5 REFERATAS

Atviros OB kolonėlės: apžvalga, teorija, rekomendacijos

ČESLOVAS PAPLAUSKAS

„CP AUDIO PROJECTS“,
Kaunas, 2021 m.

Garsiakalbiai atvirame korpuse gali atkurti muziką, bet tokios kolonėlės turi būti didelės. Mažuose skyduose arba be jų garsiakalbiai gali būti sumontuoti kambarius skiriančioje sienoje ir gali kokybiškai įgarsinti dvi greta esančias patalpas. Mažąsias OB iškėlus į kambarį, muzikos įrašų atkurti nepavyks. Referate trumpai apžvelgtos atvirojo tipo kolonėlės, pateikti tyrimų rezultatai, išvados, rekomendacijos.

Muziką klausome dviem taškiniais imtuvais-ausimis. Erdvėje pasklidusius garsus signalu paverčia nedideli mikrofonai, įrašų studijoje signalai sudedami į stereo arba daugiakanalius formatus. Įrašams atkurti vėl reikalingi taškiniai spinduliuotuvai-kolonėlės. Kad garsai iš kolonėlių iki klausytojo nukeliautų neiškraipyti, patalpos turi būti su kuo mažesniais atspindžiais. Stereo atveju garsas turi sklisti iš kolonėlių, bet ne iš plačiau. Taip, kaip garsas filharmonijos salėje girdisi iš scenos, bet ne kažkur iš užkulisių ar iš balkonų. Net jei koncertas skambioje bažnyčioje, o stereo kanalai būtų įrašomi visakrypčiais mikrofonais, garsą atkurti bus galima tik taškiniais spinduliuotuvais-kolonėlėmis, į kurias bus paduodamas garso amplitudę ir fazę išsaugojęs signalas. Sukonstruoti „taškines“ kolonėles stengiamasi įvairiais būdais, bet kartais skaitome rekomendacijas stereo įrašus atkurti dipolinėmis arba visakryptėmis kolonėlėmis. Tai neperspektyvus kelias.

Atviro tipo (OB-*Open baffle*) kolonėles pas mus mėgsta vadinti *lentomis*. Tos paveikslėlyje Yamamoto *YS-605P* lentos iš *Asada* vyšnios man gražios, yra maždaug metras ant metro dydžio, 36 kg svorio ir 25 mm storio akustiškai atviri skydai su Altec *605* koaksialiniais garsiakalbiais. Minimalistas Shigeki Yamamoto viską gamina japoniškai kruopščiai. *Lentose* sunku būtų rasti „vidų“, bet pabandykime pasižvalgyti kas aplink OB kolonėles dedasi.

OB yra seniausiai gaminamas kolonėlių tipas. Techniškai paprasčiausios ir tokių pas mus daugiausia - nesvarbu, senovinis lempinis radijas, tranzistorinis radijukas, šiuolaikinis TV ar išmanusis. Dažniausiai OB korpusai daromi su užlenktais šonais, bet esmės tai neturi – tokios AS žemuosius atkuria prastai.

Paprasčiausioms konstrukcijoms gamintojai pinigų nemėto, o jei garso kokybė svarbu, aukščiausios klasės radiolos buvo komplektuojamos su moksliškai sukonstruotomis kolonėlėmis uždaruose korpusuose. Seilę varvindavau Šiaulių radijo prekių parduotuvėje žiūrėdamas į *Festivals* lempinį radiją su distanciniu pultu, bet vėliau įsitikinau, kad lempinė *Simfonija* su kolonėlėmis skamba žymiai geriau.

Garsas iš OB kolonėlių gali būti labai geras, bet yra sąlyga – skydas turi būti labai didelis. Didelėje kino salėje už ekrano stovėdavo kolonėlės su atviro tipo žemųjų dažnių moduliu ir ruporais AD atkurti.

Klangfilm *Bionor*

Patyrę audiofilai tokių norėtų, bet reikia daug vietos pastatyti. Stereo garsui atkurti reikia dviejų ir didelio kambario. Palyginti nedidelis priekinis ruporas buvo reikalingas kompensuoti ekrano slopinimą, bet namie geriau tiktų Klangfilm *Eurodyn* be ruporų ŽD moduliuose.

Kodėl reikalingi dideli skydai?

ŽD garsiakalbio membrana garsą spinduliuoja į abi puses; į priekį judanti membrana orą spaudžia, o tuo pačiu metu antroji membranos pusė orą siurbia. Kalbant techniškai garso bangos iš abiejų membranos pusių yra vienodos amplitudės, tačiau priešingų fazių. Kadangi žemųjų dažnių bangos ilgis skaičiuojamas metrais, netgi didelio žemadažnio garsiakalbio membrana akustiškai yra maža. Akustika sako, kad mažas spinduliuotuvas garsą spinduliuoja visomis kryptimis, todėl ŽD ruože yra sąlygos priešingų fazių garso bangoms apsijungti ir susinaikinti. Sakome, kad

vyksta *akustinis trumpinimas*. Norint išvengti akustinio trumpinimo, priekio panelė turi būti labai didelė. Grubiai vertinant, OB kolonėlių panelės perimetras turi būti maždaug tokio ilgio kaip žemiausio atkuriamo dažnio garso bangos ilgis.

Lietuvoje plačiausiai buvo aptarinėjamos *lentos*, kurias nuo 2005 m. gamina šiaulietis *Wytas* (deja, Wyto vardo ir pavardės nežinau).

Kolonėlės maždaug 100 x 50 cm dydžio, Wyto *lentos* dvijuostės, be korekcijų pasyviniuose filtruose. Techninių parametrų konstruktorius nepateikia, bet sakydavo, kad AS atkuria nuo 30 Hz. Tai prieštarauja teorijai, o platesnę diskusiją su autoriumi Wytu rasite Elektronika.lt forume čia.

Esame matę tokias Wyto *lentas*:

Žemuosius atkuria Eminence *Alfa-15A* o aukštiesiems naudojamas nedidelis kupolinis. Mažose OB dažnai matome Eminence *Alfa-15A*. Šis štampuotos skardos korpuse garsiakalbis nebrangus, turi 38 mm diametro ritę, ferito magnetą, nedidelę (3,8 mm) maksimalią darbinę eigą ir aukštą bendrąją kokybę (Qts=1.26). Aukštas Qts pagerina nedidelių OB žemųjų dažnių atkūrimą, tačiau parodo silpną motorą, didesnį garso kompresavimą, menkas dinamines galimybes ir didesnius iškraipymus.

Pasaulyje daug įvairiausių OB kolonėlių.

Paveikslėlyje šešios skirtingos AS-lentos. Išskirčiau Jamo *R 909* pramoninį projektą, kuris palyginti senas ir neblogai ištyrinėtas. Jamo *R 909* sukonstruotos gerai, naudojami du 15” specialiai šiam projektui gaminti ŽD garsiakalbiai, 5,5” Seas VD su magnio membranomis, modifikuoti ScanSpeak *Revelator* aukštadažniai storoje priekio panelėje su špižiaus rėmu. 63 kg svorio kolonėlių pora kainuoja apie 10 tūkstančių. Palyginti nebrangios, *R 909* esu matęs Vilniuje, bet kaži ar kas jas nupirko. Pardavėjai nenoriai demonstruodavo Jamo *R 909* ir čia gali būti dvi priežastys – prasta patalpa arba pirkėjus nuviliantis garsas. Plačiau Jamo *R 909* pristatytos e-žurnale 6moons, kur straipsnio autorius aprašo džiaugsmą ir nusivylimus.

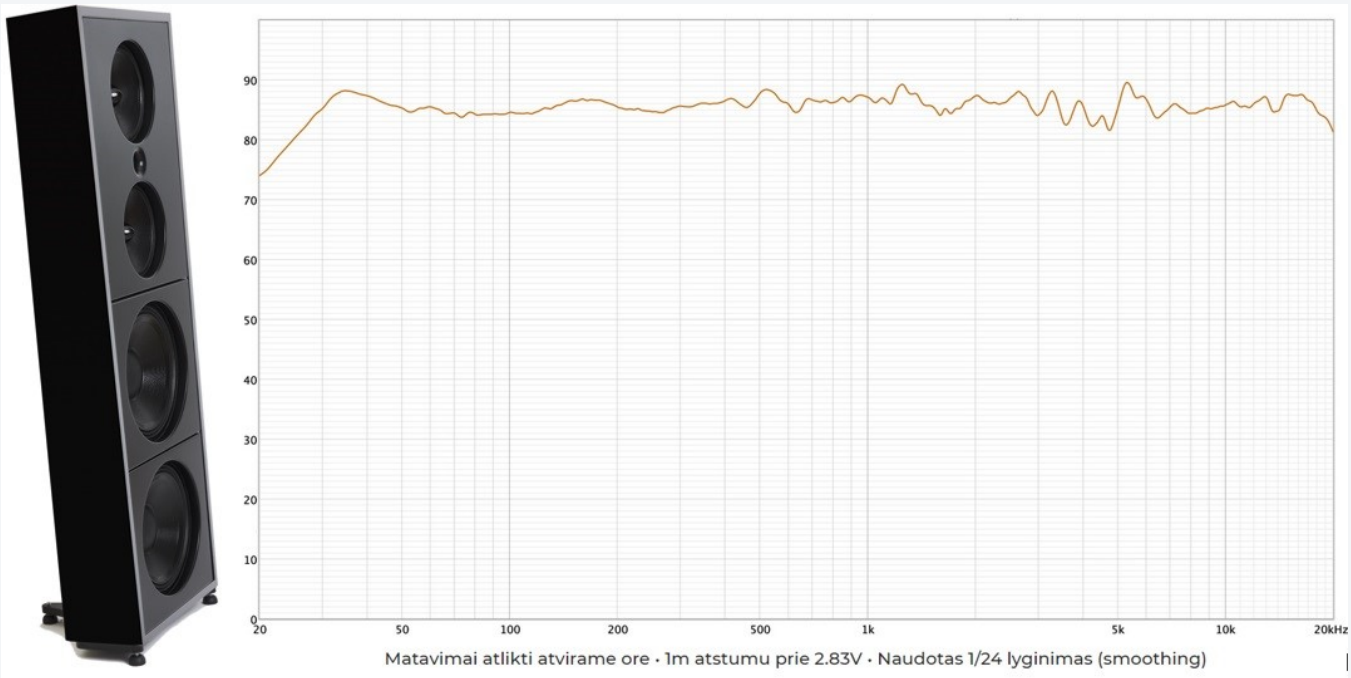
Teorija nurodo kokio dydžio turi būti priekio lenta norimam žemiausiam dažniui atkurti. Muzikos atkūrimui OB lenta turi būti didelė, todėl mažos OB vadovėliuose nenagrinėjamos. Taip pat nesunku suprasti kodėl nėra parametrų matavimo metodikų – muziką klausome namie, mažųjų OB darbas neatsiejamas nuo atspindžių, kambaryje atsiranda daug parazitinių garsų, todėl matavimai tampa mažaverčiai. Mažųjų OB gamintojai matavimų paprastai nepateikia, o jei kažkur *Stereophile* laboratorijoje matome išmatuotą dažninę, galima pažiūrėti kaip atkuriami AD, bet svarbiausių žemųjų atkūrimo nei kambaryje, nei akustinėje kameroje dažninė neparodo.

Krintančią OB dažninę būtų galima išlyginti korekcijomis, tačiau tam reikalinga didelė akustinės galios atsarga. Turime nepamiršti, kad elektroninė dažninės korekcija gadina fazinę charakteristiką, sumažina dinaminį diapazoną. Aukščiau paveikslėlyje kairėje amerikiečio Z. Linkwitz *Orion* kolonėlės, komplektuojamos specialiu krosoveriu-ekvalaizeriu dažninei išlyginti.

Mažųjų OB nepamatysime muzikos įrašų studijose, tokių negamino didieji gamintojai WE, RCA, Altec, JBL. Nebent būdavo į *radijo tašką* panašios OB su nedideliais plačiajuosčiais vidaus ryšiui užtikrinti.

Buitinės GAS rinkoje yra mažųjų OB gamintojų, bet jų nedaug. Mažosios OB vilioja mažiau patyrusius, todėl matome įvairiausių konstrukcijų, eksperimentų ir garso vertinimų. Būna sunku suprasti OB sistemų kūrėjų apibūdinimus – *atvirosioms kolonėlėms labai svarbu parinkti vietą kambaryje*, bet ten pat rašoma, kad *OB kolonėlėms tinka akustiškai neįrengti kambariai*. Tokie prieštaraujantys anti-moksliški teiginiai matyt skirti vilioti pirkėjus. Akustika nesupyks, jei panelių visai nebus! Galite nusipirkti išskirtinio dizaino latviškas Bespoke *P15* arba prisukti porą 18” garsiakalbių prie medžio tašų. Tokias konstruojantys teigia, kad be panelių kolonėlių garsas būna dar “erdvesnis”.

Tėviškėje turime buketą mažųjų OB gamintojų. Neseniai į kolonėlių rinką atėjo Silent Pound, pradėdami nuo atvirųjų *Discovery*. Konstruktorius Audrius Balčiūnas pasistengė, kad OB kolonėlės atrodytų dailiai, būtų smagu skaityti aprašymą, matyti technines charakteristikas. 16 x 40 x 124 cm dydžio U-formos *lentoje* du 12“ žemadažniai, viduriniuosius atkuria du 8“, o AD – 1“ titaninis aukštadažnis.



Discovery filtrai antros eilės, pasyviniai be koreguojančių grandynų. Deklaruojama 26 Hz – 20 kHz dažninė +/-4 dB svyravimų tunelyje. Nominali varža 4 Omai, jautris – 86 dB (2.83V/1m) arba 83 dB/W/m. Deklaruojama dažninė išmatuota lauke, yra plati ir glotni.

Mano nuomone, tokios konstrukcijos AS dažninė negali būti tokia plati ir tokia glotni. Kadangi įrodymų neturiu, keliaukime prie teorijos.

Akustikos patriarcho Harry F. Olson *Elements of Acoustical Engineering*, 1957 m. vadovėlyje parašyta apie OB kolonėles. 6.34 pav. matome kaip to paties 61 x61x45 cm dydžio OB ir IB (*Infinite Baffle* – uždara dėžė) dirba 25 cm diametro garsiakalbis, turintis 30 Hz rezonansą:

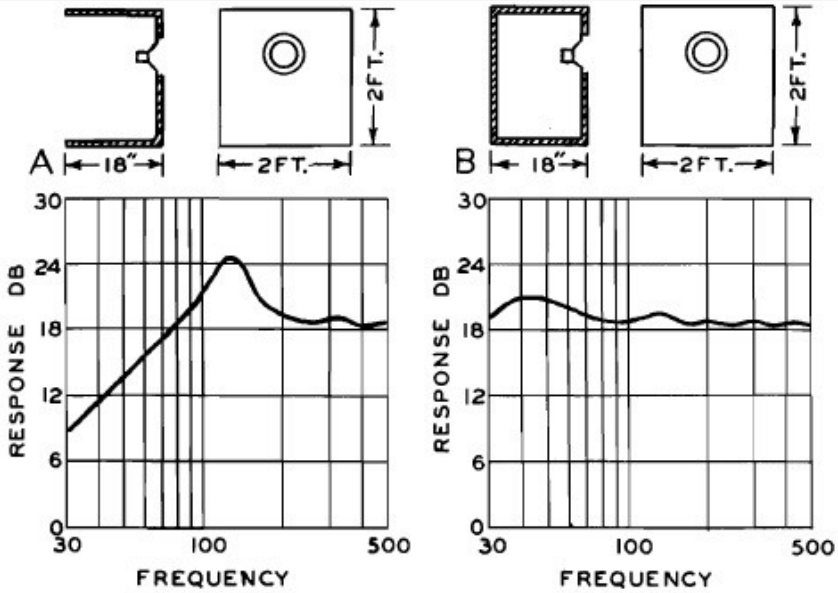


FIG. 6.34. Pressure response frequency characteristics of a direct radiator, dynamic loudspeaker mechanism with a 10-inch diameter cone and a resonant frequency of 30 cycles operating under the following conditions: A. Open cabinet, 2 feet × 2 feet × 18 inches in depth. B. Closed cabinet, 2 feet × 2 feet × 18 inches in depth.

Grafikai rodo, kad uždaroji dėžė laimi; OB kolonėlės akustiniai trumpinimai dažninę padaro tolygiai krentančią nuo ~120 Hz, o IB dažninė prasideda nuo ~30 Hz ir yra glotnesnė.

Kaip dažninė priklauso nuo OB priekio panelės dydžio?

Pažiūrėkime kitą vadovėlyje pateiktą tyrimo medžiagą.

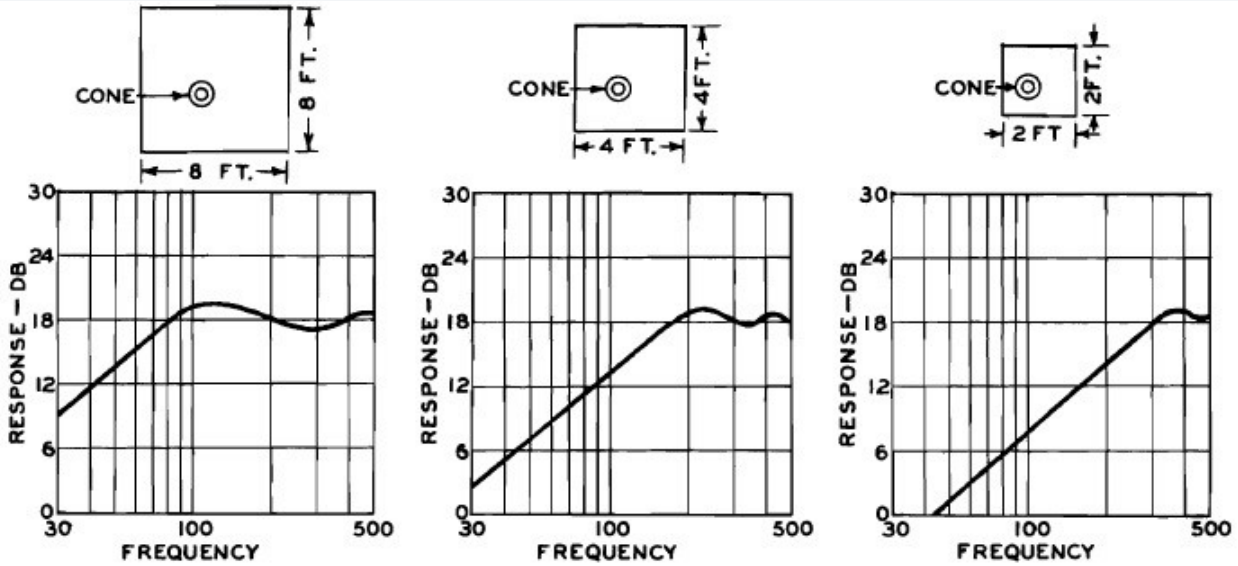


FIG. 6.22. Pressure response frequency characteristics of mass-controlled, direct radiator, dynamic loudspeaker mechanisms, with 10-inch diameter cones, mounted in square baffles of 8, 4, and 2 feet on a side.

Kairiajame grafike matyti, kad didelėje 250 x 250 cm dydžio panelėje 25 cm garsiakalbis dirba nuo 60 Hz, o 60 x 60 cm dydžio panelėje to paties garsiakalbio dažninė pradeda kristi nuo ~300 Hz.

Paminėjau, kad galioja maždaug tokia priklausomybė: OB kolonėlės atkūrimas -6 dB lygyje prasideda maždaug nuo ten, kur OB skydo perimetras yra lygus bangos ilgiui.

Patikrinkime.

Kairiajame grafike didžiosios panelės perimetras 10 metrų, tokio ilgio garso bangos dažnis ~35 Hz, todėl dažninė turėtų būti nuo maždaug 35 Hz. Neatitikimas dėl to, kad H. Olson tyrinėjo ne apvalius skydus, o kvadratinius skydus, skyduose garsiakalbiai buvo sumontuoti ne centre, atstumas iki panelių krašto buvo trumpesnis, todėl akustiniai trumpinimai prasideda nuo aukštesnių dažnių. Štai kodėl matome grafiką su prastesniu (ne 30, bet 40 Hz@-6 dB) ŽD atkūrimu.

Galima sakyti, kad 5 metrų perimetro apvalaus skydo su centre esančiu garsiakalbiu dažninė prasidės nuo maždaug 70 Hz, 30 Hz atkurti reikalingas 11,5 m perimetro skydas, o 26 Hz reikalautų didžiulės 13 m perimetro lentos. Jei kokybiškai stereo sistemai naudoti stačiakampį skydą, jis turėtų būti per visą kambario plotį ir aukštį. Kadangi OB kolonėlių jautris mažas, šiuolaikinių įrašų dinamikai atkurti reikėtų naudoti 2 didelius žemadažnius.

Ar yra būdų sumažinti OB kolonėles?

Užlenkus panelės kraštus, priešingų fazių garso bangos turi nukeliauti didesnį atstumą, todėl priekio lenta gali būti atitinkamai mažesnė. Tai vadinamas U-formos korpusas, kokius matydavome senoviniuose radijo taškuose, radijo imtuvuose arba televizoriuose. Konstruktoriaus Audriaus B. *Discovery* taip pat su užlenktais šonais.

Paminėsiu iš to kylančias problemas.

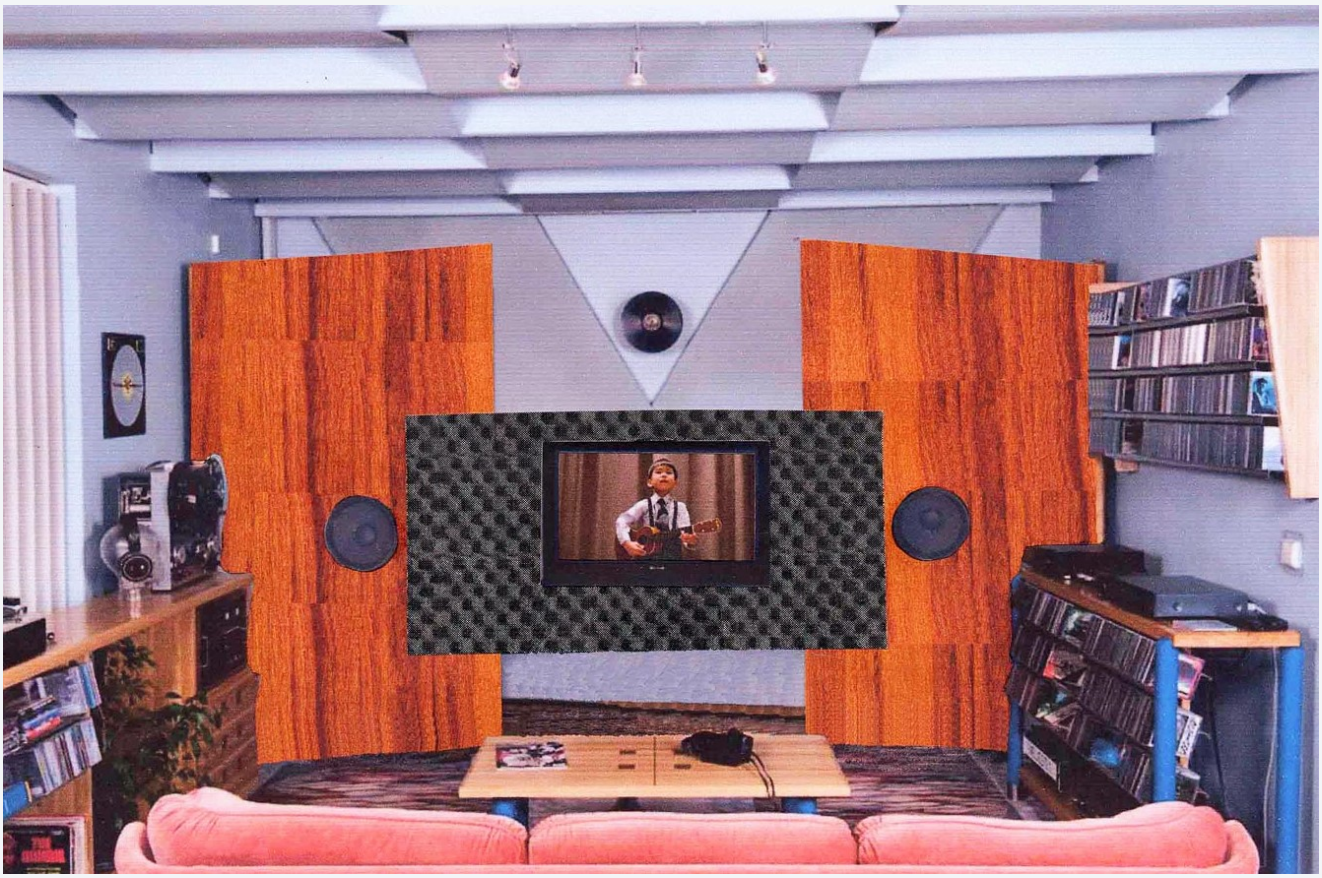
Panelė su užlenktais kraštais sudaro stačiakampį, todėl užlenktoje dalyje atsiranda rezonansai, iškreipiantys dažninę. Panašiai kaip stačiakampiuose kambariuose taip ir U-formos OB korpusuose bus pločio, aukščio, tangentiniai bei įstrižieji rezonansai. Uždaruose korpusuose taip pat yra rezonansai, bet viduje esanti garso slopinimo medžiaga ir sandarus korpusas jų įtaką panaikina. U-formos OB korpusai garsą slopinančia medžiaga paprastai nedengiami, nes didesnę įtaką daro atspindžiai nuo kambario sienų. Kita problema būtų U-formos korpuso asimetriškas akustinis apkrovimas ir dėl to kylantys ŽD garsiakalbių iškraipymai.

Kokios būtų šiuolaikinės kokybiškos OB?

Retkarčiais pasibičiuliaujame su Moriyama Kichiryu. Moriyama skulptorius, daug dirbantis su medžiu. Didelis muzikos mylėtojas, groja rojaliu ir konstruoja kolonėles. Vienas paskutiniųjų buvo OB su panele iš milžiniškos, storos egzotinio medžio lentos. Žemuosius atkuria po du 15″ į kanalą profesionalūs garsiakalbiai, o kompresiniai draiveriai apvaliuose ruporuose sumontuoti pagal D'Appolito MTM schemą. Nesunku įsivaizduoti projekto dydį, svorį ir kainą – tinkamai sukonstruoti OB yra brangu ir reikia daug vietos.

Čia filmukas, kaip OB buvo pakelta į norimą aukštį.

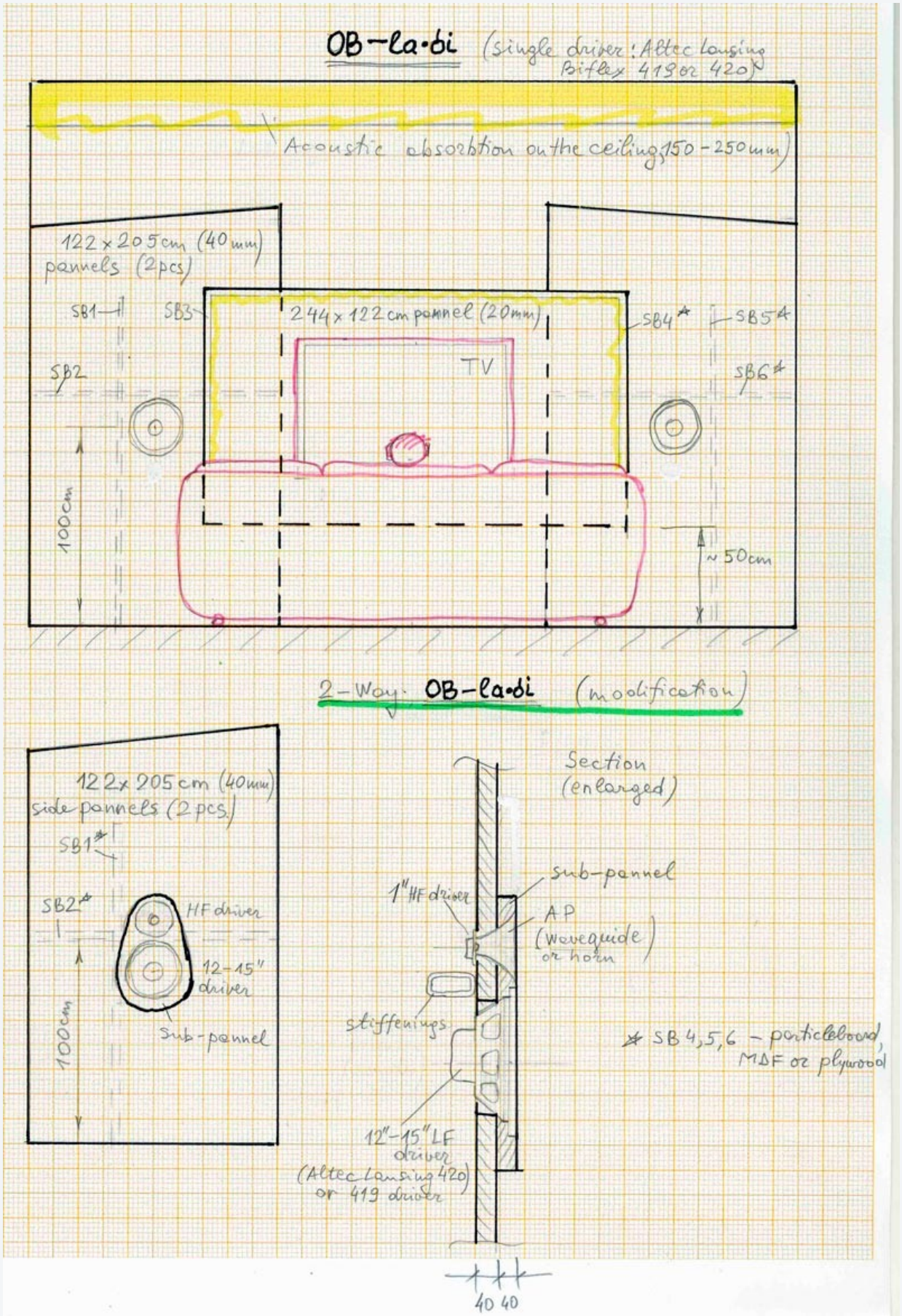
Kažkada užsienio forume kilo diskusija apie OB. Turėjau progos pagalvoti kaip daryčiau ir nupiešiau *OB-La-di* kolonėlių eskizą. Mano kambarys atrodytų maždaug taip:

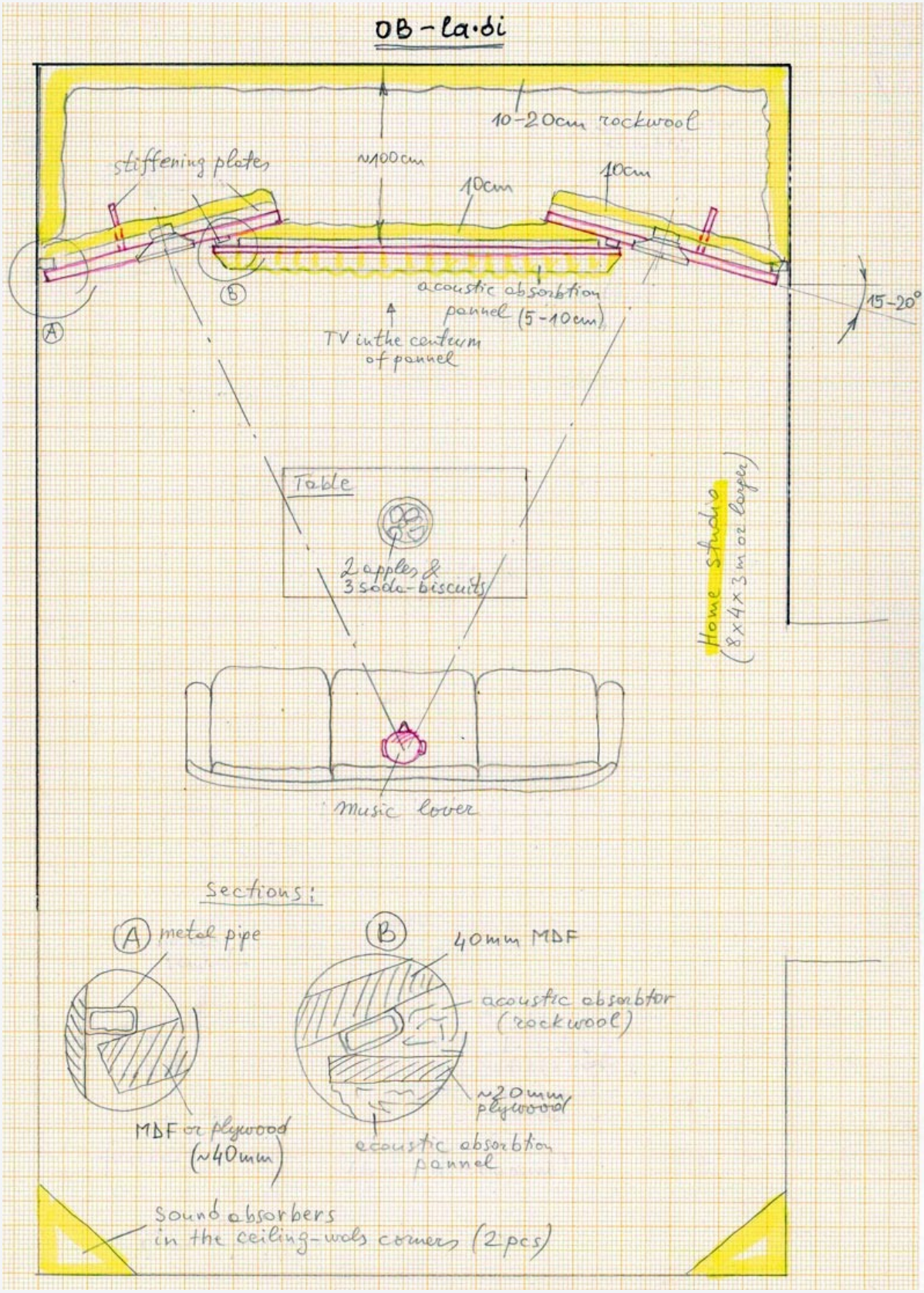


Projekte naudočiau kažkurį plačiajuostį iš Fostex, Lowther, Visaton sąrašo. Tiktų senoviniai Altec *755* arba Jensen *P8P*, didesni Altec *412C*, *419-8B Biflex* arba rusiški KINAP'iniai *4A-32*. Didžiausią dinaminį diapazoną turėtų OB su

15″ plačiajuosčiais. Pirmiausia dairyčiausi Altec *415C* arba *420A Biflex*, turinčių galingus *ALNICO* magnetus ir dideles rites iš stačiakampės aliuminio vielos. Altec *420A* jautris 97 dB/W/m, rezonansas 27 Hz, o deklaruojama dažninė nuo 25 Hz iki 14 kHz.

Žemiau pora darbinių eskizų su 15″ plačiajuosčiu, o taip pat dvijuostės OB modifikacija.





Trumpai apie konstrukciją.

Šoninėms panelėms naudočiau 40 mm storio MDF plokštę. Jei garsas patiktų, galima imtis apdailos faneruojant egzotiškos medienos lukštu. Arba paneles aptraukti audiniu.

Gamyba labai paprasta.

Standartinį MDF lapą 2440×2050 perpjovus pusiau, gauname abi reikalingas 1200 x 2050 šonines paneles. Pagrindinių panelių kaina būtų nedidelė (~50 €/vnt). Žinoma, visas paneles galima gaminti ir iš faneros.

Panelių akustinės savybės priklausys ne tik nuo medžiagos, bet ir nuo stangrumo briaunų. Stačiakampiai plieno vamzdžiai tam tinkamiausi. Centrinę panelę prie šoninių, o taip pat abi stereo paneles prie kambario sienų patogiausia tvirtinti stačiakampiais vamzdžiais. Šie vamzdžiai yra *OB-la-di* sistemos stangrumą užtikrinantys elementai. Stačiakampius vamzdžius prie panelių reikėtų priklijuoti poliuretano hermetiku-klijais, pvz. Kleiberit *566*. Patogu montuoti varžtais, bet akustines-vibracines savybes lemtų būtent klijai.

Nematomoje pusėje galima panaudoti stangrumo briauną-atramą, kurią gaminčiau iš faneros ir taip pat priklijuočiau. Jei konkrečiam kambariui centrinės panelės dydis sulig standartiniu faneros lapu per didelis, nupjautas faneros juostas galima panaudoti stereo panelių vidinėms stangrumo briaunoms. Taip būtų išnaudota visa medžiaga.

Centrinę panelę gaminčiau iš 21 mm faneros. Čia taip pat tiktų standartinis 2440×1220 faneros lapas. Medžiaga centrinei panelei kainuotų gal 30 €, o visa medžiaga - gal 300.

Kadangi reikalingas priėjimas prie galinės kambario sienos, centrinį skydą nuo grindų pakelčiau per ~50 cm. Centrinės panelės erdvėje po TV būtų galima padėti stiprintuvą – čia jau galima improvizuoti.

Jei toks projektas per brangus, bet labai norisi paklausyti *lentų*, kambario viršutiniuose kampuose pakabinkite plačiajuosčius arba didelius koaksialinius, už garsiakalbių užkiškite vatos gniūžtę ir klausykite… kol nuspręsite įsigyti kolonėles korpusuose.

Gal vadovėliuose vaizduojamas dažninės kritimas ŽD ruože įnešus OB į kambarį prapuola?

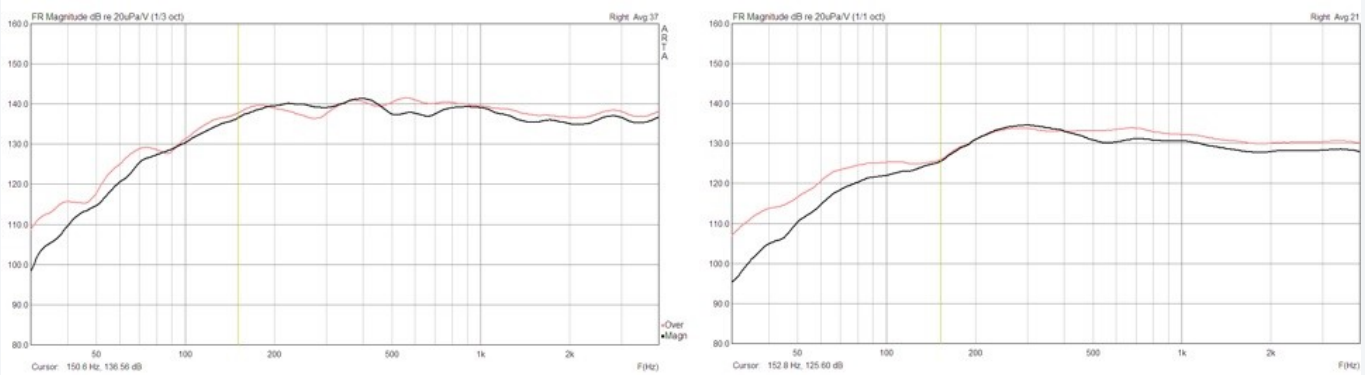
Atlikau eksperimentą.

Iš dviejų kolonėlių sumodeliavau OB darbą ir išmatavau parametrus. Panaudojau ADS *L10* dvijuostes su 7" ŽD ir 1" AD garsiakalbiais. Kolonėlės uždaruose korpusuose, korpusai negilūs, todėl suglaudus galinėmis sienelėmis atstumas tarp garsiakalbių gavosi nedidelis. Į kolonėles padavus priešingų fazių signalus, priekinės ir galinės kolonėlių garsiakalbiai judės į tą pačią pusę, kaip būna OB. Signalą padavus tik į vieną AS turime uždaros kolonėlės darbą ir galima palyginti rezultatus.

Tyrimą pradėjau nuo dažninės patikrinimo. Matavau iš 1 ir iš 2,5 metrų. Įdomiausias žemesniųjų dažnių ruožas, todėl pasirinkau 30 – 4000 Hz tyrimų diapazoną. Dažninės grafikuose pritaikiau 1 oktavos išlyginimą, kolonėles pastačiau ant 1,2 m stovo ir padaviau maždaug 2 V signalą.

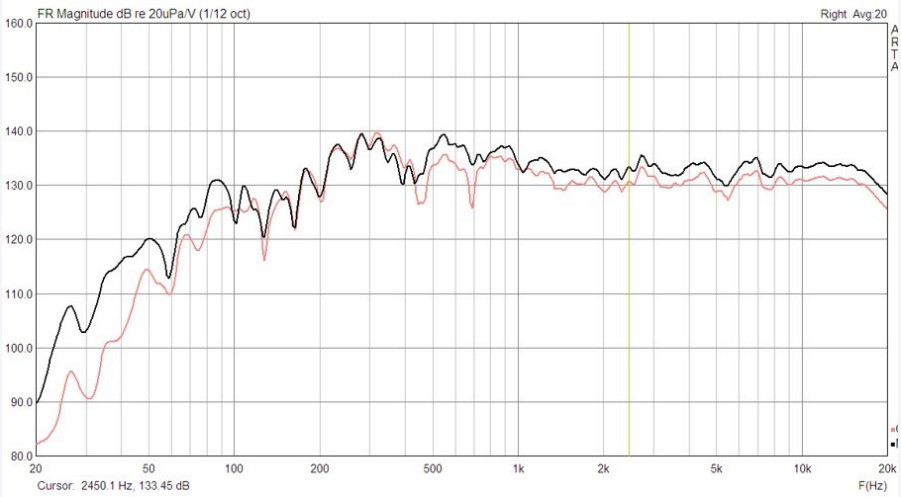
Norint patikrinti akustikos vadovėliuose aprašomą OB darbą, pradėkime nuo matavimų lauke, kur atspindžių mažiausia.

Pav. 1. ADS *L10* iš priekio ir iš kitos pusės.

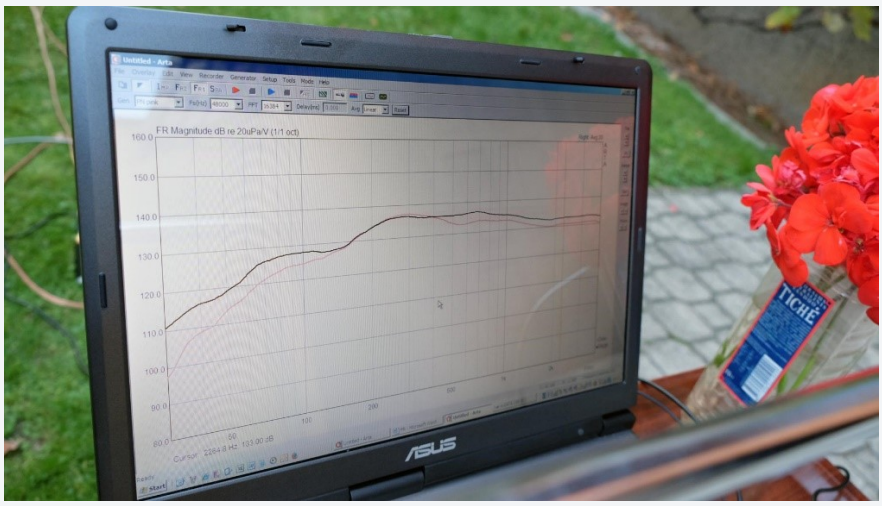


Pav. 2. Dažninė iš 1 metro (kairėje) ir 2,5 m atstume (dešinėje): uždara AS – raudona, OB – juoda.

Žemiau ta pati dažninė platesniame dažnių diapazone ir su mažesniu kreivių išlyginimu:



Pav. 3. Dažninė su 1/12 okt. išlyginimu 20 – 20000 Hz diapazone: uždara AS – juoda, OB – raudona.



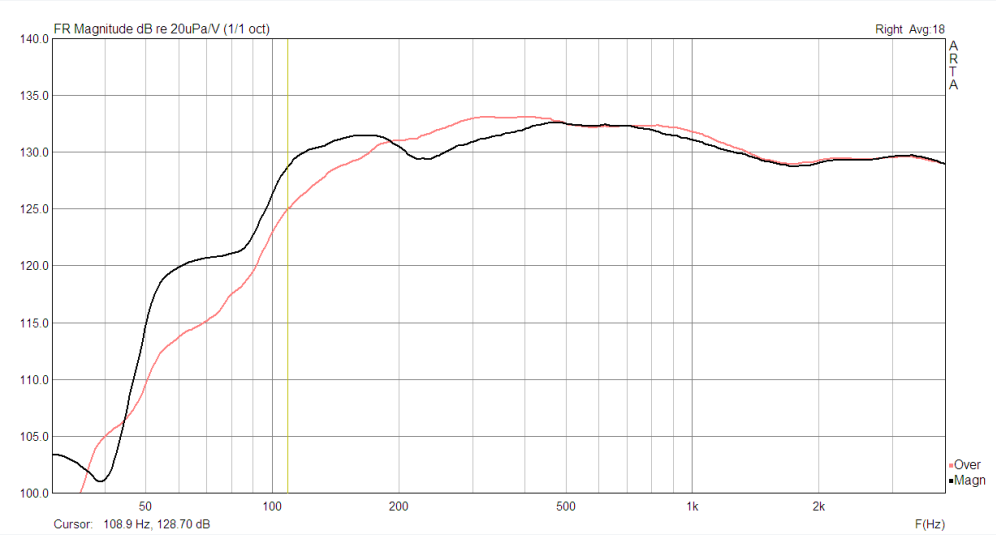
Pav. 4. Tyrinėjimams naudojau Arta ir Steps PĮ, 1/4" metrologinį visakryptį mikrofoną (LMS) ir Creative *EMU 0404* ASK/SAK.

Nustebino muzikos klausymo rezultatai.

Klausiau Helen Merrill monofoninio įrašo, Buddy Guy – *Blues Singer* ir Yello – *Zebra*. Lauke, kur atspindžiai mažiausi, tos antrosios AS (OB modelis) įtakos išgirsti nesitikėjau arba ta įtaka turėjo būti maža. Akivaizdžiai geriausias garsas buvo iš uždaros AS. OB režime garsas išplinta, sumažėja rezoliucija. Abi AS pajungus sinfaziškai, garsas dar labiau išsiplėtė lyg būtume ne lauke, o didelėje salėje. Akivaizdu, kad įtaką darė kolonėlių sklaida – žemieji dažniai sklinda visomis kryptimis, sumuojasi su garsu iš priekinės AS ir garsas pasikeičia.

OB darbą taip pat tyrinėjau erdviame hole.

Pav. 5. Hole kolonėlės buvo toliau nuo sienų, iki mikrofono 1 m, stovo aukštis 1,2 m.



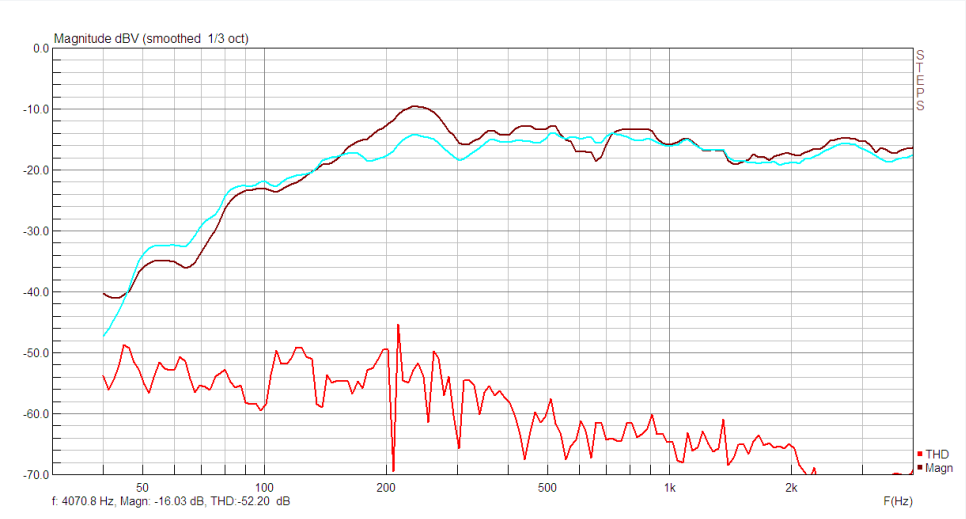
Pav. 6. Uždaros kolonėlės dažninė – juoda, OB – raudona.

Hole garsas prastesnis negu buvo lauke, tačiau ir čia geriau skambėjo uždaroji kolonėlė. OB režimu dingo lokalizacija, garsas tapo nemalonus, varginantis.

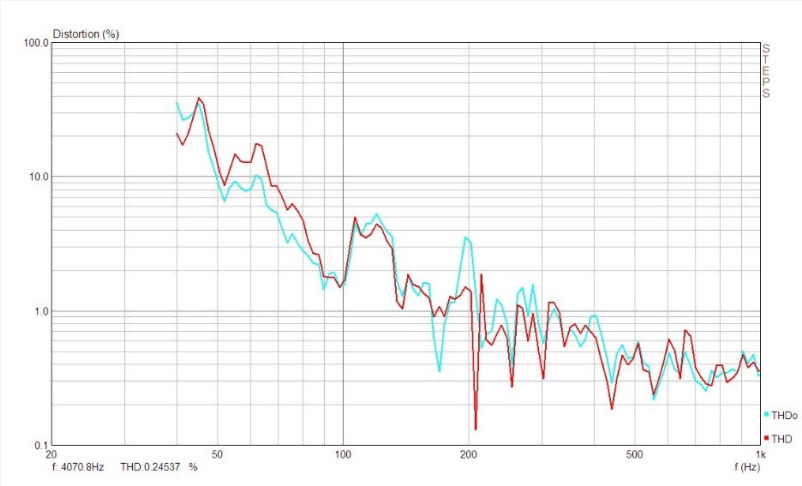
Persikėlus į muzikos kambarį, kolonėles pastačiau toliau nuo sienų ir taip, kad būtų kuo mažiau atspindžių. Mikrofonas buvo 1 ir 2 metrų atstume, stovą pažeminau iki 1 metro.

Pav. 7. ADS *L10* akustiškai įrengtame kambaryje.

Šį kartą panaudojau programą Steps, leidžiančią išmatuoti THD. Nustačius 1/3 okt. rezultatų glotninimą gavau tokį rezultatą:

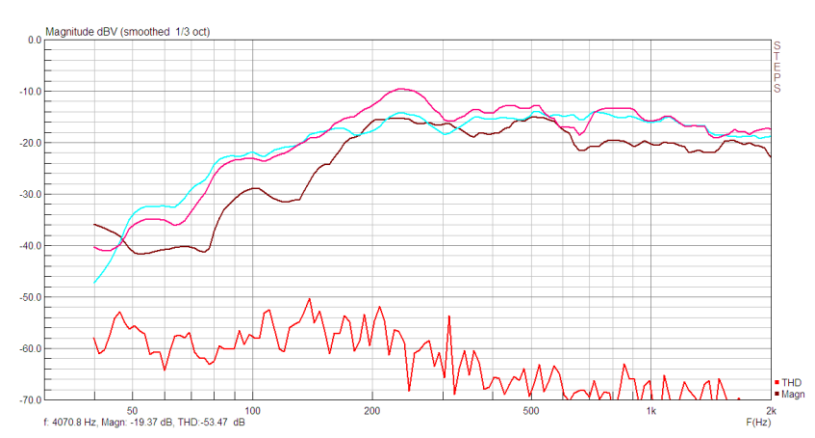


Pav. 8. Uždara AS – žydra, OB – ruda.



Pav. 9. Netiesiniai iškraipymai (THD) 1 m atstumu, 40 – 1000 Hz dažnių ruože: uždara kolonėlė – žydra, OB – raudona.

Pažiūrėkime kaip pasikeičia dažninė realiame 2 metrų muzikos klausymo taške.



Pav. 10. Uždara AS – žydra, OB iš 1 m – raudona, OB iš 2 m – ruda.

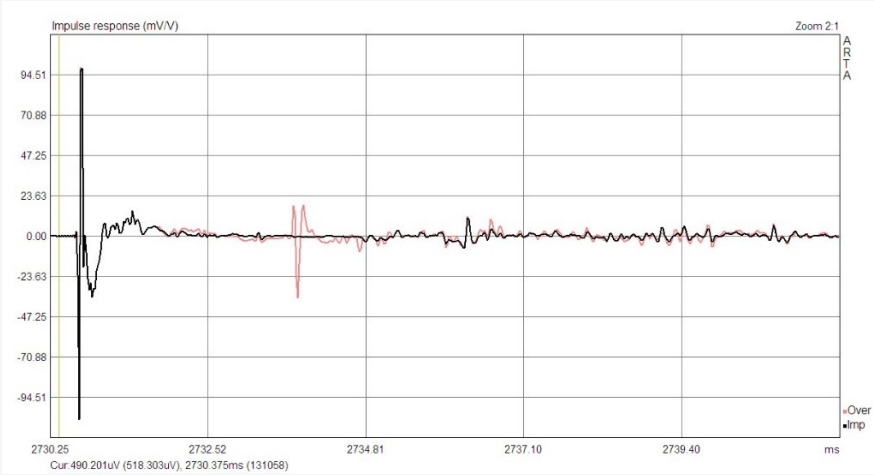
Visi matavimai rodo, kad sumodeliuotos OB kolonėlės dažninė ŽD ruože tampa prastesnė, stebimas didesnis ŽD kritimas negu iš uždaros AS. Taip pat padidėja bendras dažninės netolygumas ir THD.

Kambaryje muziką klausiau 2 m atstumu. Geriausias garsas buvo iš uždaros kolonėlės. Pajungus OB režimu garsas netenka lokalizacijos, pasklinda erdvėje, pasikeičia tembras. Mano parinktų įrašų tembro pasikeitimas nebuvo itin ryškus, todėl dažninė nėra garso kokybę apibūdinantis parametras.

Kokiais parametrais būtų galima įvertinti OB darbą?

Pereinamosios charakteristikas yra instrumentas, leidžiantis pamatyti kaip dirba kolonėlės pasibaigus impulso stimului.

Žemiau paveikslėlyje impulsinė charakteristika ir ką 11 ms laikotarpiu užfiksavo mikrofonas.

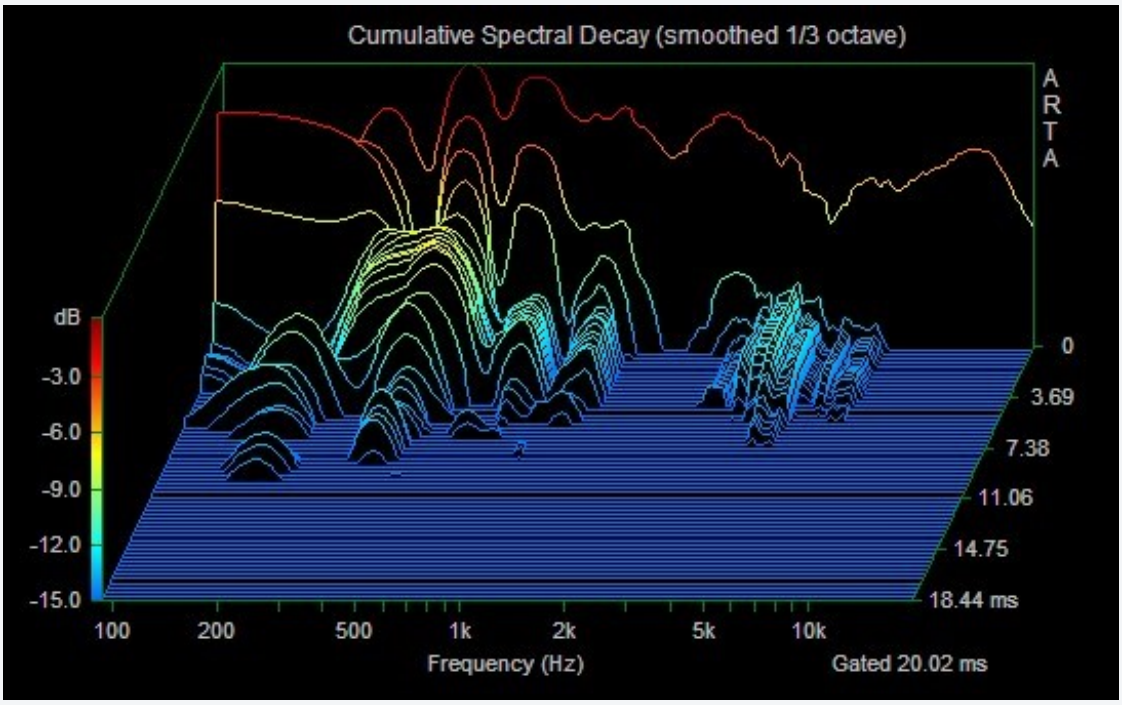


Pav. 11. Uždaros AS - juoda ir OB modelio - raudona impulsinės charakteristikos, išmatuotos 1 m atstumu akustiškai paruoštame kambaryje.

Kairėje matyti garsiakalbių atsakas į impulsinį signalą ir kaip atrodo atspindžių sukelti parazitiniai garsai pasibaigus signalui. 2,5 ms laiko atstume esantis didžiausios amplitudės raudonas signalas rodo OB kolonėlės garso atspindį nuo kambario plokštumų. Matome, kad OB atspindžiai tęsiasi ilgiau ir jų daugiau negu iš uždaros AS.

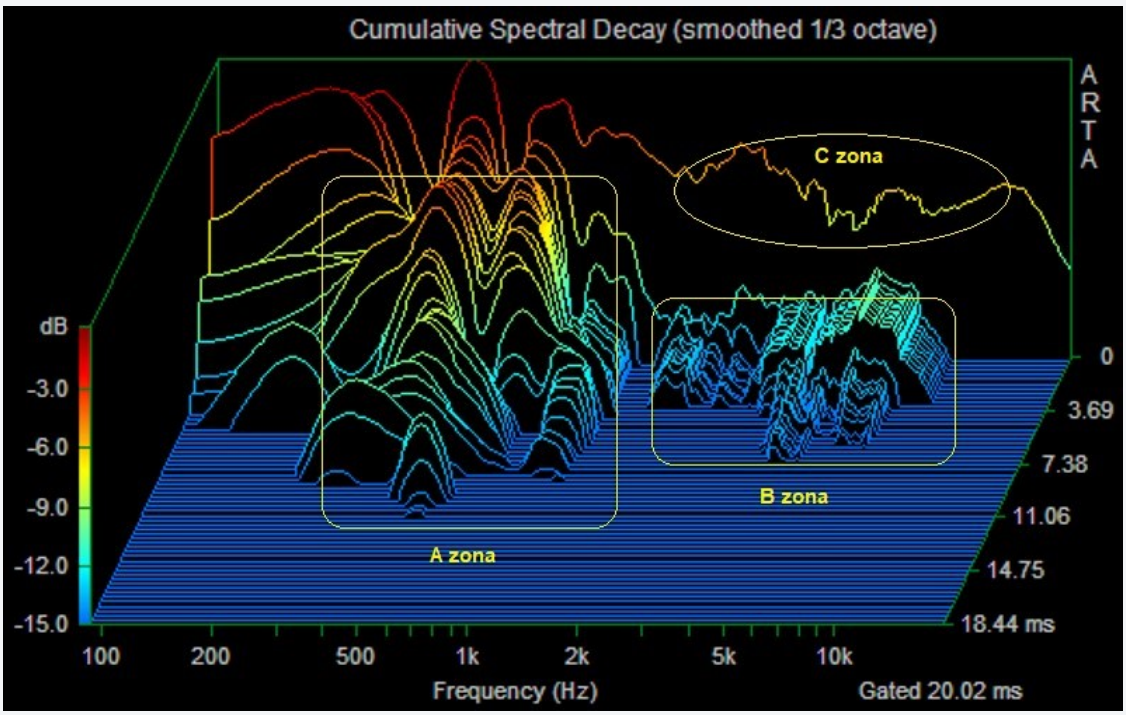
Pažiūrėkime tą patį patogesnėje atvaizdavimo formoje, vadinamojoje – *Waterfall*. Grafiko viršuje matyti dažninė 1 m atstume, o žemyn einančių kreivių pluoštas parodo kaip pasibaigus signalui kinta spektras.

Tyrinėjimuose parinkau 15 dB amplitudės ir 20 ms laiko intervalus.



Pav. 12. Uždaros kolonėlės garso spektro pokytis laike (*Waterfall*), pasibaigus signalui.

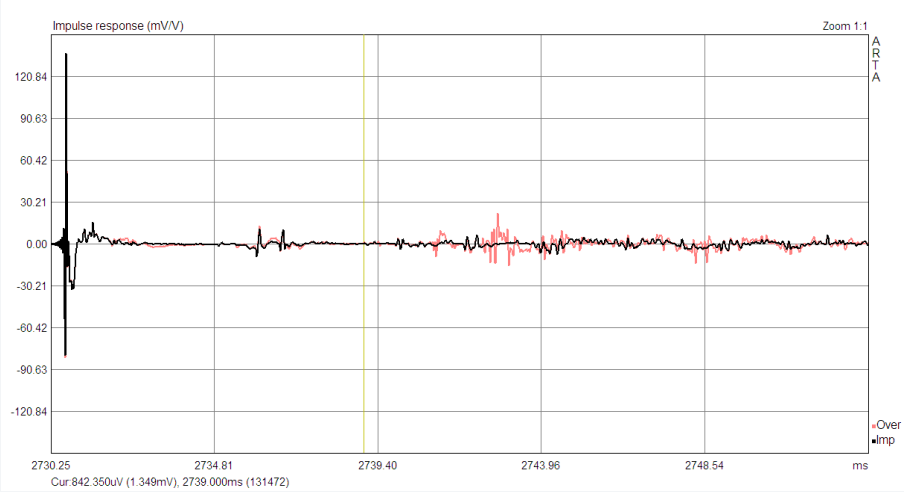
Per 10 ms žemųjų dažnių ruože uždaros AS parazitiniai signalai nuslopsta ~10 kartų. Matome atspindžius 3-6 kHz ruože, kurie per 10 ms taip pat nuslopsta ~10 kartų.



Pav. 13. OB kolonėlių garso spektro dinamika pasibaigus signalui.

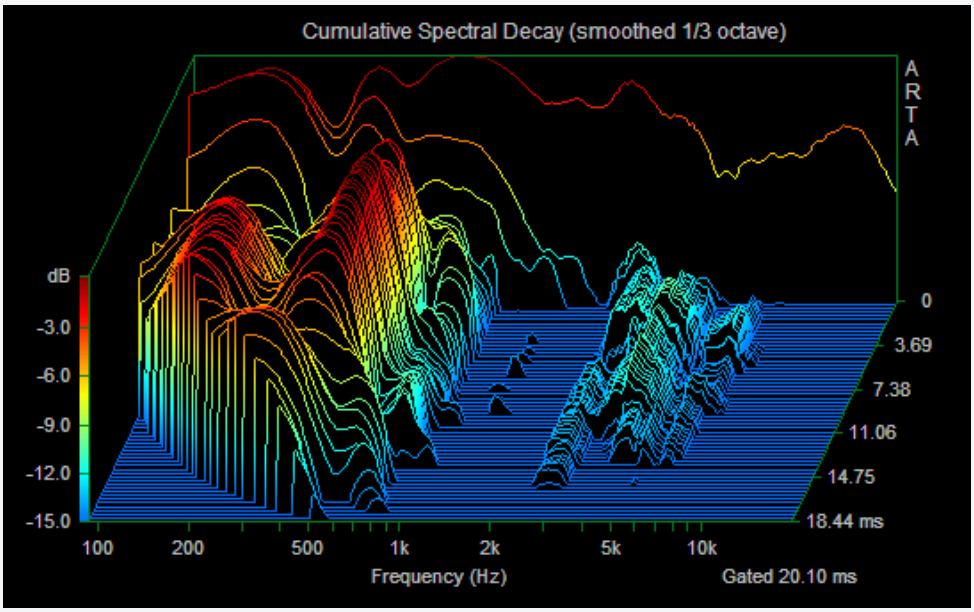
Matuojant parazitinius atspindžius iš OB matome, kad patys žemiausi dažniai iki maždaug 200 Hz susinaikinę, spektre matyti 300-1000 Hz atspindžių pluoštas (A zona), kurių anksčiau (iš vienos AS) nebuvo. Taip pat matyti daugiau garso *parazitų* 2-7 kHz (B zona). Atspindžiai dažninę padarė glotnesnę (C zona), bet glotnumas ne dėl signalo geresnio atkūrimo, bet dėl parazitinio ir naudingo signalų susisumavimo.

Dar kartą kolonėles išnešiau į holą ir patikrinau ką daro didesni tos patalpos atspindžiai.

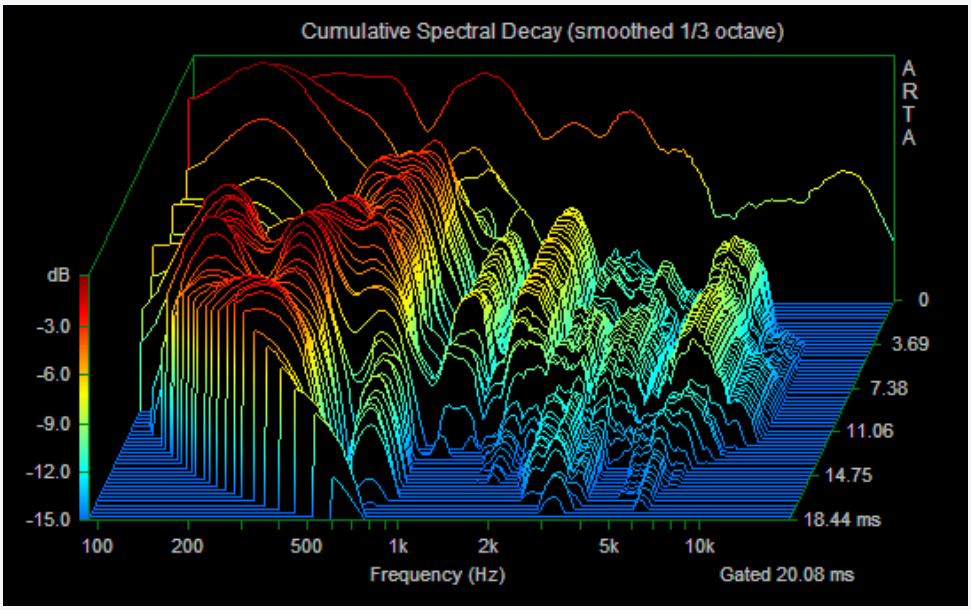


Pav. 14. Impulsinė charakteristika hole: uždara AS-juoda, OB – raudona.

Waterfall grafikai:



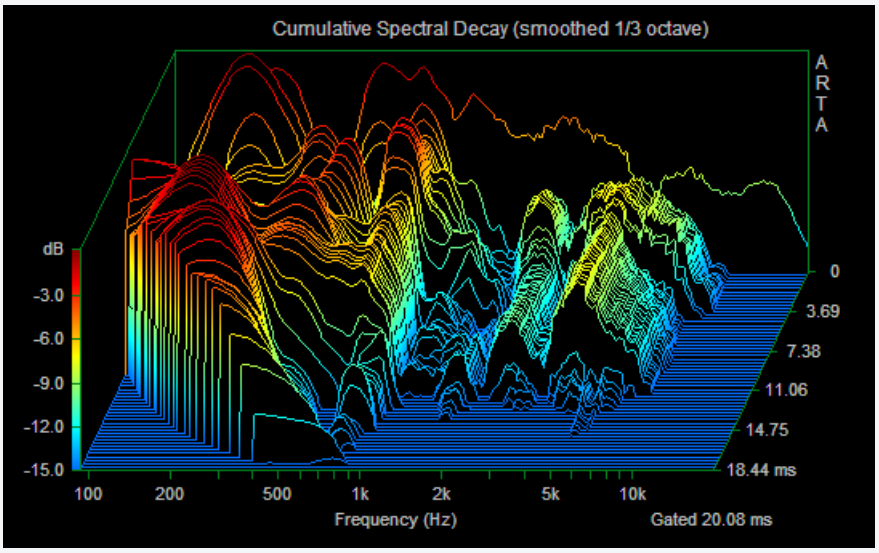
Pav. 15. Uždaros kolonėlės *Waterfall* grafikas, kai kolonėlė akustiškai neparuoštoje patalpoje.



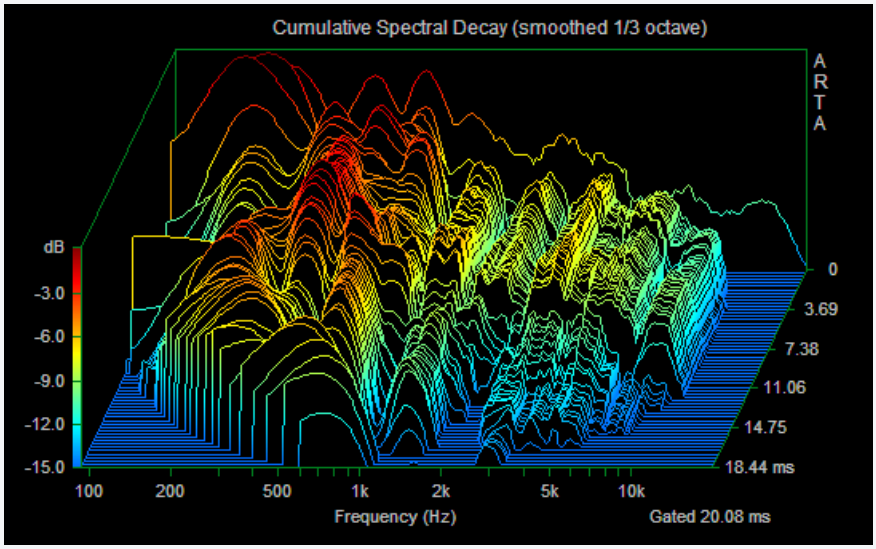
Pav. 16. OB *Waterfall* grafikas akustiškai neparuoštoje patalpoje.

Matyti, kad parazitiniai garsai hole trunka ilgiau, OB garso spektras užsipildęs daugybe ilgai trunkančių atspindžių.

Grafikai 2 metrų klausymo atstume parodo dar didesnes degradacijas.



Pav. 17. Uždaros AS *Waterfall*, kai mikrofonas 2 m atstumu.



Pav. 18. *Waterfall* OB režimu, kai mikrofonas 2 m atstumu.

Matyti, kad dipolinė OB kolonėlė užpildo kambarį parazitiniais garsais ir tai trunka ilgai. Muzikos klausymas parodė, kad iš OB girdisi žemieji, netrūksta aukštųjų, bet tokio garso klausyti nemalonu, muzika varginanti.

Kam mažosios OB kolonėlės yra tinkamos?

Kadangi atvirosios kolonėlės spinduliuoja į abi puses, kolonėles sumontavus sienoje galima kokybiškai įgarsinti šalia esančias patalpas. Į muzikos klausymo kambarį mažųjų OB nerekomenduoju, bet gali tikti kažkur į pasilinksminimo kambarį šalia pirties.

Išvados:

1. Kokybiškam garso atkūrimui reikalingas taškinis, į klausytoją nukreiptas spinduliuotuvas ir kuo mažesnis patalpos apšvitinimas garsu. Tokį reikalavimą tenkina garsiakalbiai didelių gabaritų OB panelėje.
2. Nedidelių OB kolonėlių darbą geriau atskleidžia ne dažninė, bet impulsiniai parametrai.
3. Kelyje į geriausią muzikos atkūrimą nedidelės OB kolonėlės yra neperspektyvus sprendimas

Literatūra: *„Elements of Acoustical Engineering"*, Harry F. Olson, 1957.

© CP AUDIO PROJETS
www.cpaudioprojects.com