

# Meyer Sound Low Mid Beam Control (LMBC)

## kontrollált hanglesugárzás a teljes hangspektrumban

A line-array hangsugárzó fűrtök alakját a fűrtöt alkotó hangsugárzószám függvényében úgy formáljuk, hogy a lesugározandó terület minden pontjára jusson magas hang. Azonban a mélyközép frekvenciák nyalábformája nem fogja követni a hangsugárzófűrt „görbítésével” előállított magas frekvenciás nyalábformát. Minél hosszabb egy fűrt, a mélyközép frekvenciás nyalábja annál „hegyesebb” lesz, egy helyre fókuszál, a mélyközép tartománynak a lesugárzott területen lesz hangszintbeli szórása, a távolság függvényével a tonalitás változik. A probléma megoldása komplex kihívás elé állította a Meyer Sound mérnökeit: újraformálni a mélyközép frekvenciák nyalábformáját a magas hangok nyalábformájának újraformálásával vagy kompromittálása nélkül.

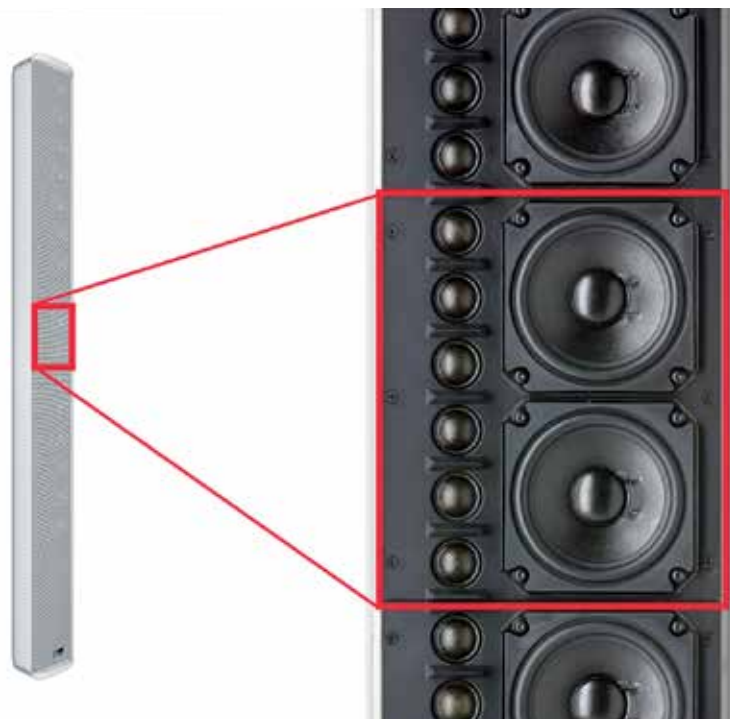
## Amplitúdó és fázis a magas frekvenciartományban

Hangnyalábok irányítását kétféle módon lehet elérni: a több forrásból származó hanghullám fázisának processzálásával vagy azok fizikai eszközökkel történő irány szabályzásával. A két megoldás közötti különbséget leginkább vonalsugárzó magas frekvenciás irányításának vizsgálatával lehet megérteni.

A vonalsugárzó egyik típusa az oszlopsugárzó, mely jellemzően nem alkalmaz tölcseréket vagy hullámterelőket a magas frekvenciák megszólaltatásáért felelős hangszórók előtt. (1. ábra)

Azokon a helyeken, ahova az egyes magasugárzó által előállított jel kvázi egy időben érkezik meg, összeadódik, ahova különböző időben, ott kioltás lesz tapasztalható. (2. ábra)

A hangnyaláb irányítását ez esetben fázisprocesszálással lehet megvalósítani, mégpedig oly módon, hogy az egyes hangszórók közötti távolságot és az egyes hangszórókhoz jutó jel feldolgozását (pl. késleltetését) helyesen kell megválasztani ahhoz, hogy minden frekvencián azonos legyen az irányítottág, ne alakuljanak



► 1. ábra: Vonalsugárzó magassugárzóinak a nagyított részlet bal oldalán

ki nemkívánatos nyalábok, se rossz irányban sugárzó nyaláb. (3–4. ábra)

A vonalsugárzó másik típusa az önálló hangsugárzó modulokból felépített vonalsugárzó fűrtök, ahol tölcseréket és/vagy hullámterelőket alkalmaznak a magas frekvenciák irány szabályzásához. (5. ábra)

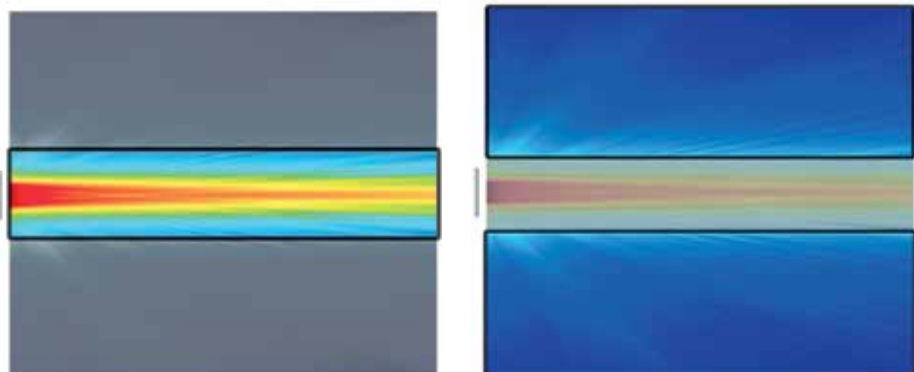
Ez esetben a modulokkal megcélazzuk a kívánt területet, azaz fizikailag oda irányítjuk a magas hangenergiát, ahova szeretnénk. Ezt az intuitív módszert hívjuk **amplitúdóirányítással történő nyalábformálásnak**. Modern line-array rendszerek esetén ezzel a módszerrel lehet nagy területre megfelelő karakterisztikájú magas frekvenciás hangnyalábot eljuttatni. (6. ábra)

## Fázis a mélyközép frekvenciartományban

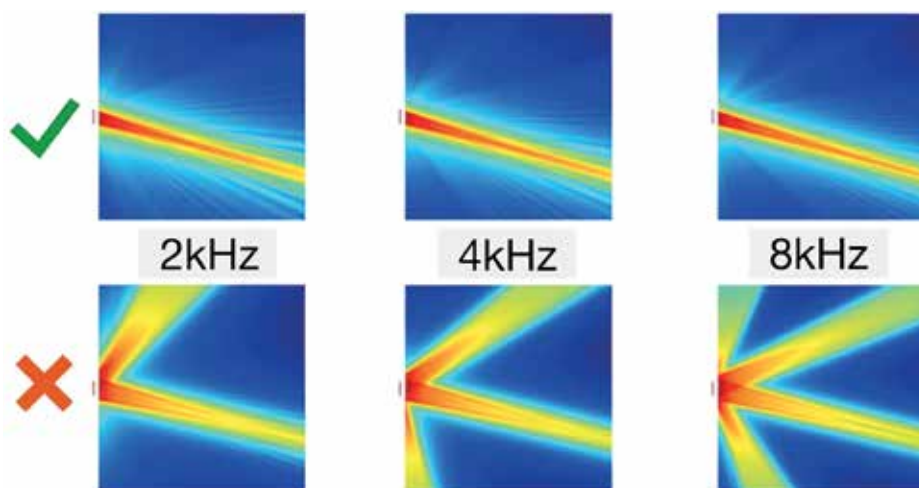
Az amplitúdóirányítással történő nyalábformálás azonban egyre kevésbé hatásos a hangspektrum alsó szegmensében, ugyanis az egyre mélyebb frekvenciához tartozó hullámhossz egyre nagyobb, és irányítani csak a hullámhosszal összemérhető méretű fizikai hullámterelőkel lehet. (7. ábra)

A mélyebb frekvenciákon tehát a **fázishelyzettel történő nyalábformálás** lesz mérvadó. (8. ábra)

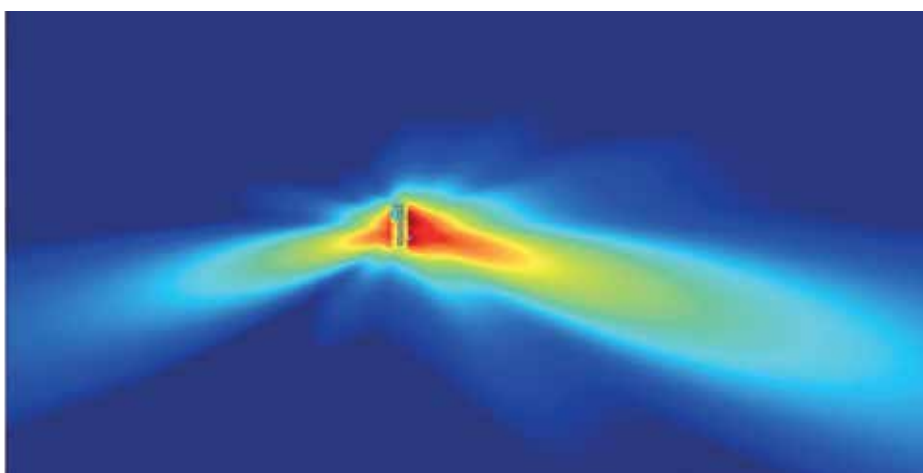
A mélyközép frekvenciartomány fázishelyzettel történő nyalábformálása mögött a következő fizikai jelenség áll: növekvő számú hangsugárzó



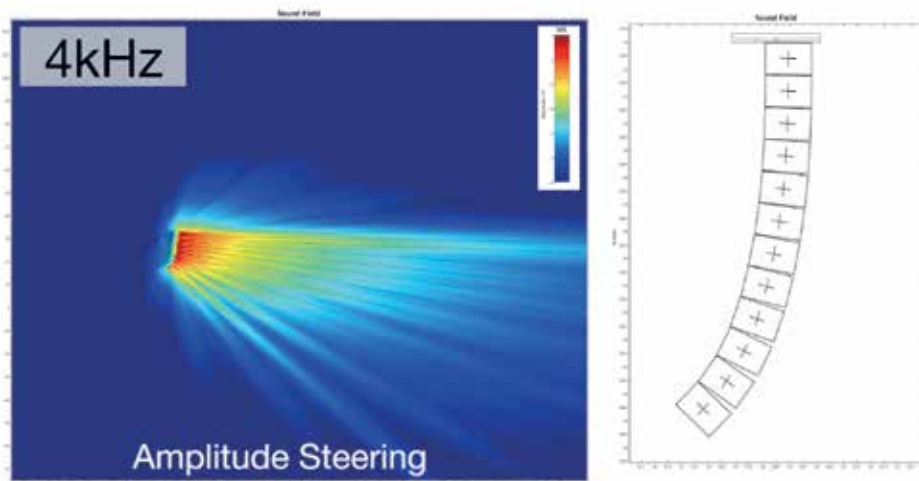
► 2. ábra: Bal oldalon bekeretezve a terület, ahol összeadódás tapasztalható, jobb oldalon bekeretezve a területek, ahol kioltás tapasztalható



► 3. ábra: Felül a több frekvencián is helyes karakterisztikával rendelkező nyalábformálás, alul a helytelenül megvalósított, melléknyalábokat is tartalmazó nyalábformálás



► 4. ábra: Az előre (ez esetben jobbra) néző fő nyaláb mellett hátrafelé irányuló nyalábot is létrehozó hangoszlop



► 6. ábra: Amplitúdóirányítással megvalósított magas frekvenciájú nyalábformálás

gárho alkalmazása esetén, a tér tetszőlegesen kitüntetett pontján a mélyközép frekvenciatartományt vizsgálva virtuálisan nincs jelszinteltérés az egyes hangforrások felől beérkező jelszintekben (mivel egyre inkább „gömbös” a sugárzás karakterisztikája), egyedül a beérkező jelek fázisa fog különbözni attól függően, hogy milyen távol vagyunk az egyes hangszugárzóktól. A fáziseltérés van, ahol összeadódást, van, ahol kioltást

fog létrehozni. A hangszugárzószám emelésével szűkül az a terület, ahol összeadódás tapasztalható, a nyaláb szélei egyre közelebb húzódnak a középvonalhoz, létrejön egy kitüntetett irány. Több hangszugárzó használatával a mélyközép sugárzás hangerőszintje magasabb, de karakterisztikája szűkebb, mint ha csak egy hangforrást alkalmaztunk volna. Ez a fázishelyzettel történő nyalábformálás. (9. ábra)

## A kihívás

Egy tipikus line-array alkalmazás során lehetőségünk van aszimmetrikus magas frekvenciás lesugárzást előállítani úgy, hogy a távolabbi pontokra néző hangszugárzómodulok között kisebb, a közelebbi pontokra nézők között pedig nagyobb nyitási szöveget állítunk be. Ahogy az várható, a magas nyaláb formája leköveti a nyitószögben alkalmazott különbségeket. De a mélyközép nyaláb formája nem lesz azonos a megvalósított magas nyalábformával, mivel a nyalábformálás módszere nem azonos. Hogyan lehet tehát megváltoztatni a mélyközép nyalábformát minimális költségekkel és nem kívánt mellékhatások nélkül? (10. ábra)

## Nem célravezető megoldások

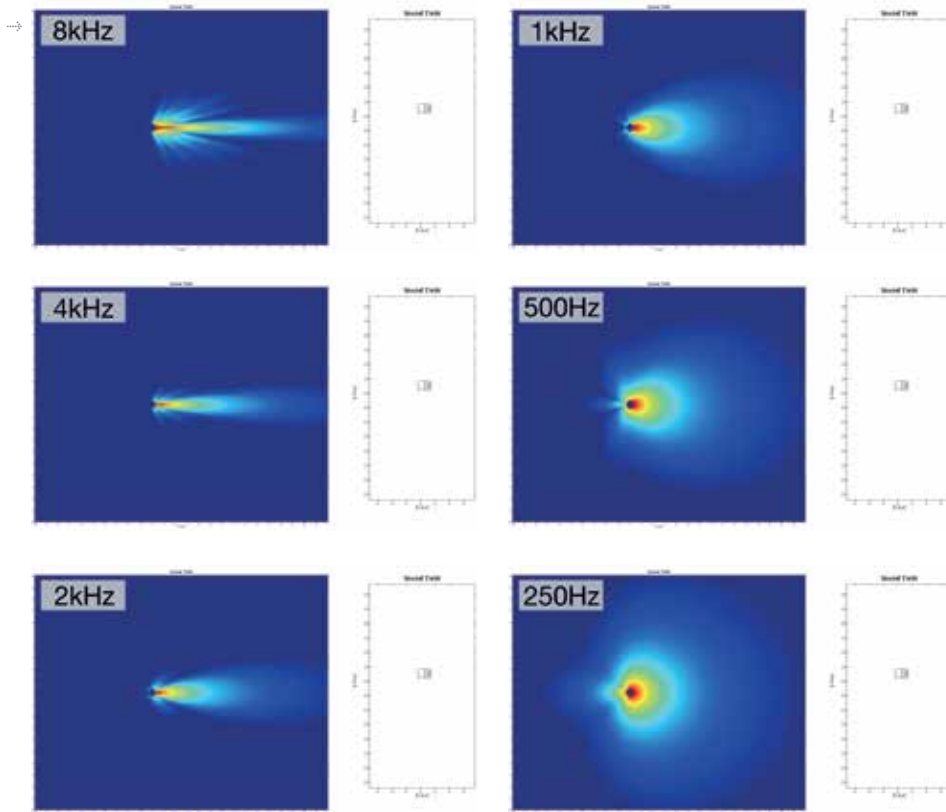
A közelebbi pontokra néző hangszugárzókon történő hangszintcsökkentés nem vezet célra, mivel nagymértékben befolyásolja a magas nyalábformát, de a mélyközép nyalábformára csak kis hatással van. Ez a beavatkozás ráadásul a



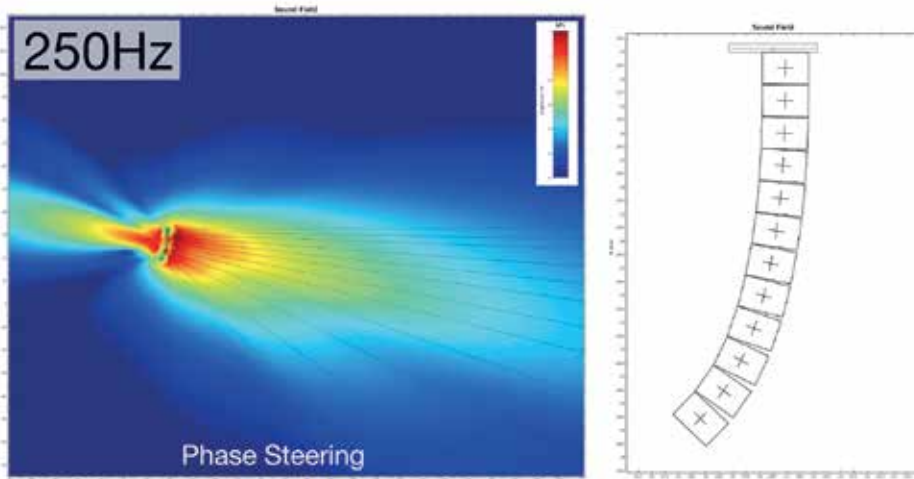
► 5. ábra: REM (Ribbon Emulation Manifold) hangtölcsér

hangrendszer dinamikatartomány-tartalékait nagymértékben csökkenti, mivel lesznek olyan hangszugárzók, melyek elérik a teljesítőképességük határát (a fűrtben magasabban helyet foglaló hangszugárzók már limitálnak), míg az alsók nem futják ki magukat. (11. ábra, 12. ábra)

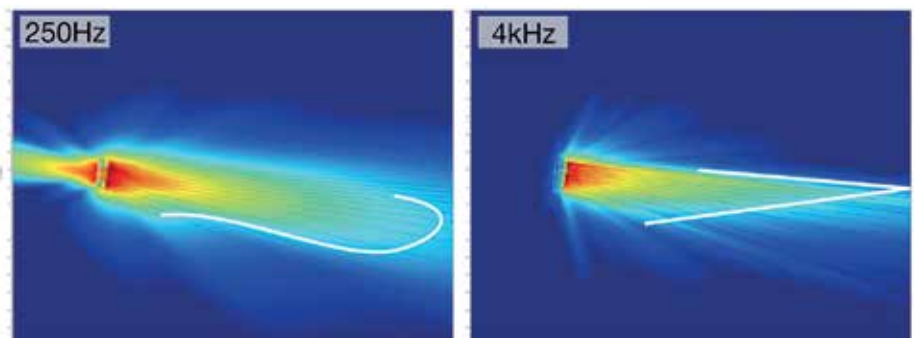
Kevesbé agresszív beavatkozás a frekvenciafüggő hangszintállítás alkalmazása (azaz mély frekvencián alkalmazott lepkeszűrővel történő →



► 7. ábra: Egy hangszugárzó sugárzási karakterisztikája különböző frekvenciákon. Látható, hogy a magas driver működési tartományában (8-4-2 kHz), ahol az amplitúdóirányításban a tölcser vesz részt, a hangszugárzó igen irányított sugárzási karakterisztikával rendelkezik, ahol pedig a papírmembrános középsugárzók veszik át a szerepet, ott egyre kisebb a direktivitás, egyre inkább „gömbössé” válik a sugárzási karakterisztika

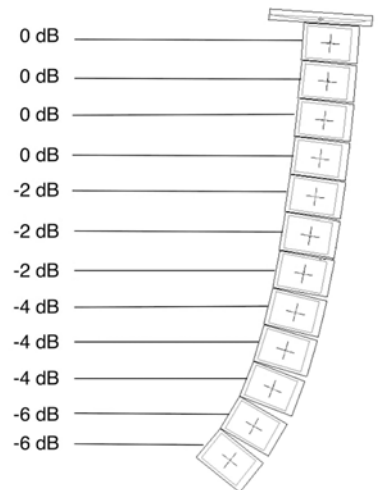


► 8. ábra: Fázishelyzet-irányítással megvalósított mélyközép frekvenciájú nyalábformálás, mely automatikusan létrejön a 6-os ábrán bemutatott görbület megvalósítása esetén



► 10. ábra: Azonos görbületű fűrt esetén eltérő nyalábformák különböző frekvenciákon

## GAIN



► 11. ábra: Gain szabályzás alkalmazása az egyes hangszugárzók meghajtása során

vágás) a közelebbi pontokra néző hangszugárzókon, ami már nincs hatással a magas nyalábformára, de szintén csak alacsony hatása van a mélyközép nyalábformára. (13. ábra, 14. ábra)

Amennyiben eltérő késleltetésértékeket állítunk be az egyes hangszugárzókhöz, úgy hatásonként irányíthatjuk a mélyközép frekvenciákat, azonban katasztrofális hatása van magas frekvenciákon. (15. ábra, 16. ábra)

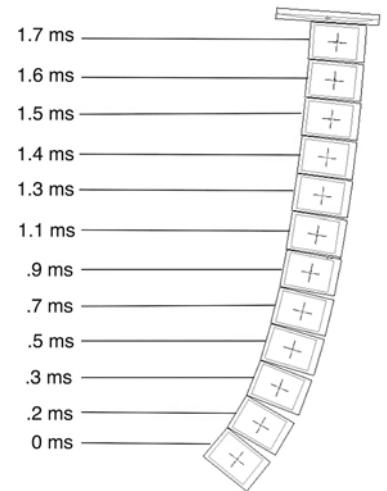
## Meyer Sound Low Mid Beam Control

Az aktív, speciális jelfeldolgozást igénylő, fázishelyzettel történő eltérítés lehetőséget teremt a mélyközép frekvenciák irányításának és nyalábformálásának új módjára. Ez a módszer kevésbé intuitív, sokkal kevésbé kézzelfogható, mint az egyszerű amplitúdóirányító módszer, hiszen itt a hangnyalábot más irányba görbítjük, mint ahova a hangszugárzók fizikailag irányítva vannak.

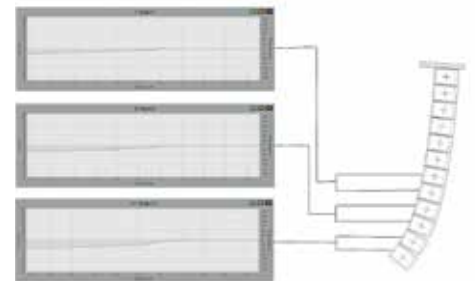
A megoldás alapja a modern digitális rendszerprocesszorok korábban rendelkezésre álló frekvenciafüggő késleltetés alkalmazása. Ezek a szűrők lehetővé teszik bizonyos frekvenciatartományok késleltetését a fölttük található frekvenciákba történő beavatkozás nélkül. Körültekintően megválasztott IIR filterekkel lehetőség van eltéríteni (steer up) vagy kiterjeszteni (spread) a mélyközép frekvenciák nyalábját, hogy az minél jobban közelítse a magassugárzók nyalábformáját. Hogy sikeresen megvalósíthassuk a nyalábformálást, hangszugárzónként egyedi jelprocesszálásra van szükség, továbbá arra, hogy bármilyen mélyközép frekvencián (<1 kHz) végrehajtott hangszínszabályzás minden hangszugárzón azonos módon beállításra kerüljön. (17. ábra)

A Meyer Sound Galaxy rendszerprocesszorok 2016 őszi debütálásával jött el az a jelfeldolgozási teljesítmény, mely lehetővé teszi a fenti

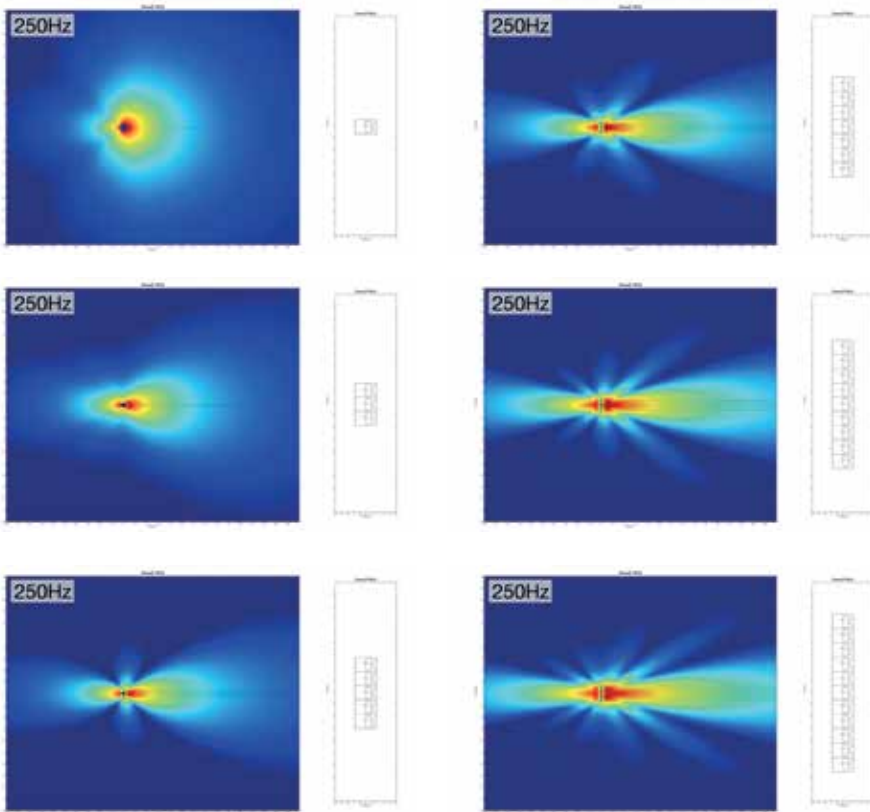
# Delay



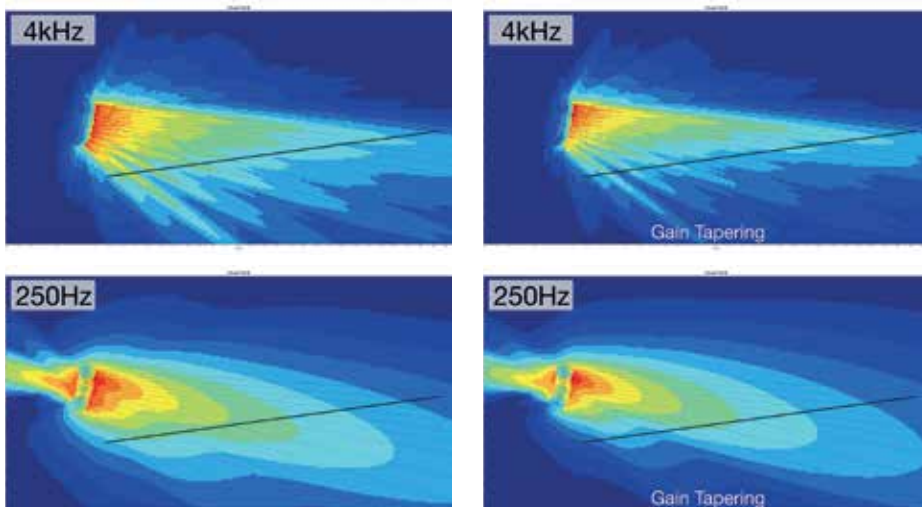
► 15. ábra: Késleltetés alkalmazása az egyes hangszugárzók meghajtása során



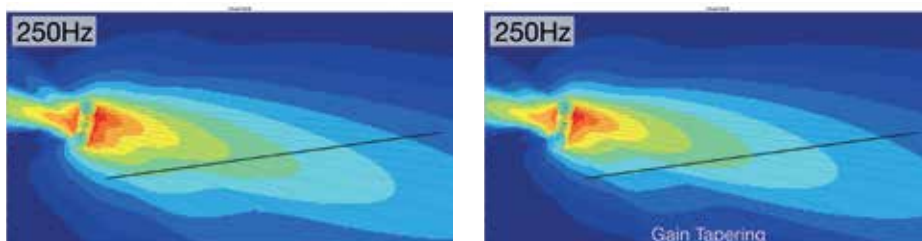
► 13. ábra: Frekvenciafüggő gain szabályzás alkalmazása az egyes hangszugárzók meghajtása során



► 9. ábra: Több hangszugárzó sugárzási karakterisztikája azonos frekvencián. Látható, hogy több hangszugárzó karakterisztikája mélyközép frekvencián szűkebb, mint ha csak egy hangforrást alkalmaztunk volna



► 12. ábra: Bal oldalon az eredeti, jobb oldalon a gain szabályzás utáni állapot. Látható, hogy a beavatkozás a mélyközép frekvenciák nyalábformájára kis hatással van, míg a magas tartomány nyalábformáját jelentősen változtatja



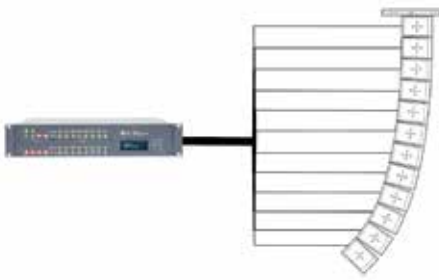
► 14. ábra: Bal oldalon az eredeti, jobb oldalon a frekvenciafüggő gain szabályzás utáni állapot. Látható, hogy a beavatkozás a mélyközép frekvenciák nyalábformájára kis hatással van

nyalábirányítási technológiák megvalósítását. A Meyer Sound Galaxy-végfelhasználók számá-

ra 2018. tavaszától nyílik lehetőség az LMBC technológia pár gombnyomással (!) történő

bekapcsolására, a számításokat a rendszerprocesszor automatikusan elvégzi a felhasználó helyett. A Meyer Sound MAPP XT hangterjedés-predikciós szoftver 1.2-es verziójától kezdve lehet LMBC beállításokkal tervezni, a Meyer Sound COMPASS rendszerprocesszor-vezérlő szoftver 4.3.1 verziójától került beépítésre az LMBC-képesség.

Az LMBC fűrtönként maximum 32 darab Meyer Sound LEO, LYON, LEOPARD, LINA/MINA, MICA, M'elodie, MILO, M3D és M2D hangszugárzó esetén alkalmazható. A steer up üzemmód nem ad optimális eredményt, amennyiben a fűrt teljes nyitásszöge több, mint 45 fok, illetve a spread üzemmód nem ad optimális eredményt, amennyiben a fűrt teljes nyitásszöge több, mint 95 fok. Ezek teoretikus korlátok, hiszen a valós élet tipikus alkalmazásai ezen határokon belül vannak. Erősen javasolt processzorkijáratonként egy hangszugárzó meghajtása, azonban lehetőség van a hangszugárzók kettesével történő meghajtására is, amennyiben a hangszugárzósám meghaladja a 12-t fűrtönként. A feleannyi kijáratot igénylő megoldással processzor-erőforrást lehet megtakarítani, de a kevésbé finom felbontású szabályzással csekély kompromisszum jár. Az LMBC-t nem lehet vegyes, azaz down fillként a család



▶ 18. ábra: Fürtönként akár egy processzort „elfogyaszt” az ideális nyalábformálás

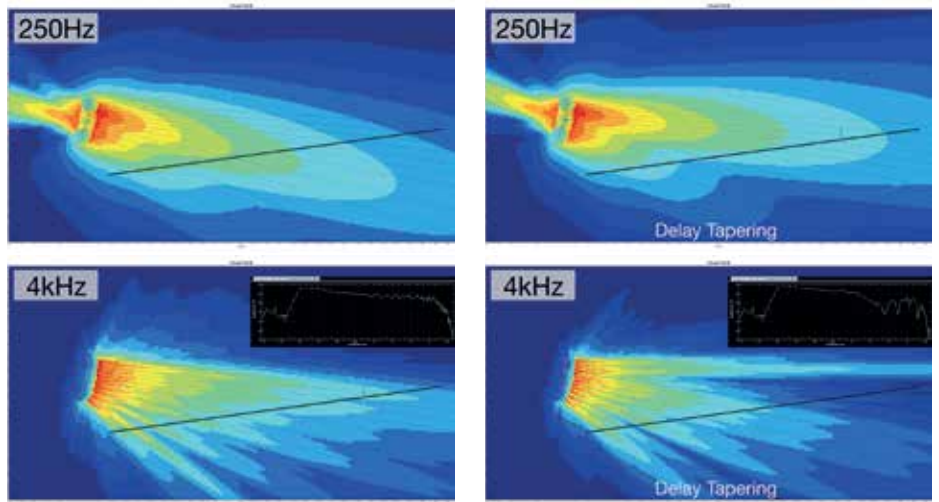
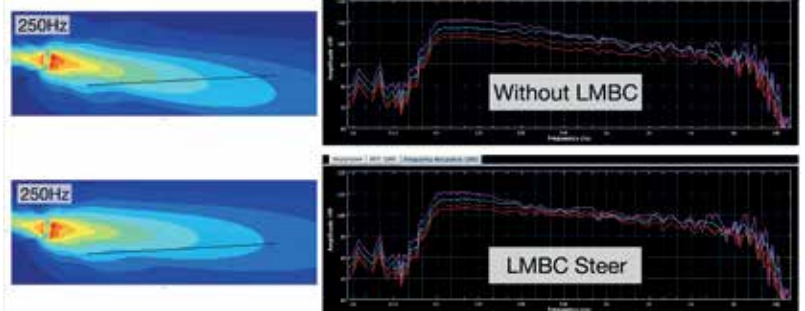
→ eggyel kisebb méretű hangszugárzóit tartalmazó fürtökön alkalmazni. (18. ábra)

Az LMBC alkalmazásával a teljes nézőtérben azonos mennyiségű és minőségű mélyközép tartományt lehet előállítani. Az LMBC működési tartományában, azaz 150 Hz és 1 kHz között a távolságtól függetlenül sokkal kisebb lesz a jelszintbeli szórás, azaz a nézőtér közeli és távoli pontjaiban nem változik a hangrendszer hangképe, a hangrendszer energiája ideálisabban van felhasználva, a mélyközép tartomány távolabb szól. (19. ábra)

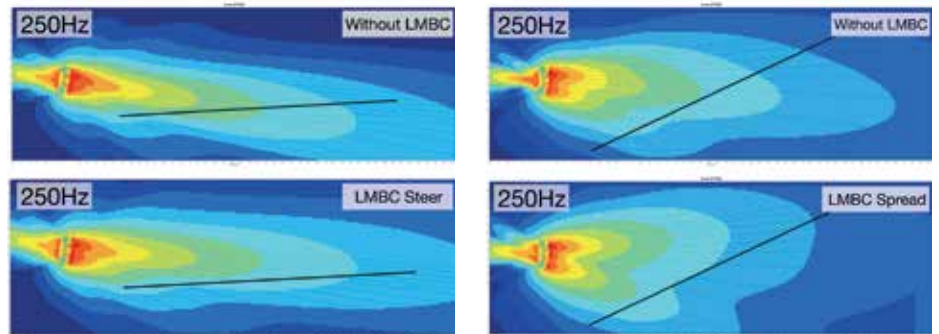
**BOB MCCARTHY**

előadását Rédei Bálint fordította

▶ 19. ábra: Felül az eredeti nyalábforma és a 4 pontban felvett frekvenciaválasz (mérőmikrofon @65m, @100m, @135m, @170m), alul a „steer up” üzemmóddal előállított nyalábforma és a 4 azonos pontban felvett frekvenciaválasz. Látható, hogy a mélyközép tartomány nyalábformája nem „áll bele” a földre, a hallgatók fülmagasságában sokkal kevesebb a színváltás, azaz csökkent a szórás (egy színhatár 3 dB jelszintcsökkenést jelenít meg), valamint a legtávolabbi pontban (alsó, vörös frekvenciagrafikon) jelentősen megnőtt a hangrendszer energiája



▶ 16. ábra: Bal oldalon az eredeti, jobb oldalon a késleltetés utáni állapot. Látható, hogy a beavatkozás a mélyközép frekvenciák nyalábformájára megfelelő hatással van, a 150 méteres távolságban helyet foglaló összes hallgató azonos mennyiségű mélyközép hangenergiát kap (fülmagasságban azonos színű a nyaláb), azonban a magas tartományban hatalmas beszakadások tapasztalhatók



▶ 17. ábra: Felül az adott görbülettel és hangszugárzószámmal automatikusan létrejövő mélyközép sugárzás nyalábformája, alul az LMBC két különböző üzemmódjával előállított új nyalábformák

**MEYER SOUND LINA**

**Összhangban  
vagyunk.**



chromasound.hu

