **alsó beavatkozási határértéket túllépte**

MF FH megfelel a zajexpozíciós határértékeknek,
de a **felső beavatkozási határértéket túllépte**

NFM **nem felel meg** a határértékeknek,
a rendszeresített egyéni hallásvédő alkalmazása szükséges

NFM! **nem felel meg** a határértékeknek
a rendszeresített **egyéni hallásvédő eszközzel sem!**

Ha a kockázatot más intézkedéssel nem lehet megelőzni, akkor a munkavállalót megfelelően illeszkedő egyéni hallásvédő eszközzel kell ellátni:

- ha a zajexpozíció **meghaladja az alsó beavatkozási határértékeket**, akkor a munkáltató egyéni hallásvédő eszközt **biztosít** a munkavállaló részére
- ha a zajexpozíció **eléri, vagy meghaladja a felső beavatkozási határértékeket**, akkor a munkavállaló **köteles** a rendelkezésére bocsátott egyéni hallásvédő eszközt a munkáltató által előírt módon viselni.

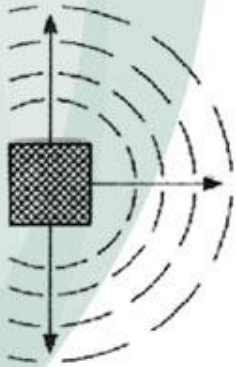
EVE KIVÁLASZTÁS

- szüntesse meg vagy csökkentse a halláskárosodás kockázatát
- minimálisan **MSZ EN 458:2005 szabvány A. 5. eljárása**
- Mvt. szerinti munkabiztonsági és munka-egészségügyi szaktevékenység
- megkövetelés és ellenőrzés

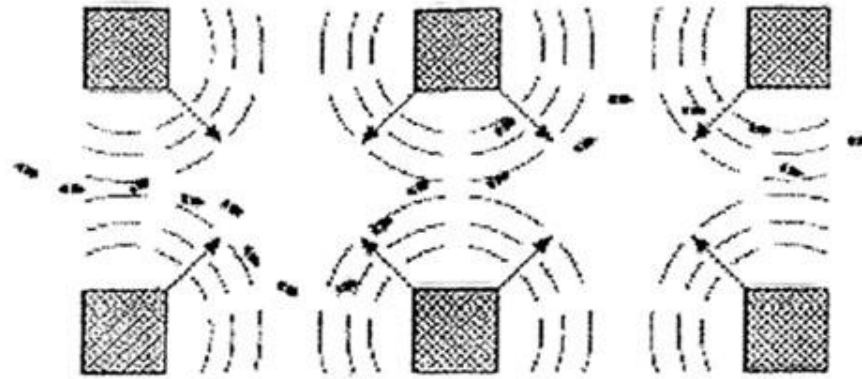


working for health

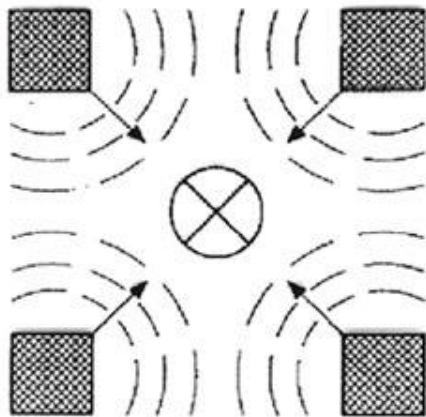
Munkahelyi zaj mérése



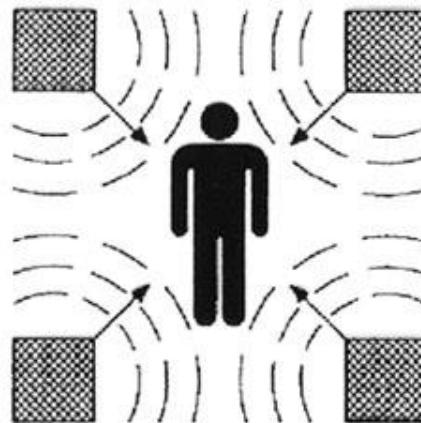
Zajkibocsátás



Mozgó személy zajterhelése



Zajterhelés



Zajexpozíció

Munkahelyi zaj mérése

MÉRÉSI PONTOK ÉS KÖRÜLMÉNYEK

- mérés a munkavállaló fülétől **50 cm-en belül**
- a mérés elvégezhető **a munkavállaló távollétében** is
 - a munkavállaló szokásos tartózkodási helyén
 - álló munkavégzés esetén **1,5 m magasságban**
 - ülő munkavégzés esetén **1,25 m magasságban**
- a vizsgálat a dolgozók zajterhelésére/munkahelyekre **jellemző**
 - szerepel a legnagyobb mértékű zajterhelésnek kitett munkavállaló
 - szerepel a zajvédelmi szempontból legkedvezőtlenebb munkahely
- mérés a dolgozók **szokásos** tevékenysége közben
- a zajforrások **általános/üzemszerű** működése mellett
- a munkafolyamathoz nem tartozó **zajok kizárása** (pl. rádió)

Munkahelyi zaj mérése

MÉRENDŐ ZAJJELLEMZŐK

- L_{Aeq} egyenértékű A-hangnyomásszint [dB(A)]
> a munkavállalót érő zajterhelés meghatározásához (t)
- L_{Ceq} egyenértékű C-hangnyomásszint [dB(C)]
> a megfelelő csillapítású egyéni védőeszköz kiválasztásához (SNR_{80})
- L_{max} legnagyobb hangnyomásszint [dB(C)]
> csúcs (*Peak*) időállandójával mért legnagyobb C-hangnyomásszint

Munkahelyi zaj mérése

VIZSGÁLATI IDŐTARTAMOK

Megítélési idő (T) 8 óra

> a műszak, illetve a zajhatás időtartamától függetlenül

Értékelési idő (τ) egyenlő a műszak időtartamával

> részidőkre bontható tevékenység/tartózkodási idő szerint

Mérési idő (t) a munkavállaló tevékenységétől függően

> megfelelő ha a mérést megismételve az eltérés kisebb mint 3 dB

RÉSZIDŐK SZÁMÍTÁSA

$$L_{A(C)eqT_M} = 10 \cdot \lg \left[\frac{1}{T_M} \cdot \sum_{i=1}^n t_i \cdot 10^{0,1 \cdot L_{A(C)i}} \right]$$

ahol:

$L_{A(C)eqTM}$	a T_M megítélési időre vonatkoztatott $L_{A(C)eq}$ (dB)
T_M	megítélési idő (s)
t_i	az állandó zajhatások időtartama (s)
$L_{A(C)i}$	A(C)-hangnyomásszint az i -edik időtartamban (dB)

Munkahelyi zajexpozíció meghatározása (def.): a zajexpozíció idővel súlyozott átlaga egy nyolcórás munkanapra vonatkoztatva.

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

Jele: $L_{EX,8h}$ mértékegysége: decibel (dB).

A T_M megítélési idő: 8 óra a műszak, illetve a zajhatás időtartamától függetlenül. Amennyiben a T mérési idő megegyezik a T_M megítélési idővel, úgy $L_{Aeq} = L_{EX,8h}$.

Amennyiben a τ értékelési idő eltér a T_M megítélési időtől:

$$L_{EX,8h} = 10 \cdot \lg \left[\frac{\tau}{T_M} \cdot 10^{0,1 \cdot L_{Aeq}} \right]$$

ahol:

L_{Aeq} – egyenértékű A-hangnyomásszint a τ értékelési időre (dB)

τ – értékelési idő (s)

T_M – megítélési idő (s)

*Megjegyzés: a munkavállalót érő zajexpozíció meghatározható **munkahétre** is 5 munkanappal, vagy heti 40 óra munkaidővel számolva.*

VIZSGÁLATI EREDMÉNY

Egyéni védőeszköz használata mellett a munkavállalót érő L_{AM} egyenértékű A-hangnyomásszint számítása:

$$L_{AM} = L_{Ceq} - SNR$$

ahol:

L_{Ceq} egyenértékű C-hangnyomásszint az értékelési időre (dB)

SNR az alkalmazott EVE 80%-os csillapítása (dB)

Munkahelyi zaj mérése

MÉRÉSI BIZONYTALANSÁG

a) mérőeszközök pontossága: **1,0 dB**

- *MSZ EN 61672-1:2003 szabvány* szerint
- 1. vagy 2. pontossági osztályú mérőeszközök esetén

b) működési körülmények: **X dB**

- figyelembevétele ismételt mérésekkel történik ($n = 5$)
- számítása a mérési eredmény átlagolásával
- elhagyható, ha az első három mérés eredményei nem térnek el

c) kombinált sztenderd bizonytalanság a fentiek négyzetösszege

Munkahelyi zaj mérése

VIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYV

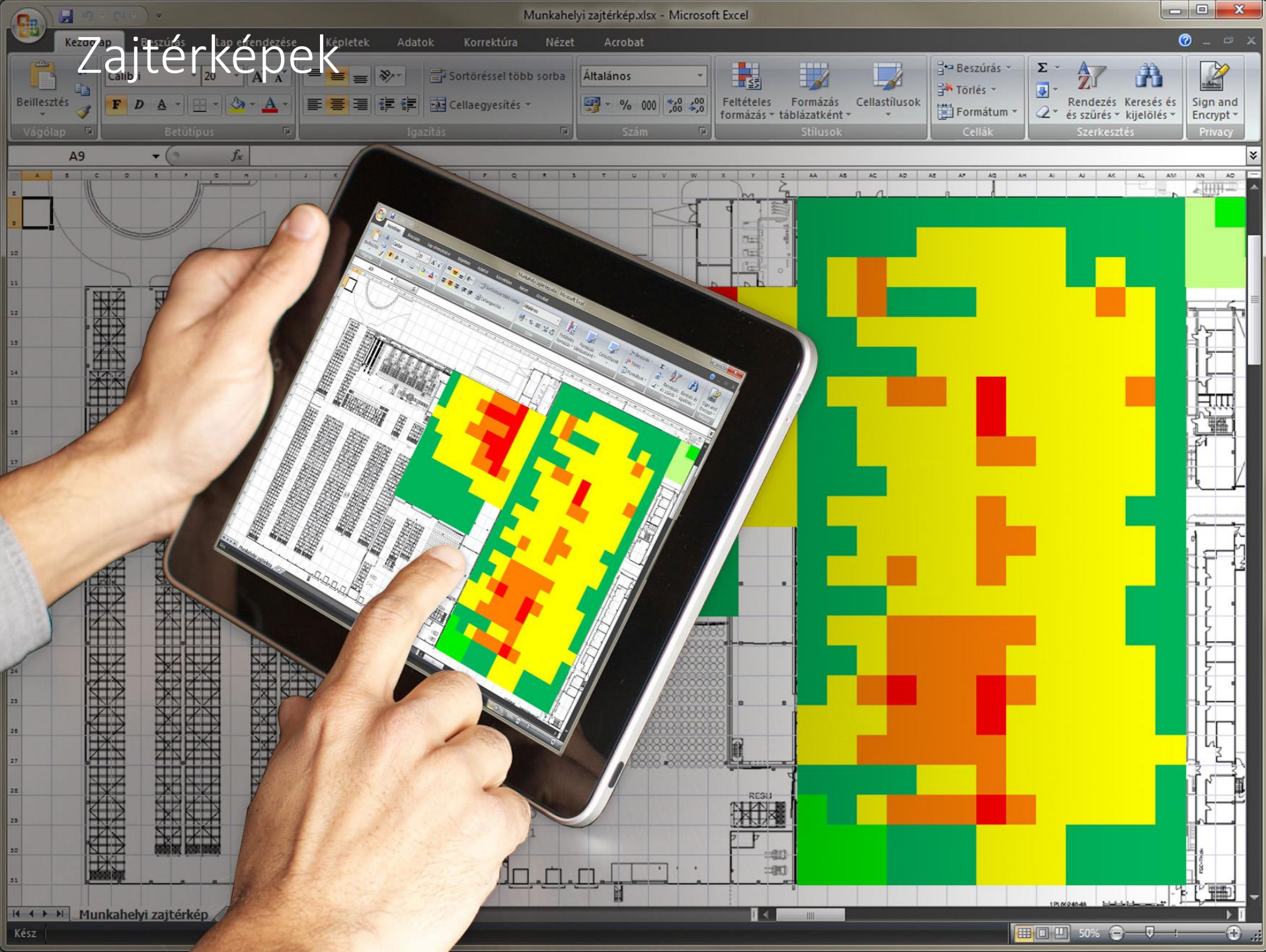
- a vizsgálatot végző szerv megnevezése és címe
- az érvényes akkreditációra vonatkozó hivatkozás
- a vizsgálat helye és időpontja, a vizsgálat célja
- hivatkozás a vonatkozó rendeletekre és egyéb előírásokra
- a helyszín részletes leírása (vázlatos helyszínrajzzal)
- a zajforrások leírása, helyzete, működése a mérés alatt
- a zaj jellege (folyamatos/szakaszos, állandó/változó, impulzusos)
- a dolgozók munkahelyeinek és tevékenységének leírása
- a mérési pontok leírása, megjelölése a helyszínrajzon

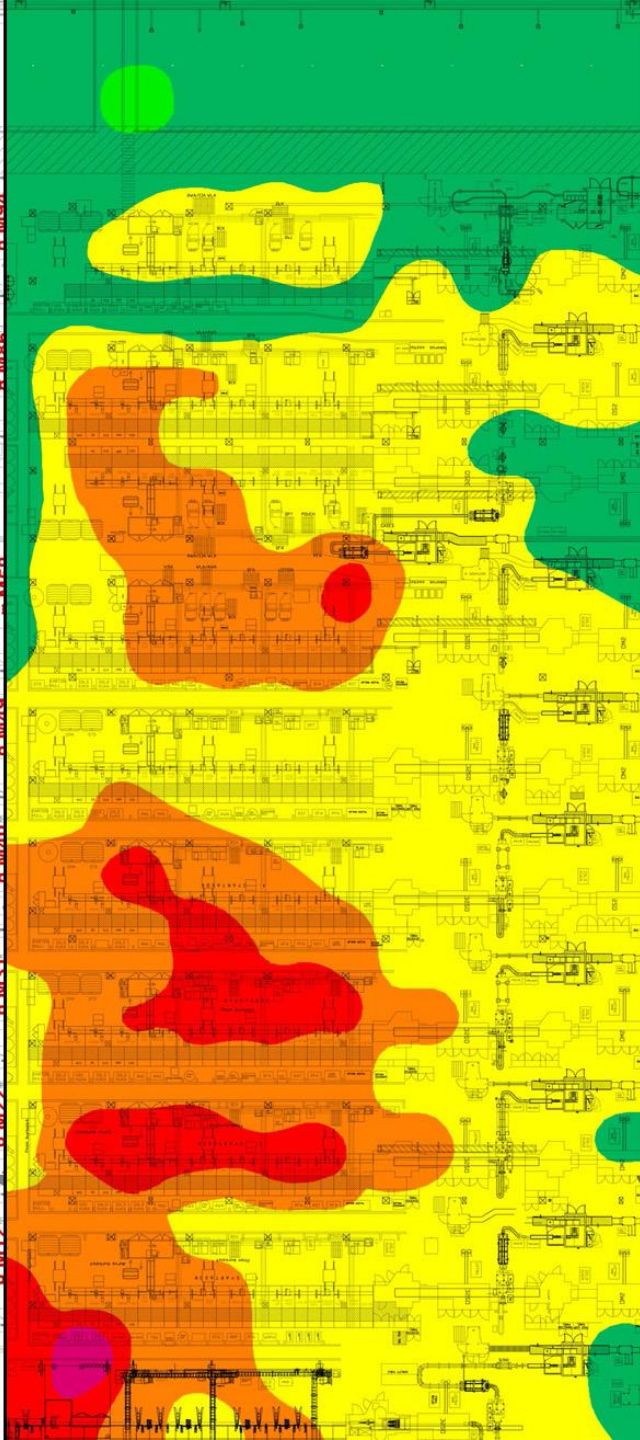
Munkahelyi zaj mérése

VIZSGÁLATI JEGYZŐKÖNYV

- a méréshez használt műszerek és berendezések gyártmánya, típusa
- a műszerek hitelesítésének időpontja, a hitelesítési bizonylat száma
- az egyes mérések időpontja és időtartama
- a mérési eredmények, illetve mérési adatok
- az elvégzett számítások és a közbenső mérési eredmények
- mérési bizonytalanság a kritikus pontokon
- a mérést befolyásoló esetleges körülmények
- az expozíciónak kitett munkavállalók megnevezése, száma
- a vizsgálati eredmény
- a mérést végző neve és aláírása

Zajtérképek





- **Előzetes akusztikai tervezés (prevenció/predikció)**
 - Munkahelyi zajtérkép készítése a várható kockázatok becslésére
 - Nem létező vagy összetett helyzetek modellezése és elemzése
- **Munkahelyi kockázatok kezelése**
 - Jogszabályi, hatósági és munkavédelmi elvárások teljesítése
 - Munkahelyi zajexpozíció vizsgálata és értékelése (66/2005)
 - Egyéni védőeszközök kiválasztása (munkavédelmi szakértői feladat)
 - Kockázatértékelés
 - Intézkedési terv készítés
 - Hosszú távú zajvédelmi stratégia készítése
- **Munkahelyi zajcsökkentés tervezése (modellezés/méretezés)**
 - Munkahelyi zajtérkép készítése a megoldások modellezésére
 - Összetett helyzetek és megoldások elemzése

Zajtérkép készítése



- számítással: szoftveres belső téri terjedési modellezéssel
- méréssel: műszeres vizsgálatokkal és grafikus ábrázolással

Számítás (szoftveres modellezés)

- Célok meghatározása
munkavédelem/zajcsökkentés/méretezés
tervezés/prevenció/predikció
- Vizsgálandó üzemhelyiség kiválasztása

- Utózengési idő vizsgálata/becslése
- Geometriai paraméterek rögzítése
- Egyedi zajforrások/típusok meghatározása
- Hangteljesítményszintek vizsgálata/becslése
- Szabadtéri és zengőtéri terjedési modellezés

Mérés (műszeres vizsgálat)

- Munkahelyi zajexpozíció vizsgálata
- Kiegészítő referencia mérések végzése
- Geometriai paraméterek rögzítése

- Munkahelyi zajtérkép készítése
- Ellenőrzés

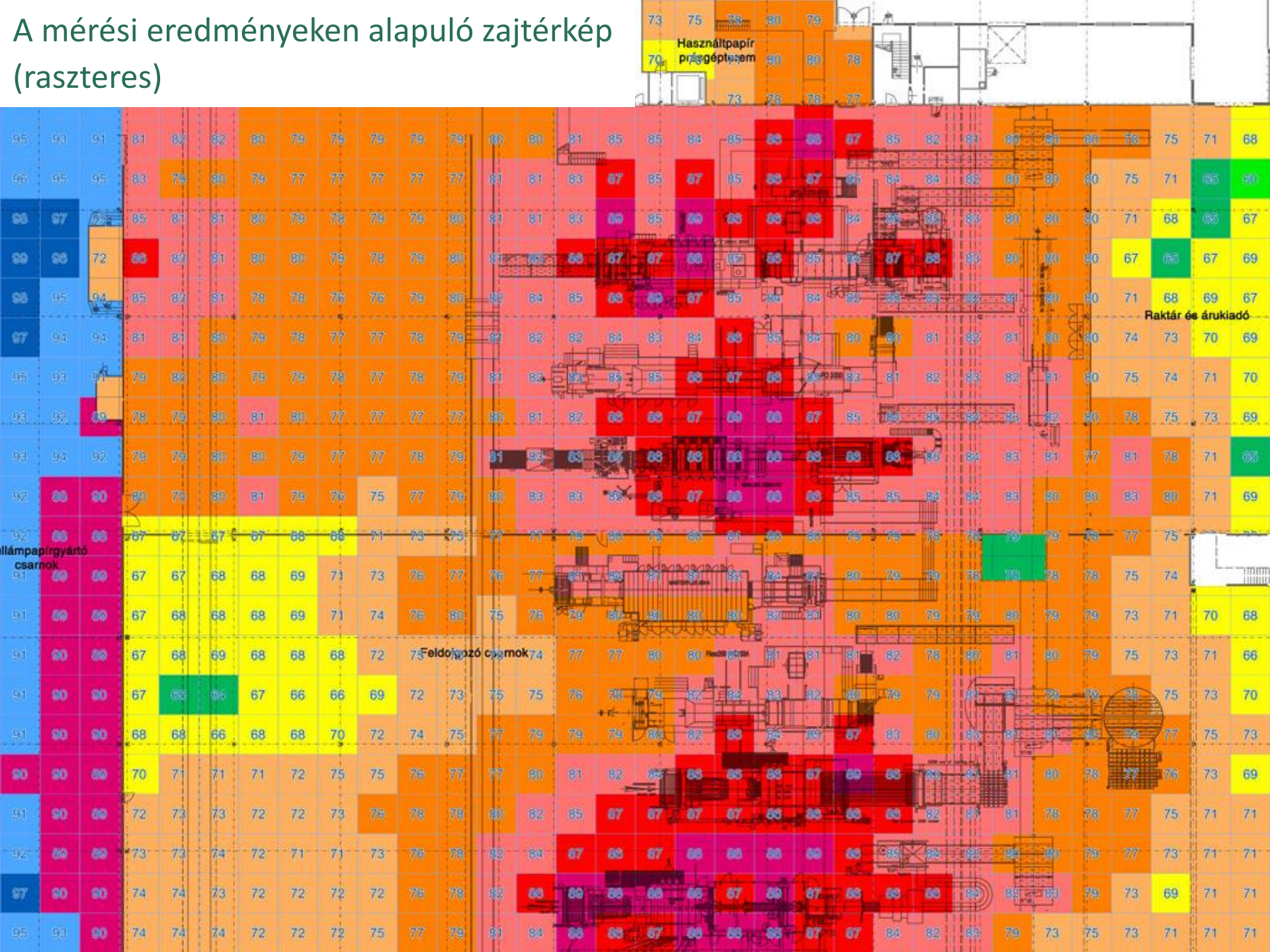
- mérési eredmények grafikus ábrázolása az alaprajzon
 - a 66/2005. (XII. 22.) EüM rendelet szerinti jegyzőkönyv melléklete
 - az egyenértékű A-hangnyomásszint ábrázolása
 - a zajforrások üzemszerű működése mellett (egy adott pillanatban!)
- munkahelyi kockázatok kezelése
- zajexpozíció értékelése rögzített munkahelyek esetén
- egyéni védőeszközök kiválasztása
- zajos zónák kijelölése és EVE használati területének kijelölése
- zajtól védett munkahelyi területek (pihenőhelyek) kijelölése
- kockázatértékelés és intézkedési terv készítése
- hosszú távú zajvédelmi stratégia készítése

- a zaj belső téri terjedésének modellezése és grafikus ábrázolása
- előzetes akusztikai tervezés és a várható kockázatok becslése
- nem létező vagy összetett helyzetek modellezése és elemzése
- változó állapotok, technológia, zajforrások hatásának prognózisa
- zajexpozíció elemzése változó vagy mozgó zajforrások esetén
- zajexpozíció elemzése több zajforrással dolgozók esetén
- munkahelyi zajcsökkentés tervezése (modellezés/méretezés)

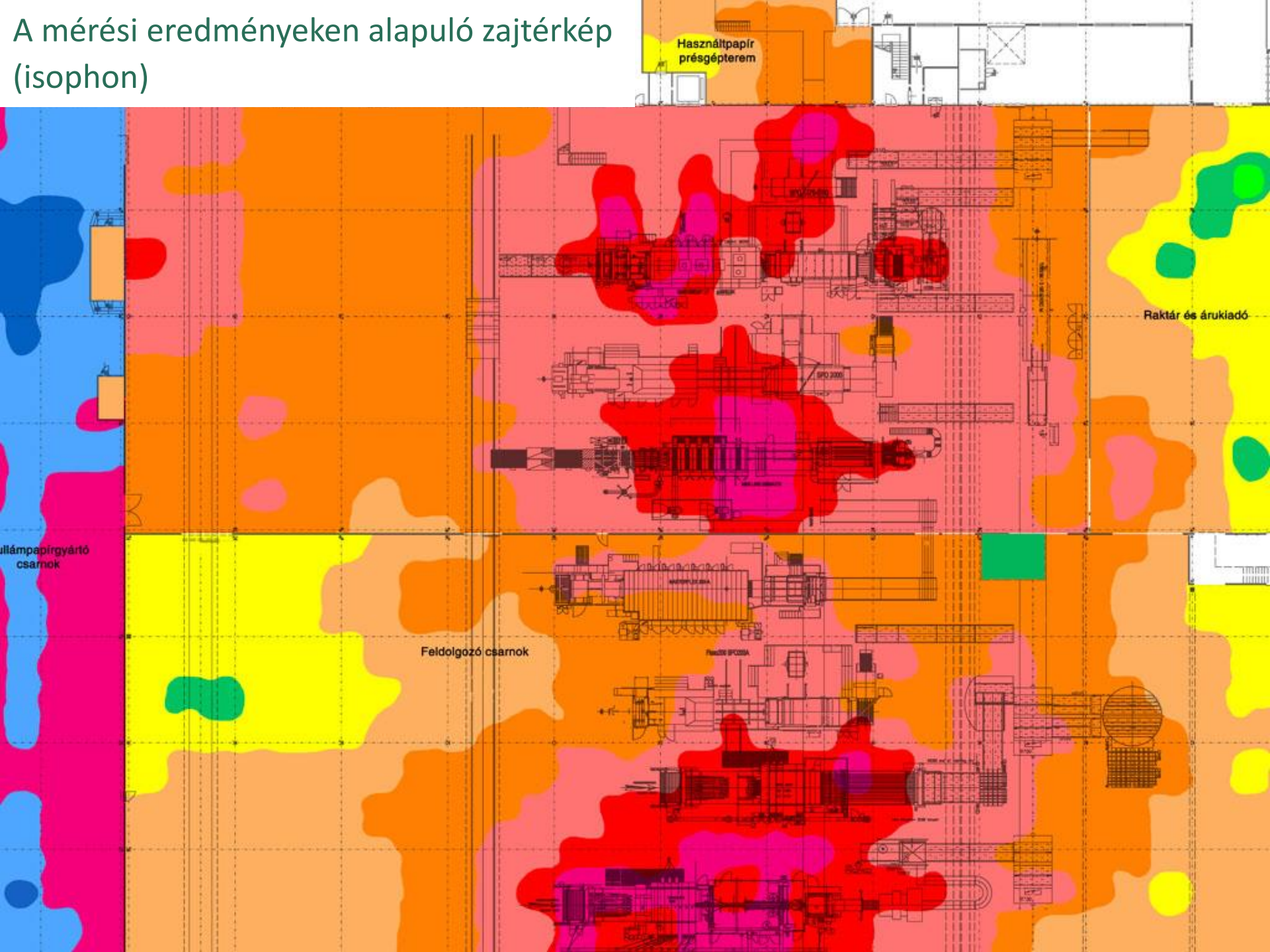
➤ Megoldás: szoftveres modell

- munkahelyi zajtérkép
- IMMI zajtérképező szoftverrel

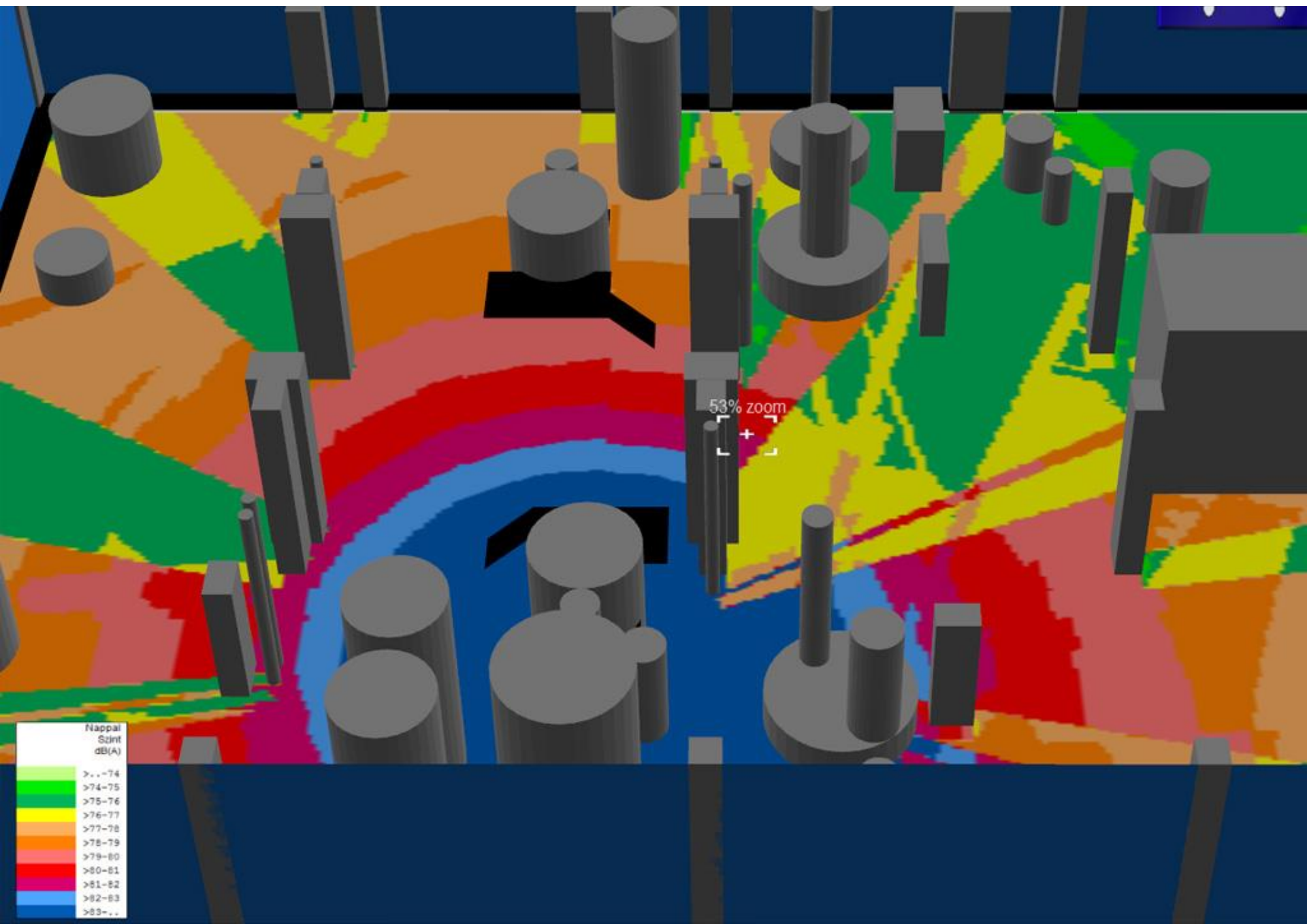
A mérési eredményeken alapuló zajtérkép (raszteres)



A mérési eredményeken alapuló zajtérkép (isophon)



Szoftveres belsőtéri zajtérkép (3D modell)



Szoftveres belsőtéri zajtérkép (rácsszámítás)

