

# Hordozható zajcsökkentő eszközök vizsgálata

Monostori Balázs  
Szarvas Attila

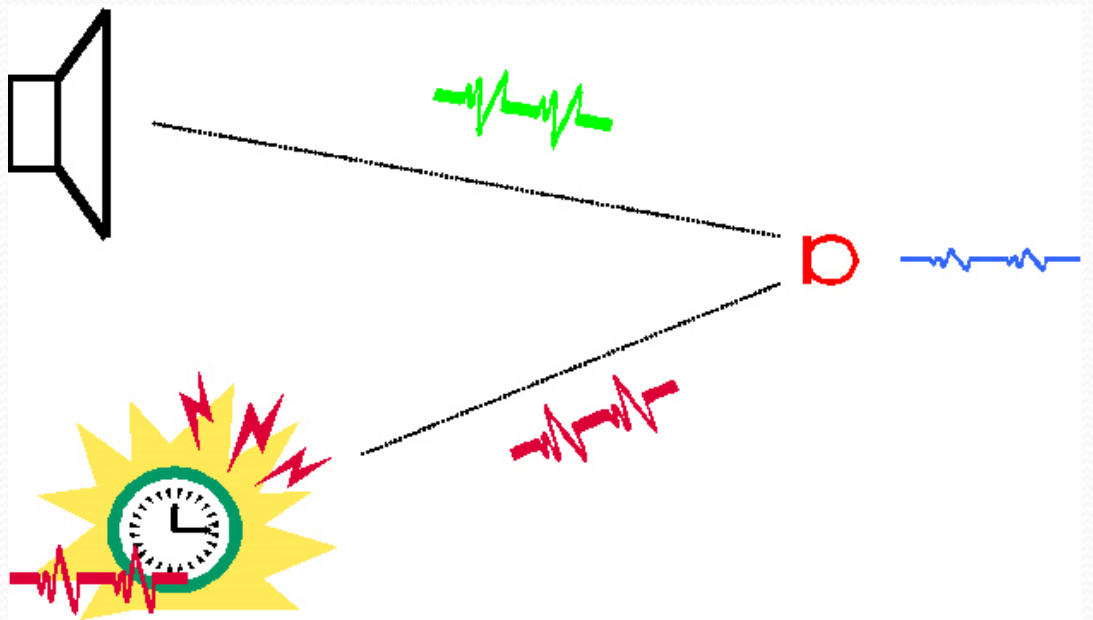
Konzulens: Sujbert László

# A féléves munka tartalma

- az aktív zajelnyomó rendszerek megismerése
- a piacon elérhető megoldások áttekintése, konkrét típusok tesztelése
- egy újszerű zajelnyomó elrendezés elkészítése, bemérése

# Az aktív zajcsökkentés módszere

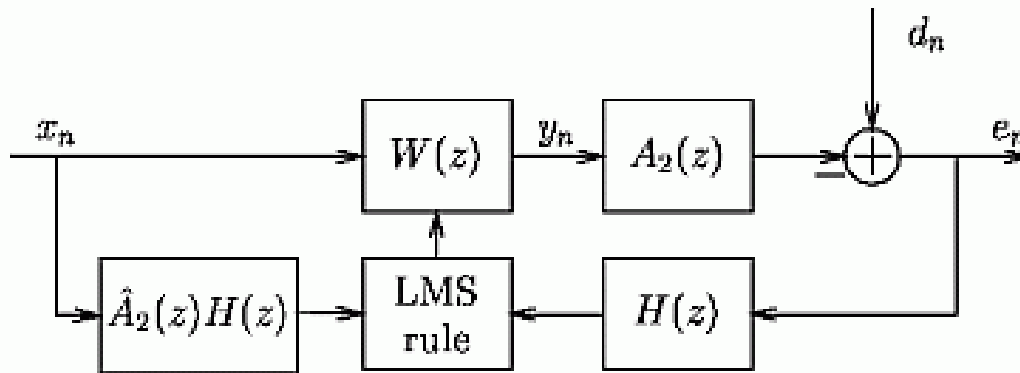
- a passzív megoldások korlátozottak
- mikrofon segítségével mérjük a zajt
- hangszóróval ellenfázisú zajt kibocsátva érjük el a kioltást



Forrás: [http://dsp.mit.bme.hu/sgg/m5m1\\_1.htm](http://dsp.mit.bme.hu/sgg/m5m1_1.htm)

# Zajcsökkentés a gyakorlatban

- szabályozástechnikai probléma
- akusztikai tervezési- és jelfeldolgozási feladatok



Zajcsökkentés XLMS algoritmus segítségével

Forrás: [http://dsp.mit.bme.hu/sgg/m5m1\\_1.htm](http://dsp.mit.bme.hu/sgg/m5m1_1.htm)



# Hordozható megoldások a piacon

- fejhallgatók aktív zajcsökkentéssel
- 20.000 Ft – 100.000 Ft jelentősen eltérő hatékonysággal
- Sennheiser, Bose
- 7-20 dB zajcsökkentés 300 Hz-en

# Fejhallgatók tesztje

## Sony MDR-NC7

- 20.000 Ft
- 7 dB @ 300 Hz



## AMP XQS-109

- 3000 Ft
- 18 dB @ 300 Hz



# Mérési elrendezés I.

- reprodukálhatóság
- összehasonlíthatóság
- a rendeltetésszerű használatra jellemző körülmények

Ezért...

- „műfej” használata
- az aktív zajcsökkentésre jellemző frekvenciatartományban (100 Hz – 1000 Hz) végzett mérések



## Mérési elrendezés II.

- tömör, hungarocellből kialakított tömb
- mérőmikrofonnak kialakított furat
- elszigetelt egymástól a két oldalt
- lehetővé teszi a fejhallgató kosarának illeszkedését



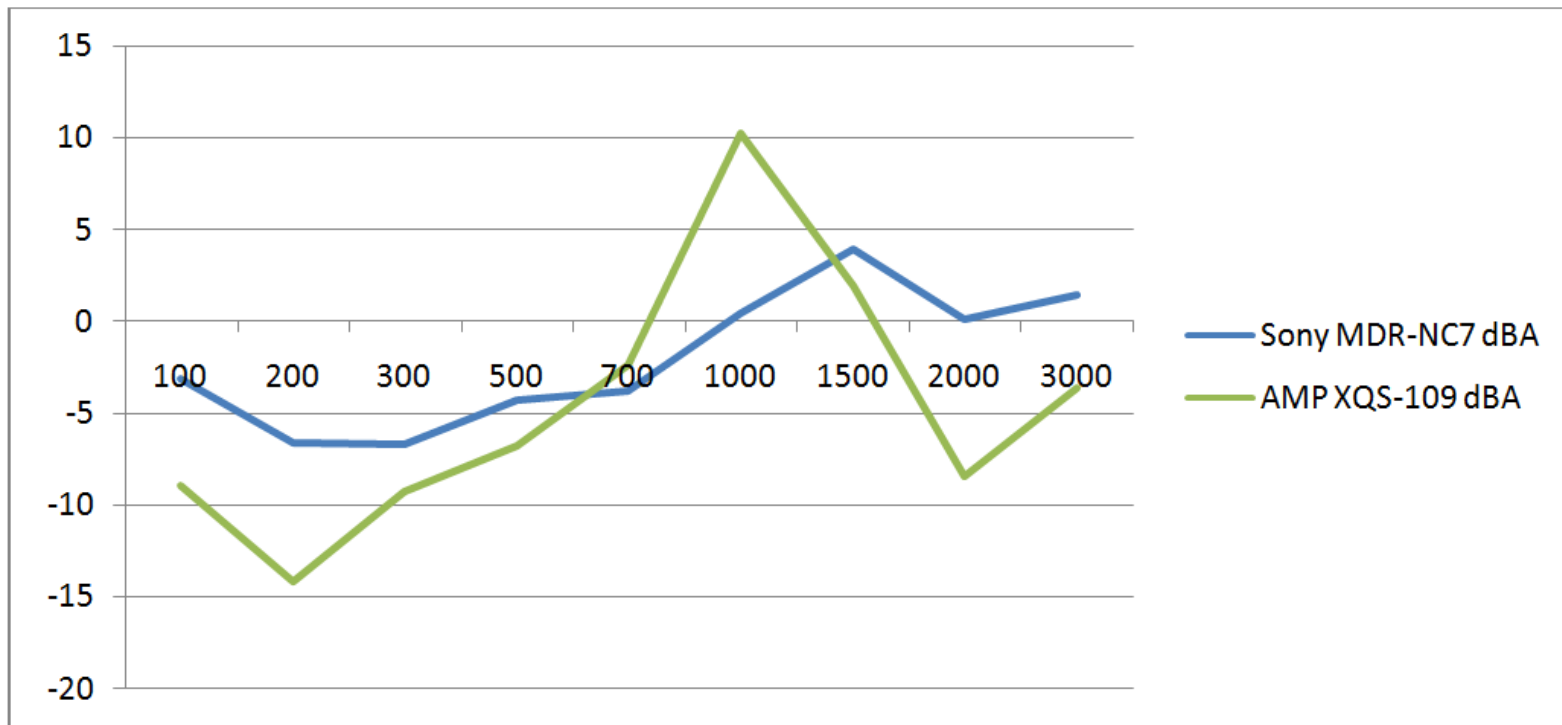


## Mérési elrendezés III.

- *zajforrás*: egy hangszóró 2,5 m-re a fejhallgatótól; függvénygenerátor
- *mérés*: Voltcraft SL-400 digitális zajszintmérő; spektrumanalizátor



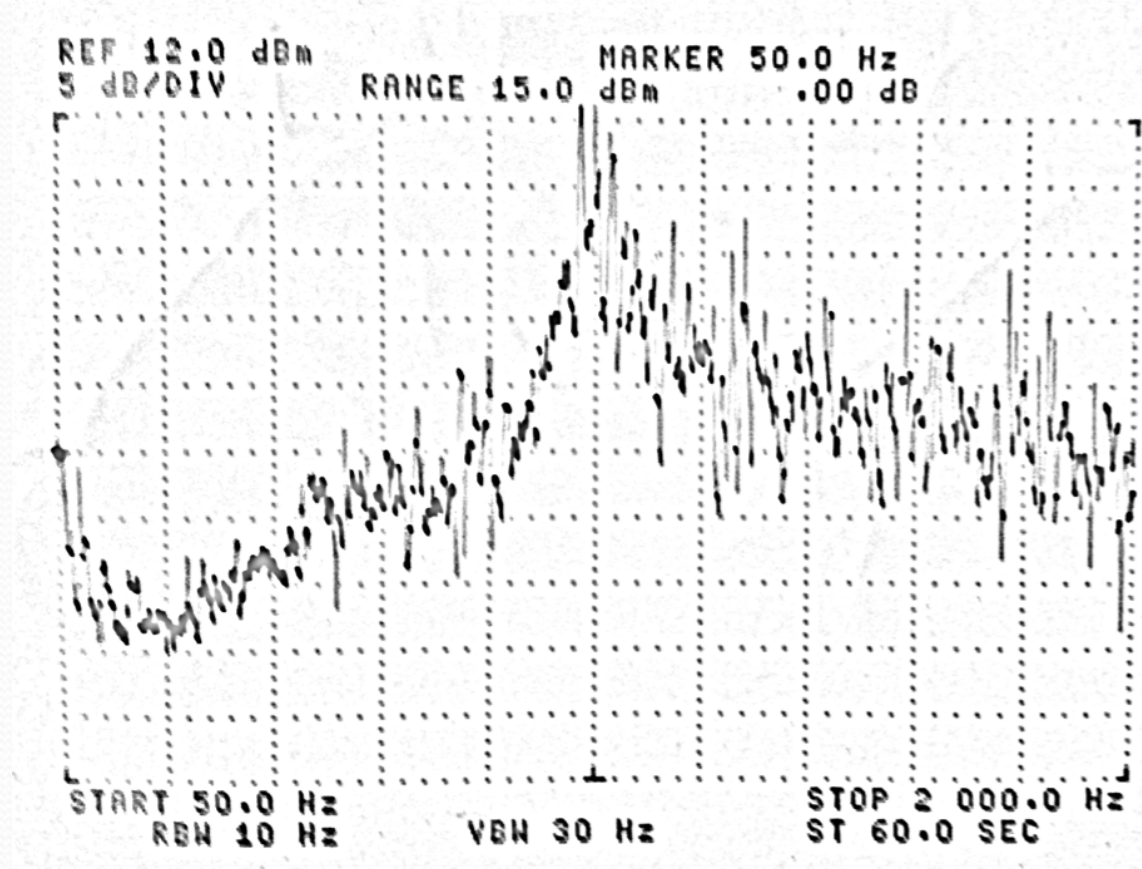
# Mérési eredmények I.



A zajcsökkentés mértéke szinuszos zajra



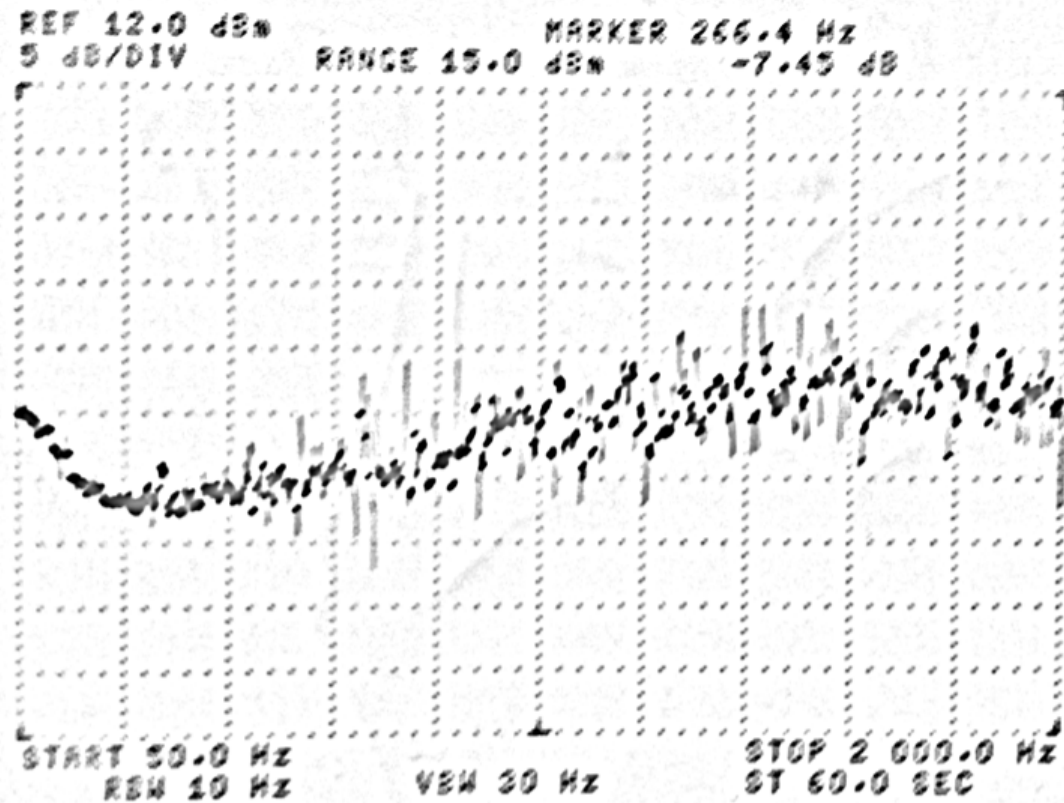
# Mérési eredmények II.



AMP XQS-109



# Mérési eredmények III.



Sony MDR-NC7

# Az eredmények értékelése

- a hirdetésnek megfelelő teljesítmény
- mindkét termék kb. 1000 Hz-ig képes zajelnyomásra
- 1000 Hz fölött egy kis tartományon erősítik a zajt (az XQS nagy mértékben)

## Szubjektív értékelés

- az 1000 Hz környéki erősítés ellenére az XQS hatásosabb, kellemesebb
- a Sony terméke teljesíti az ígéreteket, de alulmarad
- az olcsó termékeknek is van létjogosultsága



# Kísérletek saját fejlesztésű zajelnyomó eszközzel

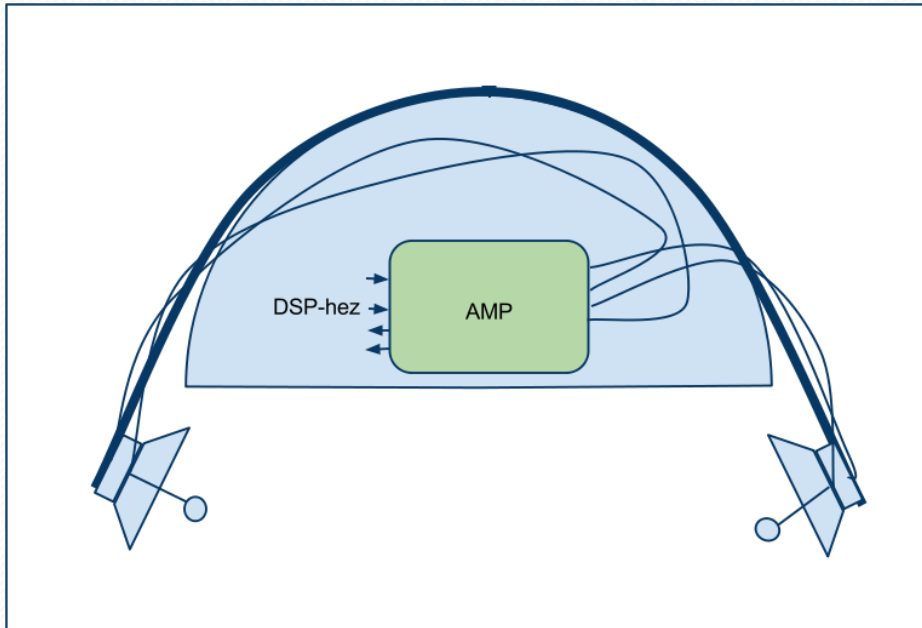
- Cél: saját zajelnyomó eszköz fejlesztése, „sapka” kivitelben

Elvárások, motiváció:

- Egész napos viseletre is kényelmes „sapka” kivitel
- Nincs passzív zajcsökkentés
- Megfelelő erőforrással (DSP) minél szélesebb elnyomási tartomány
- Külső referencia jel (vezeték nélküli kommunikáción)



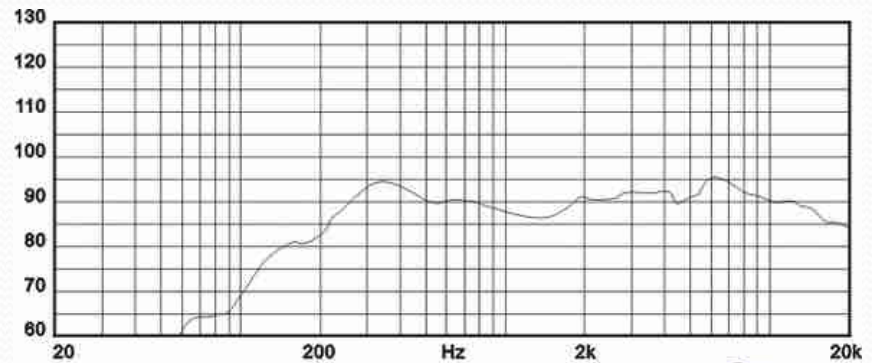
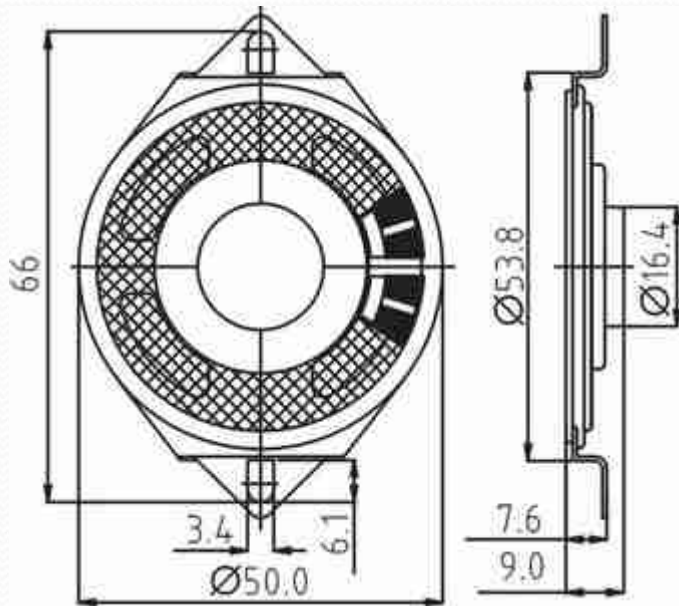
# Tervek



- Kb. 5 cm átmérőjű, jól szerelhető hangszóró
- Fülhöz hajlítható drót végére szerelt, elektret – mikrofon

# Megvalósítás

Hangszóró:



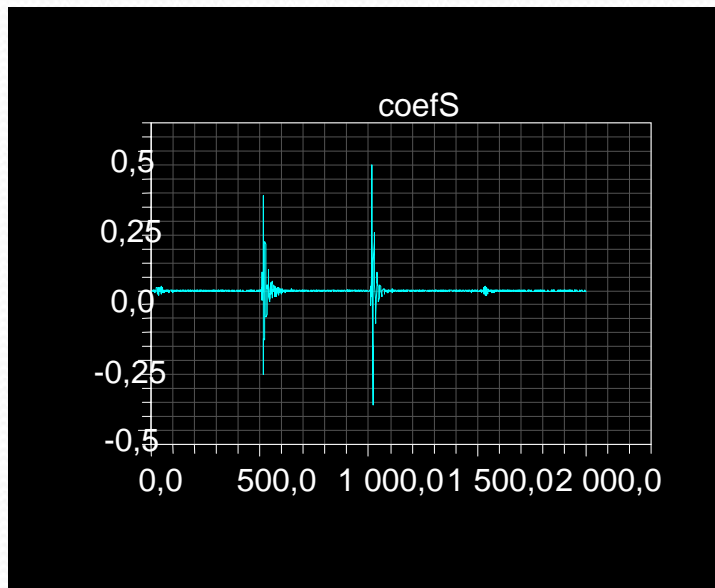
# Kialakítás

- Munkavédelmi sapka
- Alumínium pánt
- BNC csatlakozók
- Saját elektronikát nem tartalmazó kísérleti példány

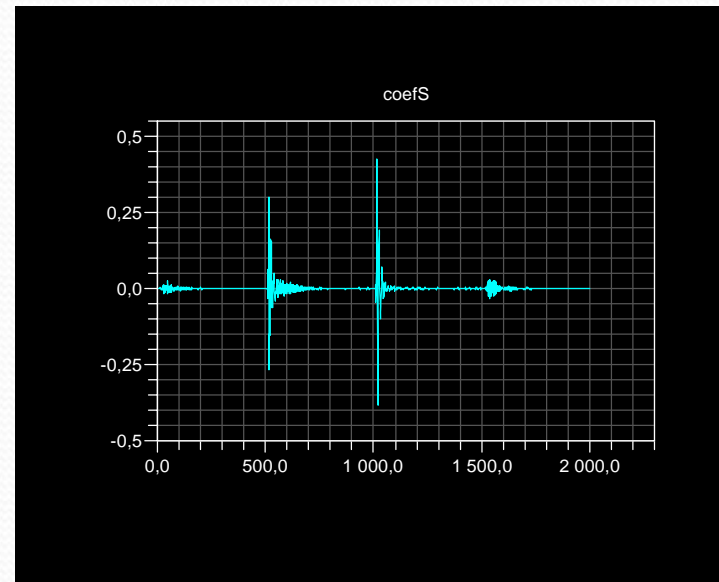


# Kísérletek I.

- Identifikáció: nem egészen 2x2-es elrendezés
- Műfej minősítése



Fej



Műfej

# Kísérletek II.

- Mikrofon jelek előerősítése, hangszórók meghajtása
- Mérés: Voltcraft SL-400 digitális zajszintmérő
- A hibamikrofonok jelének figyelés oszcilloszkópon



# Kísérletek eredményei

| Frekvencia [Hz] | Hangnyomásszint<br>ANC KI[dBA] | Hangnyomásszint<br>ANC BE[dBA] |
|-----------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 200             | 82,5                           | 82,3                           |
| 400             | 79,2                           | 79                             |
| 800             | 87,8                           | 87,4                           |
| 1000            | 85,9                           | 85,9                           |
| 1500            | 78,4                           | 81,4                           |

- Füllel nem észlelhető zajelnyomás
- Oszilloszkópon helyes működés, jó elnyomás
- Kis hangszóró teljesítmény



# Értékelés

- A mikrofonokon mért eredmény a rendszer (erősítési elektronikák, DSP-n futó algoritmus) helyes működésére utalnak
- A probléma akusztikai jellegű lehet
- Különbség egy szokásos 2x2-es elrendezéshez képest, hogy a hangszóró közel-terében próbálunk kioltani.
- Különbség egy fejhallgató elrendezéshez képest, hogy a fejhallgatóban jól irányított, zárt térrészben oltunk ki és mérünk, ahol gyakorlatilag nincsen intenzitás csökkenés

# Fejlesztési irányok

További kísérletek:

- Hangszóró paramétereinek javítása, esetleg irányítottabb hangszóróval való vizsgálatok

Fejlesztési irányok:

- Vezeték nélküli kommunikáció segítségével vett referencia jel