

# A Rádió hangzásvilága

Borsiné Arató Éva

ARATÓ Akusztikai Kft H-1031, Varsa u.14

**arato.eva@aratokft.hu**

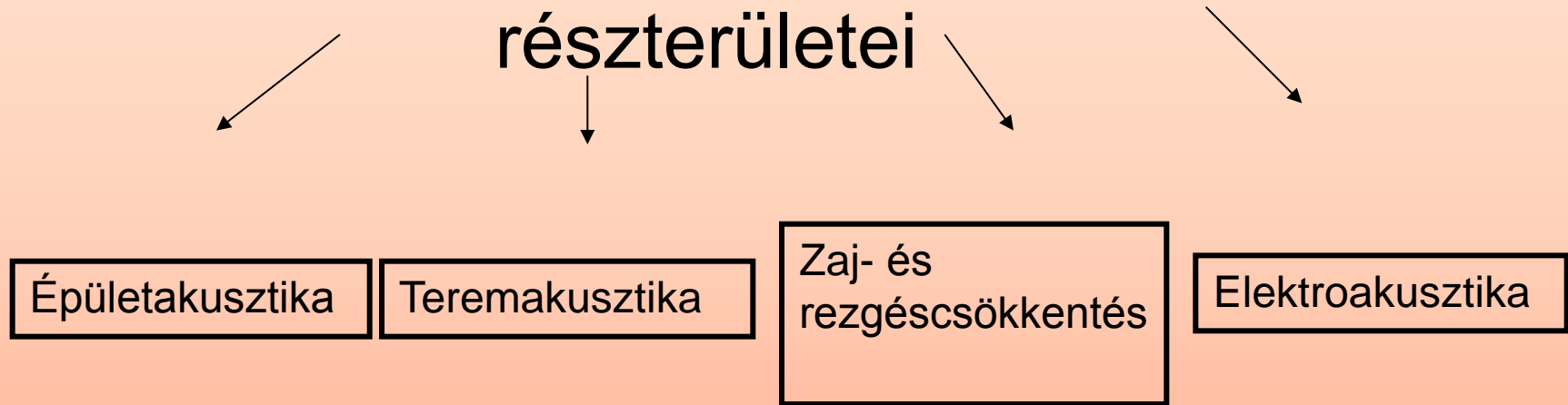
# A hangátviteli lánc

- A rádió hangzását több tényező is meghatározza. Az átviteli lánc **első eleme** maga a tér, ahol a hang megszólal.
- Ezután következnek:
  - az elektroakusztikai átalakítók, keverők, stúdió berendezések sora, a hangátviteli rendszer az adóig. Adó és vevő, újabb elektroakusztikai eszköz.

**Végső láncszem:** a fül, ami átalakítja a hangnyomás ingadozását érzetté, amit az agy feldolgoz.

**Az első láncszem a stúdió** – ennek a hangzása döntően befolyásolja a hang minőségét. A stúdió terének akusztikai körülményeit tervezi meg akusztikus.

# Az akusztikai tervezés legfontosabb részterületei



Mind a négy terület nagyon fontos egy stúdió tervezésénél.

Ebben az előadásban a teremakusztikai tervezési kérdésekkel foglalkozom – ami a stúdió hangzását alakítja.

# Különböző típusú hangstúdiók – hangfelvételi helyiségek

Az átviteli lánc első láncszeme – karakteresen befolyásolja a hangzást, a beszédérthetőséget.

A Magyar Rádióban különböző típusú stúdiók és hangfelvételi helyiségek vannak és voltak. Így:

- bemondó stúdiók
- magazin stúdiók
- hangjáték stúdiók (kis, közepes és nagy)
- zenei stúdiók
  - nagyzenekari
  - közepes (szórakoztató zenei)

Hangmérnöki helyiségek.

# Különböző típusú hangstúdiók – hangfelvételi helyiségek akusztikai kialakítása

Milyen akusztikai (teremakusztikai) paraméterek írják le a különböző helyiségek akusztikai viselkedését?

Melyek az optimális értékek az egyes helyiségekben?

Feladat: a különböző akusztikai igényekhez kiváló körülményeket kell teremteni – más - és más akusztikai kérdéssel kell szembenézni.

Vannak kiemelten kezelt helyiségek, de az akusztikus tervező azon kívül, hogy a stúdióban felvett illetve a stúdióból kimenő hang minőségére ügyel, ügyelnie kell arra is, hogy az ott dolgozók is megfelelő akusztikai körülmények között dolgozzanak – bemondók, művészek és hangmérnökök.

# Teremakusztikai tervezés

Milyen objektív paraméterek írják le a szubjektív ítéletet?

Az első objektív számolható és mérhető paraméter definiálása 1900-as évek elején Sabine nevéhez fűződik (Franklin is levezette): utózengési idő.

Minden tér akusztikai viselkedésére jellemző a hangforrás kikapcsolását követően a hang elhalásának, vagy utózengésének a folyamata. Ezt a folyamatot jellemzi az utózengési idő („reverberation time”), amely zárt helyiségekre vonatkozó, **frekvenciafüggő paraméter** – ezt definiálták egyezményes nemzetközi megállapodás szerint.

# Utózungési idő

- **Az utózungési idő** definíció: nemzetközi megállapodás szerint az az időintervallum, mely idő alatt a hangforrás elhallgatása után zárt térben a hangnyomásszint 60 dB-lel csökken. Jelölése T60. Mértékegysége: secundum (másodperc)
- Sabine (1900 –a évek elején) kísérleti úton nyerte az alábbi képletet:

$$T = 0,16 \frac{V}{S * \bar{\alpha}}$$

- Ezt az összefüggést tovább pontosította Nor

# Utózengési idő

Ezt az összefüggést tovább pontosította Norris és Eyring 1930 és 1932-ben:

$$T_{\text{Norris-Eyring}} = -0,16 \frac{V}{S * \ln(1 - \bar{\alpha})}$$

A fenti összefüggésből látszik, hogy a zárt tér alapvető fizikai jellemzői (melyek befolyásolják az akusztikai körülményeket:

térfogat:  $V$  (m<sup>3</sup>)

a teljes határoló felület  $S$  (m<sup>2</sup>)

a beépített anyagok jellemző –  $\alpha$

Minden helyiségnek megvan az ajánlott optimális utózengési ideje – zenei stúdióban egészen más az optimális érték, mint a beszéd célú stúdiókban.



# Teremakusztikai paraméterek

Ki kell emelni, hogy ezen kívül más fontos befolyásoló tényezők is vannak, például:

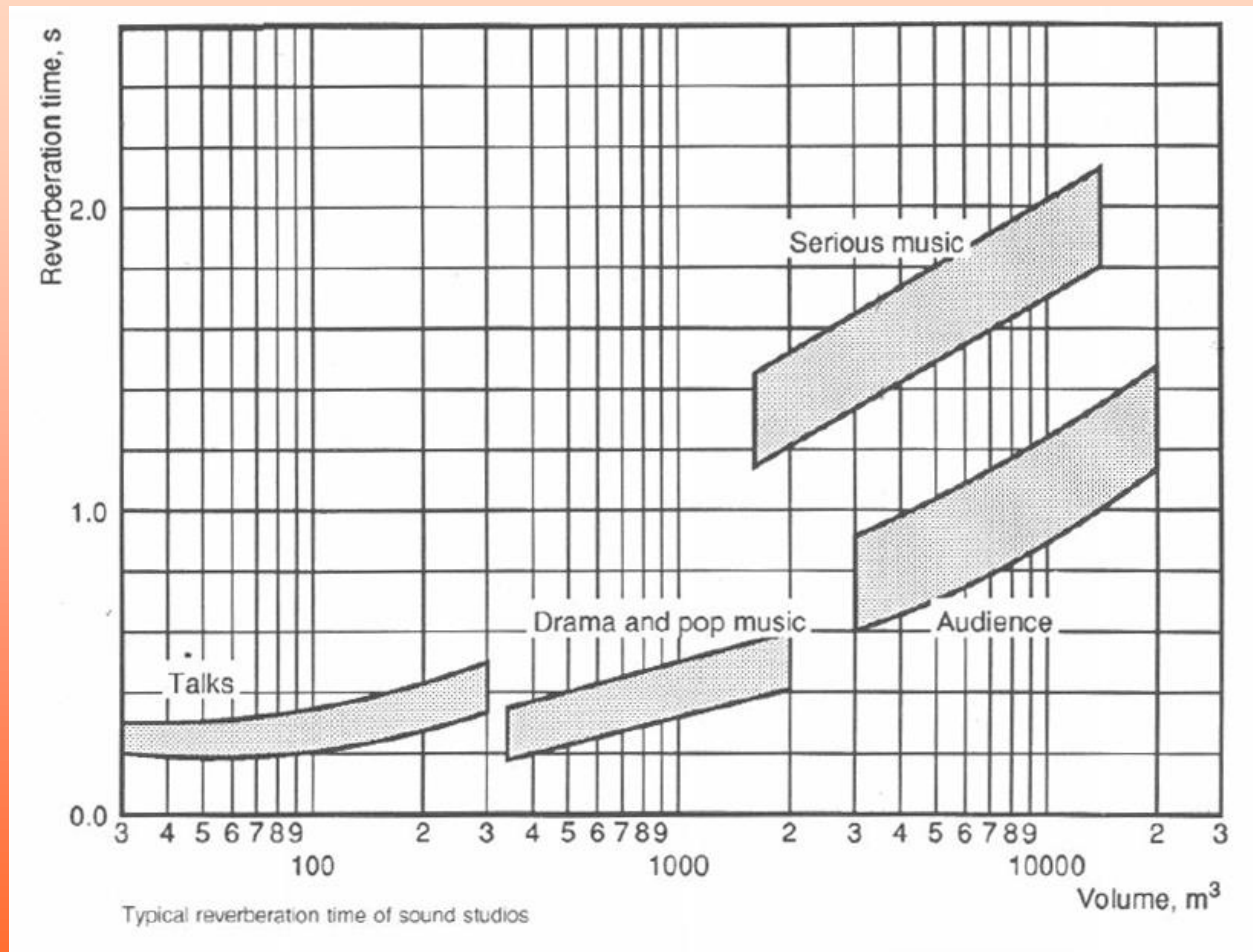
- a terem alakja
- a hangelnyelő felületek elrendezése és kiosztása

egy térben.

A terem térfogatának más összefüggésben is döntő szerepe van. Hibás az a nézet, hogy ha csak egy ember van a stúdióban, akkor elég egy kis telefonfülkényi bemondó helyiséget építeni.

A hang megszólalásának szüksége van a nagyobb térre.

# Ajánlott utózengési idő (BBC)



# Kis térfogatú stúdiók, bemondó helyiségek - teremhangok

A teremakusztika egyik nehezen kezelhető jelenségcsoportja a teremrezonancia.

Minden zárt térnek vannak rezonancia frekvenciái (terem módusok), melyeken állóhullámok könnyen alakulnak ki.

Mitől válik zavaróbbá ez a jelenség a kis térfogatú helyiségekben?

Kisebb térfogatú helyiségben lehet tapasztalni, hogy a hangunk bizonyos hangmagasságban felerősödik, a terem „megszólal” (fürdőszoba effektus)

# Teremhangok, teremrezonanciák

Leegyszerűsített esetben (téglatest formájú térben) a terem módusait az alábbi összefüggéssel lehet meghatározni:

$$f = c/2 \sqrt{\left(\frac{q_x}{l_x}\right)^2 + \left(\frac{q_y}{l_y}\right)^2 + \left(\frac{q_z}{l_z}\right)^2}$$

Ahol a téglatest méretei:  $l_x$ ,  $l_y$ ,  $l_z$

$c$  = a hang terjedési sebessége

$q_x$ ,  $q_y$ ,  $q_z = 0, 1, 2, 3 \dots \infty$  (nem negatív egész számok sorozata)

# Teremhangok, teremrezonanciák

Az összefüggés alapján könnyen belátható, hogy minél kisebb a terem, az első rezonancia frekvenciák egyre inkább a hallható tartományba esnek – ezek a legzavaróbb teremhangok. Ahogyan feljebb megyünk a frekvencia tartományban, a teremrezonanciák egyre jobban sűrűsödnek és nem jelennek meg önállóan. A szomszédos közel eső teremhang elfedi („elkeni”) a másik hang által okozott jelenséget.

A teremrezonancia jelenségére az a jellemző, hogy a helyiség ezen a frekvencián egészen kis hangenergiával gerjeszthető. A tér „megszólal” mint egy üreg, „buffogóvá” válik a hang, a beszédérthetőség nagyon leromlik. A mély férfi hangoknál különösen zavaró lehet.

# Teremhangok, teremrezonanciák

A rezonancia frekvencián a helyiségben hangnyomás minimumok és maximumok alakulnak ki – ha a hangforrás

Hogyan lehet a jelenség okozta hangelszíneződést elkerülni? Ha új helyiséget tervezünk, és van lehetőségünk az adott térfogat és rendelkezésre álló helyhez a megfelelő teremarányokat megválasztani, akkor, jól megválasztott teremarányok (hosszúság, szélesség és magasság) mellett kedvezőbb teremrezonancia eloszlást érhetünk el.

Következő lépés: a mélyfrekvenciás tartományra hangolt hangelnyelő felületekkel lehet csökkenteni a hangnyomásszint maximumok értékét.

# Rossz gyakorlat kis térfogatú stúdiókban

A stúdiók falára szélessávú hangelnyelő anyagot tesznek, amivel nagyon jól lecsökkentik az utózengési időt (ami frekvencia függő paraméter). De: a mélyfrekvenciás tartományra nem hangolnak szerkezetet, ami jellemzően membrán lenne és viszonylag nagy szerkezeti mélységet igényel. Ezzel a megoldással a stúdióban még kiemeltebben jelentkezik a teremrezonancia elszínező hatása, a stúdió kellemetlen, döngő hangú lesz.

Megoldás: a stúdiók határoló felületeire méretezett mélyfrekvenciás hangelnyelő szerkezeteket is tesznek

# Hangmérnöki helyiségek

A hangmérnöki helyiségek kialakítására sok esetben kisebb figyelmet szoktak fordítani.

Az egyik legfontosabb cél, a helyiségben kialakult hangzást ne a hangmérnöki helyiség határozza meg, hanem a hangfelvételi stúdióé. Azaz: törekedni kell arra, hogy a hangmérnök jól megítélhetően hallja a hangsugárzón keresztül a stúdióban elhangzottakat.

Egyik legegyszerűbb mód: a hangmérnöki helyiségben kerüljünk el minden hangvisszaverődést, ami elszínezheti a hangot.



# Hangmérnöki helyiségek

Példa: Magyar Rádió 1. hangjáték stúdió technikai helyiségének kialakítása.

A stúdió rekonstrukciója során (1980-as évek) a sztereo technikai helyiséget – amit quadrophon hangfelvételek készítésére is használtak – a hangmérnökök kérésére akusztikailag úgy alakítottuk ki, hogy lehető legkevesebb reflexió érkezzon a határoló felületekről, a hangmérnök munkáját ezzel segítve.

A helyiség nagy felületen szélessávú hangelnyelő és mélyfrekvenciás hangelnyelő burkolatokat kapott.

Az eredmény valóban a várt volt: nagyon kevés reflexió érkezett a hangmérnöki pozícióba (kivéve a berendezési tárgyokról és a nagy áttekintő ablak felületéről).

# Hangmérnöki helyiségek

A nagyon csillapított térben a hangmérnök valóban azt hallotta a hangsugárzókból ami és ahogyan elhangzott a stúdióban, de: fárasztóvá vált a munka.

A majdnem süket szobai körülmények olyan természetellenes hangzást és munkakörülményeket teremtettek, amiben nem volt kellemes hosszasan dolgozni. (Valamennyire természetesen hozzá lehet szokni az ilyen akusztikai környezethez is.)

A gyakorlati tapasztalatok alapján egyértelmű volt, hogy szükséges előbbé tenni ezeket a helyiségeket, ugyanakkor törekedni kell arra, hogy a hangmérnöki pozícióba minél kevesebb reflexió érkezzon.

# Hangmérnöki helyiségek

Szubjektív és objektív kutatások indultak világszerte. A kutatások kimutatták, hogy a reflexiók közül legjobban az első 15-25 msecundumban érkező nagy intenzitású reflexiók zavarják meg a direkt hangot illetve a hangképet. Több ajánlás is készült, ezek közül az EBU egyik munkacsoportja is kidolgozott egy ajánlást:

EBU Tech 3276."Listening conditions for assesment of sound programme material: monophonic and two-channel stereophonic" Suppl: Listening conditions for assesment of sound programme material: Multichannel sound"

Követelmények:

# Hangmérnöki helyiségek

Követelmények több paraméterre:

## **Az ajánlott alapterület:**

- minimális alapterület: referencia lehallgató helyiség: 40 m<sup>2</sup>

- igényes zenei felvételek készítésére alkalmas hangmérnöki helyiség: 30 m<sup>2</sup>

## **Ajánlott közepes utózungési idő:**

$$0,2 < T_m < 0,4 \text{ sec}$$

A közepes utózungési idő számítása: 200 Hz-től 4 kHz  
1/3 – oktávsávokban mért értékeinek átlaga.

## **Teremarány**

# Hangmérnöki helyiségek

**Első reflexiók:** a referencia lehallgatási pontban az első 15-25 msecundumban ne érkezzen – 10 dB-nél nagyobb szintű visszaverődés (itt is fontos a frekvenciafüggés) a direkt hanghoz képest.

Többféle módszer is született egy időben. Ezek közül kettőt emelek ki (két csatorás sztereohelyiségekre):

- a reflection free zone elv
- a LEDE elv

# Hangmérnöki helyiségek

## **Reflectin free zone (BBC fejlesztés)**

A reflection free zone lényege, hogy a hangsugárzók körüli reflexiókat elterelik hangterelővel a hangmérnöki pozícióból – mértanilag kiszervezett hangvisszaverő felületekkel – csak a helyiség utolsó harmadában alkalmaztak hangelnyelőt – ezzel a közepes utózungési idő értéket be lehetett tartani – de a hangmérnök mögött tartózkodó embereknek nagyon kellemetlen hangtér alakult ki – ez az elv nem vált be.

# A LEDE elv

- A LDE elv jól bevált a gyakorlatban. Lényege a következő:
  - a hangsugárzók környezetét jól lecsillapítják – az első 15-25 msecundumban nem érkezik kemény reflexió
  - a hangmérnök mögötti teret diffuzzá teszik, azaz a hangot engedik visszaverődni, de rendszertelenül. A tér hangmérnök mögötti része élő marad, ezzel sokkal kellemesebb munkakörülményeket biztosítva.

# A LEDE elv

Az elvet bemutató elrendezés:



Ezt az elvet először Magyarországon a Magyar Rádió 8. stúdiójának hangmérnöki helyiségének átépítésekor próbálhattuk ki jó eredménnyel (Szabó Zoltán 1990-es évek eleje).



# Teremakusztikai tervezés –új módszerek

Ma az akusztikus tervezők számára sokkal több technikai eszköz áll a rendelkezésükre. Sokat fejlődött a mérés technika, ennek segítségével egyre több olyan objektív paramétert lehet mérni, meghatározni, amelyek összefüggnek a szubjektív ítélettel.

A különböző felületek formai kialakításának vizsgálata, ellenőrzése, beállítása – számítógépes modellezéssel.

# Összefoglalás

A Rádió hangzását alapvetően meghatározza az az akusztikai környezet, ahol a hang megszólal, ahol felveszik, ahonnan közvetítik.

A különböző célú és rendeltetésű helyiségekre különböző ajánlott akusztikai paraméterek és paraméter értékek vannak.

Bármilyen helyiséget alakítunk ki nem szabad figyelmen kívül hagyni az igényességet.

**Legyen ma is érvényes az alapelv: a Magyar Rádió hangja, hangzásvilága egyedi és jó minőségű. Ne csak a tartalma miatt, de a technikai színvonala miatt is szeresse a hallgatóság a Magyar Rádiót.**