

Biofizikai gyakorlatok

(Jegyzőkönyv)

A gyakorlat címe: Audiometria		A gyakorlatvezető neve: Juriga Dávid		
A mérést végző hallgató vezetékneve: Demeter	Utóneve: Péter	Neptun kód: D4KXLI	Kar: VIK	Csoport: BME3
A gyakorlat időpontja: 2019. 04. 16.	A jegyzőkönyv leadásának határideje:		2019. 04. 23.	

A) A gyakorlat célja, feladatok:

A hallgatói mérés célja a hallásvizsgálat alapjainak ismertetése az egyéni hallásküszöbök felmérése, az a relatív hangosság felmérésén keresztül.

A mérőtárs(ak) neve: **Mircse Áron**

B) A használt anyagok és eszközök, egyéb fontosabb körülmények:

Egy függvényjelgenerátor beépített erősítővel, fejhallgató

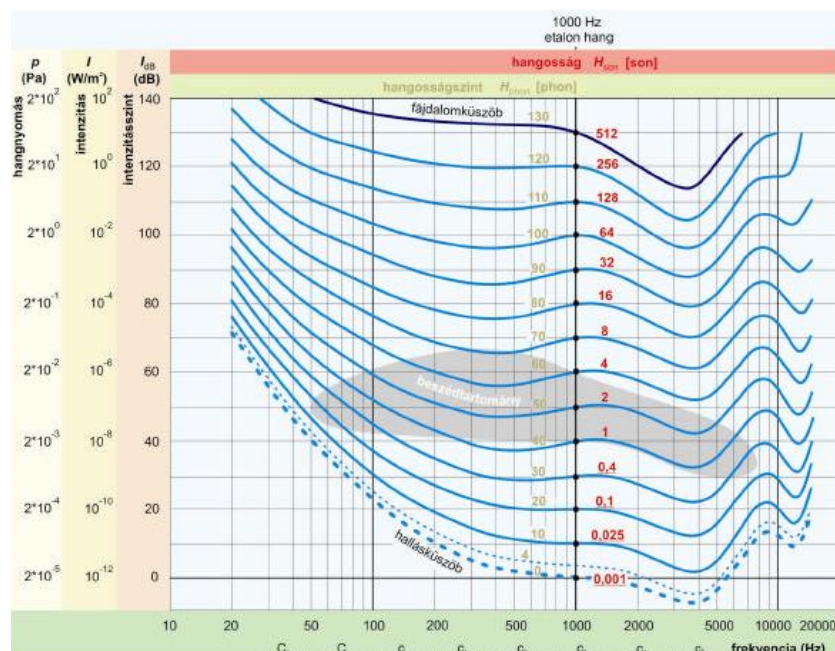
C) A gyakorlat elméletének rövid összefoglalója **ábrákkal** illusztrálva, a mérés elve, a mérési elrendezés, az adatok kiértékeléséhez szükséges legfontosabb összefüggések, továbbá a tananyag olvasása közben felmerült **kérdések**: (Ez a rész **ne legyen az itt rendelkezésre álló helynél hosszabb és hivatkozásokat ne tartalmazzon!**)

Intenzitás (objektív, fizikai intenzitás): inger erősségét jellemzi. Az elméleti hallásküszöb 1 kHz-en $10^{-12} \frac{W}{m^2}$ intenzitású. Ezt szokás referencia intenzitásnak venni, ehhez viszonyítani az intenzitás szintet melynek számolási módja: $J_{db} = 10 \cdot \lg\left(\frac{J}{J_0}\right) [dB]$.

Hangosság (phon): Különböző frekvenciájú hangok más-más intenzitásnál lesznek azonos hangosságúak. Ezt fejezi ki az egyenlő hangosságú szintek görbéi. Egy tetszőleges frekvenciájú hang annyi phonos, ahány decibel az intenzitása az azonos hangosságú etalon hangnak (1 kHz, sin).

Hangosság (szubjektív, pszichofizikai intenzitás): érzet erősségét jellemzi. Azt fejezi ki, hogy milyen hangosnak hallunk egy adott intenzitású hangot.

Egyenlő hangosságú szintek görbéi: összefüggést adnak az érzékelt hangosság, a fizikai intenzitás és a frekvencia között.



1. ábra

Weber-Fechner törvény alapján:

$$H_{phon} = 10 \cdot \lg\left(\frac{J}{J_0}\right)_{1000Hz} [phon]$$

10 phon hangosságú szint növekedés kétszeres hangosság hangérzetet eredményez.

Stevens-féle általános pszichofizikai törvény: $S = konst \cdot \left(\frac{J}{J_0}\right)^n$. Ez alapján:

$$H_{son} = \frac{1}{16} \cdot \left(\frac{J}{J_0}\right)_{1000Hz}^{0,3} [son]$$

A hangosság-skála alappontja definíciószerűen az etalon hang 40 dB-es intenzitású szintje, azaz 1 son.

1 son = 40 phon, 2 son = 50 phon, 4 son = 60 phon, 8 son = 70 phon...

A jegyzőkönyv értékelése (A gyakorlatvezető kézjegye a minősítésnek megfelelően)		Dátum:
Nem felelt meg:	Javítandó:	Megfelelt:

D) A gyakorlat során nyert adatok:
(mérésorozat esetén táblázatos formában)

Az adatok elfogadtatása:
(a gyakorlatvezető kézjegye)
A gyakorlat végén alá kell írtni!
Enélkül a jegyzőkönyv sem fogadható el!

Ide csak a „nyers” adatok kerüljenek! (Még akkor is, ha sok hely marad.) (A kiértékelés mindig új lapon kezdődjön!)

f [Hz]	U _{coarse} [-]	U _{fine} [-]
32	-	-
64	1	0,28
125	0,1	0,21
250	0,001	1
500	0,001	0,2
1000	0,001	0,4
2000	0,001	0,1
4000	0,001	0,32
8000	0,1	0,15
16000	0,01	0,3

sorszám	U _{coarse} [-]	U _{fine} [-]	H _{rel} [-]
1.	0,01	1	1
2.	0,1	1	2
3.	0,001	1	0
4.	1	1	3
5.	0,01	0,8	1
6.	0,1	0,5	1,3
7.	0,1	0,2	1,2
8.	0,001	0,3	0,1
9.	1	0,2	2
10.	0,01	0,3	0,8
11.	1	0,5	2,5
12.	0,001	0,8	0
13.	0,01	0,2	0,5
14.	0,1	0,3	1,5
15.	1	0,3	3
16.	1	0,7	3
17.	1	0,4	2,5
18.	0,01	0,5	0,8
19.	0,001	0,4	0
20.	0,1	0,7	1,5

(Csatolt dokumentumban az eredeti, kézzel írott és gyakorlatvezető által szignózott mérési adatok)

Önellenőrző lista a jegyzőkönyv elfogadásának érdekében (minimumkövetelmények):

- | | |
|---|--|
| 1.) A jegyzőkönyv külsőalakja megfelelő | |
| 2.) A mérési adatok jól áttekinthetők , jók a mértékegységek (E) | |
| 3.) A grafikonok fejlécén látható, hogy mit ábrázoltunk és mik a mértékegységek (E) | |
| 4.) A grafikonok tengelyein látható, hogy mit ábrázoltunk és mik a mértékegységek (E) | |
| 5.) A grafikonok tengelyeinek skálázása értelmes (a felesleges tartományokat nem tüntettük fel) (E) | |
| 6.) A kiértékelés követhető és a mért adatok alapján történt, a következtetéseket levontuk (E, F) | |
| 7.) Minden feladatot elvégeztünk, a feltett kérdések mindegyikére válaszoltunk (E, F) | |
| 8.) A jegyzőkönyv összefűzve készen van | |

Javasolt a kiértékelés számítógéppel történő elvégzése, de a hagyományos (mm papír, stb.) módon készített jegyzőkönyv is elfogadható. Mivel a kiértékelés és a következtetések a jegyzőkönyv részei, lapjait össze kell fűzni ezzel! (Otthoni munka a gyakorlat elvégzése után.)

E) Kiértékelés:

(az adatok rendezett bemutatása, a számítások részletes elvégzése, a szükséges grafikonok elkészítése)

1) Hallásküszöb mérése

A jelgenerátort sinusos jelre állítottuk, majd a megfelelő frekvenciát kiválasztva kerestük azt a minimális erősítő feszültséget, amellyel még épp hallottam a hangot a fejhallgatóban. Ezeket a beállítás értékeit feljegyezve kitöltöttem a táblázatot, majd az alábbi képletek alapján kiszámoltam a megfelelő oszlopok értékeit. Idő híján csak a bal fülemre végeztük el. A normálnak számító intenzitást a gyakorlat után kapott grafikonról olvastam le a megadott frekvenciákhoz.

$$U = 5V \cdot U_{coarse} \cdot U_{fine} [V]$$

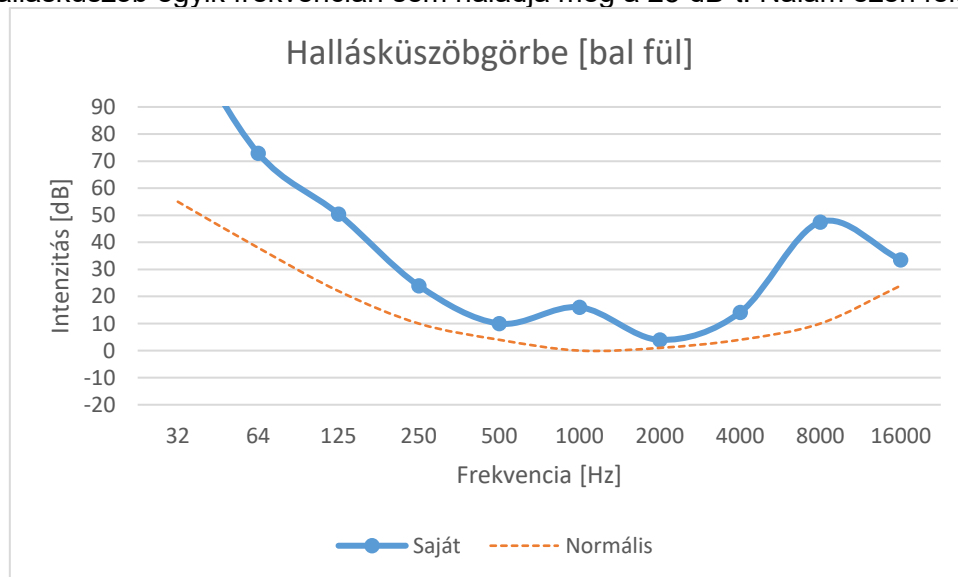
$$J_{saját} = 1 \cdot 10^{-5} \cdot U^2 \left[\frac{W}{m^2} \right]$$

$$J_{dB\ saját} = 10 \cdot \left(\frac{J_{saját}}{J_0} \right) [dB]$$

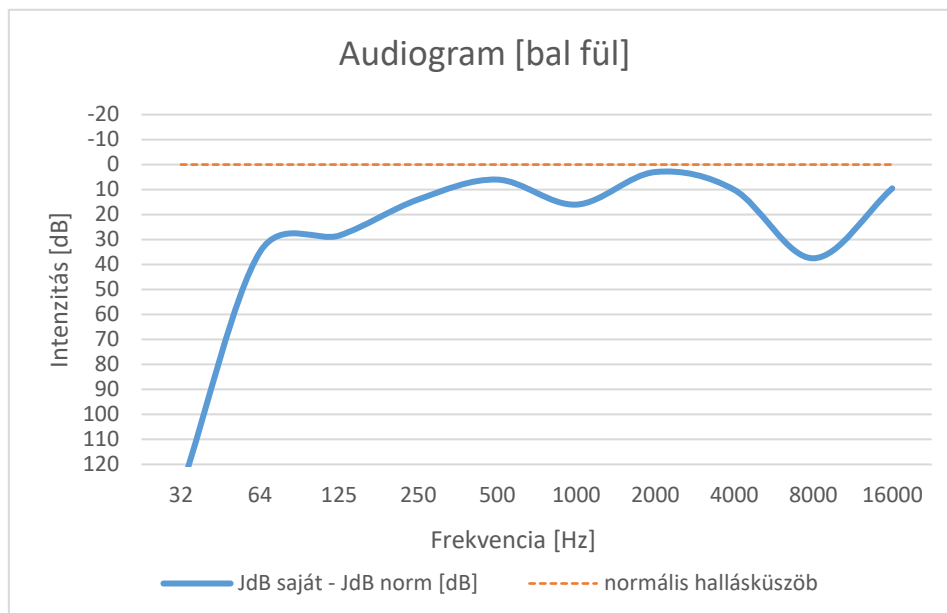
f [Hz]	U _{coarse} [-]	U _{fine} [-]	U [V]	J _{saját} [W/m ²]	J _{dB saját} [dB]	J _{dB norm} [dB]	J _{dB saját} - J _{dB norm} [dB]
32	-	-	-	-	-	55	-
64	1	0,28	1,4	2,0E-05	72,92	38	34,92
125	0,1	0,21	0,105	1,1E-07	50,42	22	28,42
250	0,001	1	0,005	2,5E-10	23,98	10	13,98
500	0,001	0,2	0,001	1,0E-11	10,00	4	6,00
1000	0,001	0,4	0,002	4,0E-11	16,02	0	16,02
2000	0,001	0,1	0,0005	2,5E-12	3,98	1	2,98
4000	0,001	0,32	0,0016	2,6E-11	14,08	4	10,08
8000	0,1	0,15	0,075	5,6E-08	47,50	10	37,50
16000	0,01	0,3	0,015	2,3E-09	33,52	24	9,52

1. táblázat

A számított értékeket összevetettem az elméleti normális hallásküszöbgörbével, ezt ábrázoltam a következő két grafikonon. Jól látszik, hogy alacsonyfrekvenciás hangokat nehezebben érzékelek, illetve van némi enyhe szelektív hallásgyengülésem. Ennek oka lehet az életvitelszerűen városi zajban tartózkodás, korábban hangos zene hallgatás eredménye is. Azonban megnyugtató, hogy a mért frekvenciák közül a beszéd tartománya (200 Hz- 6,8kHz) még közel áll a normálhoz. Definíció szerint normál hallású az egyén, ha a beszéd frekvenciák átlagán (500, 1000, 2000 Hz, melyek az értéshez szükséges alapfrekvenciák) a hallásveszteség nem nagyobb 10 dB-nél és a hallásküszöb egyik frekvencián sem haladja meg a 25 dB-t. Nálam ezen feltételek teljesülnek.



2. ábra



3. ábra

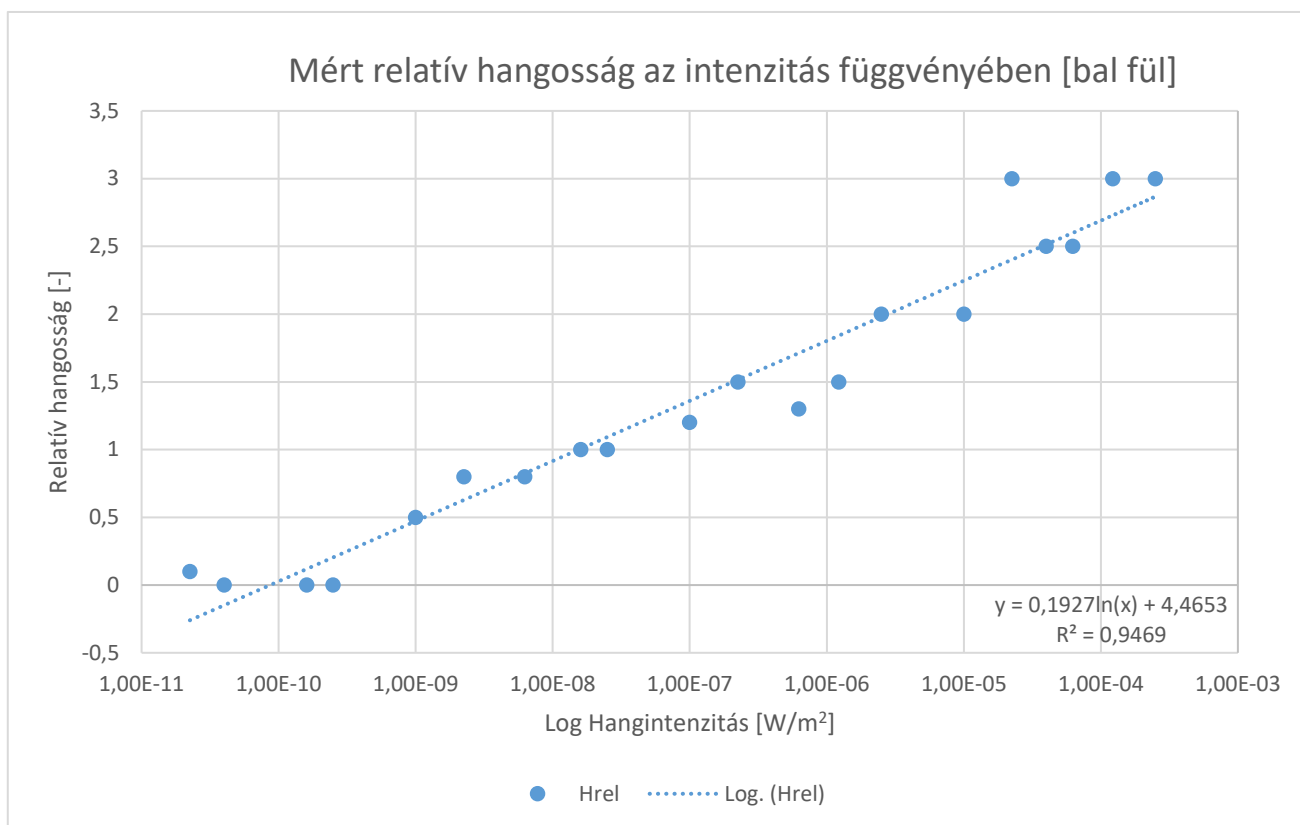
2) Relatív hangosság mérése

A jelgenerátoron beállítottunk egy 1000 Hz-es sinusos jelet 0.05 V-os erősítő feszültséggel és azt mondtuk, hogy ez a referencia hangosság. Majd ezután ezt a jelet különböző erősítéssel felcímkeztük valamilyen szubjektív hangossági érzettel. Véletlenszerű sorrendben állítottuk az erősítést, nem a táblázat sorrendjének megfelelően, minden új erősítési előtt visszaállítottuk a referencia értéket. Az adott legmagasabb relatív hangosságnál már kényszerűen levettem a fejhallgatót magamról a visszaállítás idejéig, amelyet nem hallottam azt nullára értékeltem.

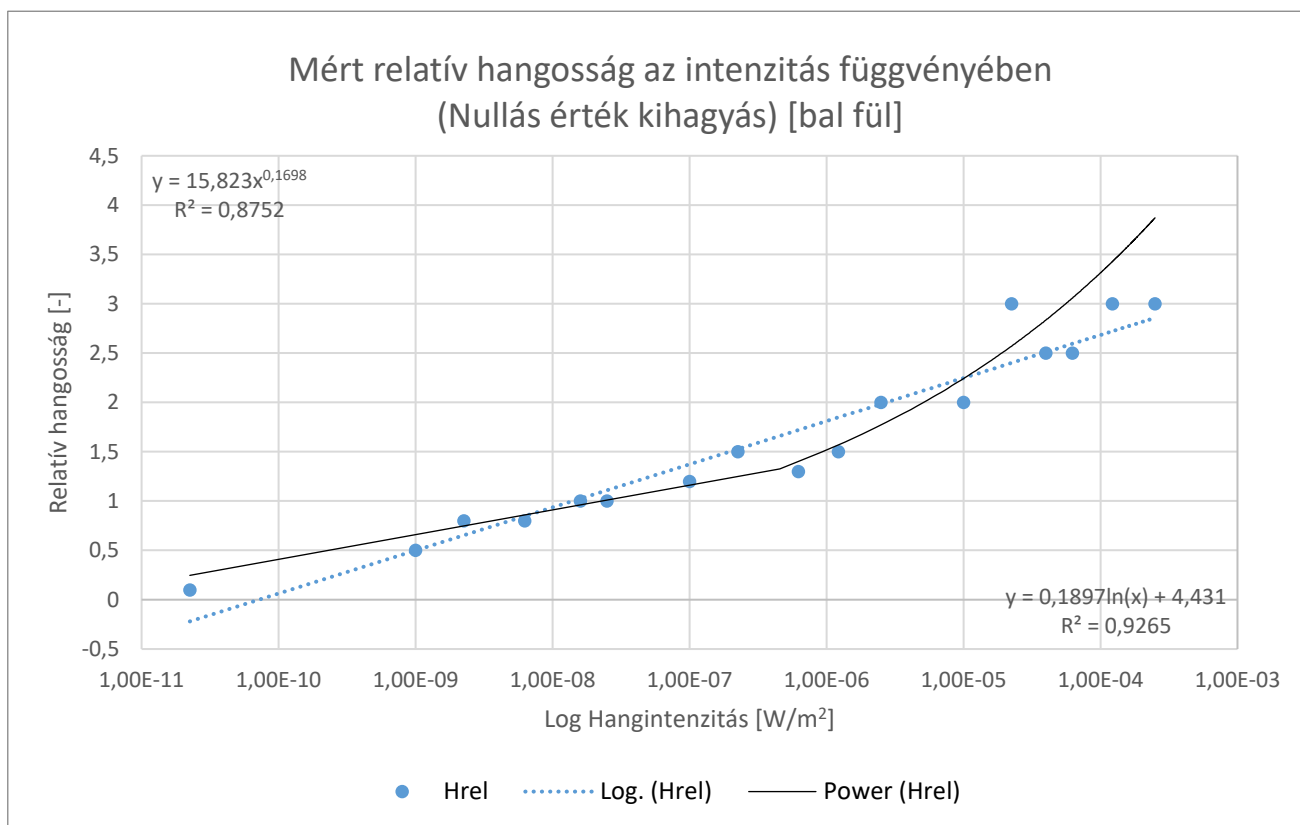
sorszám	U_{coarse} [-]	U_{fine} [-]	U [V]	$J_{\text{saját}}$ [W/m ²]	H_{rel} [-]	H_{son} [son]	H_{phon} [phon]	$H_{\text{rel jav}}$ [-]
1.	0,01	1	0,050	2,50E-08	1	1,304	43,979	1
2.	0,1	1	0,500	2,50E-06	2	5,191	63,979	2
3.	0,001	1	0,005	2,50E-10	0	0,328	23,979	0,01
4.	1	1	5,000	2,50E-04	3	20,666	83,979	3
5.	0,01	0,8	0,040	1,60E-08	1	1,141	42,041	1
6.	0,1	0,5	0,250	6,25E-07	1,3	3,425	57,959	1,3
7.	0,1	0,2	0,100	1,00E-07	1,2	1,976	50,000	1,2
8.	0,001	0,3	0,002	2,25E-11	0,1	0,159	13,522	0,1
9.	1	0,2	1,000	1,00E-05	2	7,868	70,000	2
10.	0,01	0,3	0,015	2,25E-09	0,8	0,633	33,522	0,8
11.	1	0,5	2,500	6,25E-05	2,5	13,635	77,959	2,5
12.	0,001	0,8	0,004	1,60E-10	0	0,286	22,041	0,01
13.	0,01	0,2	0,010	1,00E-09	0,5	0,496	30,000	0,5
14.	0,1	0,3	0,150	2,25E-07	1,5	2,521	53,522	1,5
15.	1	0,3	1,500	2,25E-05	3	10,035	73,522	3
16.	1	0,7	3,500	1,23E-04	3	16,685	80,881	3
17.	1	0,4	2,000	4,00E-05	2,5	11,926	76,021	2,5
18.	0,01	0,5	0,025	6,25E-09	0,8	0,860	37,959	0,8
19.	0,001	0,4	0,002	4,00E-11	0	0,189	16,021	0,01
20.	0,1	0,7	0,350	1,23E-06	1,5	4,191	60,881	1,5

2. táblázat

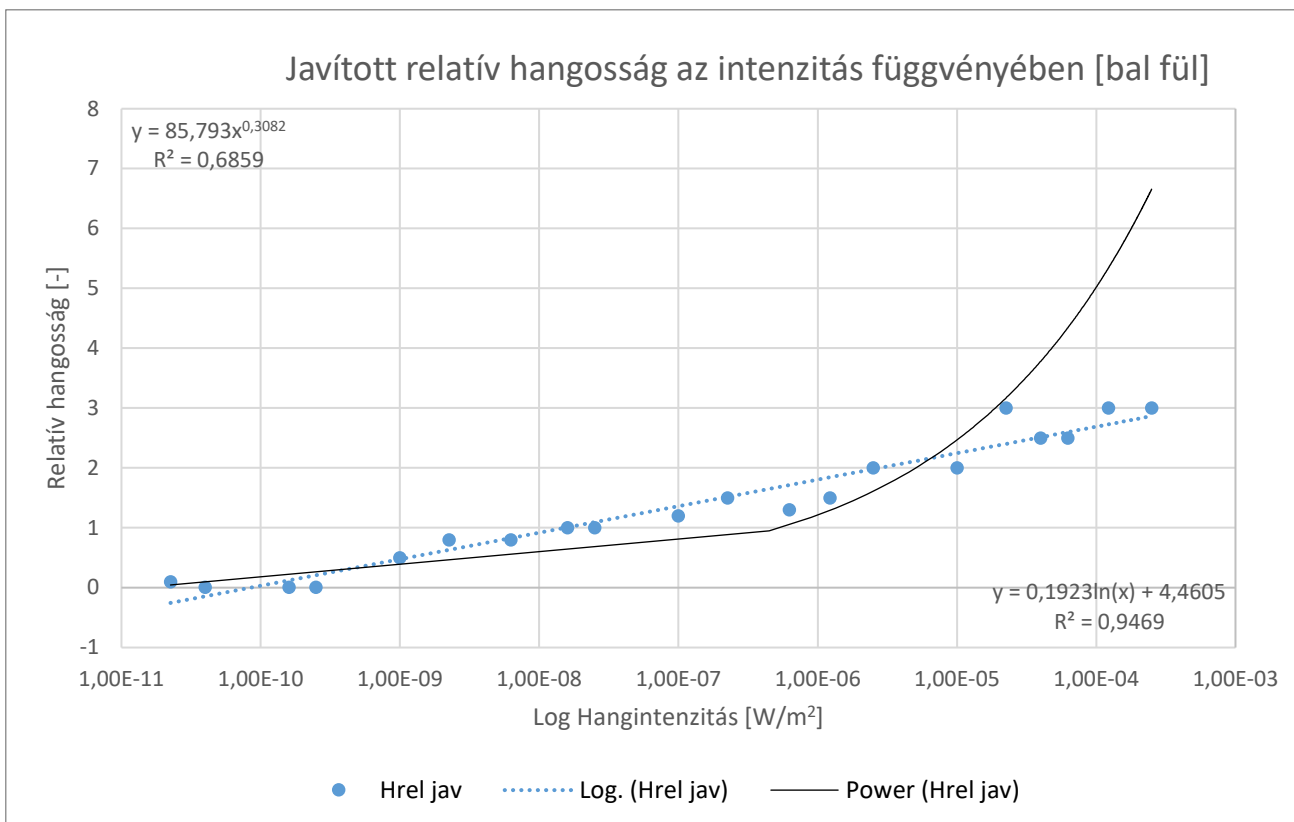
A kapott relatív hangosságokat az intenzitás függvényében ábrázoltam, majd igyekeztem erre logaritmikus és hatvány görbét illeszteni. Mivel egyes értékeket nullának ítélt meg, így erre hatvány görbét nem lehet illeszteni. Ezt orvosolva kétféle megoldást vizsgáltam: azon értékeket figyelmen kívül hagyni, amit 0-nak értékeltem, illetve azokat az értékeket 0,01-nek venni.



4. ábra



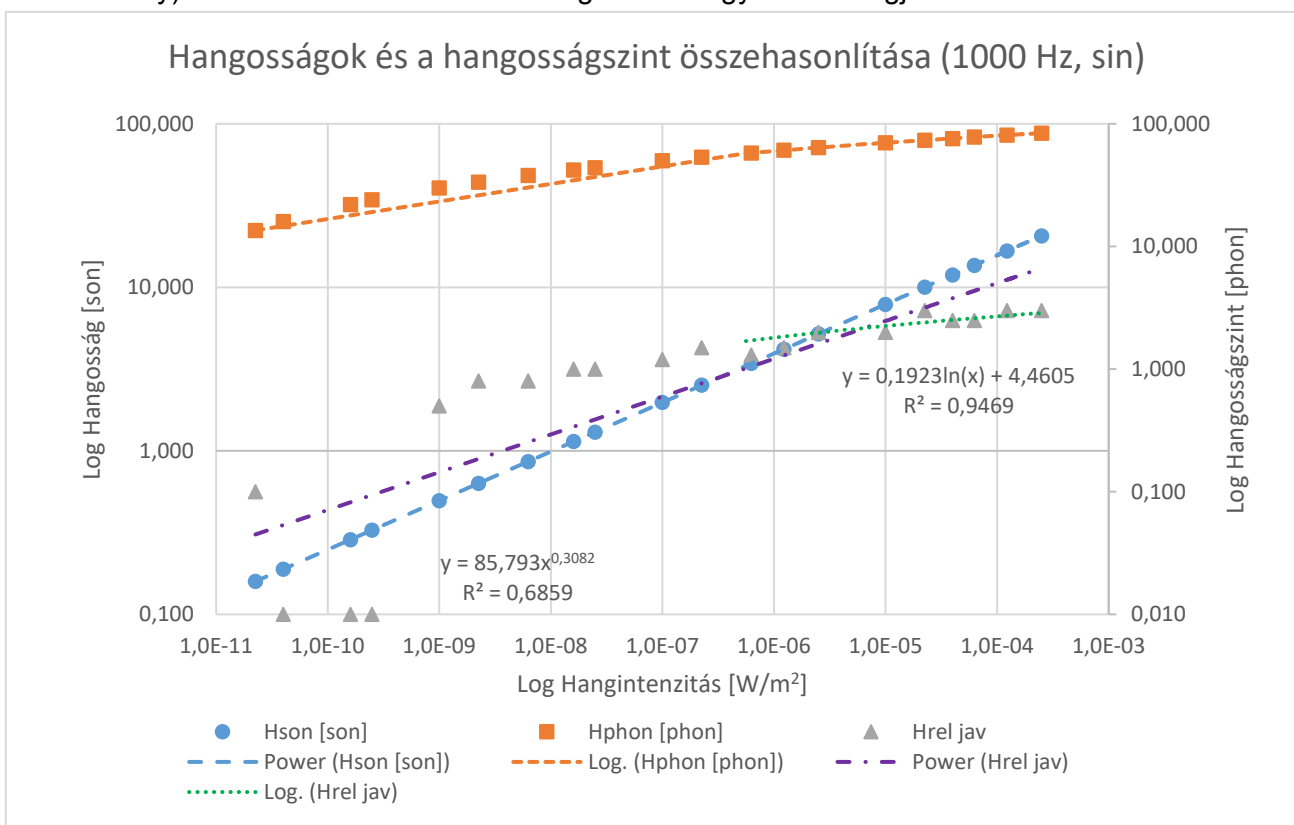
5. ábra



6. ábra

Az eredmény a mérés helytelenségére utal, mivel a hallásküszöbnél volt intenzitás, amit hallottam, míg a relatív hangosságnál nullának értékeltem. Ennek okai lehetnek a gép kopott potméterei, kézzel való állítgatás, a fejhallgató tökéletlen hangszigetelése, valamint a mérés helyszínének környező zajai is.

Jól látható, hogy az utólagosan javított relatív hangosság értékei már hozzák a várt 0,3-mas kitevőjű közelítő hatvány görbét (Stevens törvény), azonban pontossága alul marad a logaritmikusával szemben (Weber-Frechner törvény). A fenti adatok a mintának megfelelően egy ábrán megjelenítve a 7. ábrán látható.



7. ábra