

Beszédérthetőség hangosított sportlétesítményekben és visszhangos termekben

Dr. Balogh Géza Ph.D.
a műszaki tudomány kandidátusa

Bevezetés

Mi okoz problémát? Mi a szokatlan a feladatban?

A válasz: a nagy utózungési idő,
a nagy zaj,
a nagy méret,
Ezek a hangosított beszéd megértését
ellehetetleníthetik.

HANGFELVÉTEL1.

„Beszédérthetőség” betűkkel

**ZAVARJA
ÖJANT
ANTA
VITASSZ-
HASSZNG?**

Bevezetés

Sportlétesítmények főbb jellemzői: Nagy térfogat: 10 000- 1 500 000m³
Kevés hangelnyelés: költségcsökkentés
Nagy utózungési idő: 3-15sec $RT(\alpha, V, 1\text{kHz}) \sim 40\text{sec}$, ha V nagyon nagy.
Nagy közönség zaj: 90-**110dBA** Irodalmi adat és saját mérésünk szerint is.

Előcsarnokok főbb jellemzői: Térfogat: 2000- 25 000 m³
Kevés hangelnyelés: költségcsökkentés, szándékosság
Nagy utózungési idő: 3-10sec
Közönség zaj: 60-95dB

Templomok, imaházak főbb jellemzői: Térfogat: 2000- 25 000 m³
Kevés hangelnyelés: szándékosság, hagyomány
Nagy utózungési idő: 3-10sec
Közönség zaj: 50-75dB

Követelmények

1. Beszédérthetőség: STI min 0.45 „fair” kategória;
FIFA: 0.55; UEFA2020: 0.7
2. Hangnyomás: Zajszint + 15dB; területi eloszlás +/- 4dBA.
FIFA: 100/105dBA +/-3dBA; UEFA2020:110dBA +/- 4dBA
120sec
3. Frekvencia átvitel: megrendelőtől is függ;
FIFA:120-5000Hz +/-3dBA; UEFA2020:160-12000Hz +/- 8dBA
4. Élethű közvetítés: megfelelő hangirány, felismerhető beszélő, jó szubjektív
megítélés
5. Torzítás: <5%
6. Irány-jelleggörbe: erősen irányított
7. Hangrendszer zajszint: a nézőtéren max. 46dBA
8. Környezet zavarása: környezeti zaj előírások szrt.
9. Területi eloszlás: lehető legegyenletesebb 2.pont szrt.

Megoldás

Erősen irányított hangsugárzók kell alkalmazni, ill hangsugárzó rendszereket (clustereket) kell tervezni.

Szakértői koncepció a hangrendszer tervezéséhez.

A koncepció helyességét megvalósíthatóságát számításokkal kell igazolni.

Ezután célszerű modellt készíteni amelyet ellenőrizni kell nemzetközileg elismert számítógépes programmal.

A tervezéshez kellő elméleti felkészültség és nagy szakmai gyakorlatra is szükség van.

Különösen fontos a szaktervezés mellett a szakszerű kivitelezés is.

Beszédérthetőség

BESZÉDÉRTHTETŐSÉG KUTATÁSA

- V.M.A.Peutz, T. Houtgast, Steeneken: algoritmusok a fizikai jellemzők és a beszédérthetőség között. Útőbbiak: Modulációs transzfer funkciós módszert dolgozták ki.
- Fizikai alap mennyiségek: **DIREKTHANG / DIFFÚZHANG**
- %PB word; Logatom, Alcons; **STI**, RASTI, később **STIPA**, STITEL
- Mérési módszerek az elvi alapokon kidolgozásra kerültek.
- Szabványok: IEC 60268-16:2011, MSZ EN 60268-16:2011 (Elsősorban Houtgast szerint)
- FIFA
- UEFA

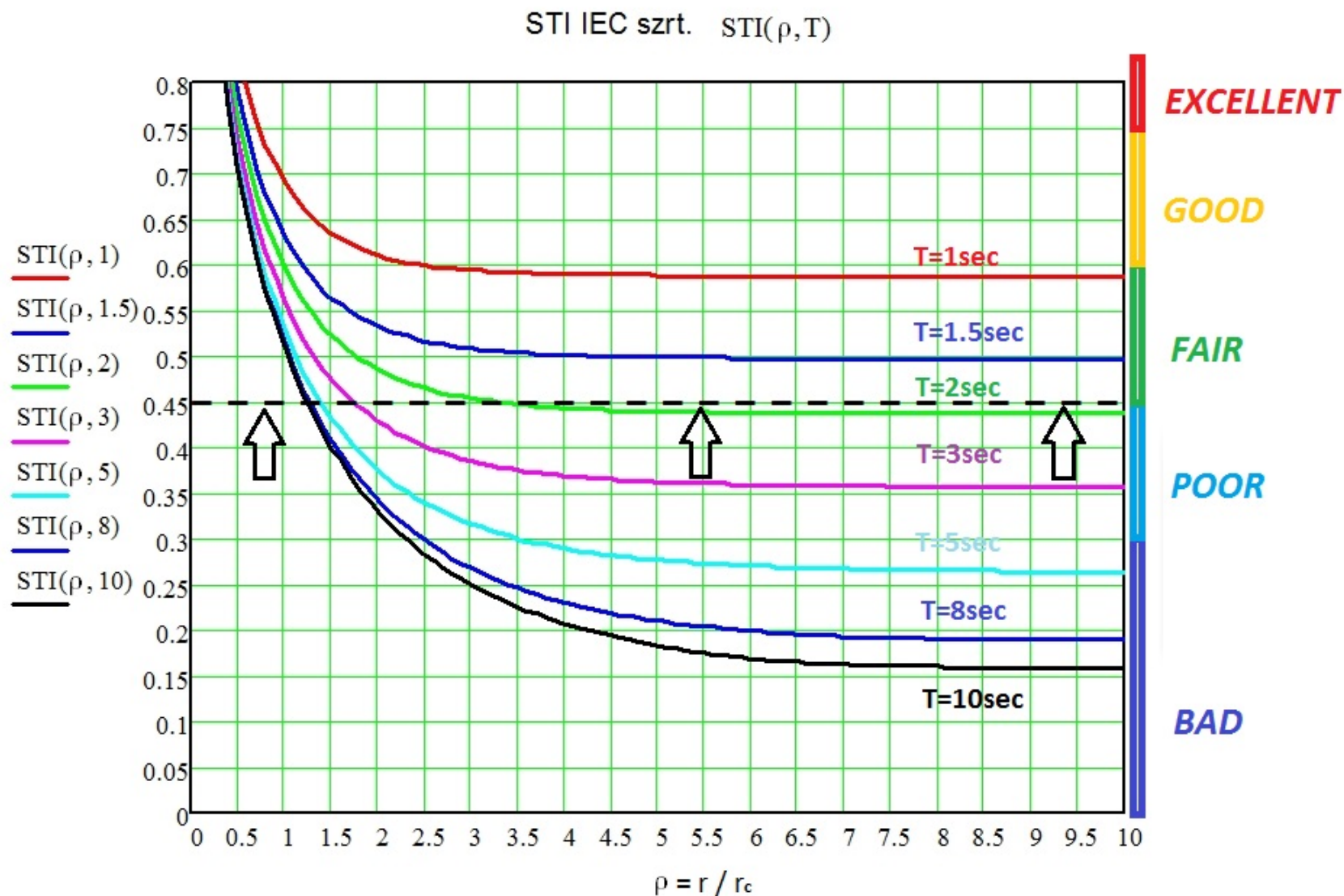
INTERTON: STI, RASTI napi használatban van a megalakulása azaz 1990 óta tervezéshez, számítógépes modellezéshez, akusztikai mérésekhez.

1990 saját STI és tervező pgm, 2000 után vásárolt nagy teljesítményű pgmok.

Fontos az alap koncepció, az első terv, majd ezt lehet finomítani a pgm-kal.

Houtgast ill az IEC 60268-16 2011 szrt.
Az elvi összefüggéseket feldolgozva,
egyetlen frekvenciára
számítógépes programot írva
kapjuk a diagramot.

$$r_c = \text{const } \sqrt[3]{Q_e}$$



A hangsugárzás irányítása

A hangrendszer beszédérthetősége az adott teremben **Q növelésével** biztosítható.
Q irányítási tényező növelhető:

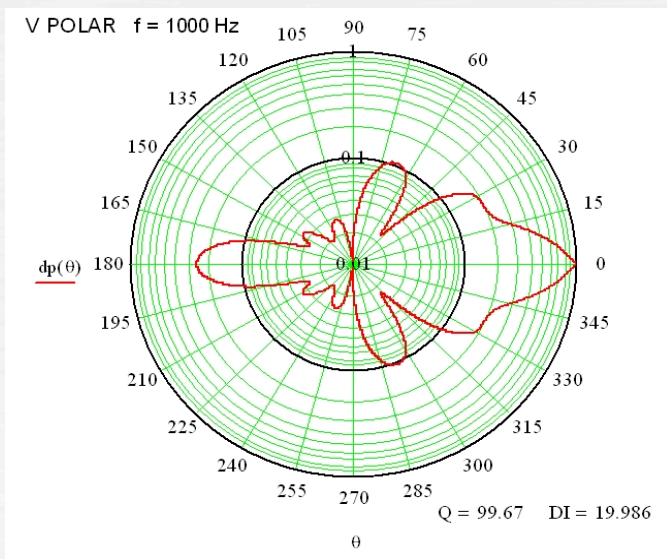
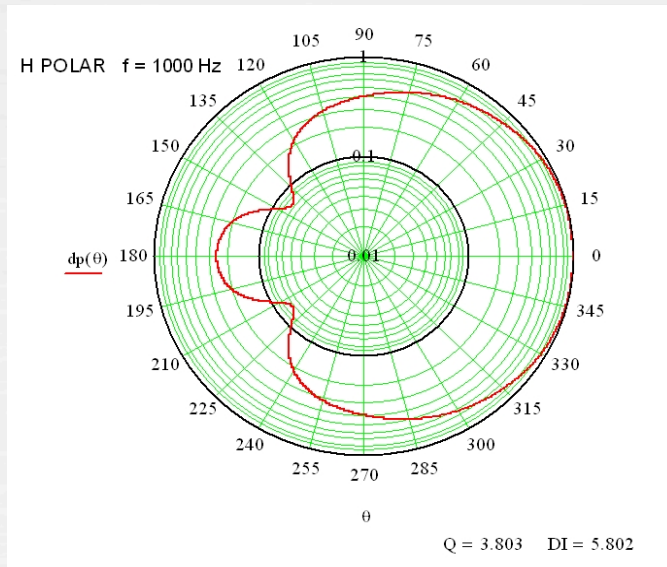
a.) Térszűkítés

b.) Gradiens

c.) Szuperpozíció

- több forrás elosztva
- több forrás központosítva
 - cluster
 - vonal (Z)
 - interferencia (X)
 - felület (Z,Y)

d.) Kombináció

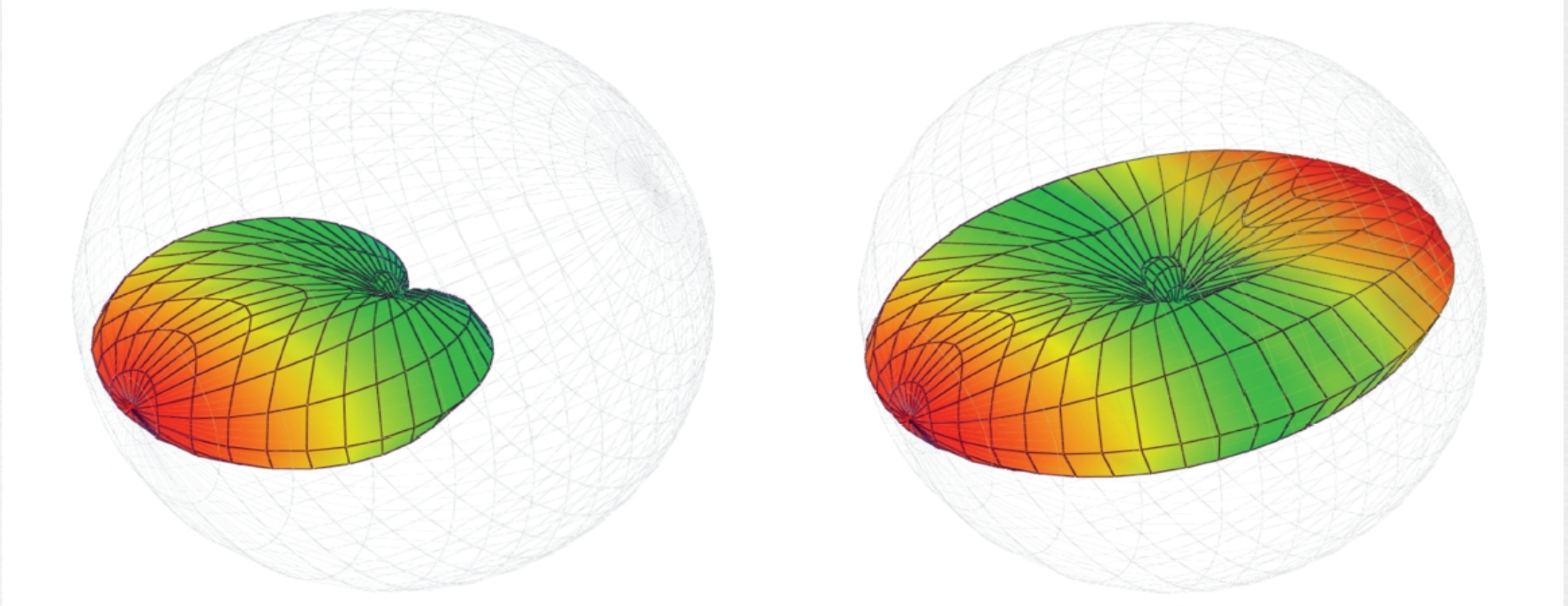


$$Q_V(f) = \frac{(|p(f, 0)|)^2}{\int_0^{2\pi} [(|p(f, \varphi)|)^2 \sin(\varphi)] d\varphi}$$

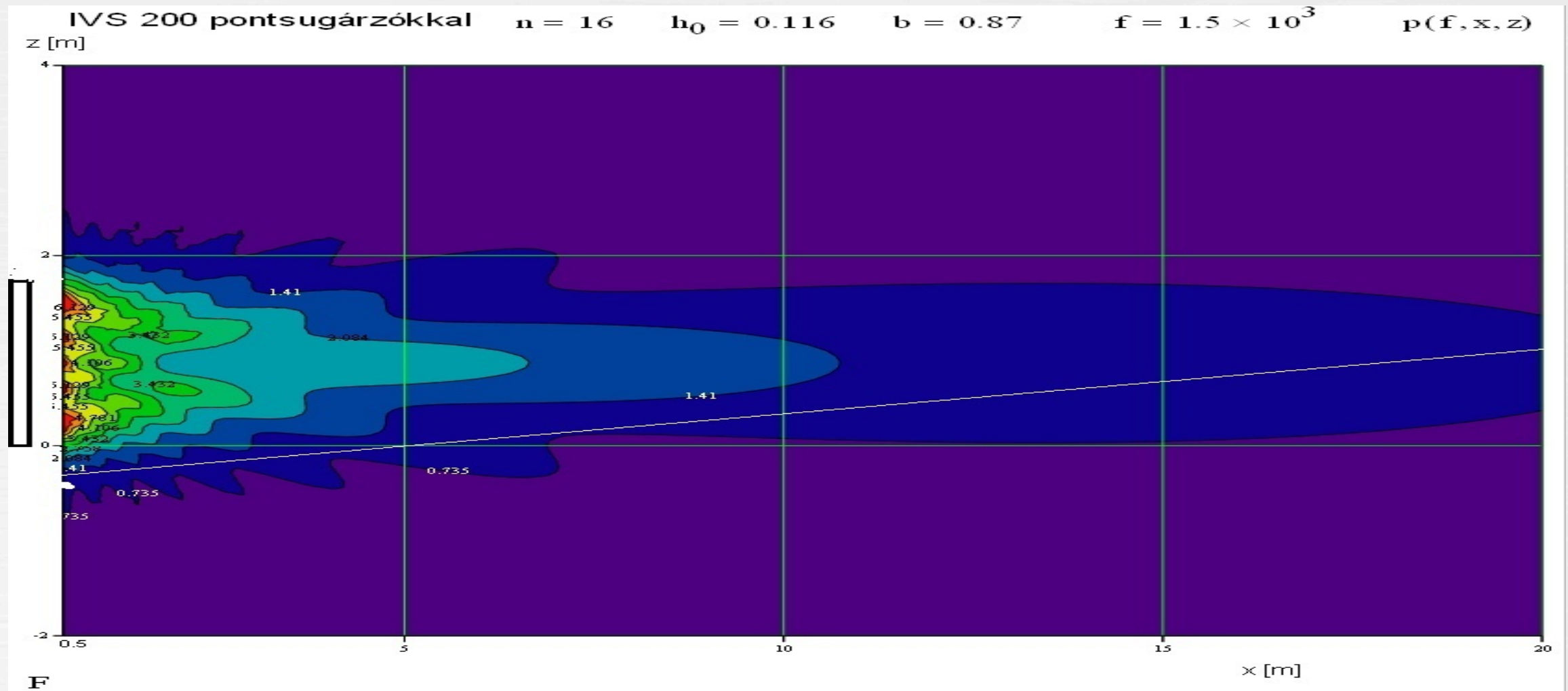
$$Q_t(f) = \frac{4\pi(|p(f, 0, 0)|)^2}{\int_0^{2\pi} \left[\int_0^\pi [(|p(f, \theta, \varphi)|)^2 \sin(\varphi)] d\theta \right] d\varphi}$$

$$Q_t(f) = \sqrt{Q_V(f) \cdot Q_H(f)}$$

IVSK201 kardiodoid vonalsugárzó kardiodoid ballon / szokványos vonalsugárzó ballon 500 Hz-en.

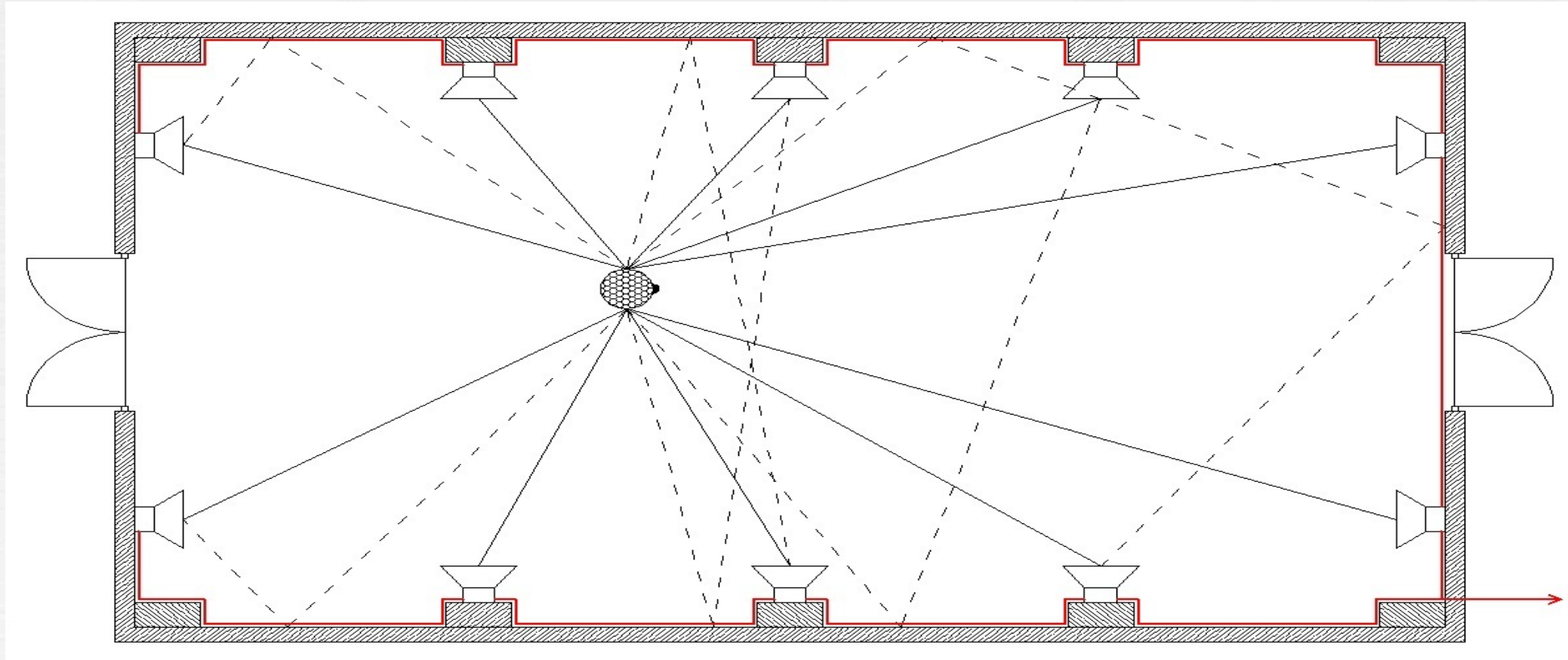


IVS 201 vonalsugárzó modell



Elosztott rendszer

A teremben mennél több és kisebb méretű a hangsugárzó annál kisebb az eredő Q irányítási tényező!



Mennél több a hangszóró annál kisebb következképpen annál irányítatlanabb



Debreceni Sportuszoda

Európa bajnokság
Sportvezetőinek
gratulációja a kiváló
hangzásért. SPL:
106-110dB,
jó érthetőség, STI:0.55



Phoenix csarnok
36.Tornász VB
Debrecen.

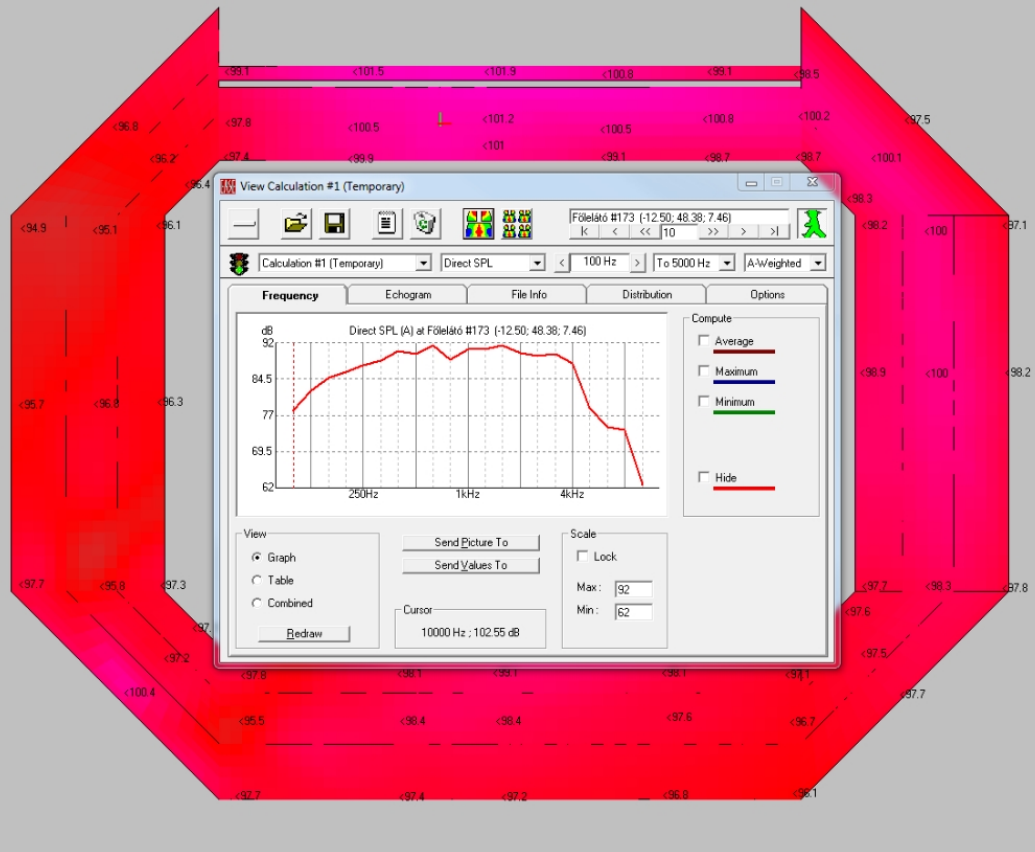
106dB SPL
Üres terem: STI 0.5
Teleterem: STI 0.6
8000 néző.



Phoenix csarnok Debrecen

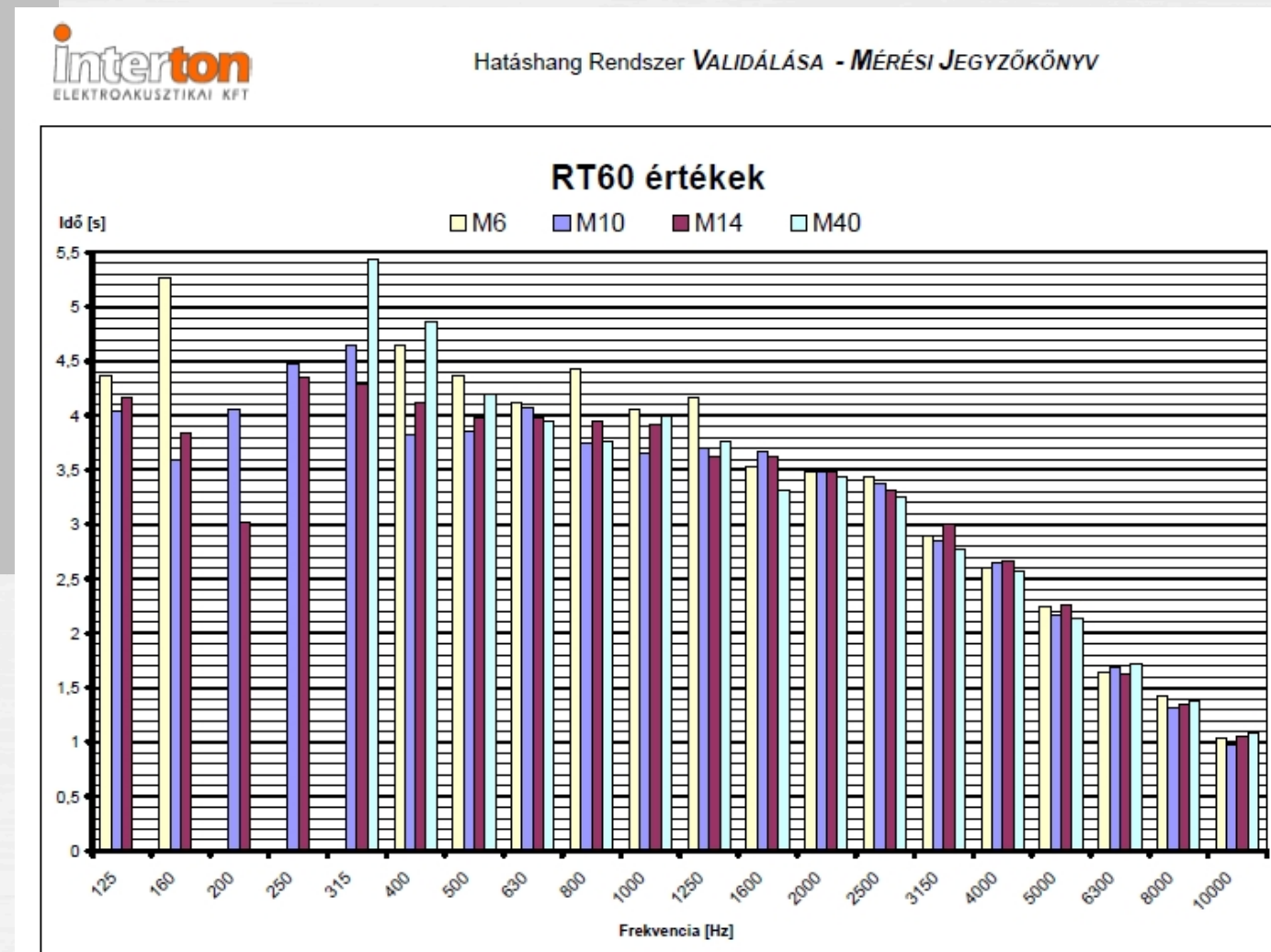






Direkt hang eloszlás EASE modellel

RT60 mért értékek: 4sec(!), pedig nem zárt



FTC Groupama Aréna

Jellemzően:

105 dB SPL

115dB peak

Üres: STI-PA 0.55

Tele: STI-PA 0.60

Mérés 40 ponton





Nagyerdei Stadion Debrecen

Jellemzően:

100 dB SPL

110dB peak

RT (1kHz) 3.6 sec

Üres: STI-PA 0.53

Tele: STI-PA 0.56

Mérés 17 ponton



Keleti pályaudvar
Budapest

Régi rendszer:
HANGFELVÉTEL1.

2014: új hangrendszer:
HANGFELVÉTEL2.



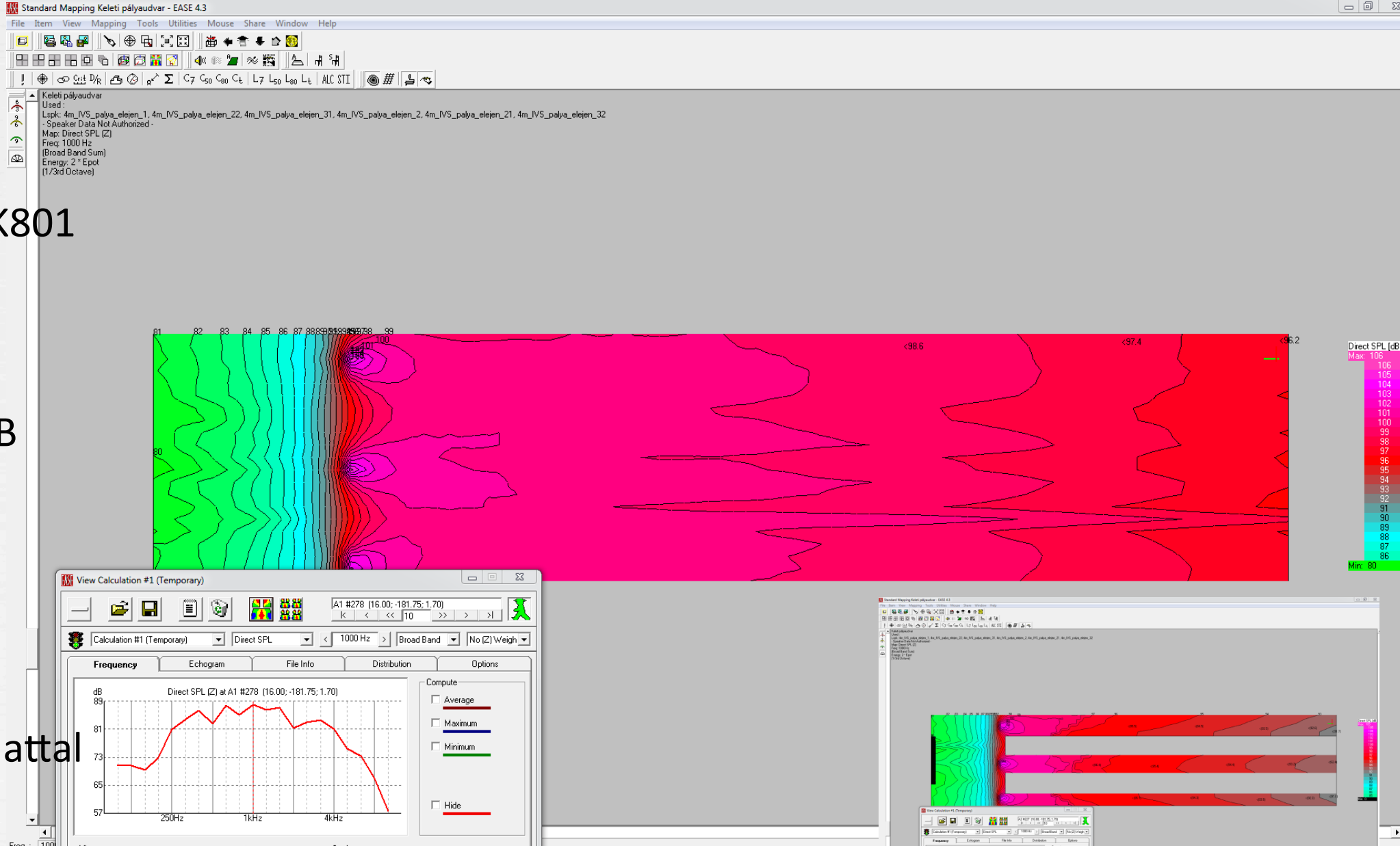
Keleti pályaudvar

Interton hangrendszer:

Qsys digitális központ ,
Felügyelt erősítők,
Digitális hangvonalak,
Zajszint vezérelt
hangerő,
Zavarszegény hangsug.
vonalak

Kardioid vonalsugárzók
IVS K801,...IVS K201
(8m- 2m hosszúság)
Kardioid felületsugárzók





3db Interton IVS K801

EASE modell
1dB lépésekkel!
Lényegében:4-5dB
esés 130m –en!

Vonat nélkül/ vonattal

Keleti pályaudvar csarnok

RT : 6sec

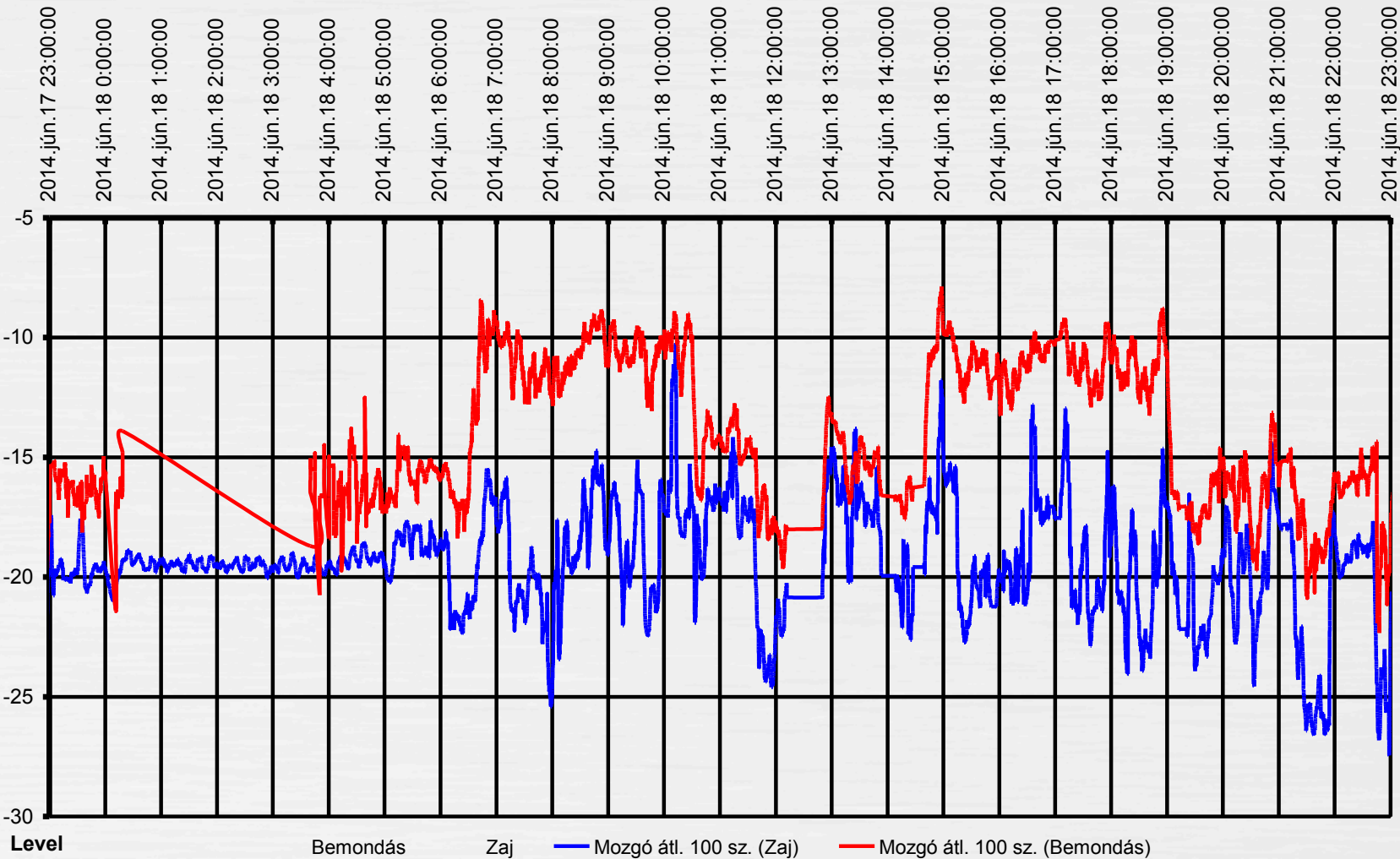
Interton hangrendszer:

STIPA: 0.561

60 mérő pont átlaga

Hangnyomás környezeti
zaj függvényében
automatikusan változhat,
vagy beállítható.

Mérő mikrofon jele >





Keleti pályaudvar
Lotz terem

Interton
hangrendszer
1db IVS K301
Kardioid
vonalsugárzó.
STIPA:0.55



Páduai Szent Antal templom Békéscsaba



Páduai Szent Antal
templom
Békéscsaba

Régi rendszer sok kisebb
hangoszlop: STIPA :0.35

Interton hangrendszer:
2db IVS K201
STIPA :0.72



Tihany

Bencés Templom

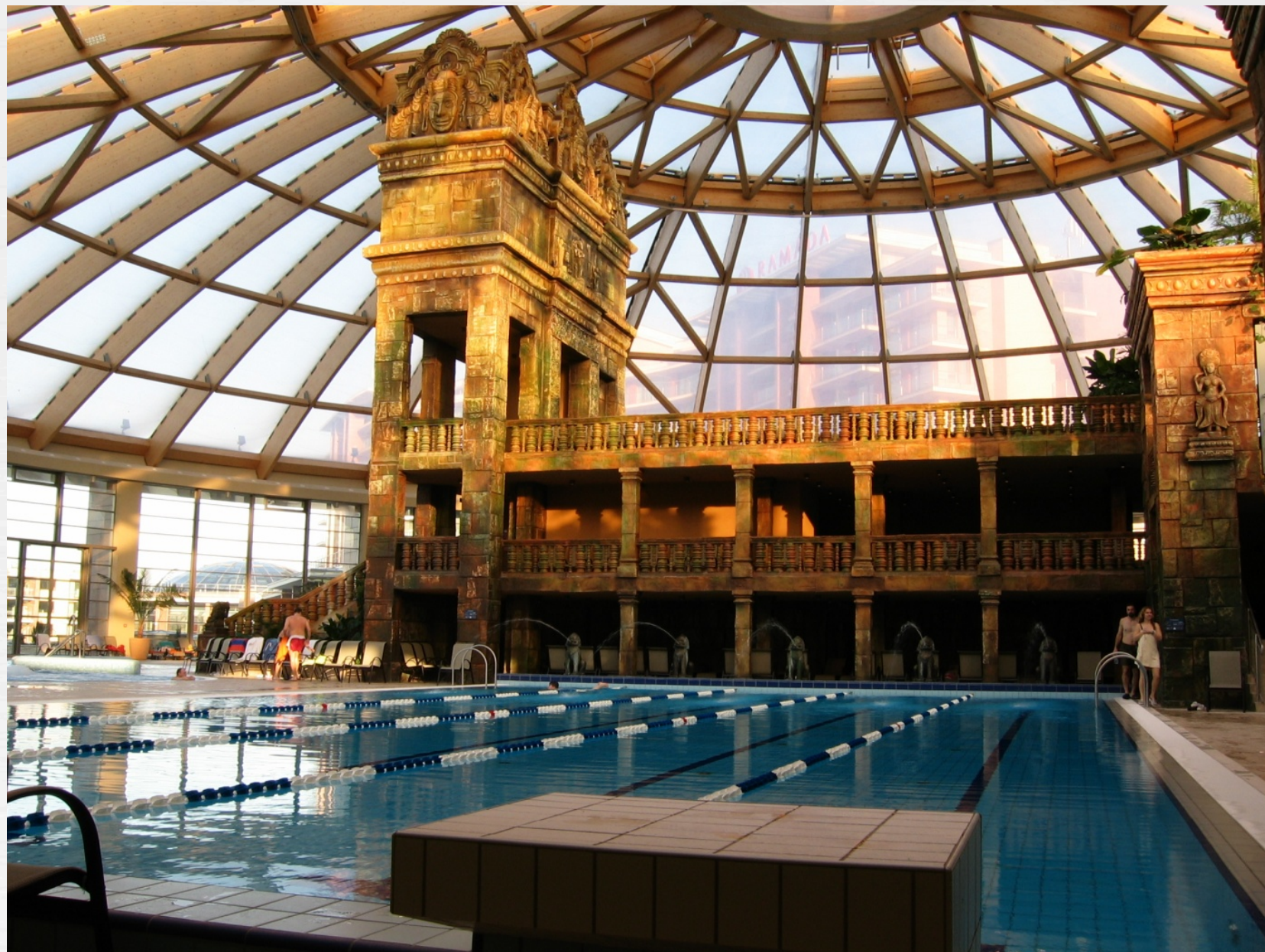


Tihany

Bencés Templom
1db IVS K201



Aquaworld, Budapest



Aquaworld, Budapest



Aquaworld, Budapest



KÖSZÖNÖM A FIGYELMÜKET!!

