

Stúdiógyakorlat - 1.

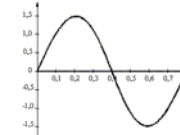
Lakatos Gergely

2006.01.17.

Lakatos Gergely: Stúdiógyakorlat
Copyright 2005 Liszt Ferenc Zeneművészeti Egyetem Budapest

1

Mi a hang?



- „A hangok kis amplitúdójú mechanikai rezgések, melyet rugalmas közeg közvetít”
- a hang hullám formájában terjed a rugalmas közegben (hangtér), tehát a hanghullám háromdimenziós térbeli hullám

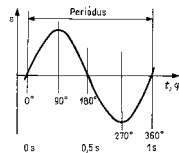
gerjesztés \Rightarrow közvetítő közeg \Rightarrow fogadó
hangforrás \Rightarrow hangtér \Rightarrow hallgató

2006.01.17.

Lakatos Gergely: Stúdiógyakorlat

2

Mi a hang?



$$f = \frac{1}{T}$$

- a hang fizikai tulajdonságai tekintetében a fényhez hasonló
- a tiszta (szinuszos) hang jellemző paraméterei:
 - a rezgések száma (frekvenciája, jele: f)
 - a rezgés maximális kitérése (amplitúdója)
 - az amplitúdó a közvetítő közegben fellépő nyomásváltozásként érzékelhető

2006.01.17.

Lakatos Gergely: Stúdiógyakorlat

3

Mi a hang?

- a természetben leggyakrabban előforduló hangok több különböző frekvenciájú és amplitúdójú rezgésre bonthatók
- a nem periodikus összetett hangban bármilyen frekvenciájú összetevők lehetnek, ezeket a hangokat zajnak, vagy zörejnek nevezzük, spektrumuk (az egyes frekvenciákhoz tartozó amplitúdó értékek ábrázolása) folytonos

2006.01.17.

Lakatos Gergely: Stúdiógyakorlat

4

Mi a hang?

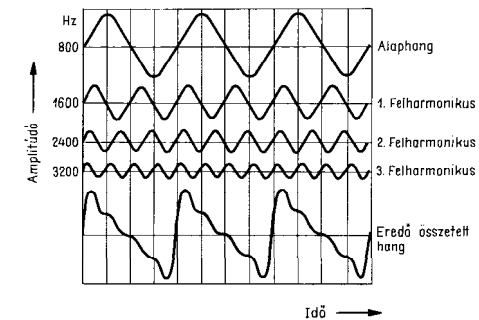
- harmonikus (periodikus) gerjesztéssel a természetben nem csak az alaphang, hanem az alaphang frekvenciájának egész számú többszöröse is létrejönnek, ezek a felharmonikusok
- a periodikus összetett hangot zenei hangnak nevezzük
- spektrumuk vonalas

2006.01.17.

Lakatos Gergely: Stúdiógyakorlat

5

Mi a hang?



2006.01.17.

Lakatos Gergely: Stúdiógyakorlat

6

A hang paramétere

- frekvencia (hangmagasság)
- amplitúdó (nyomásváltozás-amplitúdó, hangerő)
- a hangintenzitás (egységnyi felületen merőlegesen áthaladó energia, $[W/m^2]$)
 - hallásküszöb: $10^{-12} W/m^2$ (0 dBA)
 - fájdalomküszöb: $3 \times 10^{-5} W/m^2$ (130 dBA)
 - a hang a levegőben 331,5 m/s sebességgel terjed

2006.01.17.

Lakatos Gergely: Stúdiógyakorlat

7

A szubjektív hangerősség

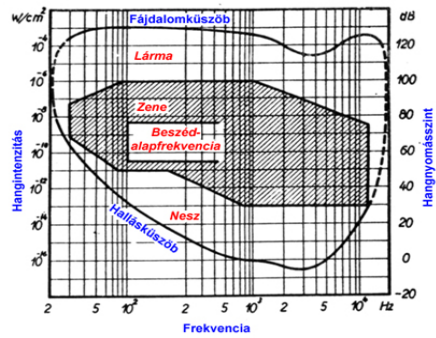
- Az objektív hangerősségtől, az intenzitástól, megkülönböztetjük a szubjektív hangerősséget, a hangosságot. Az előbbi az inger, az utóbbi az érzet erősségének felel meg. Az érzet azonban erősen függ a frekvenciától is. Fülünk 3000 Hz körül a legérzékenyebb, itt kell a legkisebb intenzitás az érzékeléshez. Kisebb frekvenciák felé haladva az ingerküszöb erősen emelkedik, de nagyobb frekvenciákon is csak az intenzívebb hangot halljuk meg. Kb. 1000 Hz környékén felel meg a szubjektív skála a decibel skálának.

2006.01.17.

Lakatos Gergely: Stúdiógyakorlat

8

A szubjektív hangerősség



2006.01.17.

Lakatos Gergely: Stúdiógyakorlat

9

A dB (deciBel) skála

- a decibel egy olyan logaritmikus viszonyszám, mely megmutatja, hogy a vizsgált érték hányszorosa a vonatkoztatási értéknek:

$$a \times \lg (X_1/X_0) \text{ [dB]}$$

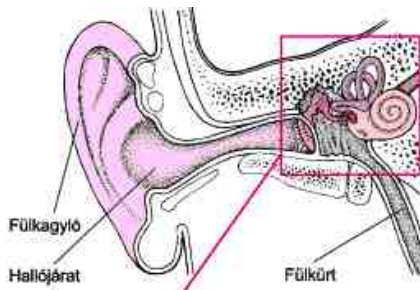
ahol X_0 , X_1 a vizsgált értékek, a egy a fizikai mennyiség jellegétől függő konstans

2006.01.17.

Lakatos Gergely: Stúdiógyakorlat

10

Az emberi hallás



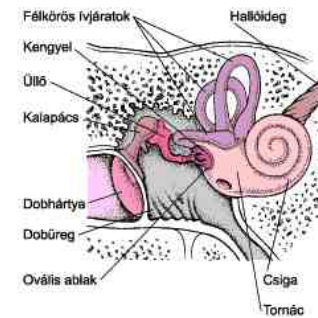
2006.01.17.

Lakatos Gergely: Stúdiógyakorlat

11

Az emberi hallás

Belső és középfül

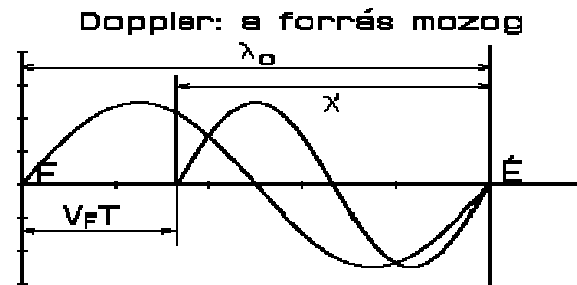


2006.01.17.

Lakatos Gergely: Stúdiógyakorlat

12

A Doppler effektus



2006.01.17.

Lakatos Gergely: Stúdiógyakorlat

13

A (terem)akusztika gyökerei

- már az ókorban a görögök tapasztalati úton felismerték a hangterjedés fényhez hasonló tulajdonságait \Rightarrow optikai teremhangtan
 - visszaverődések kihasználásával javul a hangellátás
 - i.e. 2500-2400 évvel ezelőtt
 - i.e. IV. sz.: Athén; i.e. 360 Epidauros, i.e. 320 Megalopolisz, i.e. 55 Róma

2006.01.17.

Lakatos Gergely: Stúdiógyakorlat

14

A teremakusztika fejlődése

- az ókortól a XX. sz. elejéig a teremakusztika „kelléktára” jelentősen nem bővült
- a XVI. sz. egyetemi előadótermei a görög-római színházi elrendezést mutatják
- a geometriai hangterjedés első tudományos tárgyalása: XVII. sz. közepe - Athanasius Kircher (Musurgia universalis, Phonurgia nova) \Rightarrow a korabeli zenei ismeretek teljes enciklopédiája

2006.01.17.

Lakatos Gergely: Stúdiógyakorlat

15

A teremakusztika fejlődése

- Reneszánsz színházak építése:
 - Teatro Olimpico - Vicenza (Andrea Palladio, 1580-1584), görög mintára
 - Swan (London) 1593
 - Globe (London) 1598
 - Teatro Franese (Párma) 1619 \Rightarrow ma is áll

2006.01.17.

Lakatos Gergely: Stúdiógyakorlat

16

A teremakusztika fejlődése

- Európa első hangversenytermei
 - Oxford Music Room 1748
 - lipcsei Altes Gewandhaus 1781
 - Neues Gewandhaus 1884
 - milánói Scala 1778
- a teremakusztika alapjai 1900-as évekig változatlanok

2006.01.17.

Lakatos Gergely: Stúdiógyakorlat

17

A teremakusztika

„Az akusztikában 15% az egzakt tudomány, 20% a pszichikai tényező, 30-35% a tapasztalat, a többi pedig pusztán szerencse”

(Abraham Melzer akusztikus véleménye, aki részt vett többek között a Carnegie Hall, a kölni Filharmónia, a Bastille (Párizs), a lissaboni, valamint a frankfurti opera tervezésében)

2006.01.17.

Lakatos Gergely: Stúdiógyakorlat

18

Zenei célú termék megítélése

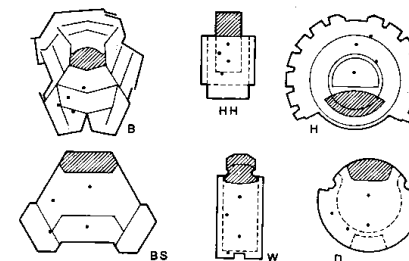
- Alapgondolat: szubjektív tényezők objektív paraméterekkel történő mérése
- Leo Beranek (1962) 54 hangversenyterem és részben kettős rendeltetésű operaház elemzése

2006.01.17.

Lakatos Gergely: Stúdiógyakorlat

19

Hangversenyterem-formák

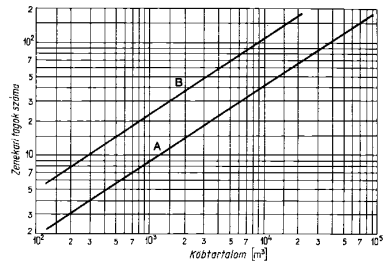


2006.01.17.

Lakatos Gergely: Stúdiógyakorlat

20

A terem mérete



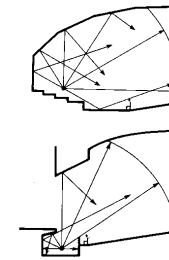
Az előadói apparátus és a terem kívánatos térfogata közötti összefüggés

2006.01.17.

Lakatos Gergely: Stúdiógyakorlat

21

Az egyenletes hangenergia-eloszlás biztosítása

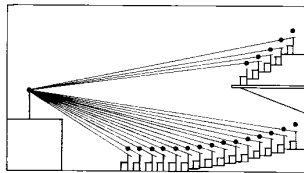


2006.01.17.

Lakatos Gergely: Stúdiógyakorlat

22

A nézőtér izoakusztikus kialakítása



A nézőtér izoakusztikus kialakítása is az egyenletes hangenergia-eloszlást hivatott biztosítani. A közönségfelülettel párhuzamosan tapasztalható, a szabadtéri terjedésnél nagyobb mértékű (fejmagasságban 1 KHz környékén maximális) hangenergia-csillapodást Dr. Békésy György Nobel-díjas fizikus mutatta ki. Ennek kiküszöbölését szolgálja az izoakusztikus kialakítás, mely esetben minimum 40 cm ülésemelkedés szükséges

2006.01.17.

Lakatos Gergely: Stúdiógyakorlat

23

Visszaverődések

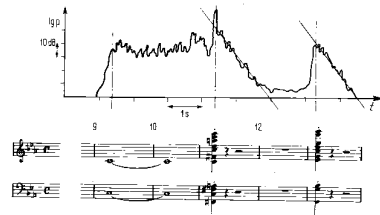
A terem akusztikája nagyon sok tényezőtől függ, nagyobb termeknél főleg a visszaverődési és az elnyelési viszonyoktól. Síma falakkal határolt nagy termekben igen zavaró visszhang léphet fel. Ellipszis alakú termekben vagy kupolák alatt "gyújtóponthatás" jelenik meg, vagyis bizonyos helyen a visszavert hangok egymást erősítik. Az építészeti hangtanban azt mérik, hogy a falra merőlegesen érkező hanghullám intenzitásának hány százaléka verődik vissza és hány százaléka nyelődik el. Megfelelő vastagságú lyukacsos anyagok (filc, vatta) elnyelési foka a magas hangoknál elérheti a 80%-ot.

2006.01.17.

Lakatos Gergely: Stúdiógyakorlat

24

Az utözengési idő hatása az előadásra



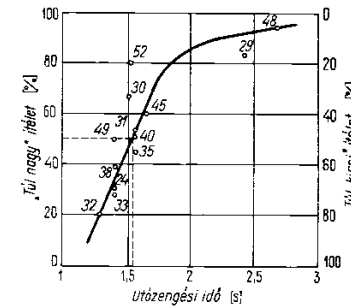
- A kottapéldán Beethoven Coriolan nyitányának néhány üteme látható. Felette időarányosan elhelyezve az előadás során a teremben mért hangnyomásszint.

2006.01.17.

Lakatos Gergely: Stúdiógyakorlat

25

Az utözengési idő szubjektív megítélése hangversenytermenként

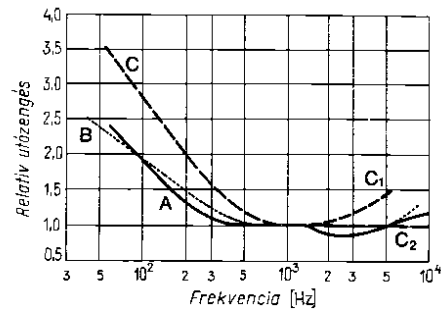


2006.01.17.

Lakatos Gergely: Stúdiógyakorlat

26

A kívánatos utözengési idő 3 akusztikus véleménye szerint, a frekvencia függvényében

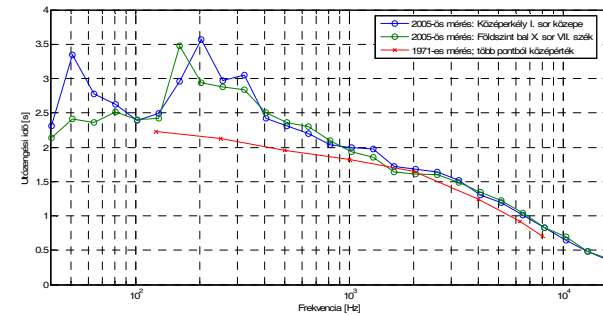


2006.01.17.

Lakatos Gergely: Stúdiógyakorlat

27

A Zeneakadémia Nagytermének utözengési ideje a frekvencia függvényében

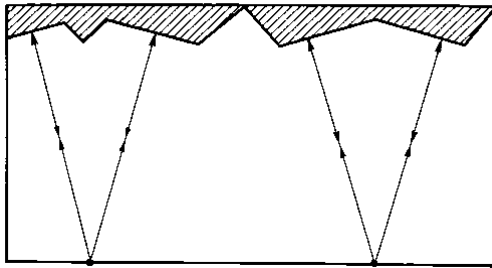


2006.01.17.

Lakatos Gergely: Stúdiógyakorlat

28

Káros akusztikai jelenségek

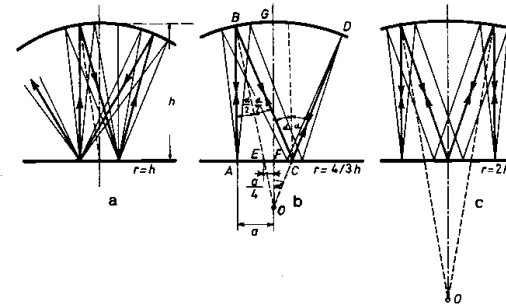


2006.01.17.

Lakatos Gergely: Stúdiógyakorlat

29

Kupola-hatás

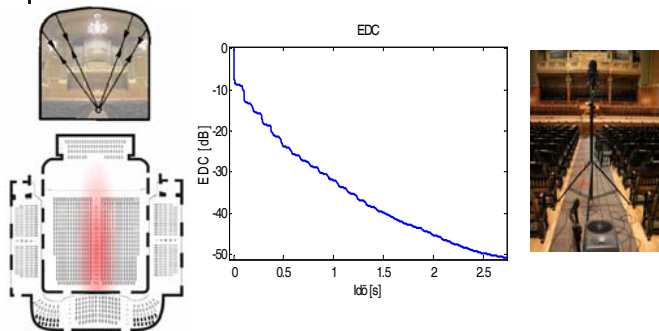


2006.01.17.

Lakatos Gergely: Stúdiógyakorlat

30

A ZAK Nagytermében fellépő csörgővisszhang



2006.01.17.

Lakatos Gergely: Stúdiógyakorlat

31

Az akusztika kelléktára

- XX. század:
 - matematikai módszerek fejlődése
 - statisztikus teremhangtan (utószögési idő számítása)
 - hullámméleti teremhangtan (teremrezonancia, sajáthangok ⇒ elsősorban kis méretű termek jellemzői)
 - teremakusztikai modellezés

2006.01.17.

Lakatos Gergely: Stúdiógyakorlat

32



Beraneck - 1962

- akusztikai meghittség (időkésés-retesz) max. 40 pont
- akusztikai életteljesség (közepes utózenzengési idő) max. 15 pont
- akusztikai melegség (basszuskiemelés) max. 15 pont
- a közvetlen hang hangossága max. 10 pont
- zengő hang hangossága max. 6 pont
- diffuzitás max. 4 pont
- egyensúly és összeolvadás max. 6 pont
- a zenekar belső egyensúlya max. 4pont
- akusztikai hibák max. -50 pont

2006.01.17.

Lakatos Gergely: Stúdiógyakorlat

33



A hangfelvétel készítői

A hangfelvétel-készítés a zenei élet és tevékenység napjaink egyik meghatározó eleme, mely technológiai (műszaki) és művészi kérdéseket egyaránt felvet.

- A zenei (akusztikai) esemény létrehozása, művészi értékei, „minősége” → **zeneművész**
- A zenei és a műszaki világ közötti „szakadék áthidalása”, kapcsolatteremtés a technológia és a zeneművészet között → **zenei rendező**
- A technológiai háttér biztosítása, az akusztikai esemény rögzítése során felmerülő műszaki problémák megoldása → **hangmérnök**

2006.01.17.

Lakatos Gergely: Stúdiógyakorlat

34