

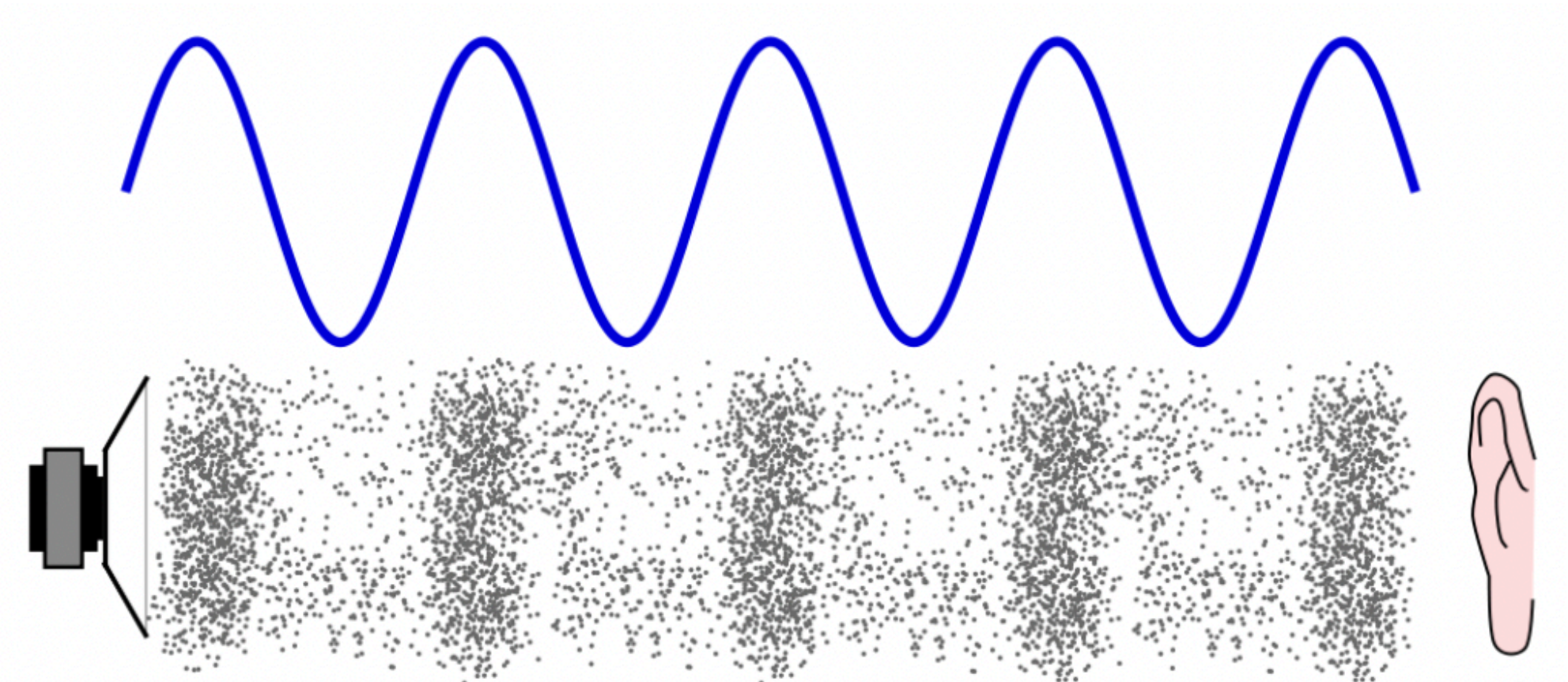
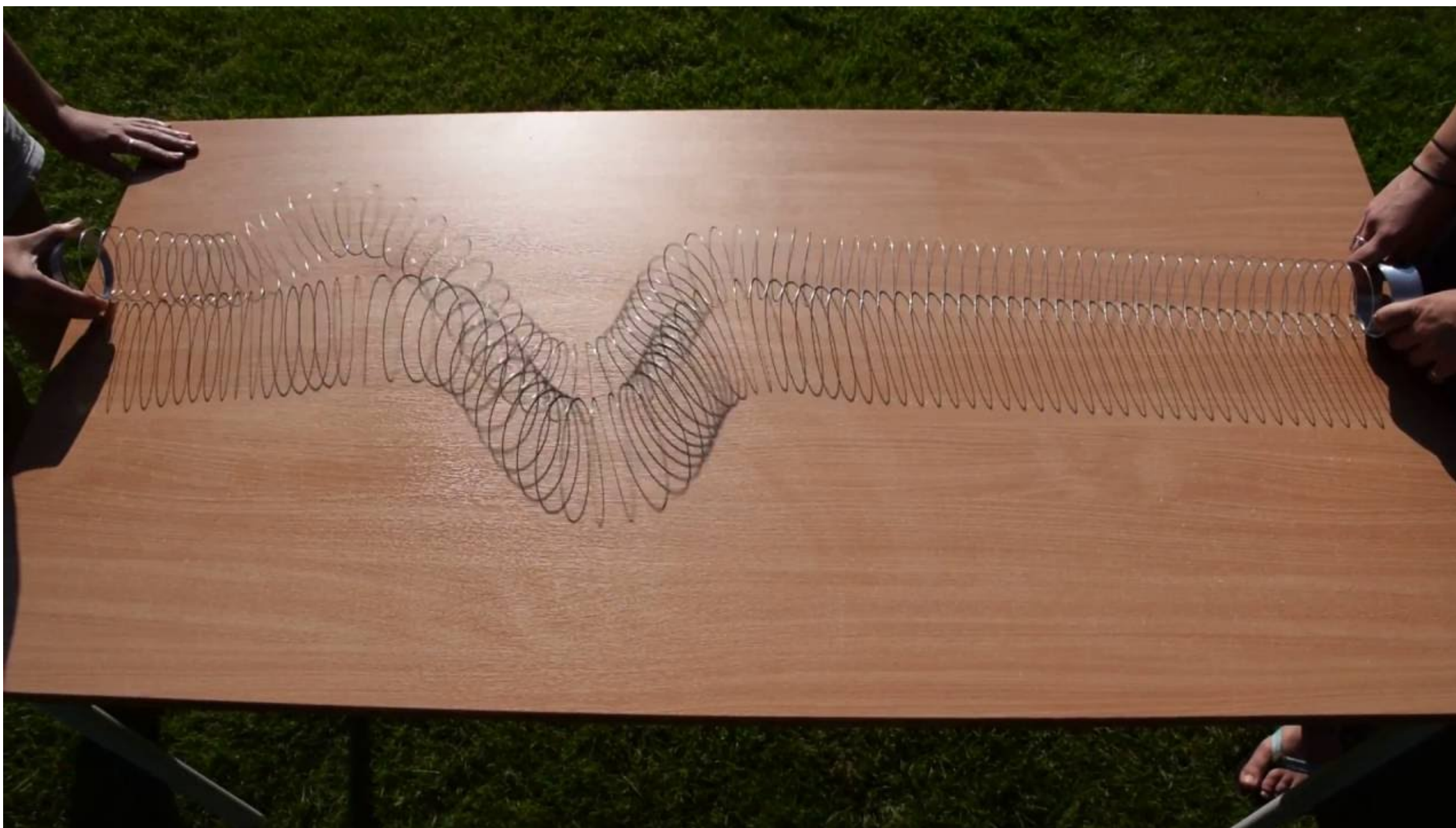
Eva Svobodová

Zvuková tvorba pro live perforace

ZÁKLADNÍ JEDNOTKY A PRINCIPY

Mechanické kmitání částic v pružném prostředí (zhušťování a zředování částic)

Akustický tlak superponovaný na barometrický tlak



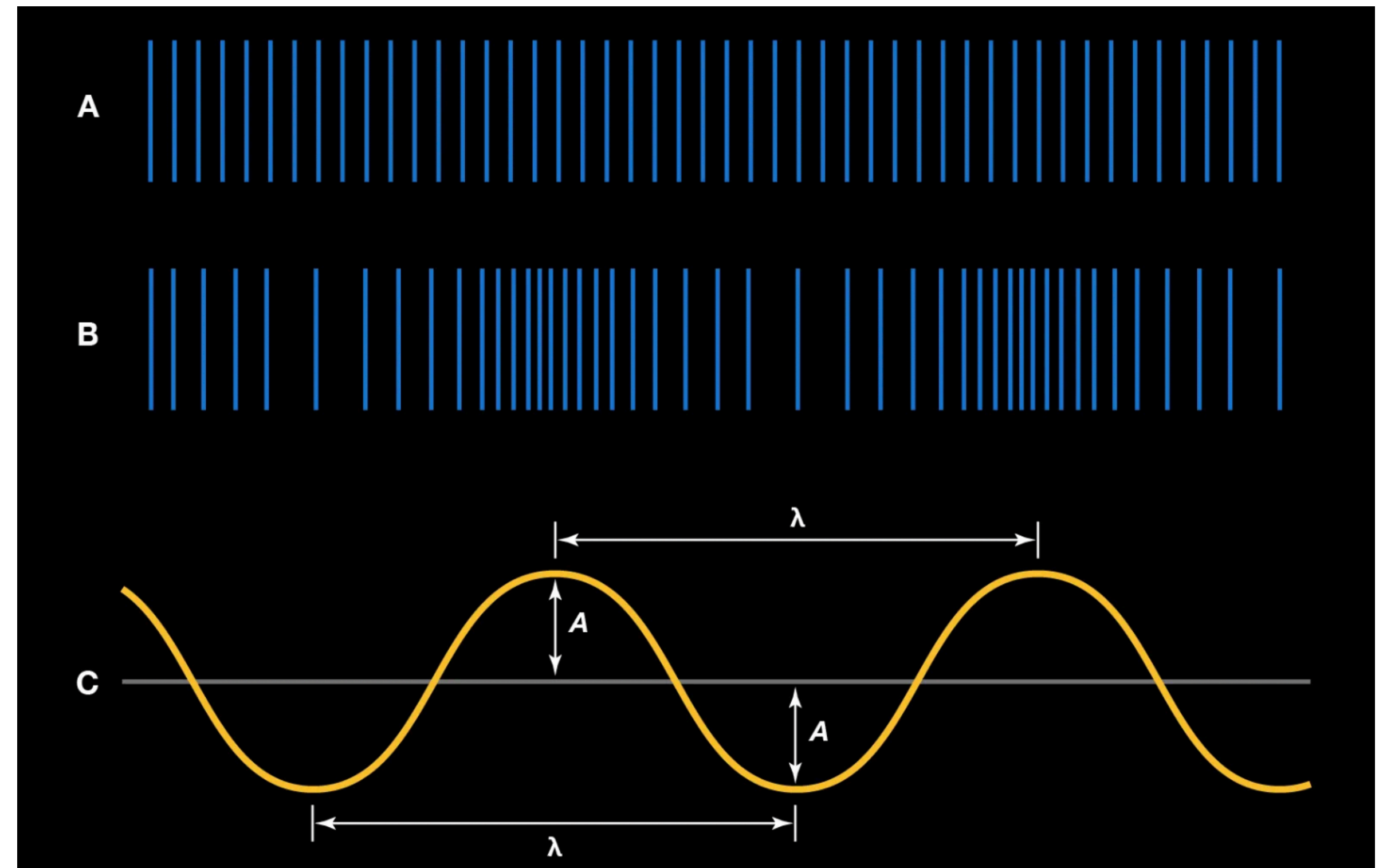
Vlnová délka $\lambda = \frac{c}{f}$ [m]

c... rychlost šíření, f... frekvence

Perioda $T = 1/f$ [s]

Frekvence $f = 1/T$ [Hz]

Amplituda peak vs. RMS



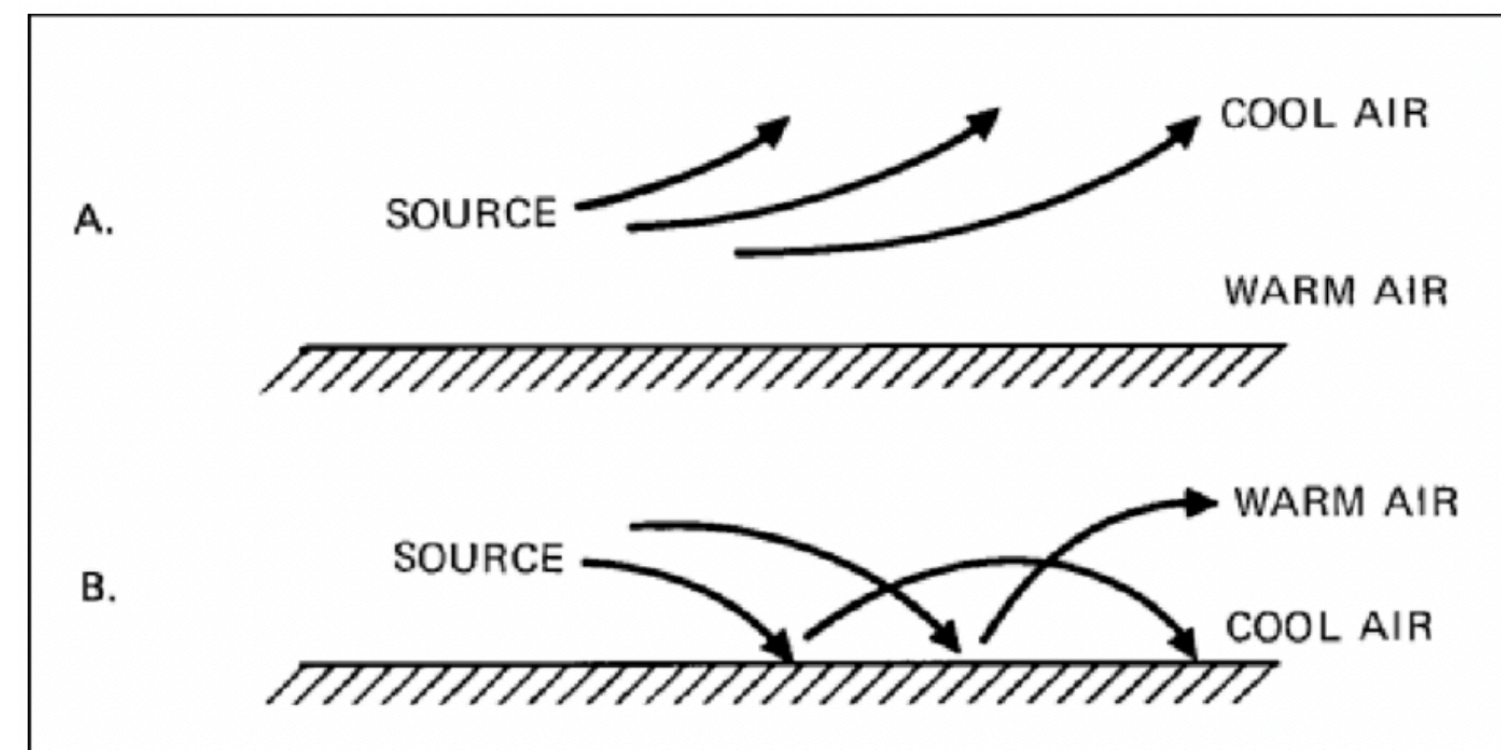
Root Mean Square, efektivní hodnota měnícího se signálu (sin 0,707, obdélníkový 1).

Rychlost šíření zvuku

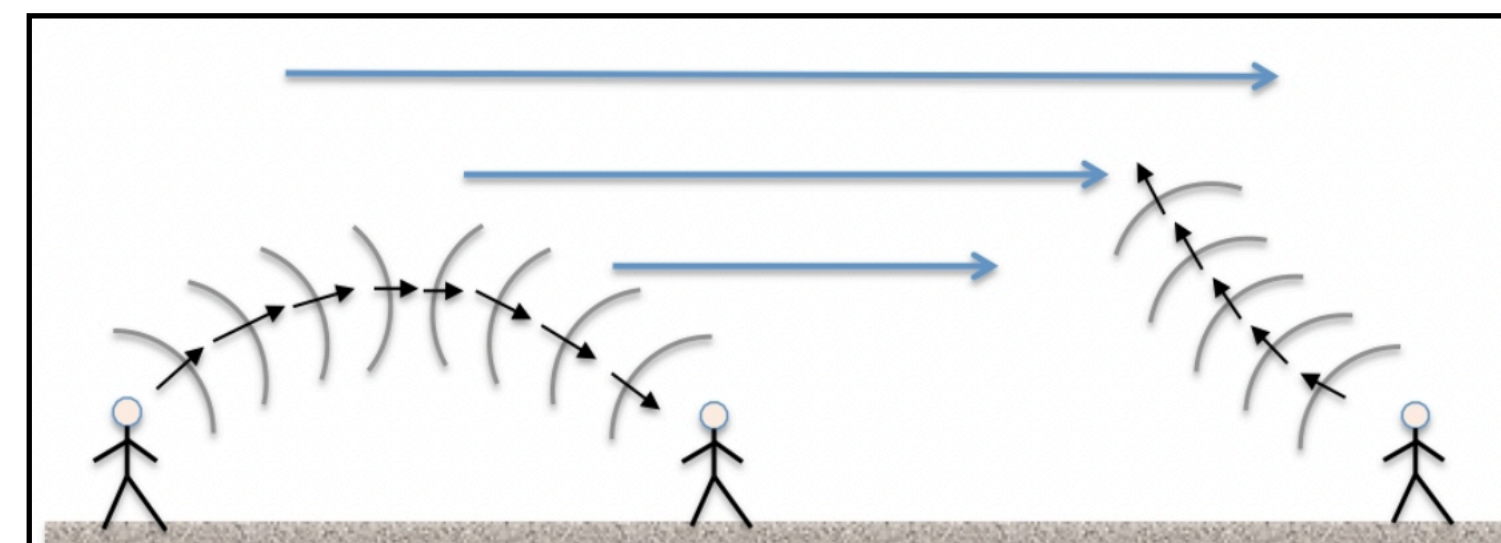
Vzduch 343,5 m/s při 20 st. Celsia.

1 metr urazí zvuk za cca 3ms

- Teplota: 30 st Celsia 349,6 m/s
10 st Celsia 337,5 m/s



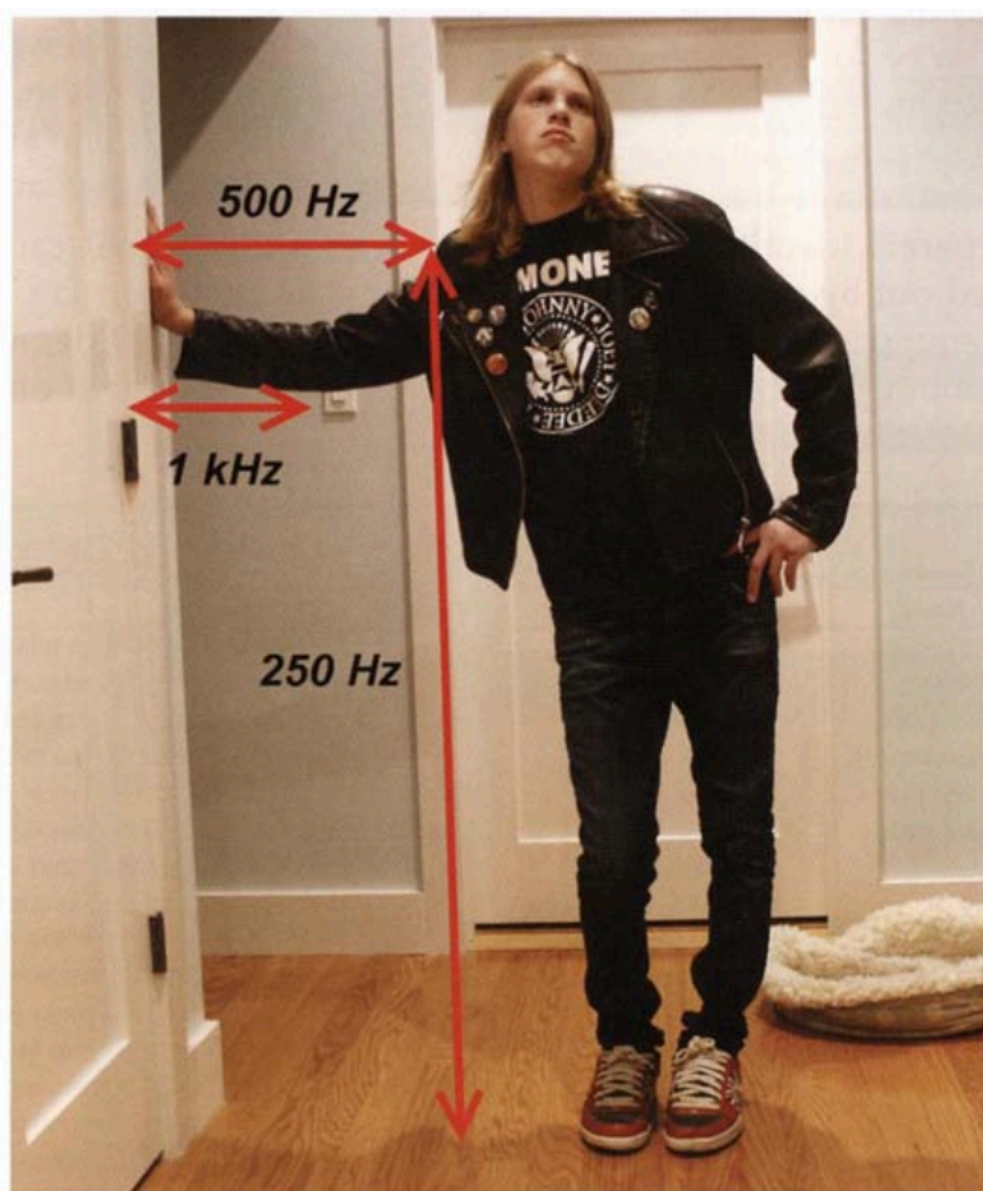
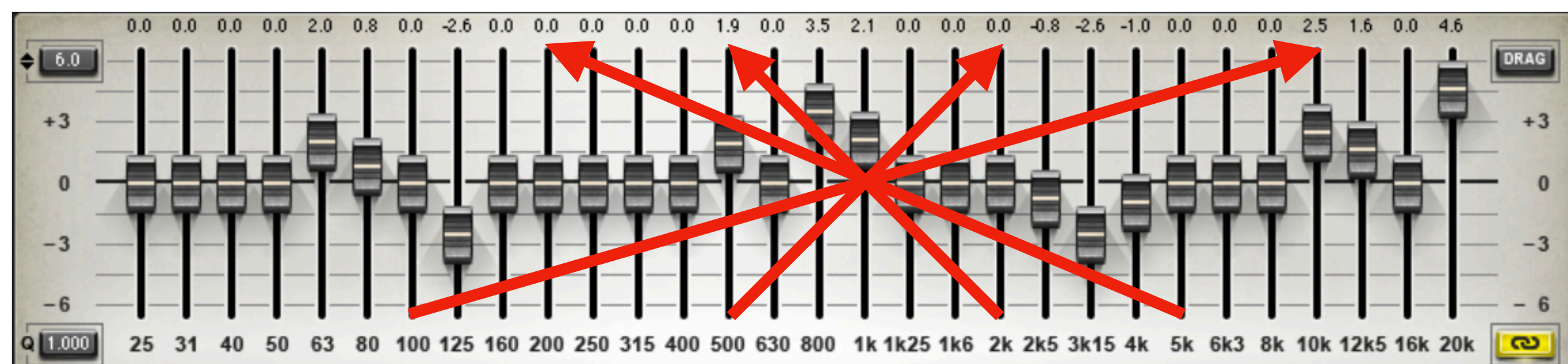
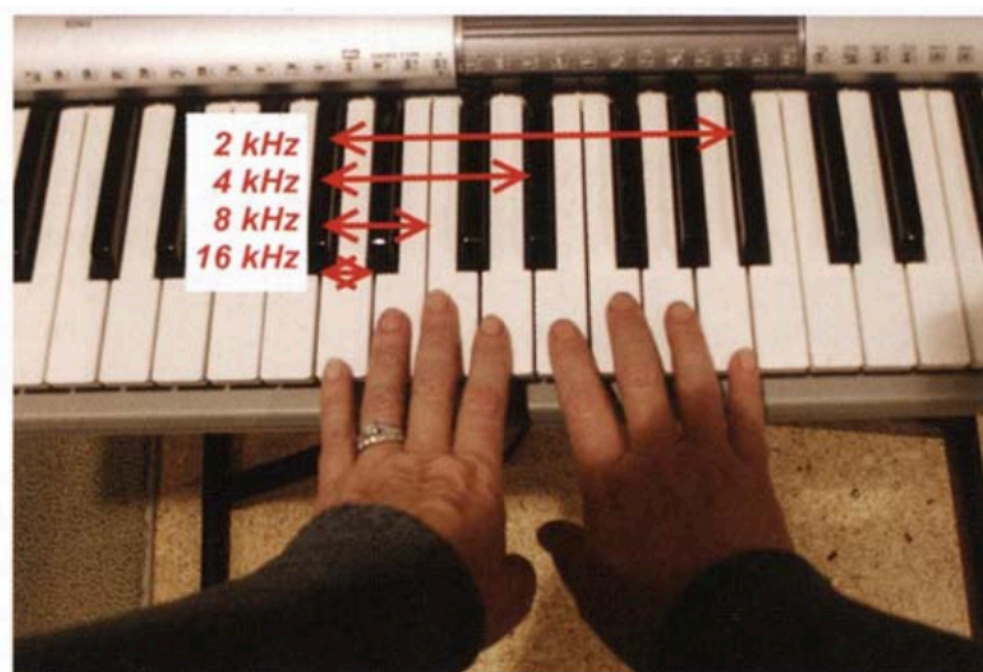
Refrakce vlivem rozdílných tepelných vrstev



Refrakce vlivem větru

Pomůcky a vychytávky

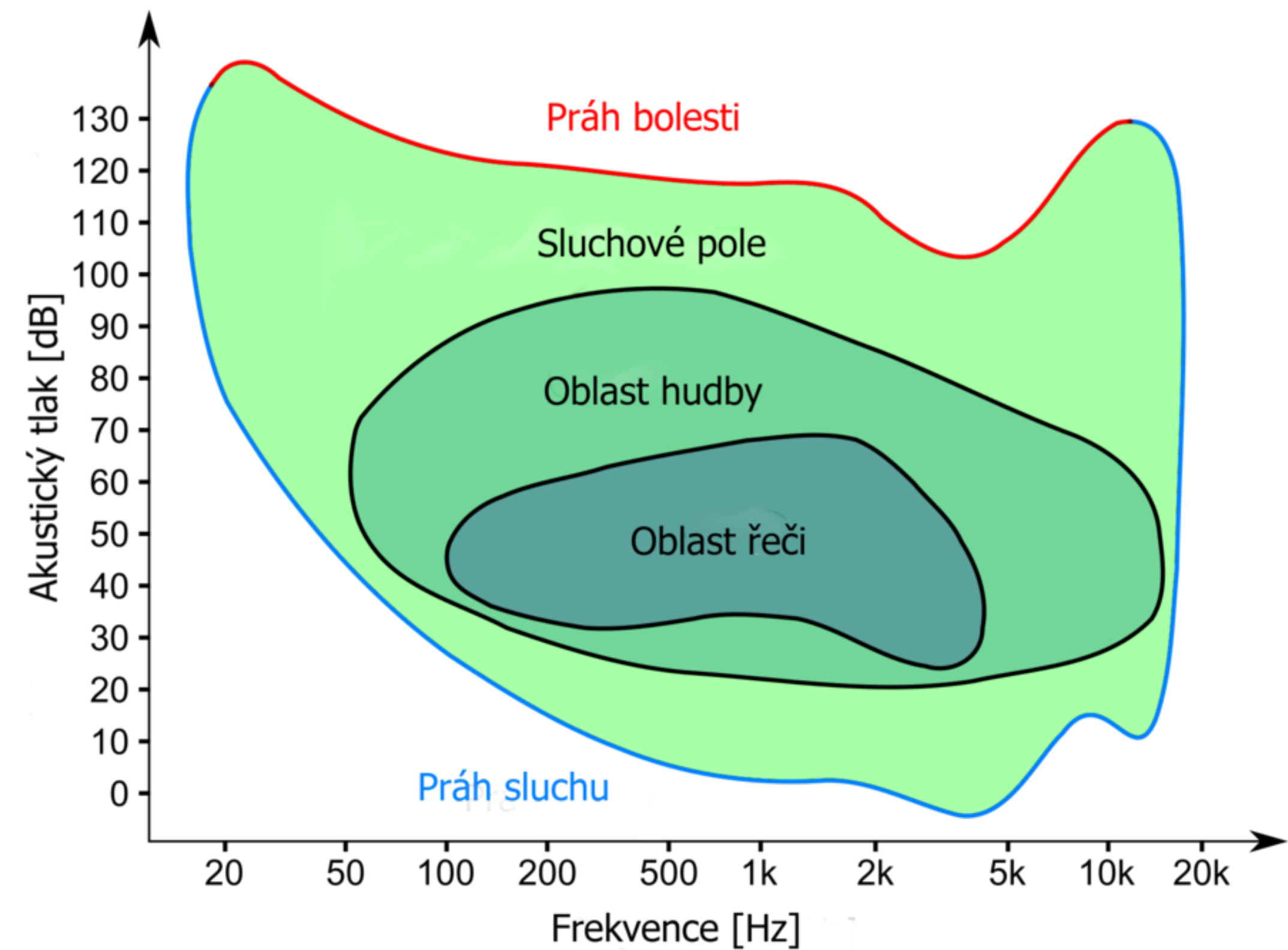
Frekvence x perioda



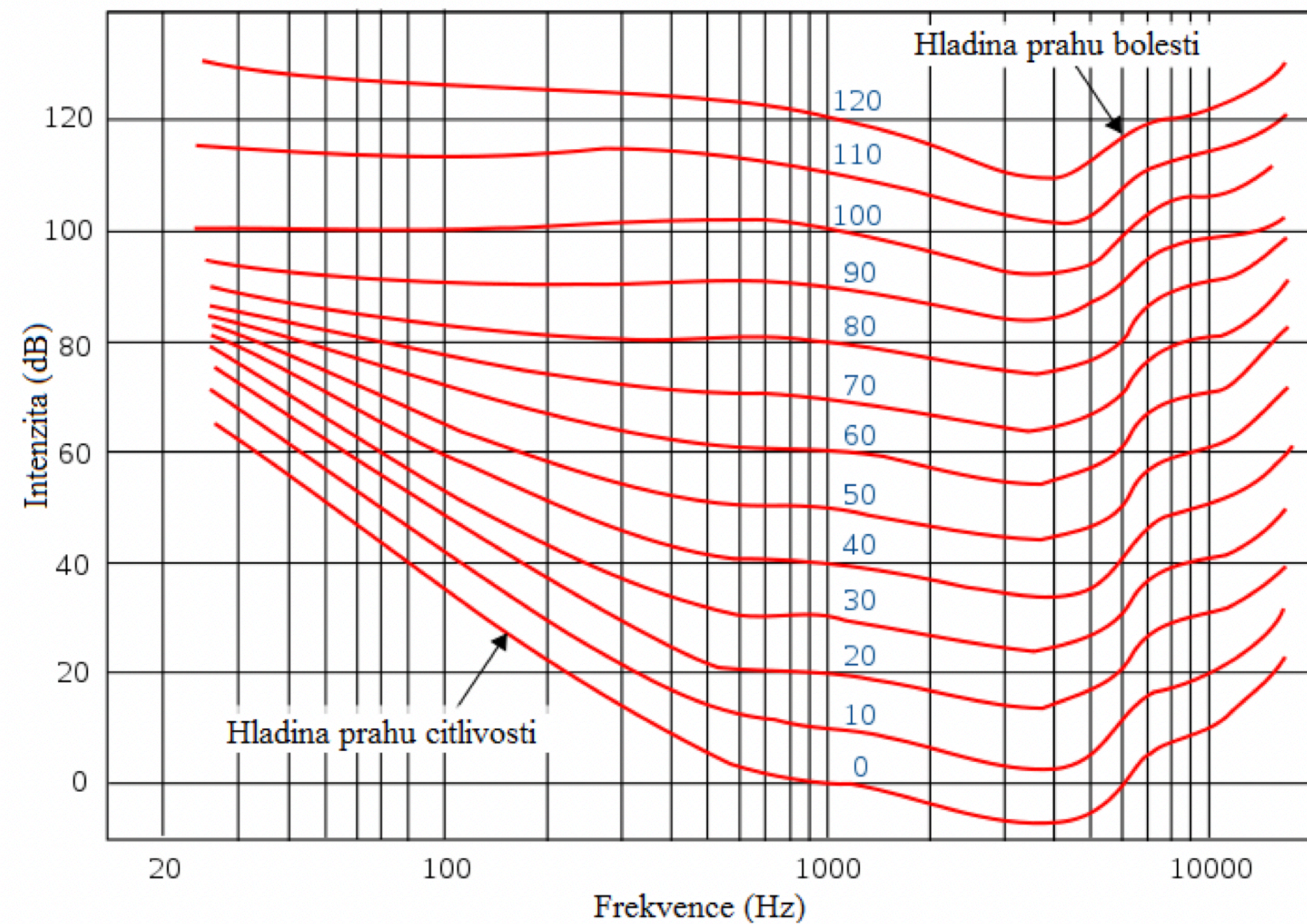
Wavelength Reference Chart				
Frequency (Hz)	Period (ms)	Wavelength (Room temp)		Comparable size
		(m)	(ft)	
20	50.00	17.24	56.56	
25	40.00	13.79	45.07	Intermodal shipping container
32	31.75	10.94	35.77	
40	25.00	8.62	28.17	Band gear truck length
50	20.00	6.90	22.54	1/2 size intermodal container
63	15.87	5.47	17.89	Gas guzzling SUV length
80	12.50	4.31	14.09	Full Size car length
100	10.00	3.45	11.27	Compact car length
125	8.00	2.76	9.01	Too wide for the truck
160	6.25	2.15	7.04	Shaquille O'Neal
200	5.00	1.72	5.63	Average height
250	4.00	1.38	4.51	Shoulder Height
315	3.17	1.09	3.58	
400	2.50	0.86	2.82	
500	2.00	0.69	2.25	Arm's length
630	1.59	0.55	1.79	
800	1.25	0.43	1.41	
1,000	1.00	0.34	1.13	Elbow to fist
1,250	0.80	0.28	0.90	Man's foot
1,600	0.63	0.22	0.70	Woman's foot
2,000	0.50	0.17	0.56	Eight fingers
2,500	0.40	0.14	0.45	
3,150	0.32	0.11	0.36	CD/DVD
4,000	0.25	0.086	0.28	Four fingers
5,000	0.20	0.069	0.23	
6,300	0.16	0.055	0.18	
8,000	0.13	0.043	0.14	Two fingers
10,000	0.10	0.034	0.11	
12,500	0.08	0.028	0.09	
16,000	0.06	0.022	0.07	One finger
20,000	0.05	0.017	0.06	

Slyšitelné pole

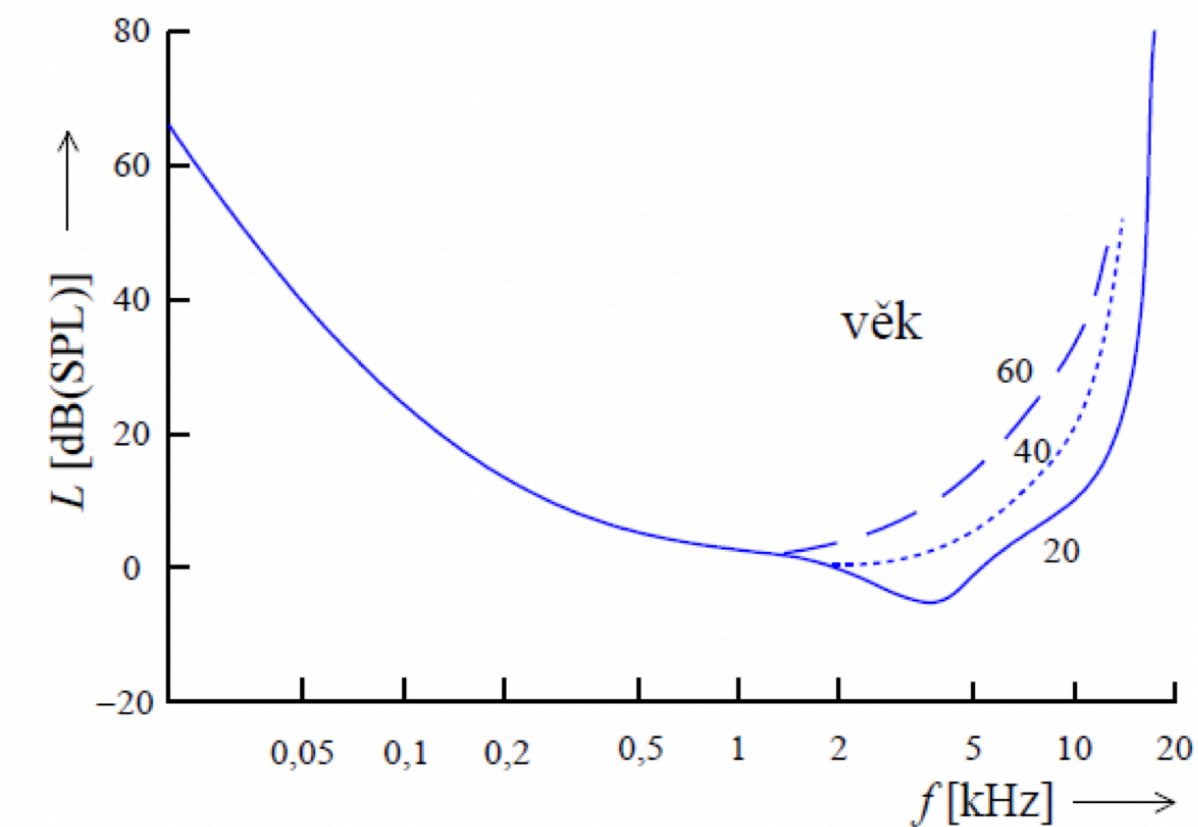
- Rozsah vlnových délek 17m - 1,7 cm
- Frekvenční rozsah 20 Hz - 20 kHz
- Rozsah period 50 ms - 50 μ s



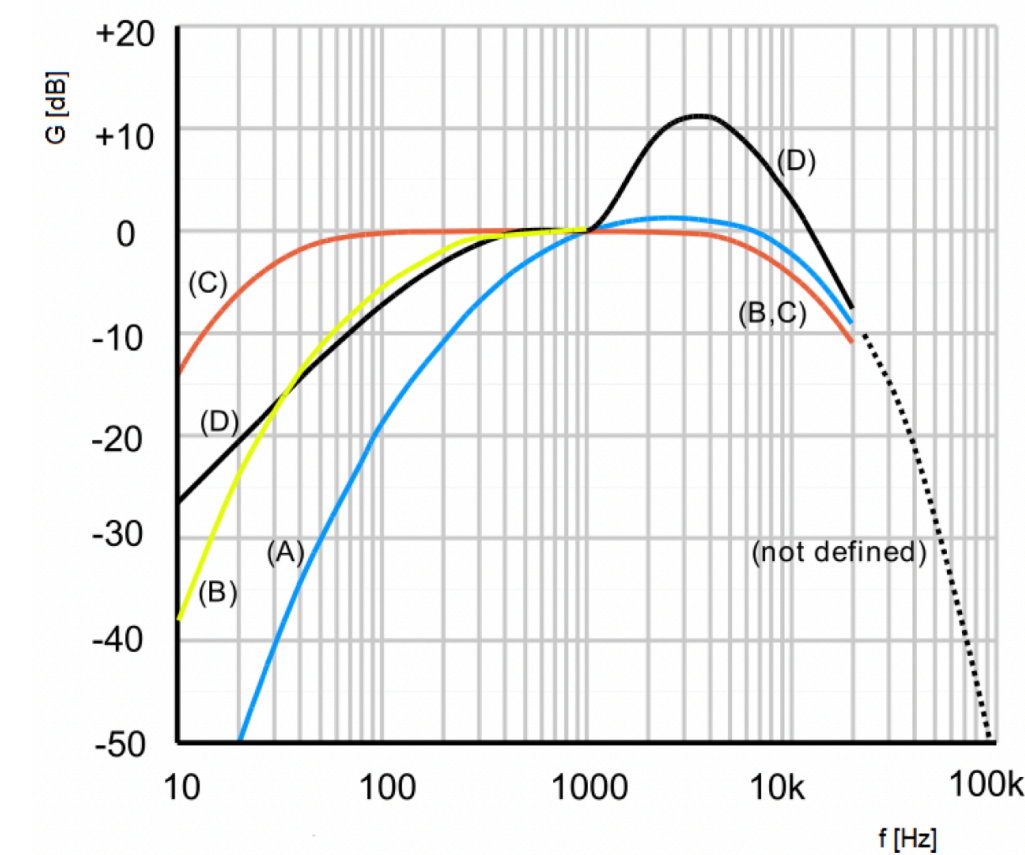
Křivky stejné hlasitosti



Fletcher-Mundsonovy křivky stejné hlasitosti

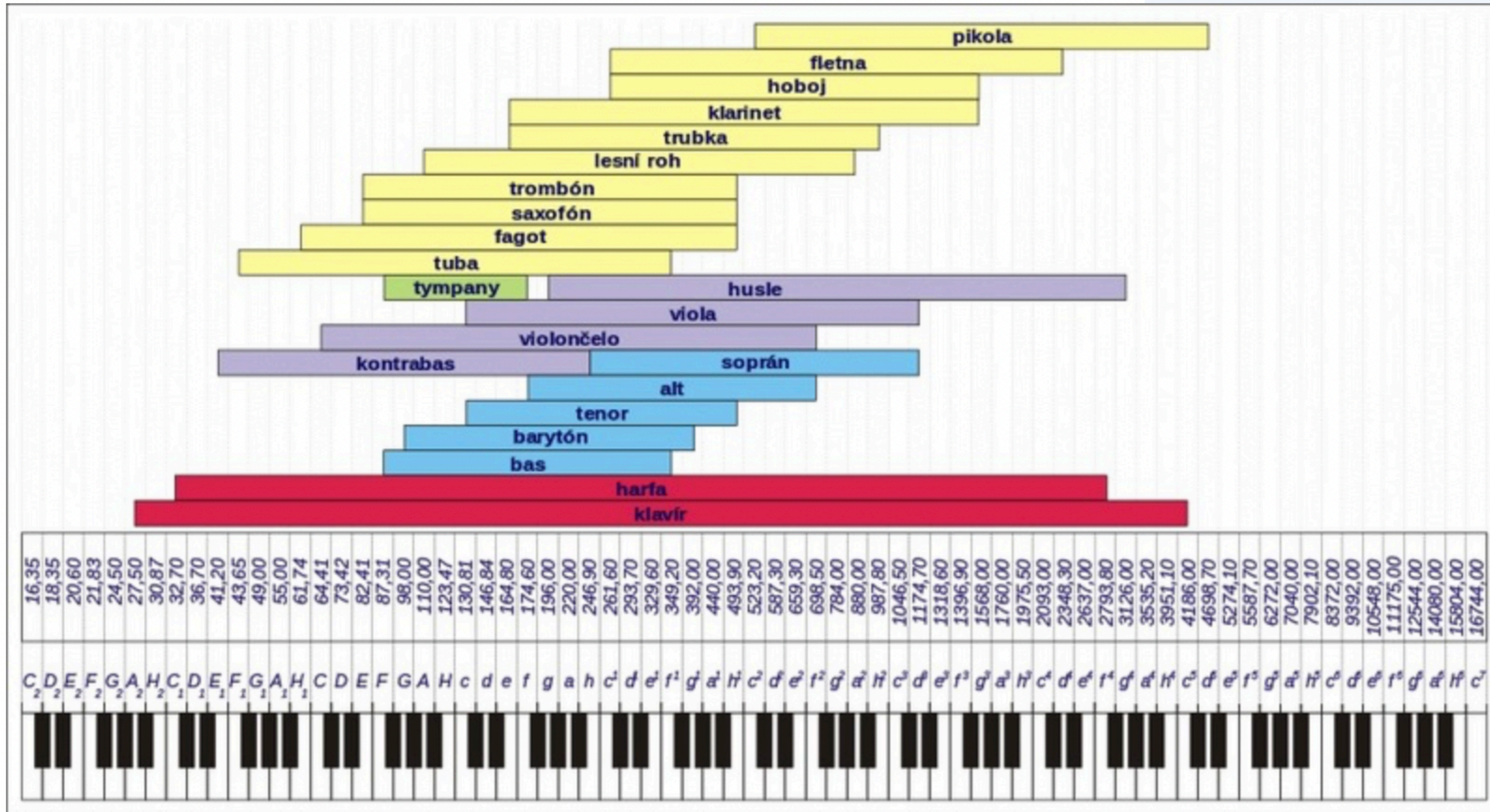


Ztráta sluchu s věkem



Váhové křivky A [40 Ph], B [70 Ph], C [100 Ph], D (v oblasti letectví)

Hudební rozsah



Decibely

- Bezrozměrná jednotka
- Vyjádření hladiny akustického tlaku L [Pa]
- Rozsah: práh slyšení $2 \cdot 10^{-5}$ Pa, práh bolesti 130 Pa

Cca 7 řádů pro zobrazení v lineární stupnici nepřehledné

“Zlogaritmovaný poměr” dvou hodnot v [B] resp. [dB] vztažený např. k prahu slyšení.

$\text{Log}_{10} (p/p^0) \dots [\text{bel}]$

$10 \text{Log}_{10} (p/p^0) \dots [\text{dB}]$

... 1dB nejmenší postřehnutelná změna hlasitosti

Jaké veličiny můžeme vyjadřovat v decibelech?

10 log

Intenzita I

20 log

Akustický tlak p , Napětí U , vzdálenost d

$$P = U \times I, U = R \times I$$

$$P = U \times (U/R) = U^2/R \quad ; \quad P_0 = U_0^2 / R$$

$$L \text{ [dB]} = 10 \times \log (U^2/U_0^2)$$

$$L \text{ [dB]} = 10 \log (U/U_0)^2$$

$$L \text{ [dB]} = 20 \log (U/U_0)$$

$$L_I = 10 \log (I / I_0) \quad (\text{Dekadický logaritmus})$$

$$\text{SPL [dB]} = 20 \log (p/p_0)$$

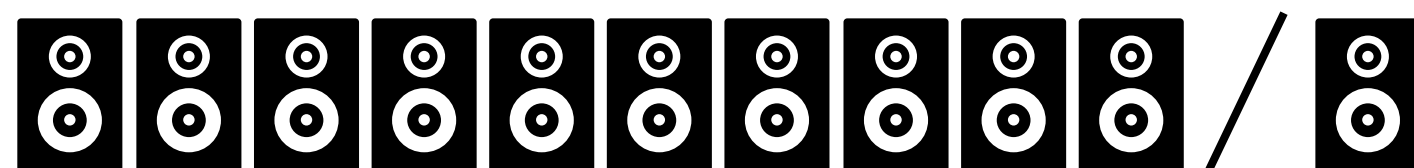
Reference (udávaný kontext)

Reference nás posune z bezrozměrných jednotek na konkrétní hodnoty

- $\text{dB}_{\text{SPL}} \dots p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$
- $\text{dBu} \dots v_0 = 0,775 \text{ V}$, (+4dBu linková úroveň)
- $\text{dBV} \dots v_0 = 1 \text{ V}$
- $\text{dBFS} \dots w_0$ nejvyšší hodnota, kterou je schopen AD převodník zpracovat.

Tabulka poměrů a vyjádření v dB

Poměr	dB
1/1	+0dB
1,4 / 1	+3dB
2/1	+6dB
3/1	+9,54 (10) dB
4/1	+12dB
5/1	+14dB
6/1	+16dB
7/1	+17dB
8/1	+18dB
9/1	+19dB
10/1	+20dB



$$20 \log (2) = 20 \times 0,301 = 6\text{dB}$$

$$20 \log (4) \rightarrow 20 \log (2 \times 2) \rightarrow 20 \log (2) + 20 \log (2) = 6\text{dB} + 6\text{dB} = 12\text{dB}$$

$$20 \log (10 : 2) \rightarrow 20\text{dB} - 6\text{dB} = 14\text{dB}$$

$$20 \log (2 \times 3) \rightarrow 6\text{dB} + 10\text{dB} = 16\text{dB}$$

$$20 \log (5 \times 1,4) \rightarrow 14\text{dB} + 3\text{dB} = 17\text{dB}$$

$$20 \log (2 \times 2 \times 2) \rightarrow 6\text{dB} + 6\text{dB} + 6\text{dB} = 18\text{dB}$$

$$20 \log_{10} (10/1) = 20 \times 1 = 20 \text{ dB}$$

10 na kolikátou(?) je 10/1 10¹

Kolik dB_{SPL} je 1 Pascal? $P_0 = 2 \times 10^{-5}$ $SPL [dB] = 20 \log (p/p_0)$

$$\begin{aligned} 20 \log (1/(2 \times 10^{-5})) &= 20 \log (100000/2) = 20 \log ((10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10) : 2) = \\ &= 20 \log 10 + 20 \log 10 + 20 \log 10 + 20 \log 10 + 20 \log 10 - 20 \log 2 = \\ &= 20 + 20 + 20 + 20 + 20 - 6 = 94 \text{ dB}_{SPL} \end{aligned}$$

Kolik V je +4dBu? ... nominální linková úroveň přístrojů.

dBu... 0,775 V. +6dBu... dvojnásobek. $2 \times 0,775 \text{ V} = 1,55 \text{ V}$. +4dBu je někde mezi.

Kolik je -10 dBV Hifi věže na cinchích

dBV... 1V. +10dB... trojnásobek, tj. 3 V. -10dB je třetina, tj. 0,33 V.

Jaké napěťové zesílení má zesilovač se ziskem 32 dB?

$$32 \text{ dB} = 20 + 6 + 6 ; 10 \times 2 \times 2 = 40 \text{ dB} \quad \text{Tzn. Dám-li na vstup 1V, na výstupu vyleze 40V}$$

Požadavek na hlasitost 100 dB_{SPL} na pozici FOH při stávající instalaci:

O kolik dB přijdu ve vzdálenosti 16m od zdroje



Reproduktor max peak SPL (1m) = 130dB

$$130\text{dB} - 12\text{dB} = 118 \text{ dB RMS}$$

Podle crest faktoru - poměr špička/RMS

$$\text{dB}_{\text{FOH}} = 20 \log (16/1)$$

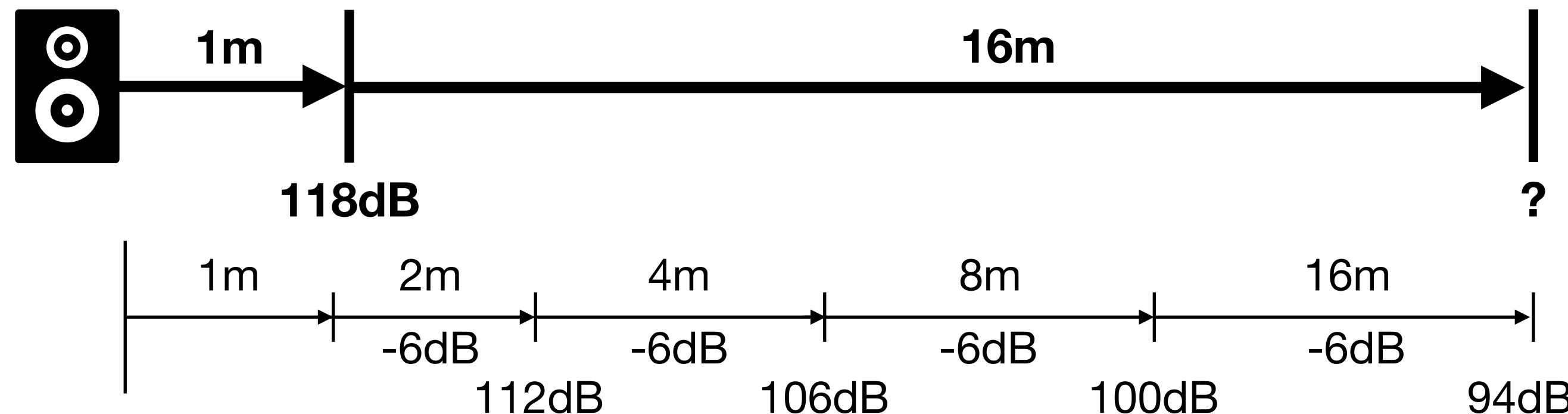
$$\text{dB}_{\text{FOH}} = 20 \log (2 \times 2 \times 2 \times 2)$$

$$\text{dB}_{\text{FOH}} = 6\text{dB} + 6\text{dB} + 6\text{dB} + 6\text{dB}$$

$$\text{dB}_{\text{FOH}} = 24\text{dB}$$

$$118\text{dB} - 24\text{dB} = 94\text{dB}$$

Na FOH naměříme maximálně 94 dB RMS.

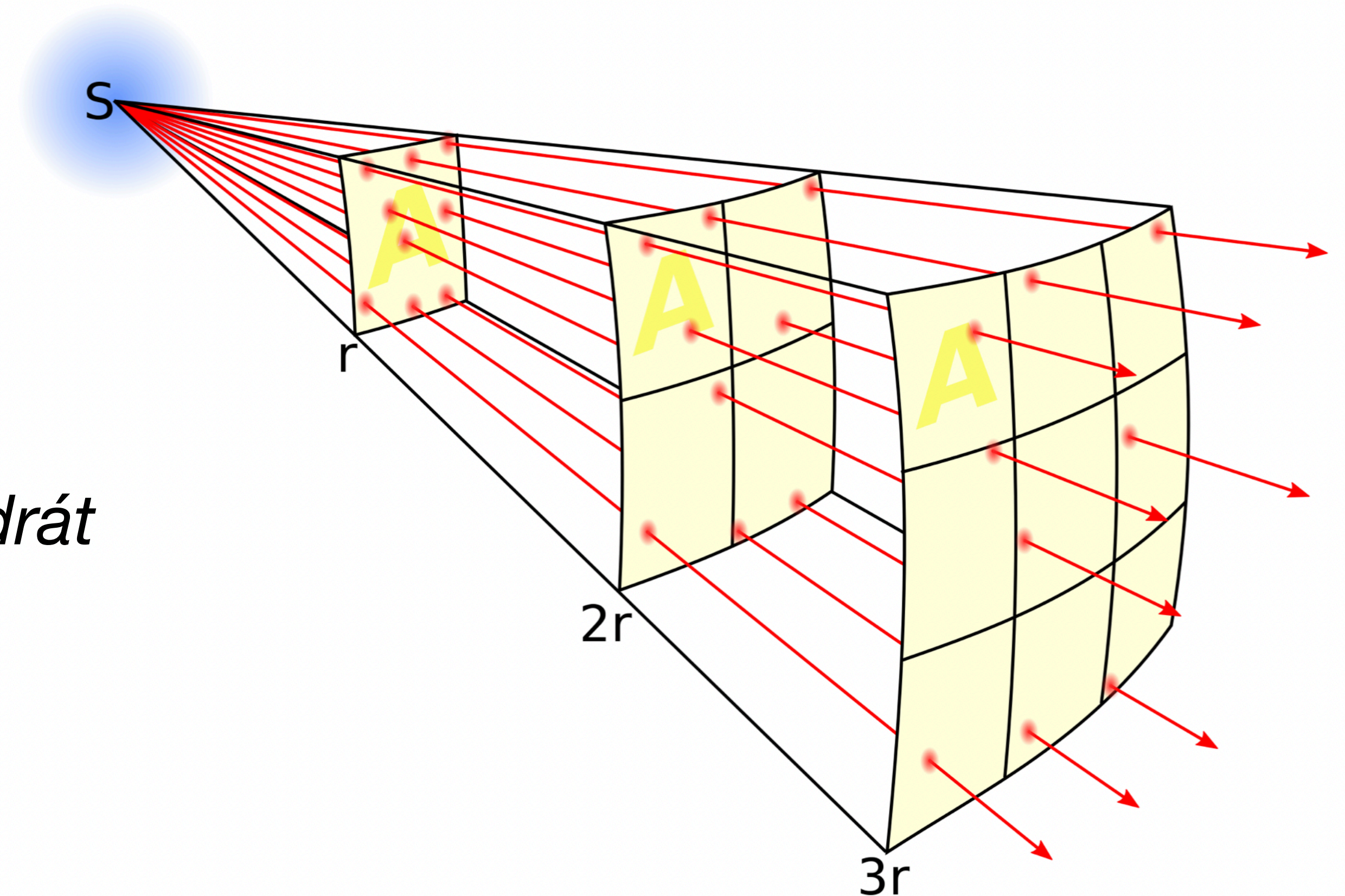


Inverse square law

$$2r = -6\text{dB}$$

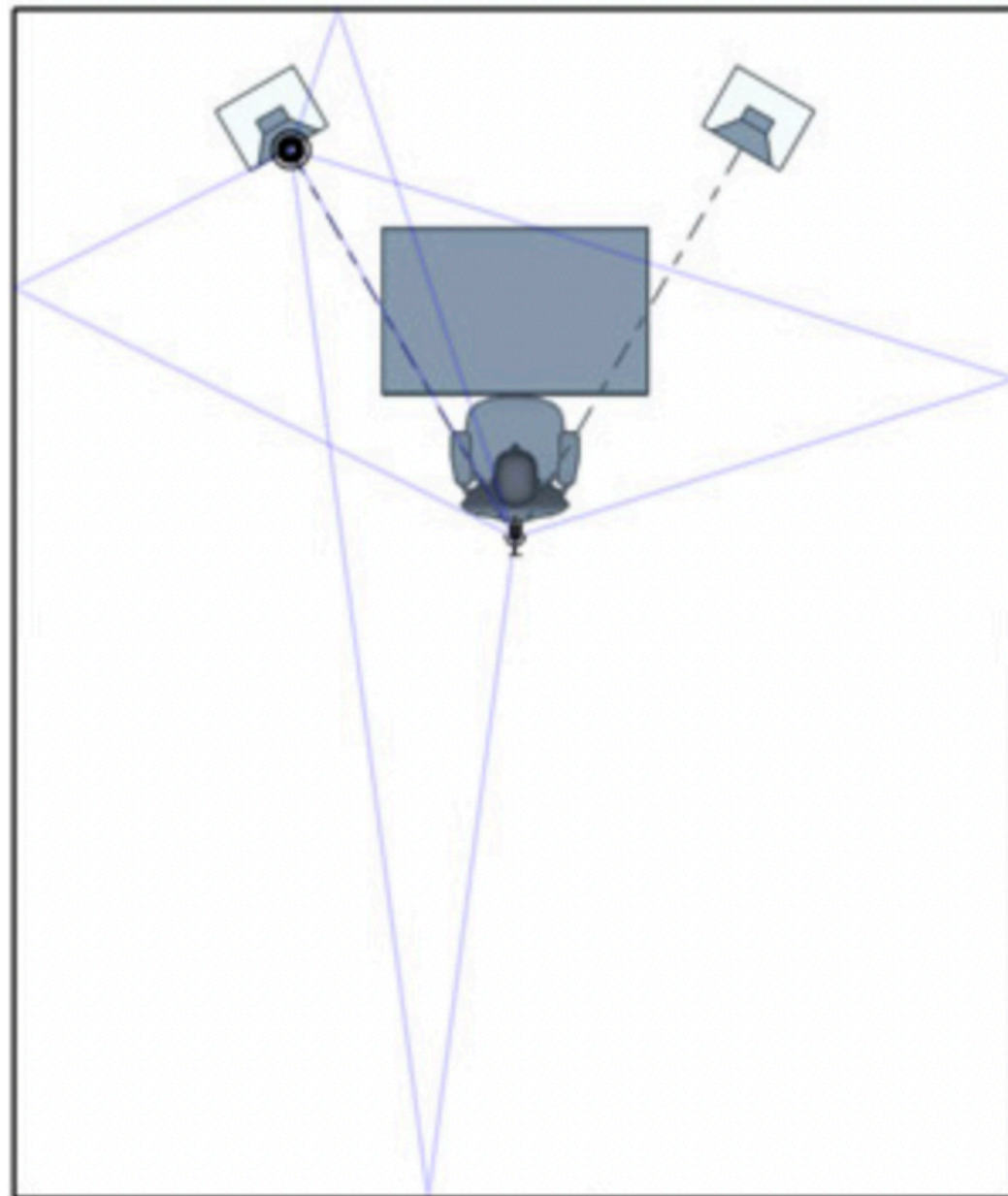
Popisuje vyzařování nekonečně malého bodového zdroje

“Vzdálím-li se dvakrát od zdroje, výzařovaný výkon se rozprostře na kvadrát plochy”.

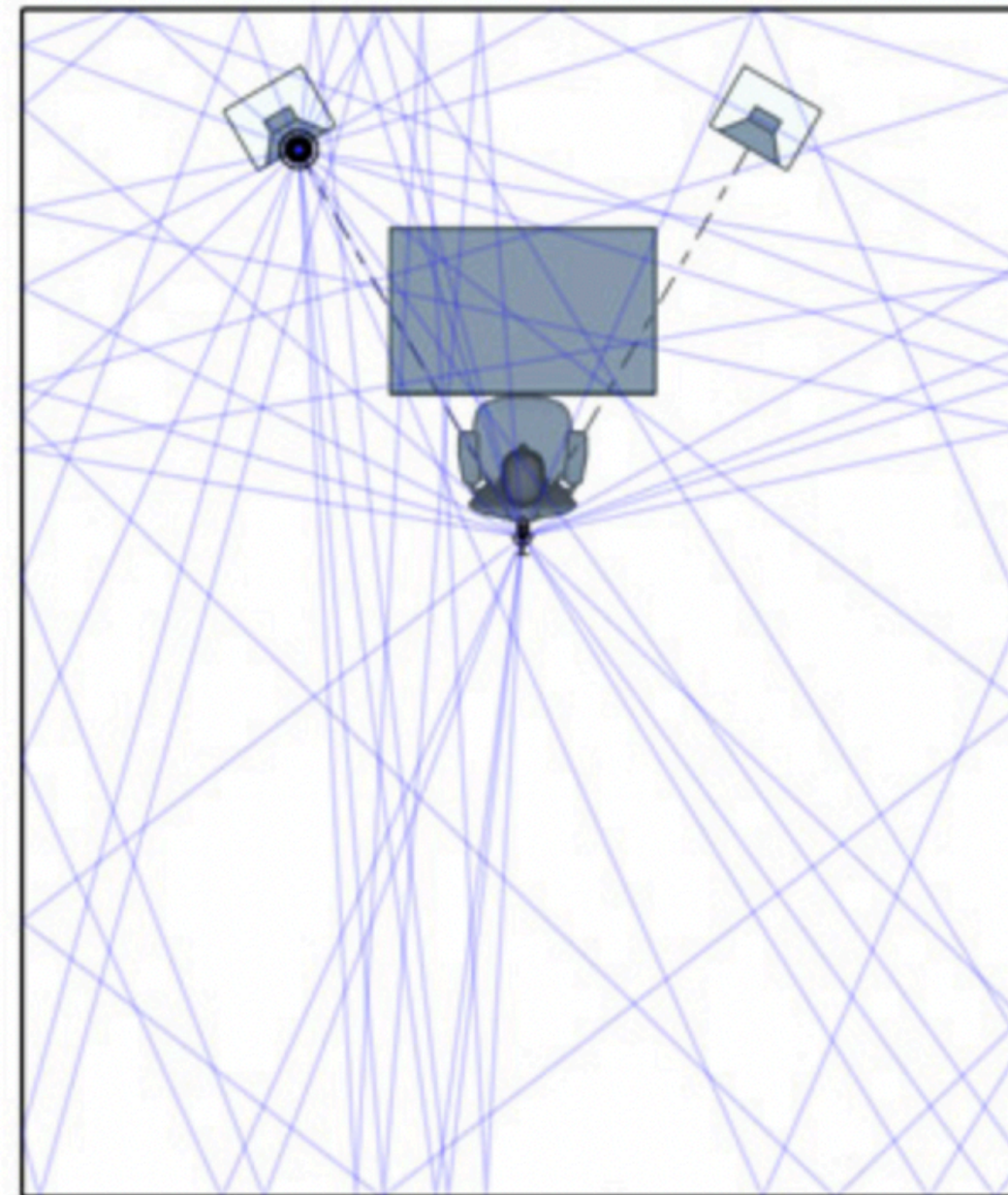


Jak funguje zvuk v místnosti

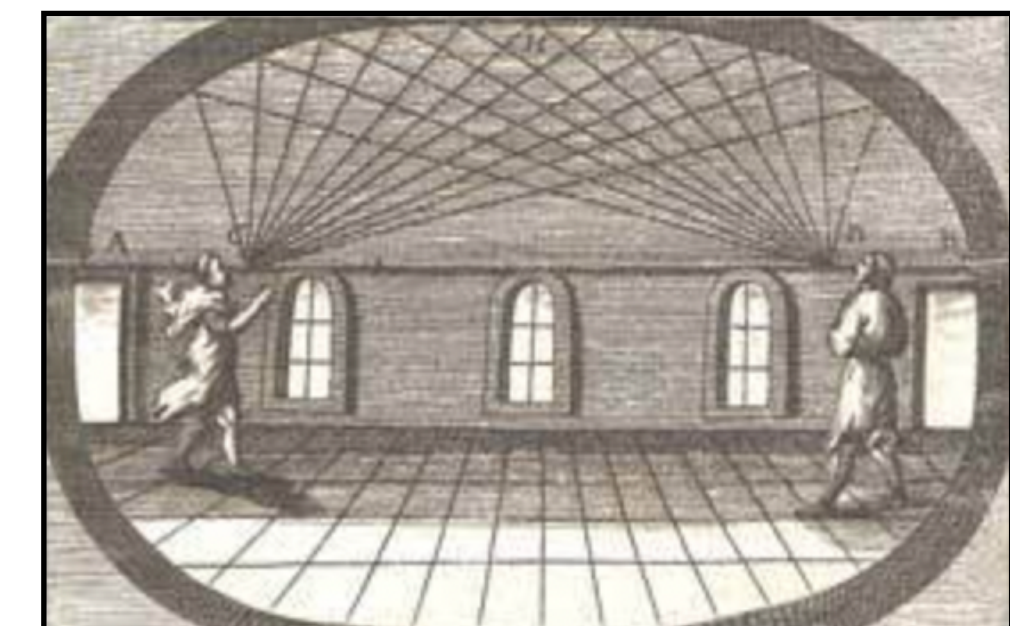
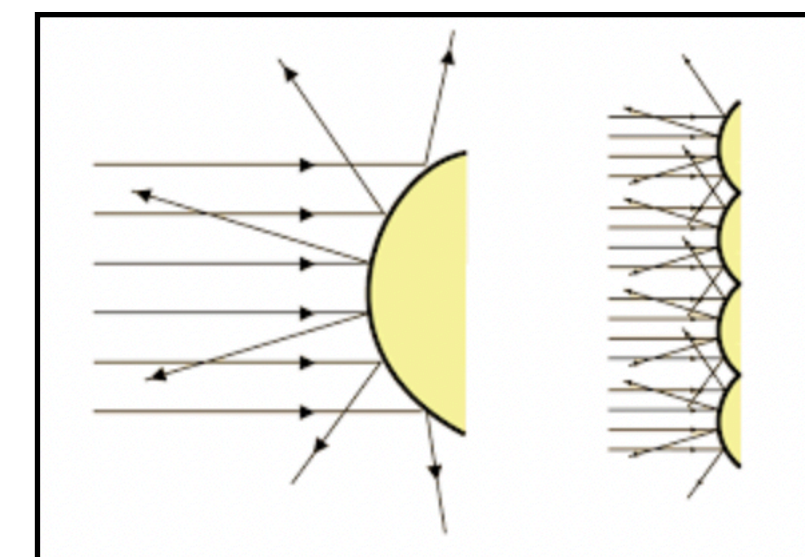
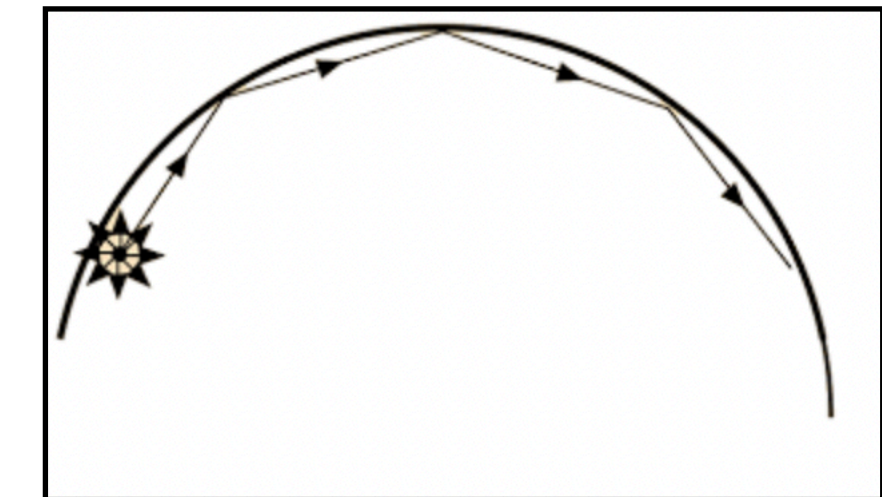
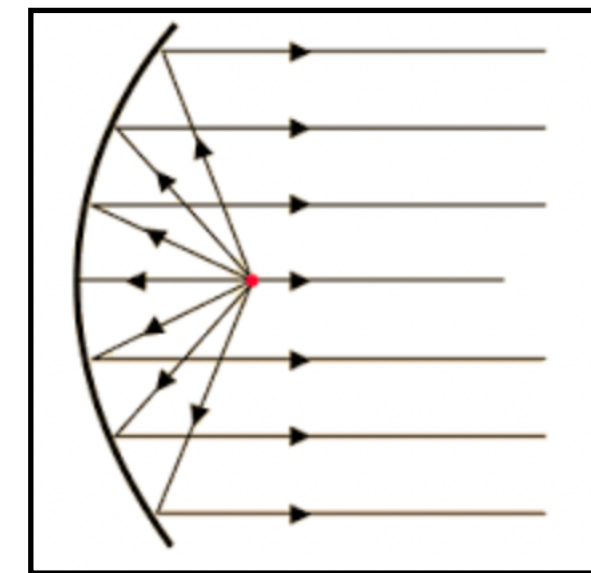
Absorbce, difuze, odraz



Přímý

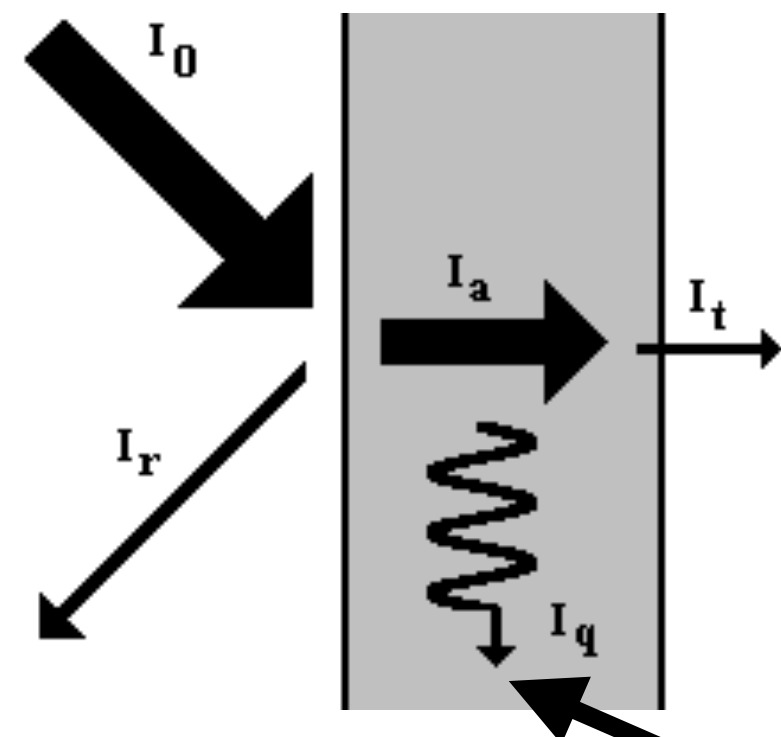


Odražený



Efekt klenby

Absorbce



Činitel pohotovosti - poměr dvou intenzit.

Pohlčená / vyzářená

Hodnoty 0 - 1. **1** úplné pohlčení, **0** - úplný odraz

Pohlčená energie se mění v teplo

Frekvenčně závislá

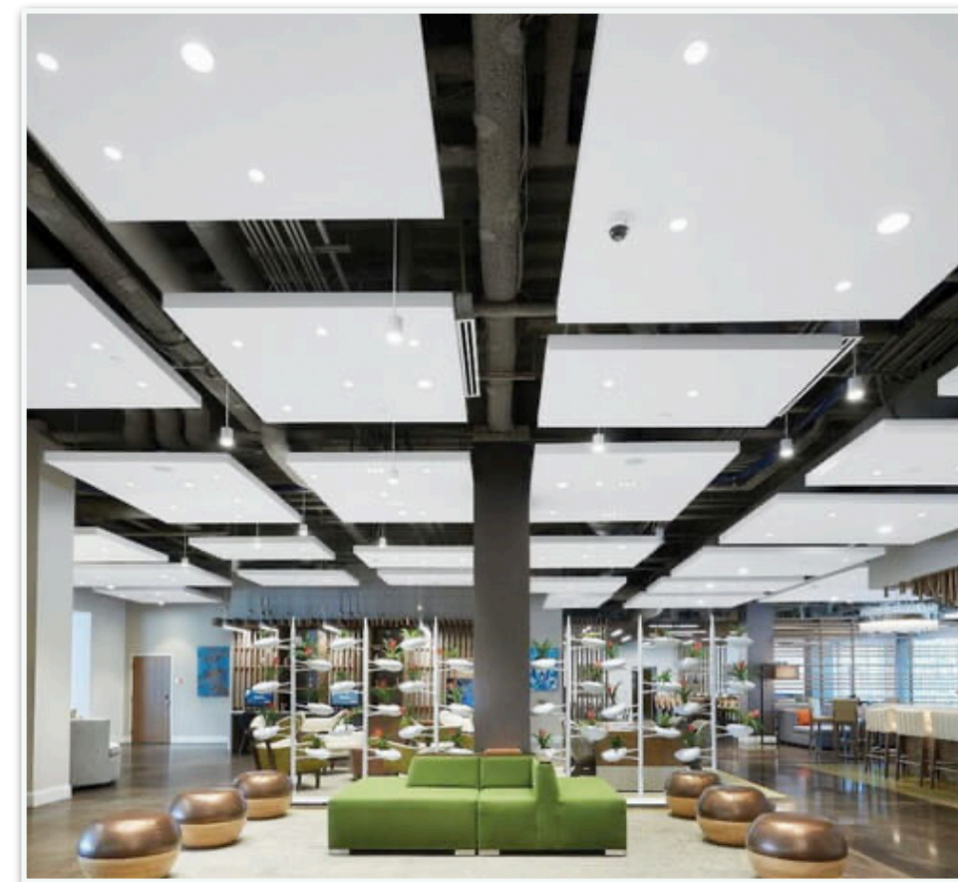
“Na velikosti záleží” - plocha a tloušťka objektu určuje množství pohlčené energie.

Frekvenční závislost činitele pohotovosti

Povrch	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Beton	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
Dřevěná podlaha	0,15	0,11	0,10	0,07	0,06	0,7
Koberec na betonovém podkladu 9,5 mm	0,09	0,08	0,21	0,26	0,27	0,37
Skelná vata 51 mm	0,38	0,49	0,84	0,91	0,76	-



Celistvý stropní podhled



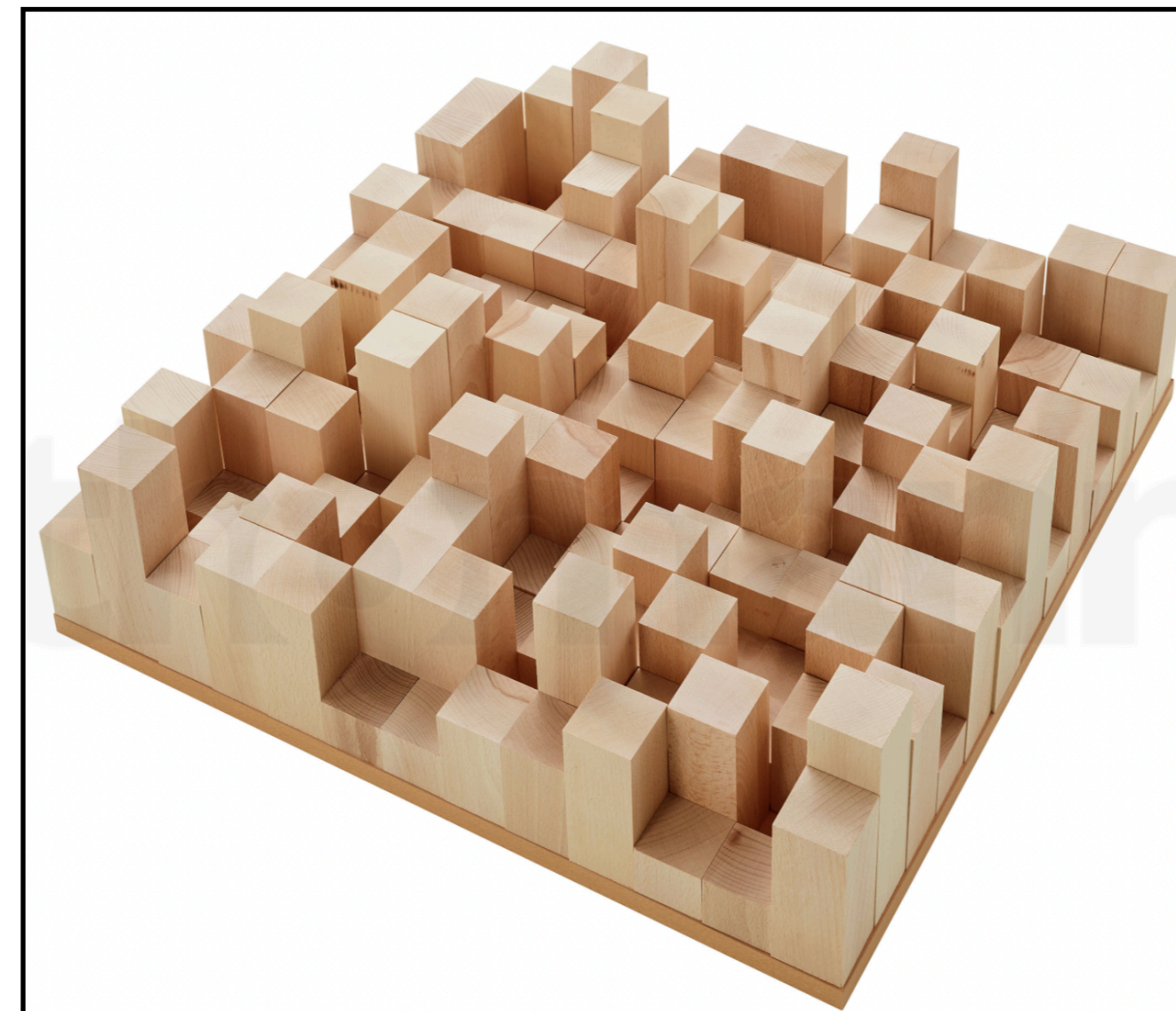
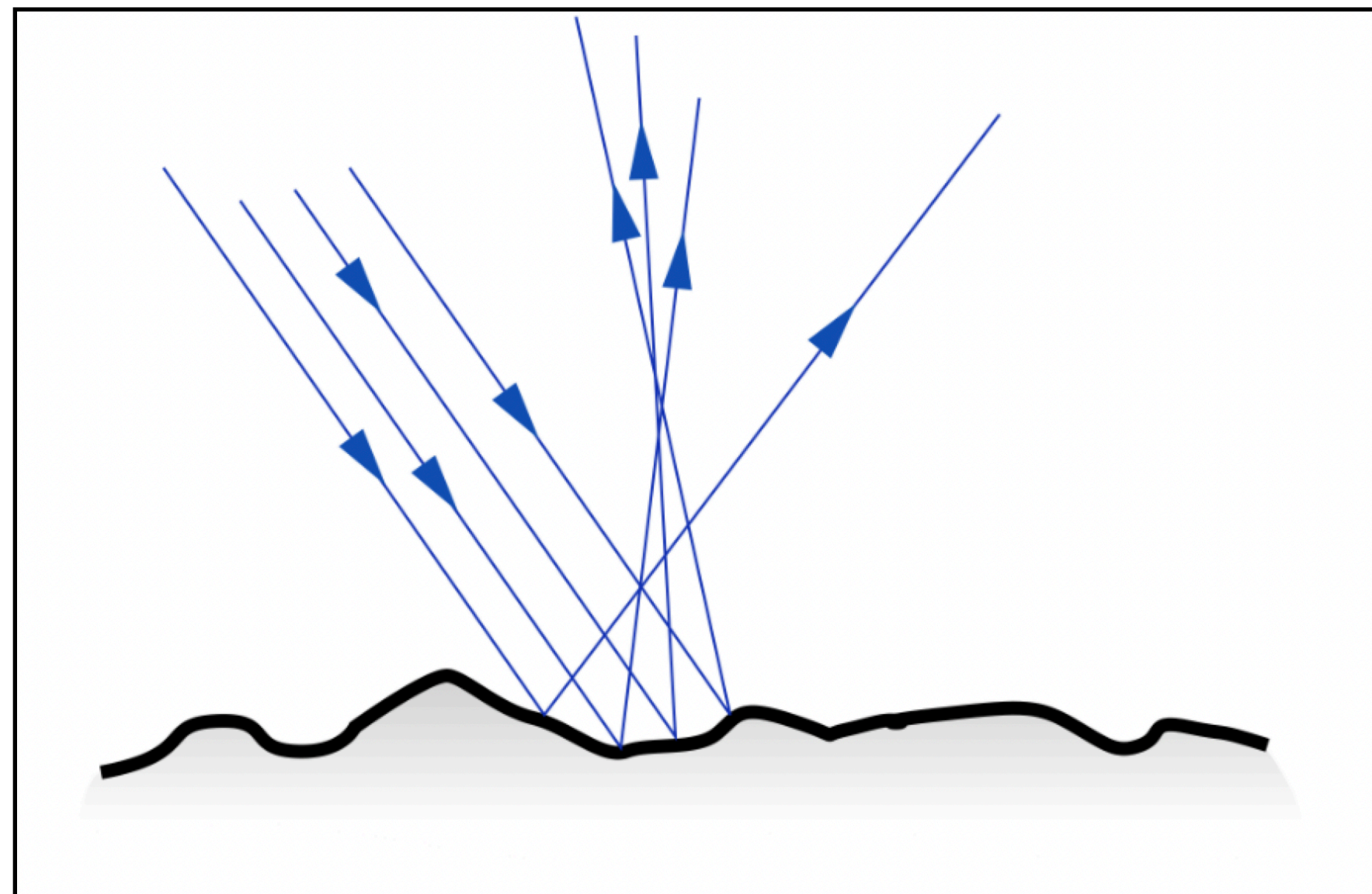
Zavěšené panely horizontální



Zavěšené panely vertikální

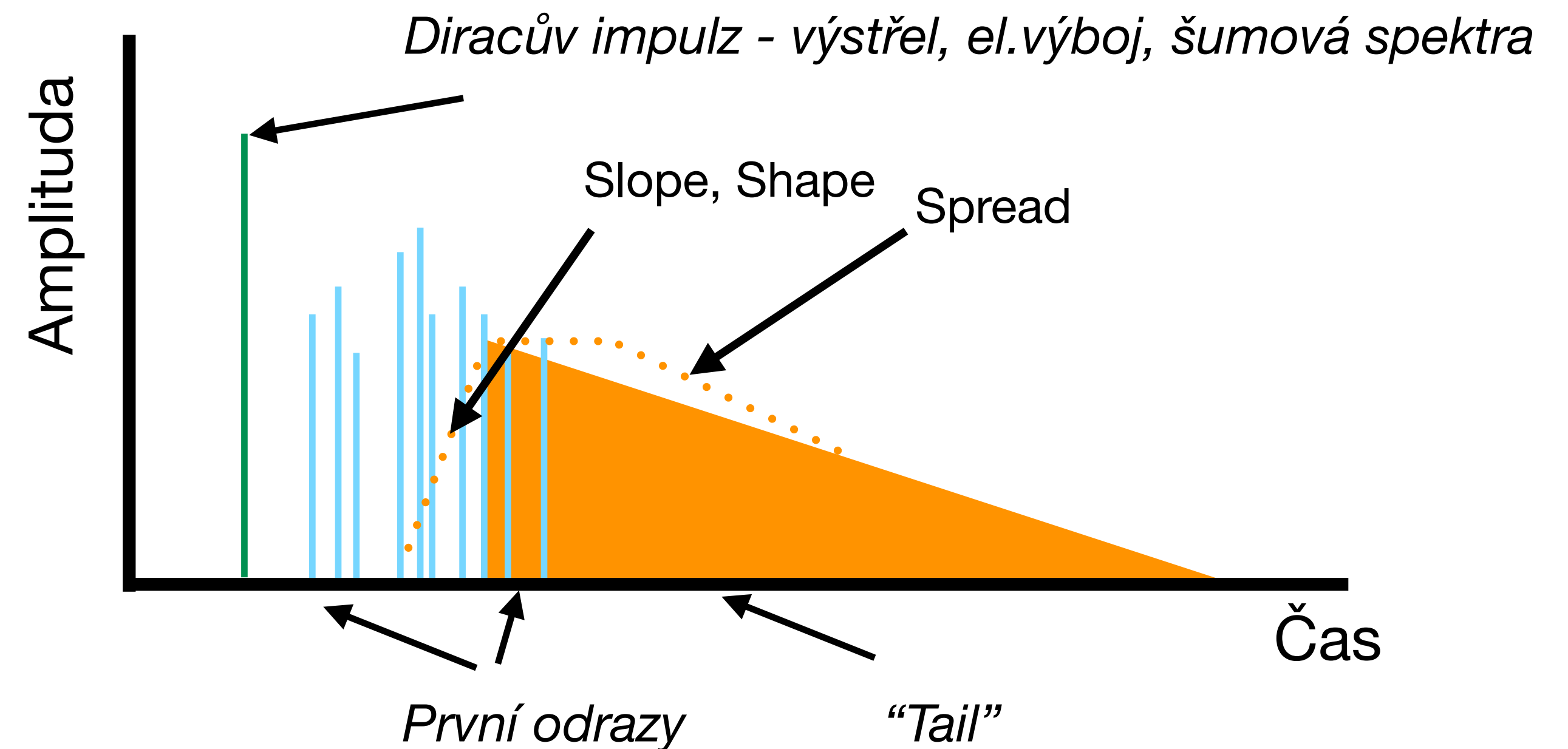
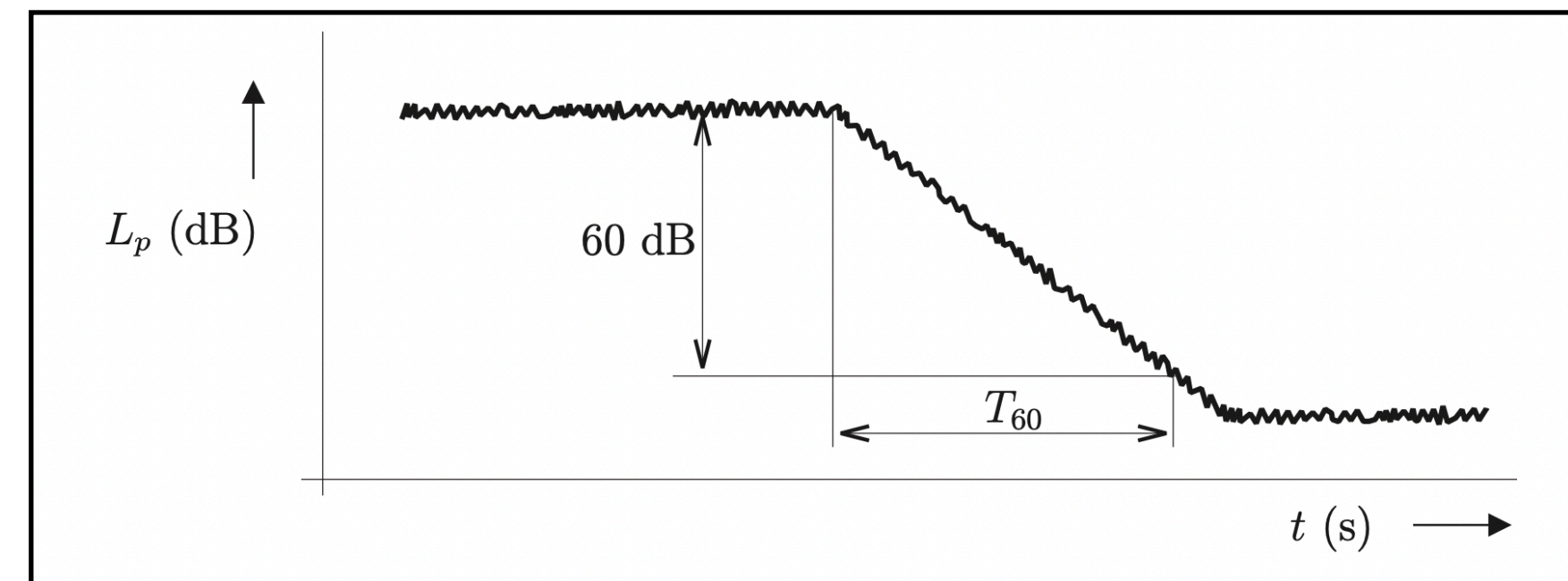
Rozptyl

Členitý povrch rozptýlí odraz a způsobí difuznější pole.

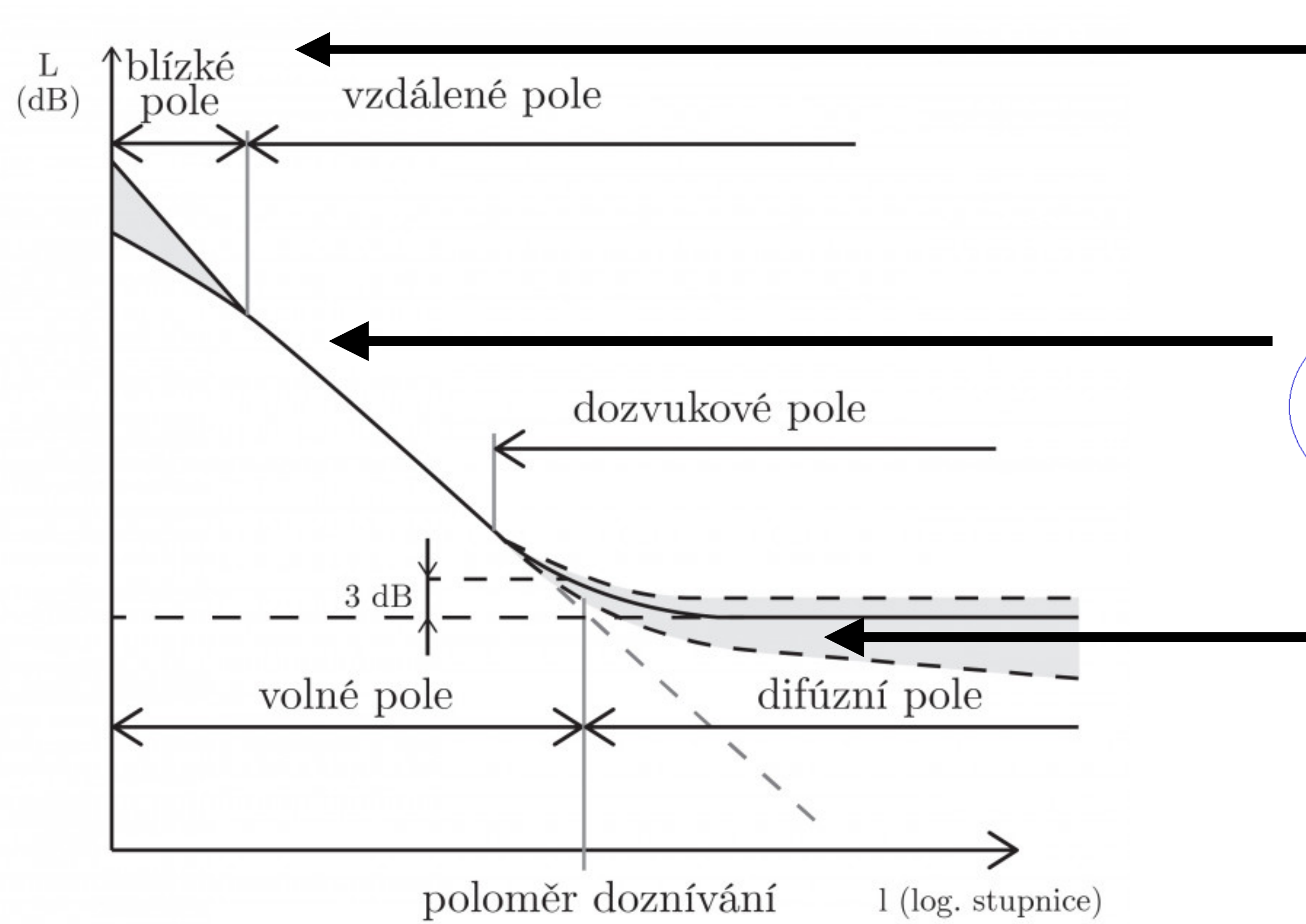


Dozvuk

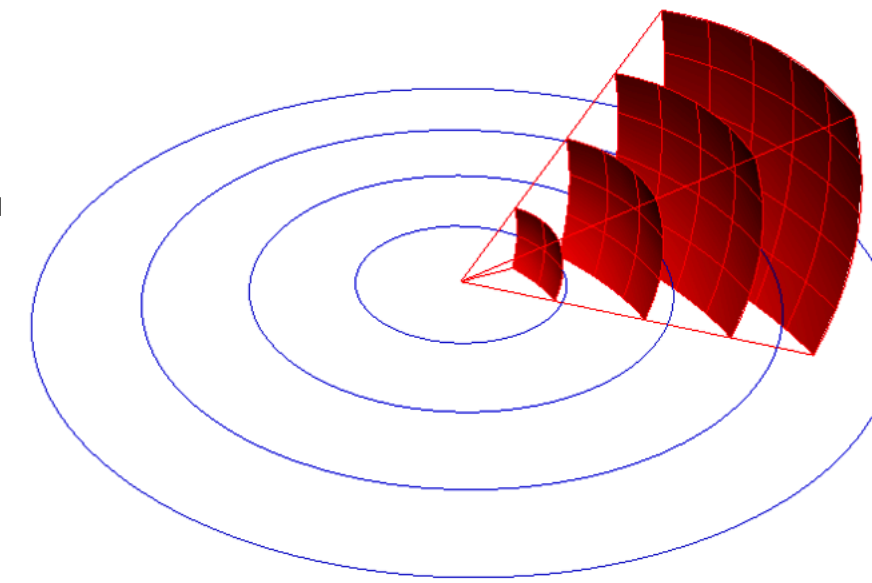
- Doba dozvuku (T_{60} , $T_{30} \times 2$)
- průběh doznívání, frekvenční charakteristika
- ER - early reflection
- Tail
- Dozvuková vzdálenost, poloměr doznívání



Zvuková pole



Fresnelovo pole. Směrové nelinearity dány blízkostí a rozměry zdroje

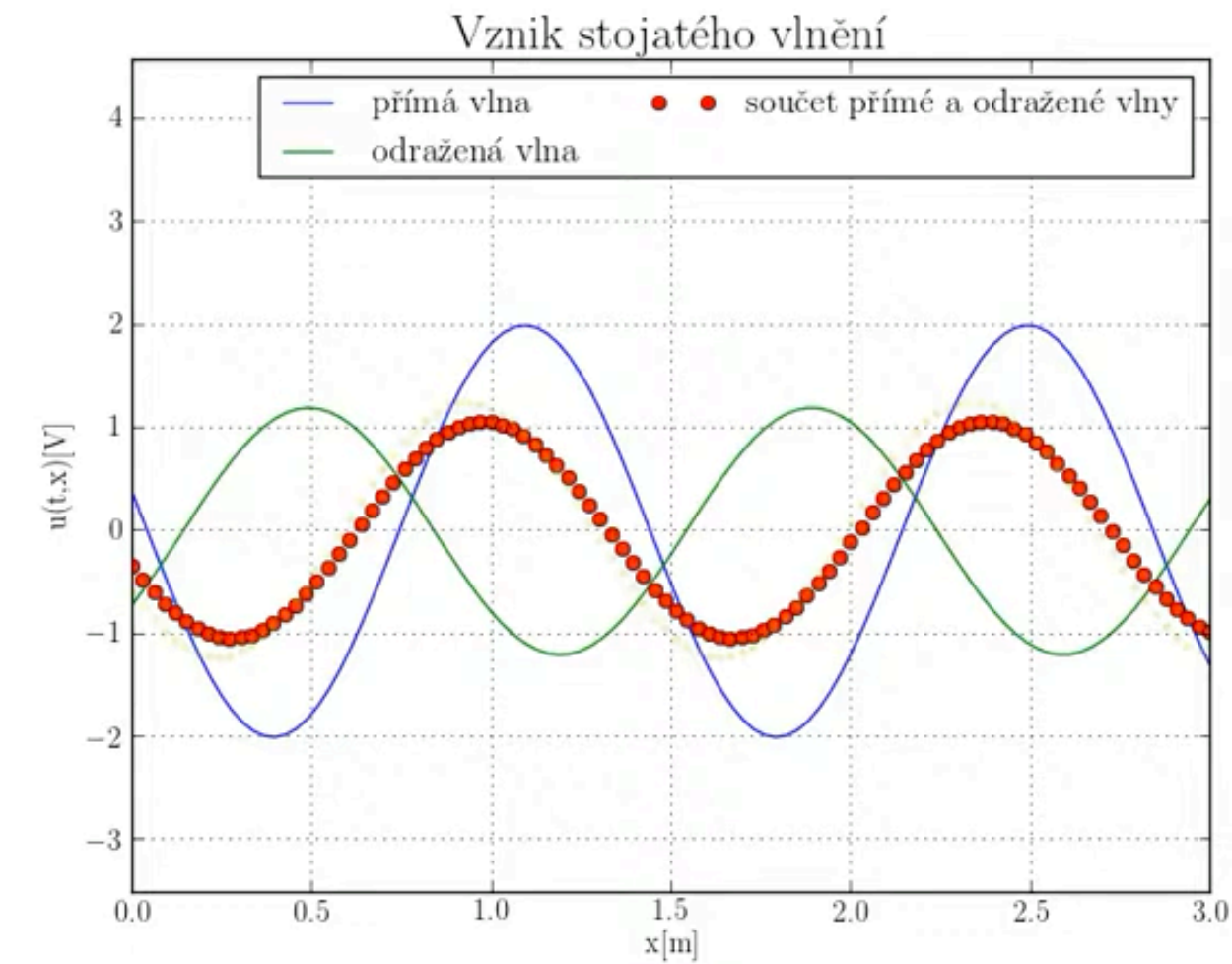
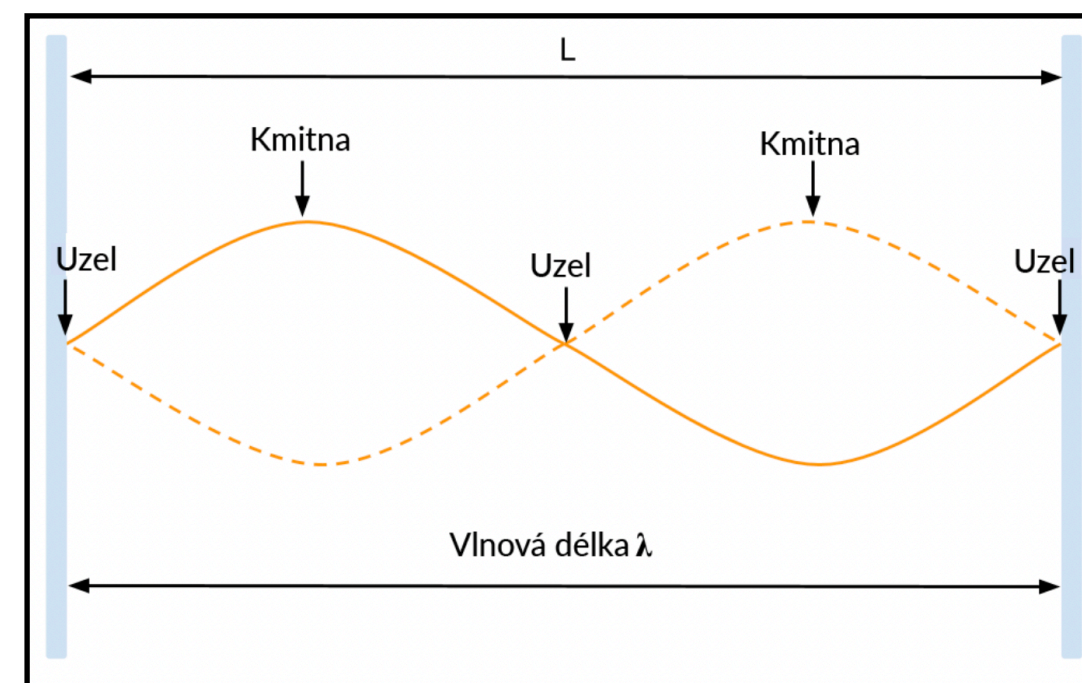


Úbytek 6dB s dvojnásobkem vzdálenosti

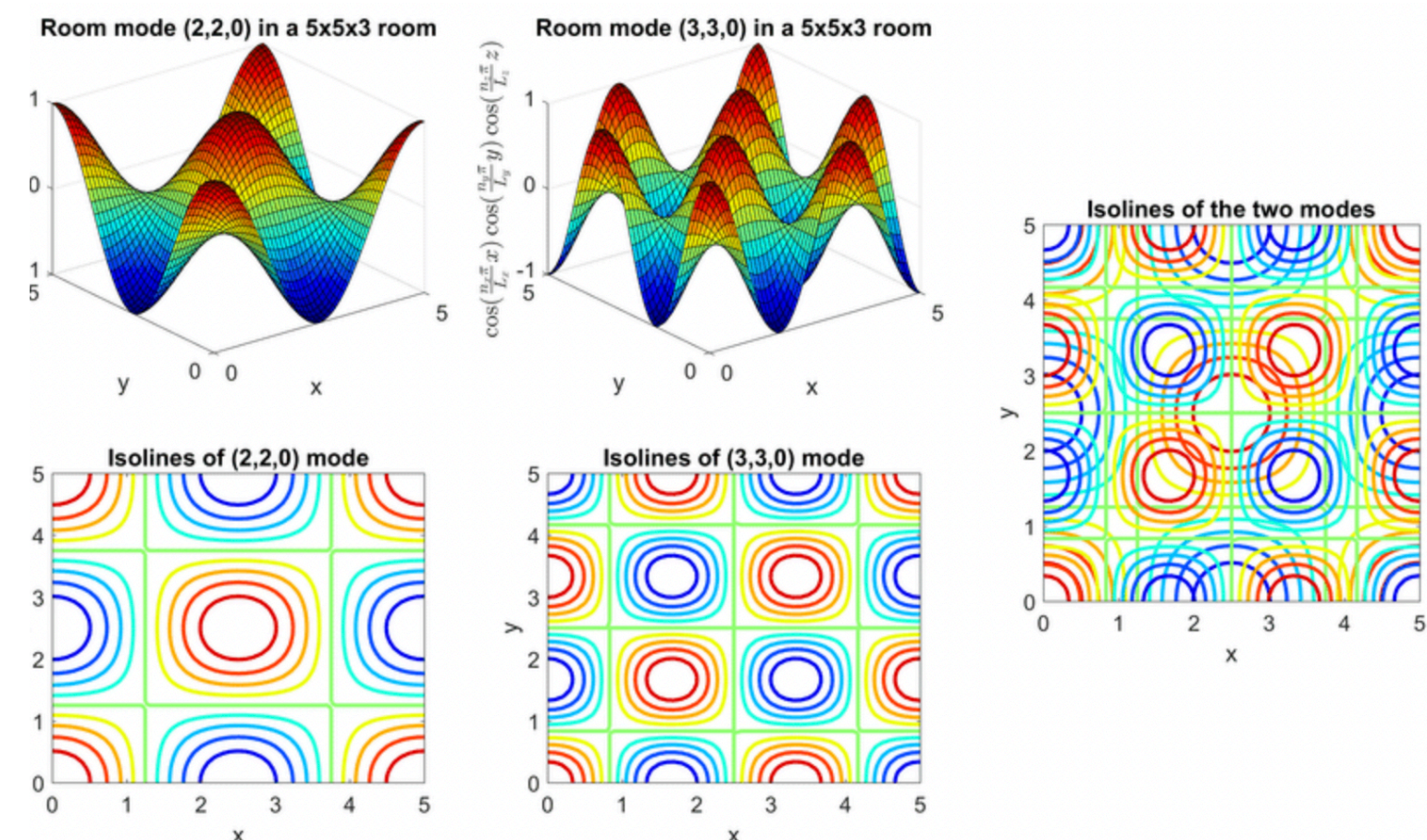
Pole odražených vln, neplatí inverse square law, vjem lokalizace zdroje se snižuje.

Stojaté vlnění

Uzly a kmitny



Chladniho obrazce, rezonance 2D

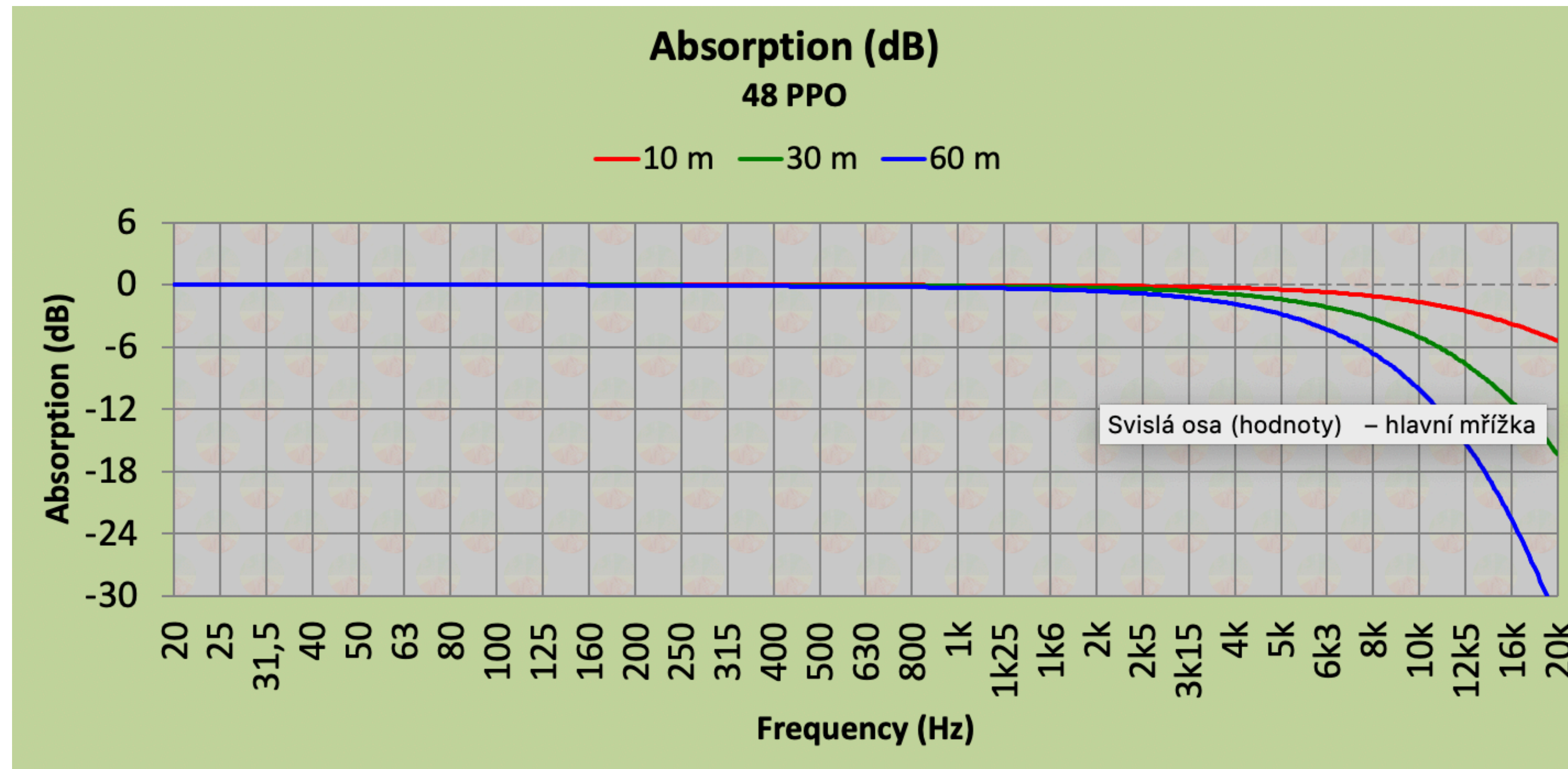


Módy místnosti 3D prostoru, násobky celistvé rezonanční frekvence

Třepotavá ozvěna



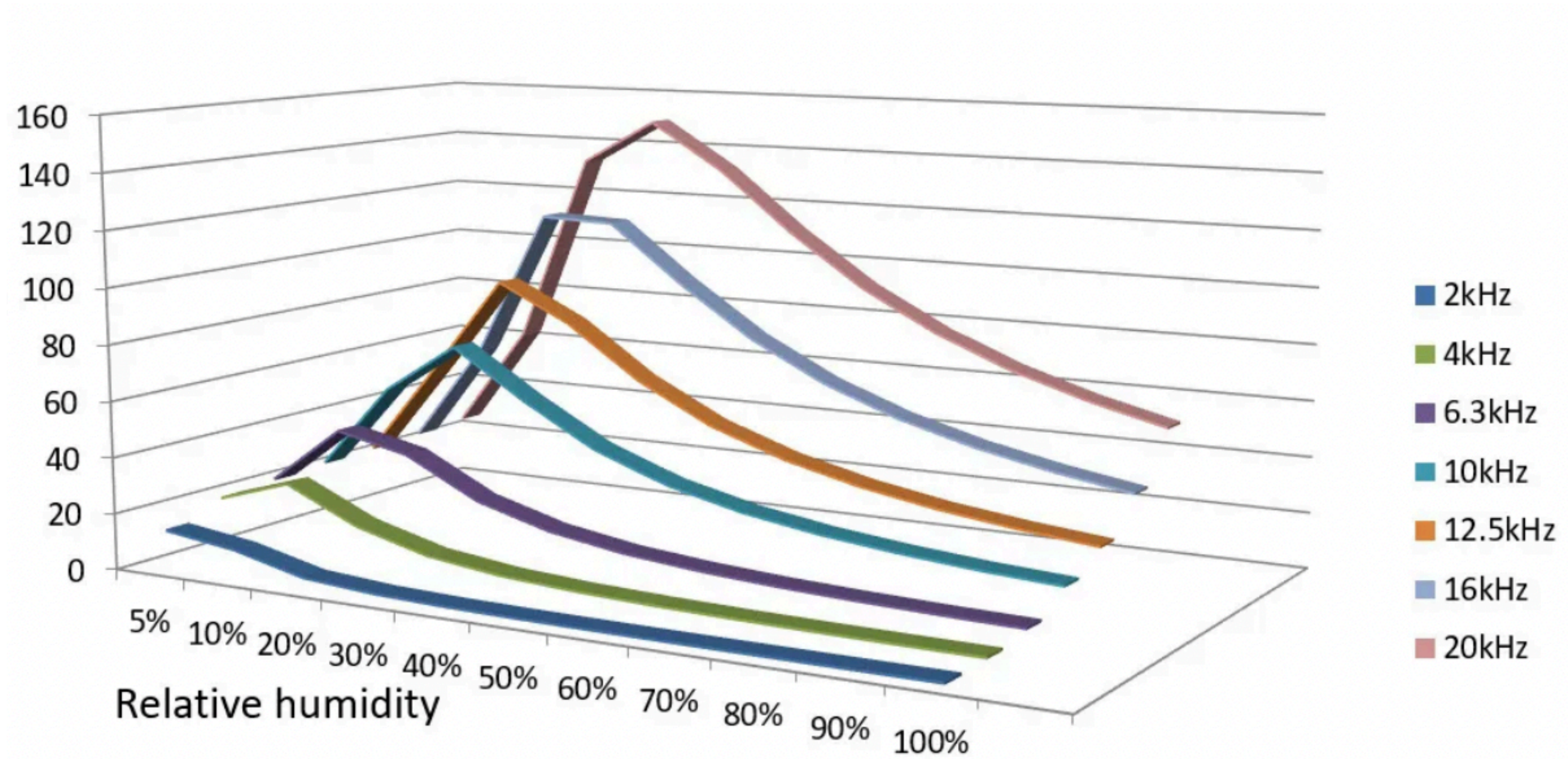
Pokles vysokých frekvencí se vzdáleností



(45% vlhkost)

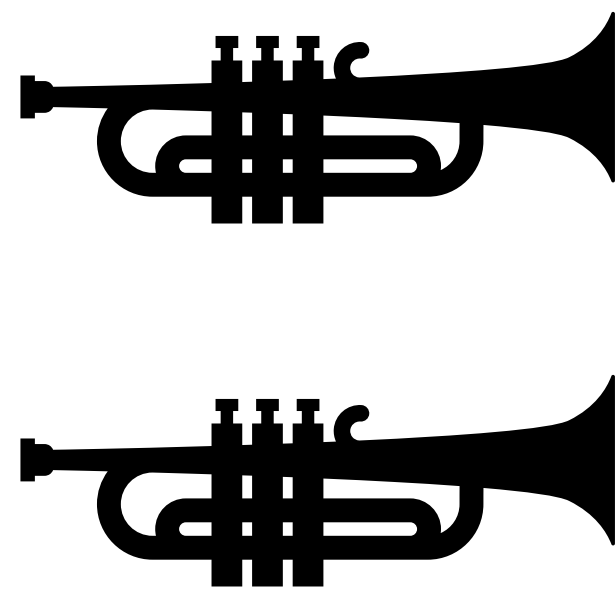
Vliv vlhkosti

Útlum [dB]
305 m, 20°C



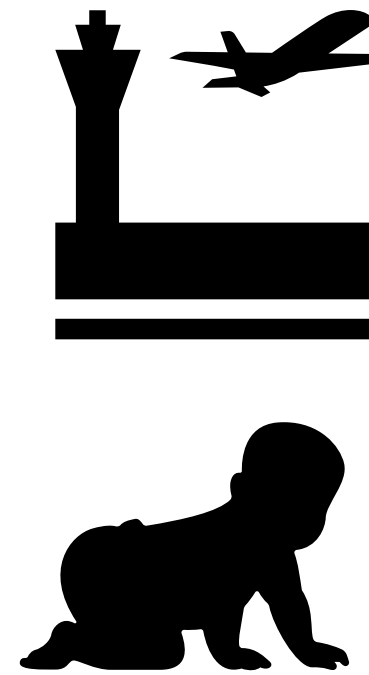
Sčítání zvukových vln

- Koherentní



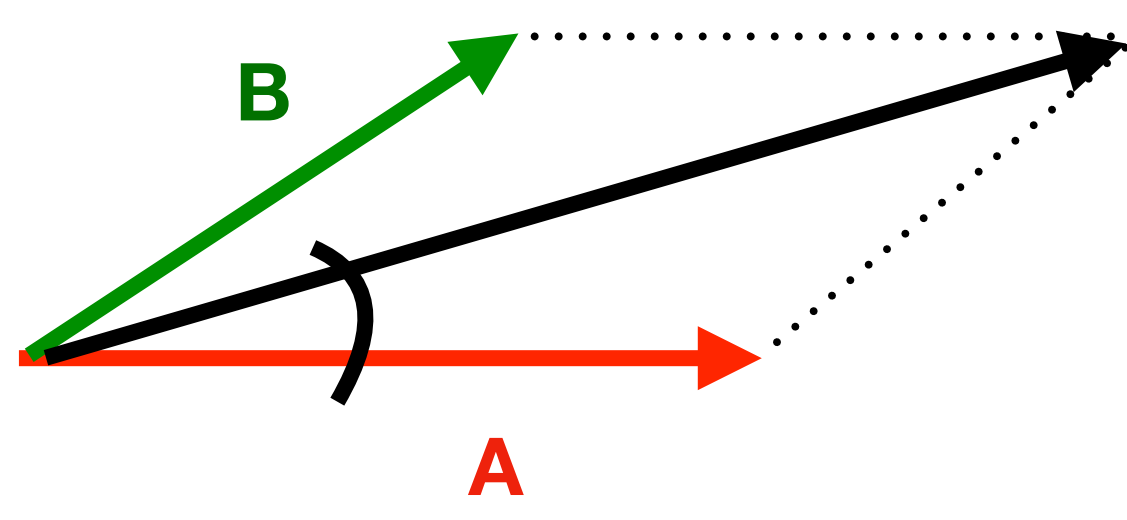
+ 6 dB

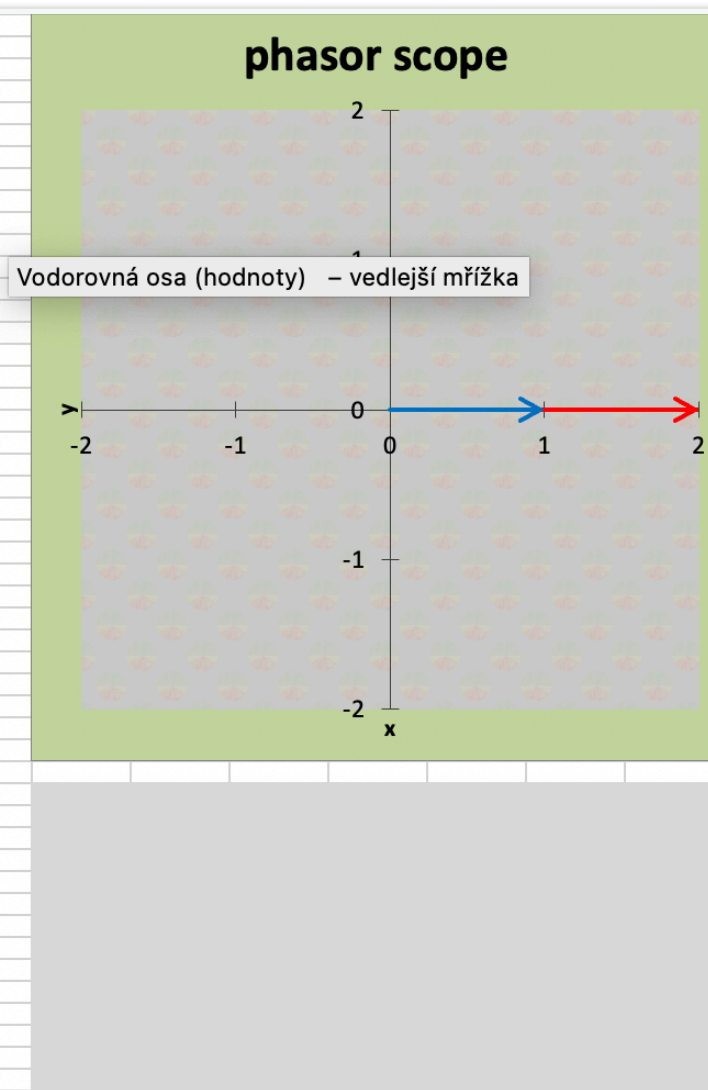
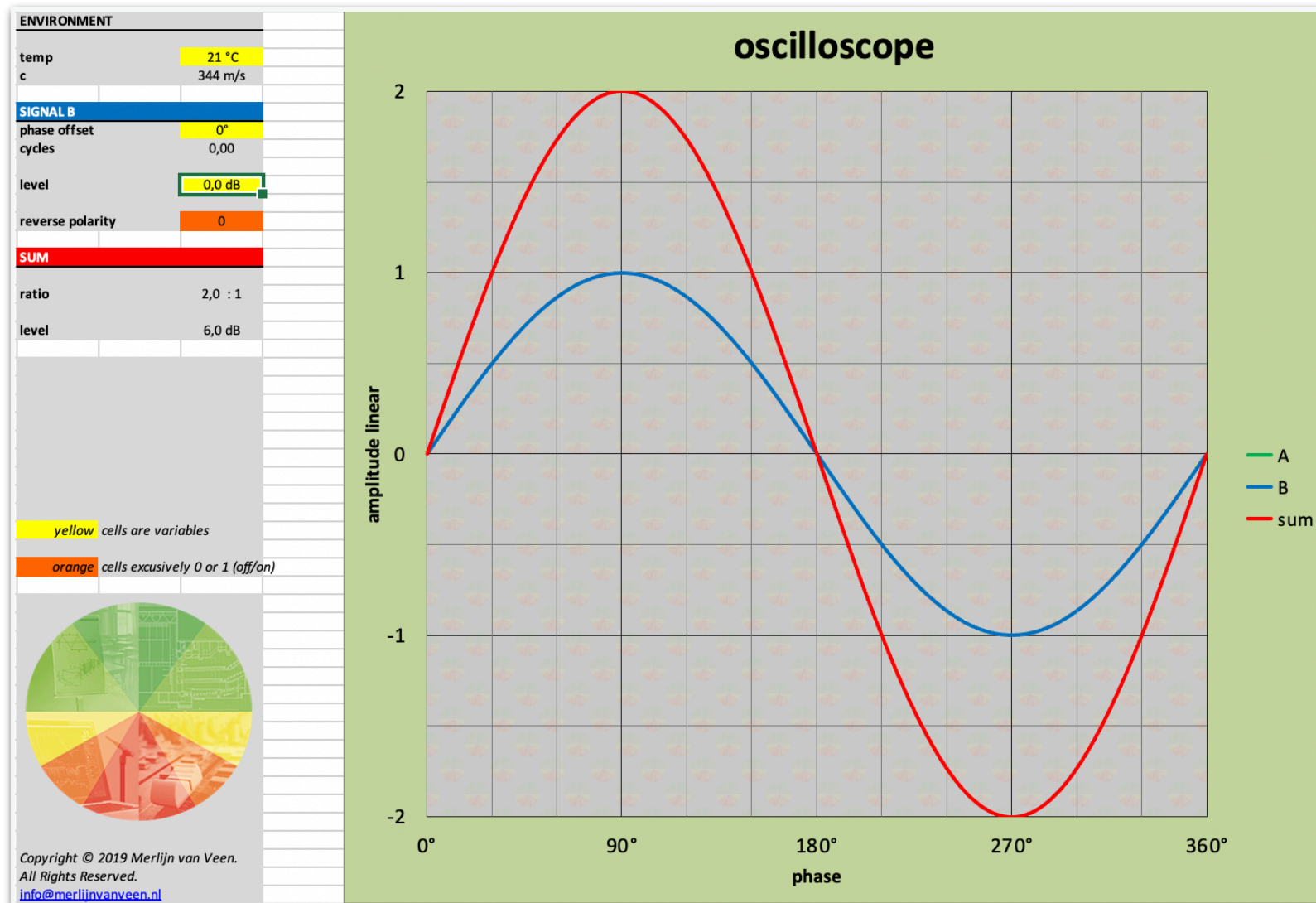
- Nekoherentní



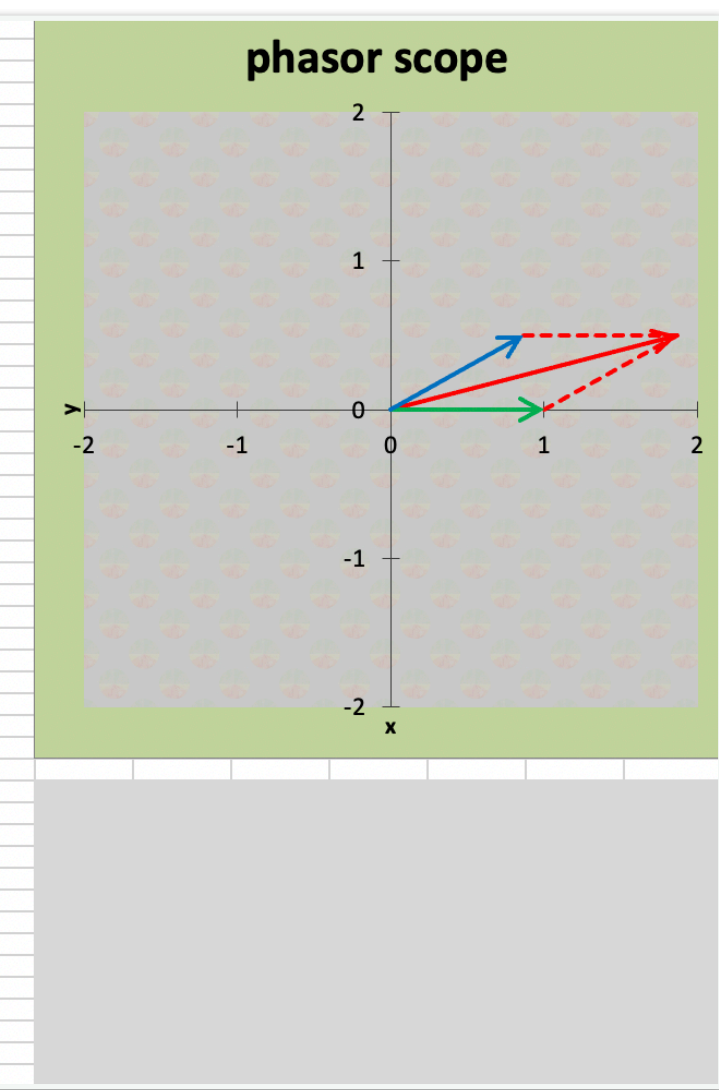
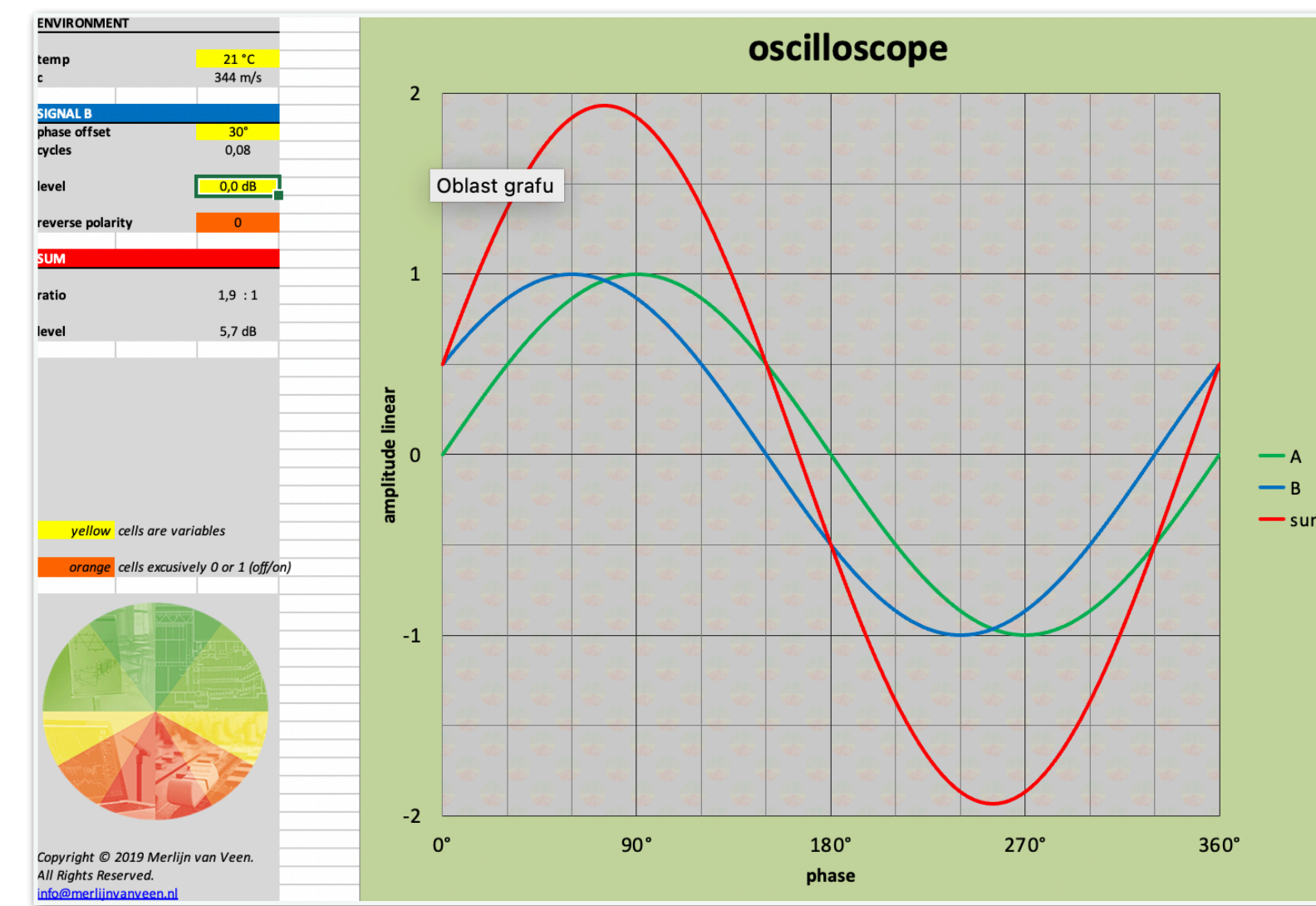
+ 3 dB

Sčítáme jako fázory (vektory)

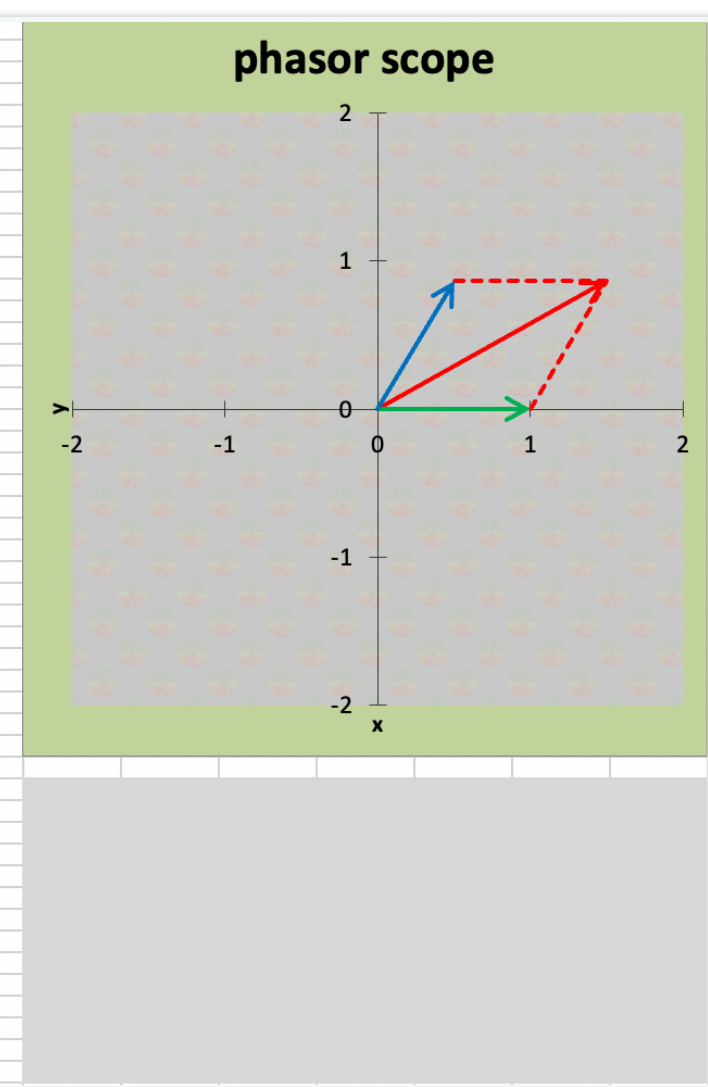
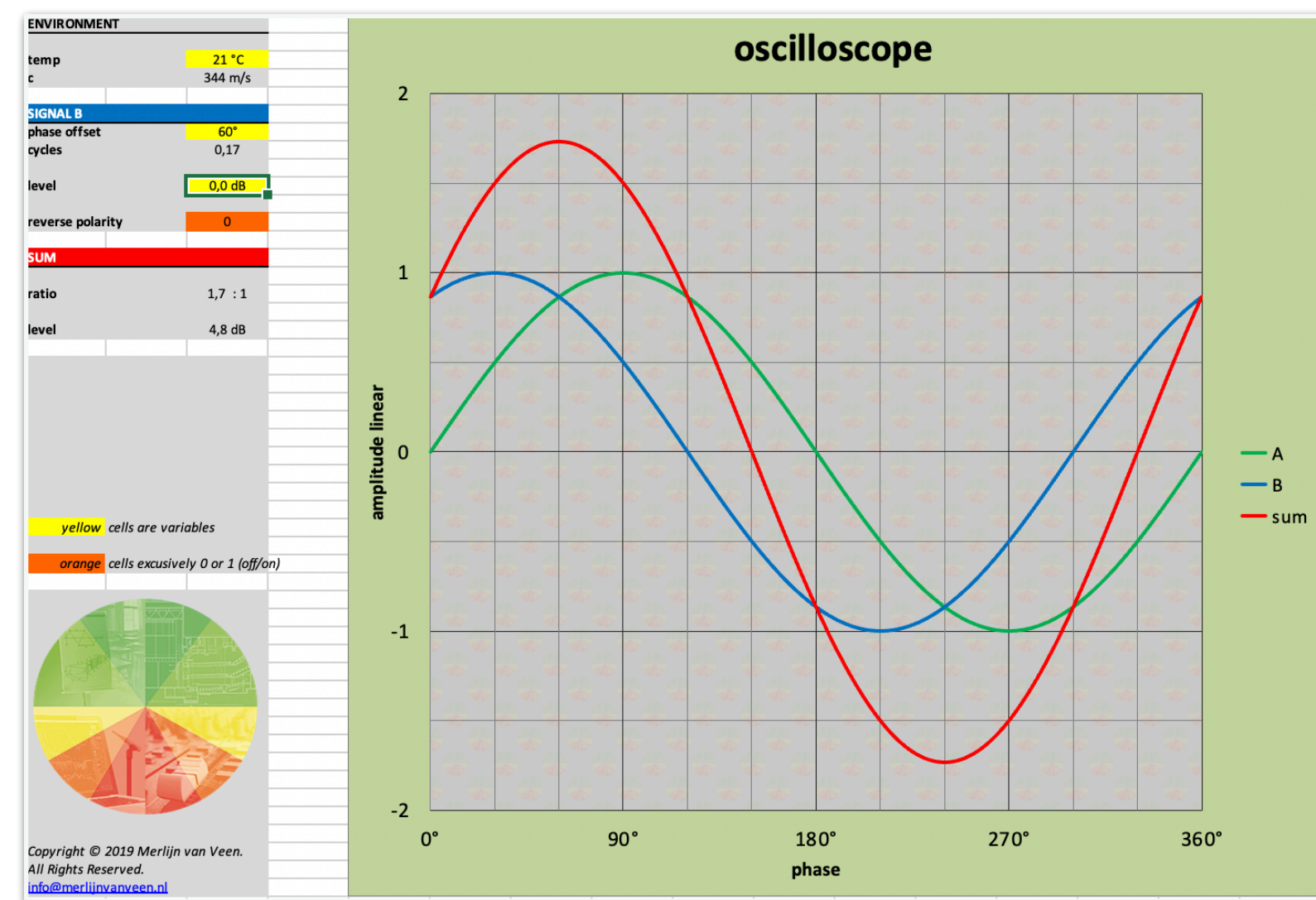




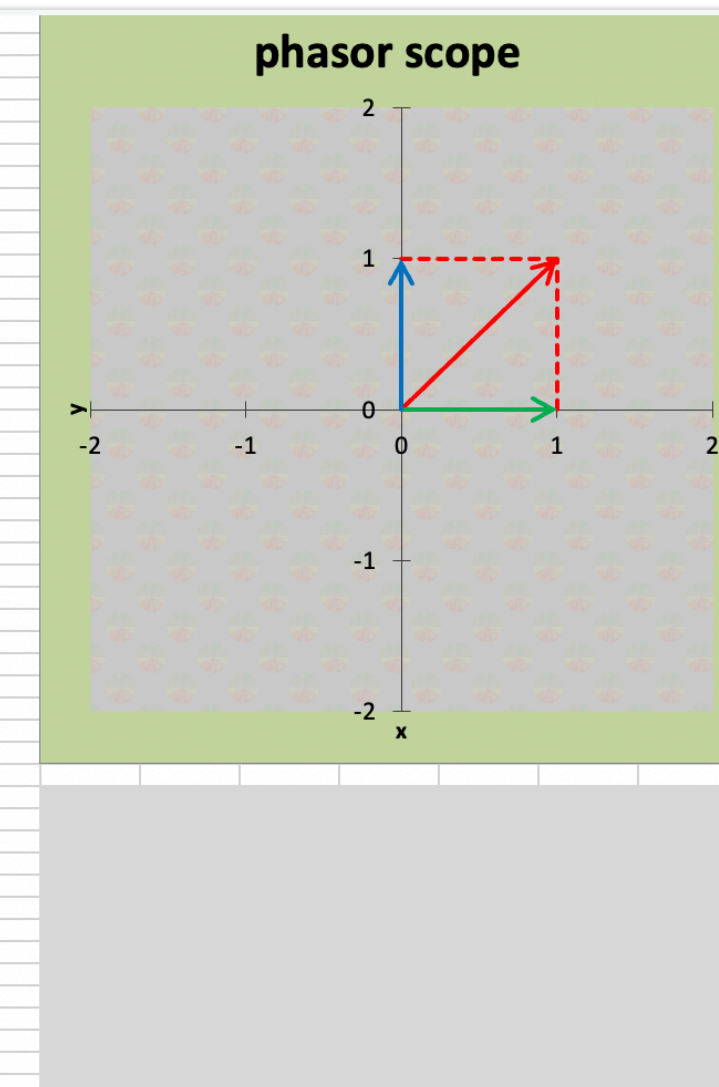
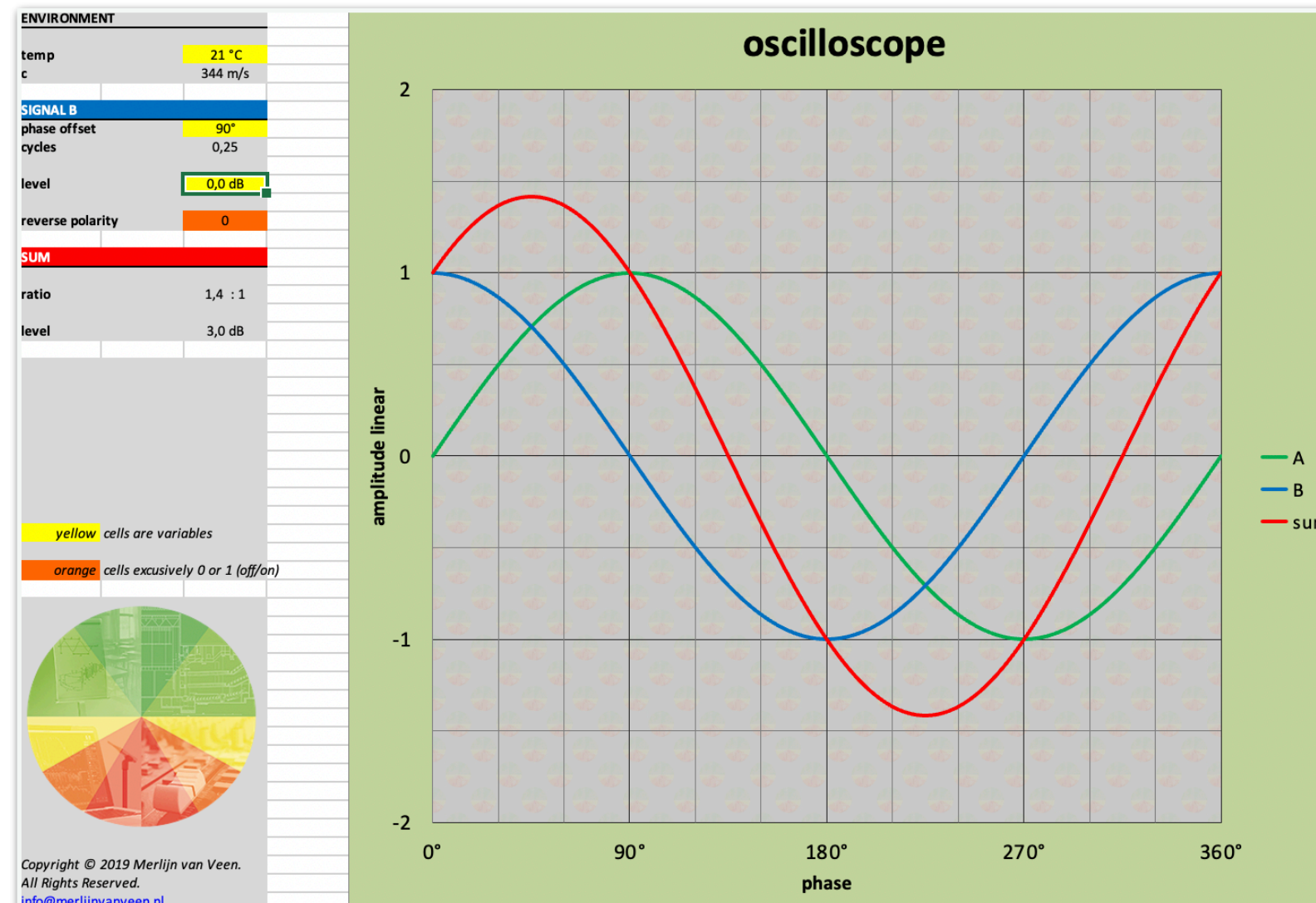
0°



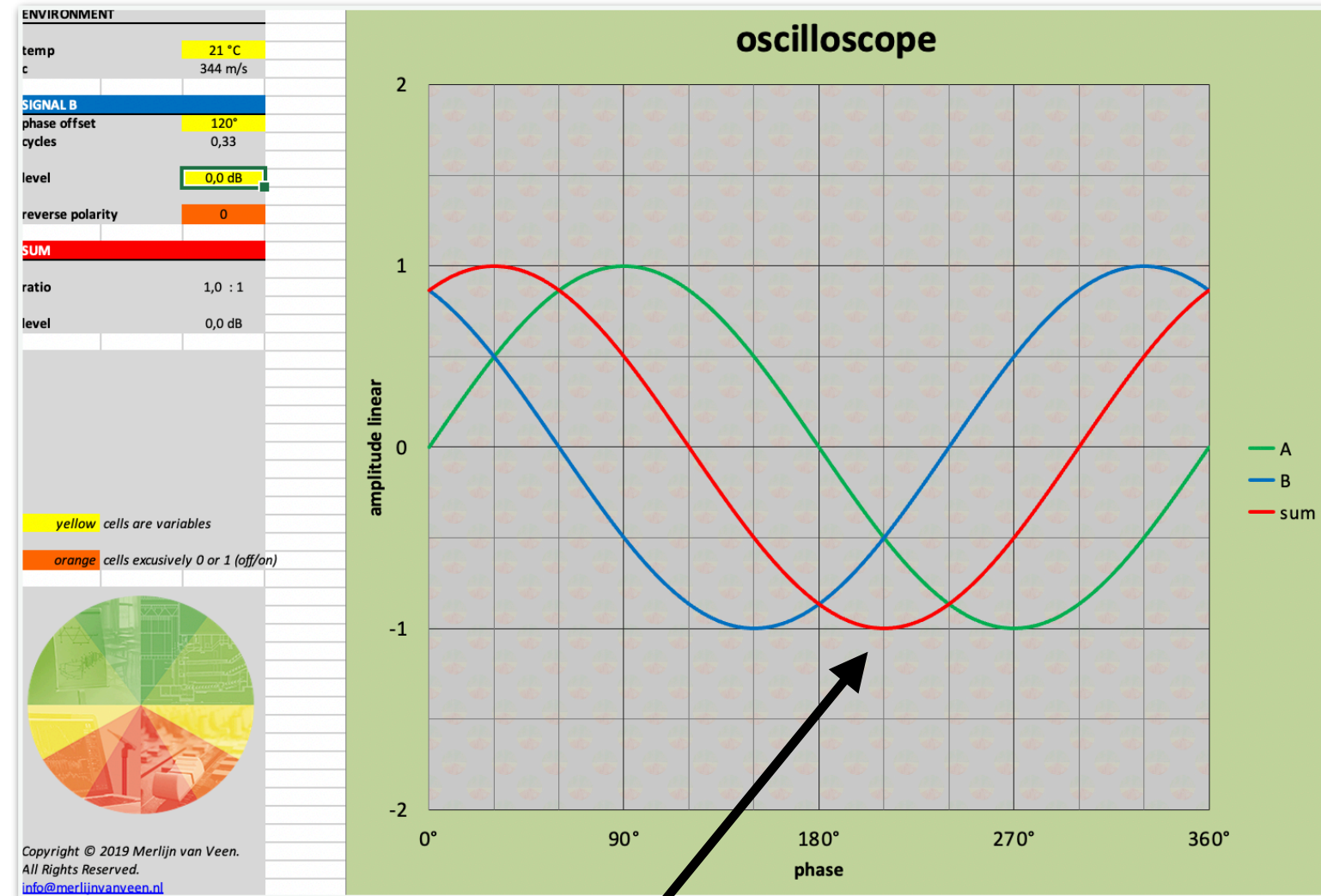
30°



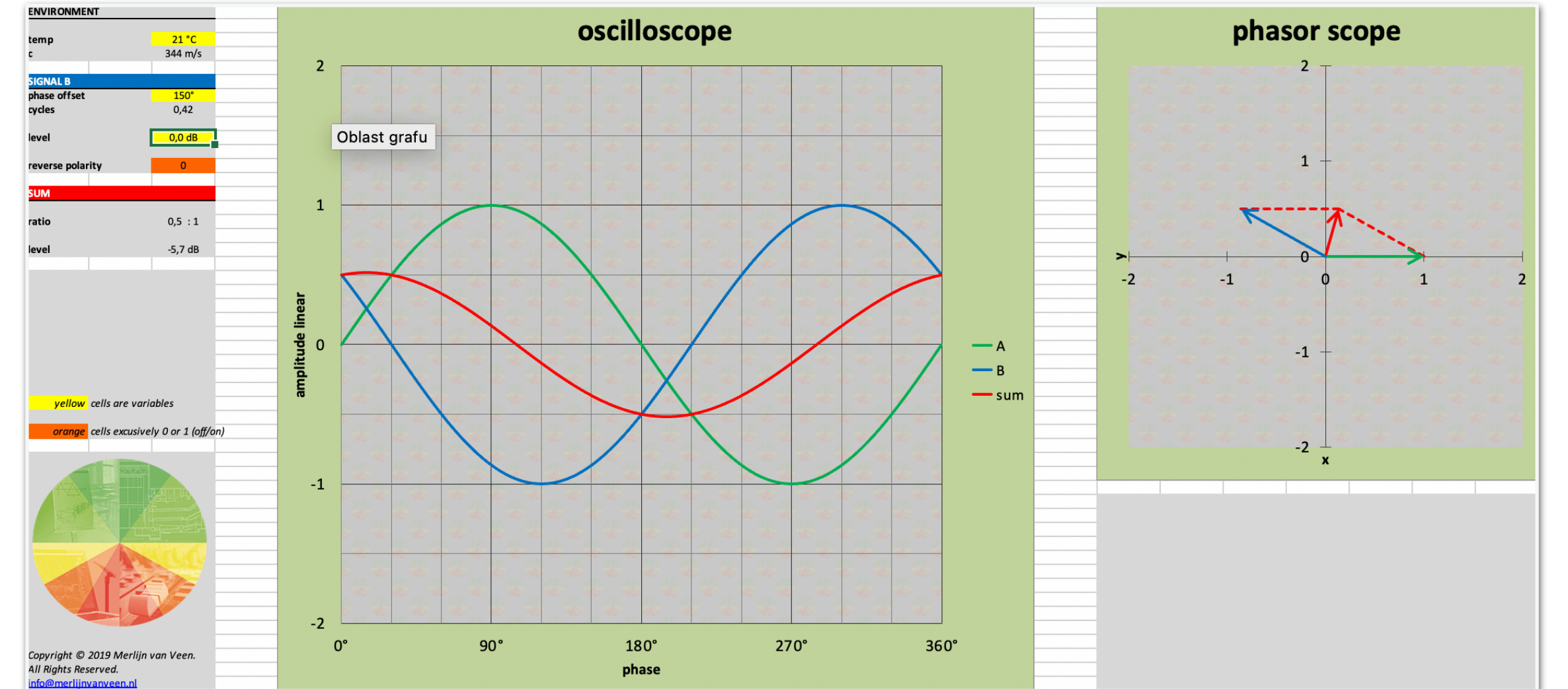
60°



90°

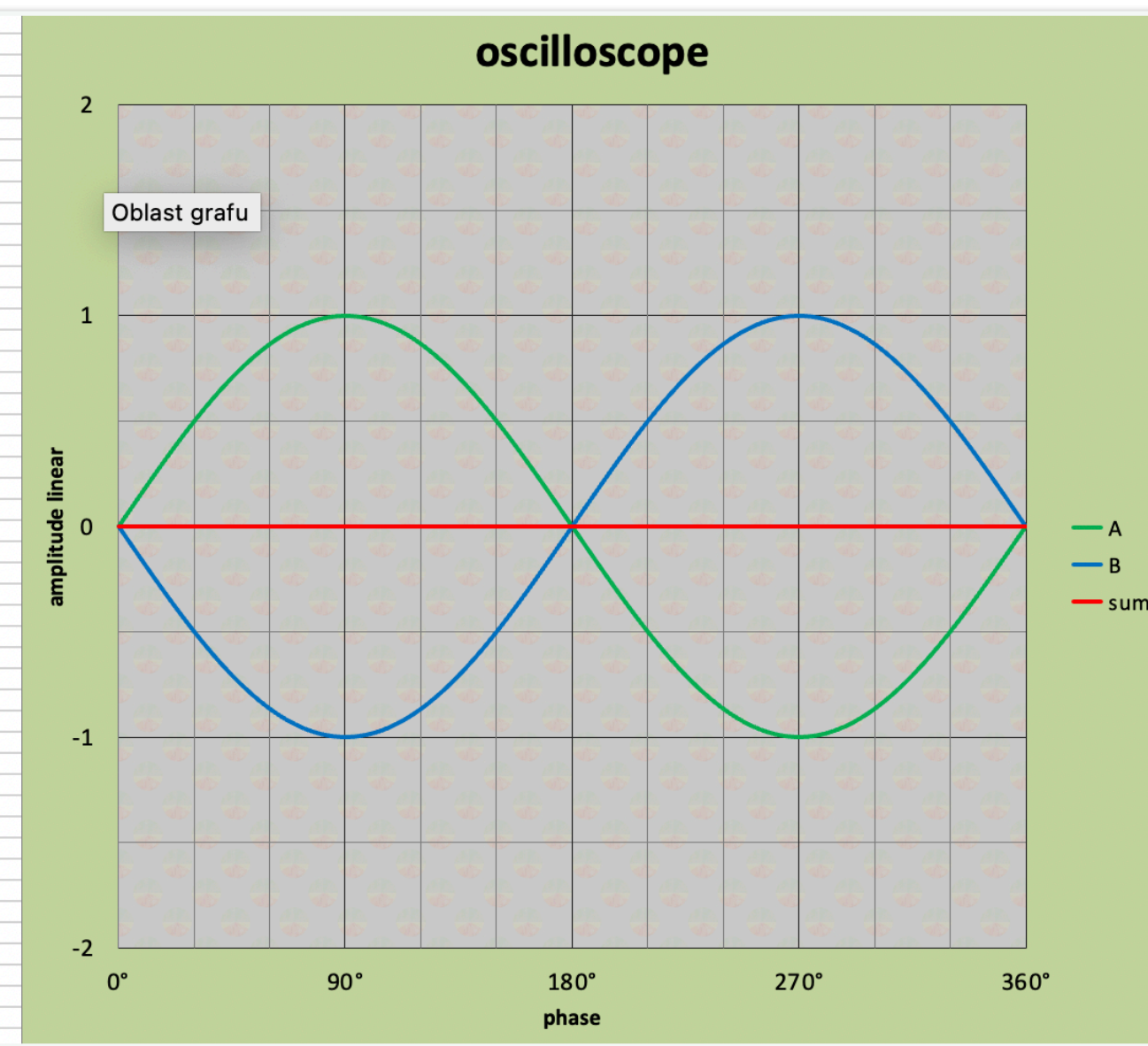
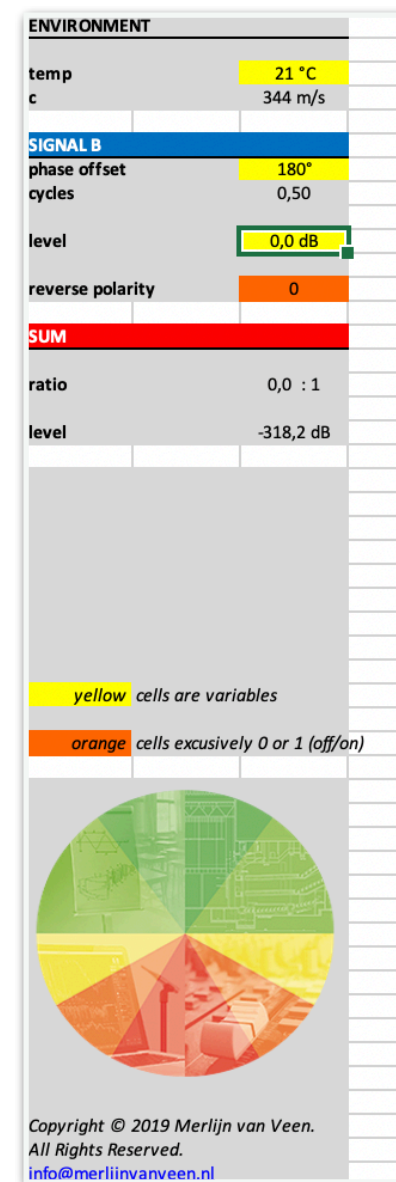


120°



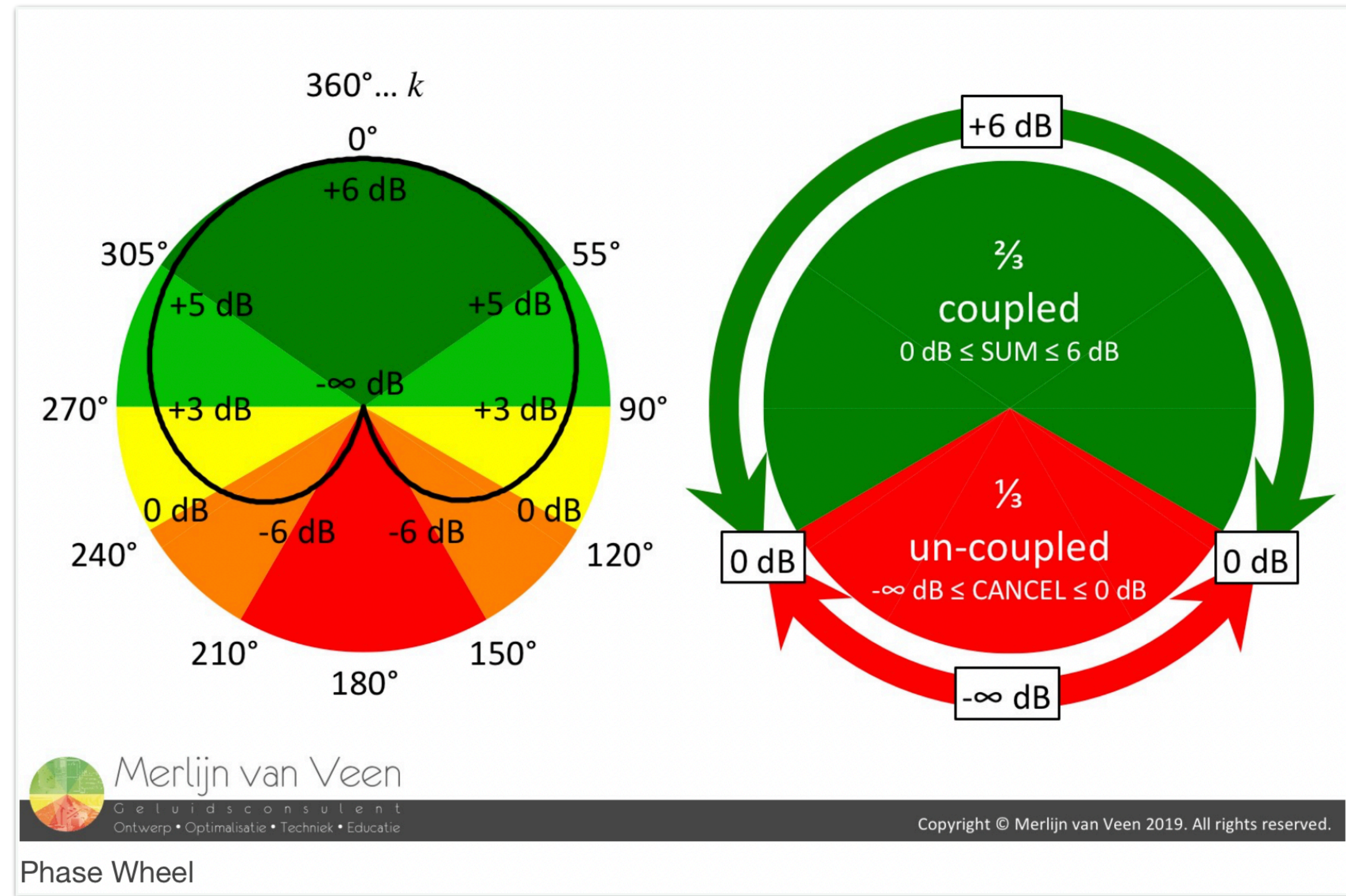
150°

Kdybych druhou bednu nechala doma, tak se nic nestane :-)



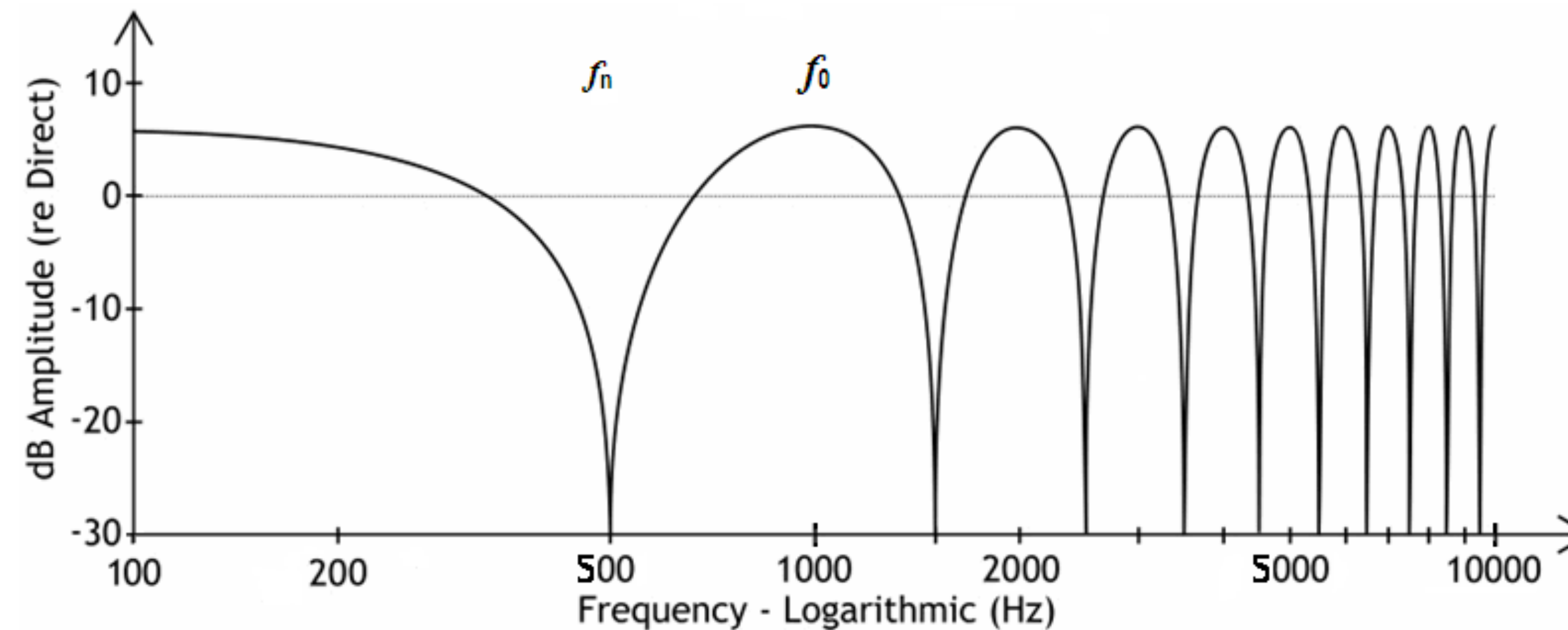
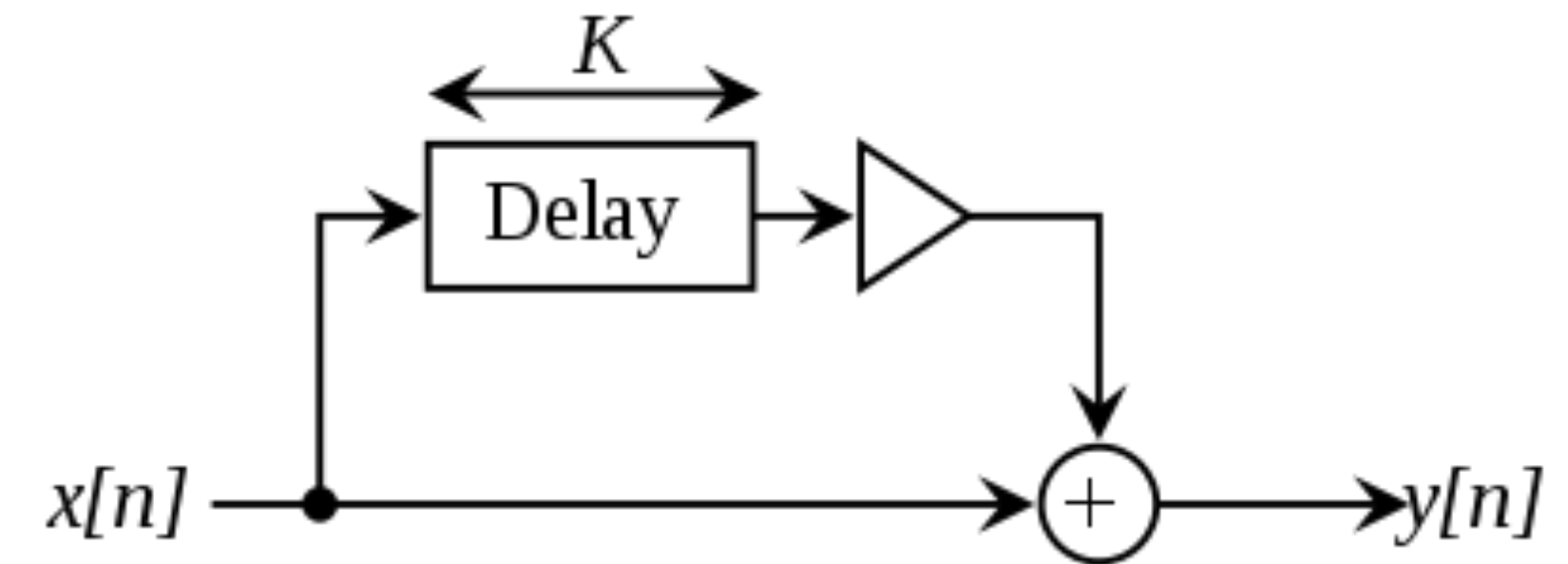
180°

Efektivita součtu dvou koherentních zdrojů



Hřebenový filtr

Dva stejné zdroje, které nepřichází ve stejný čas.

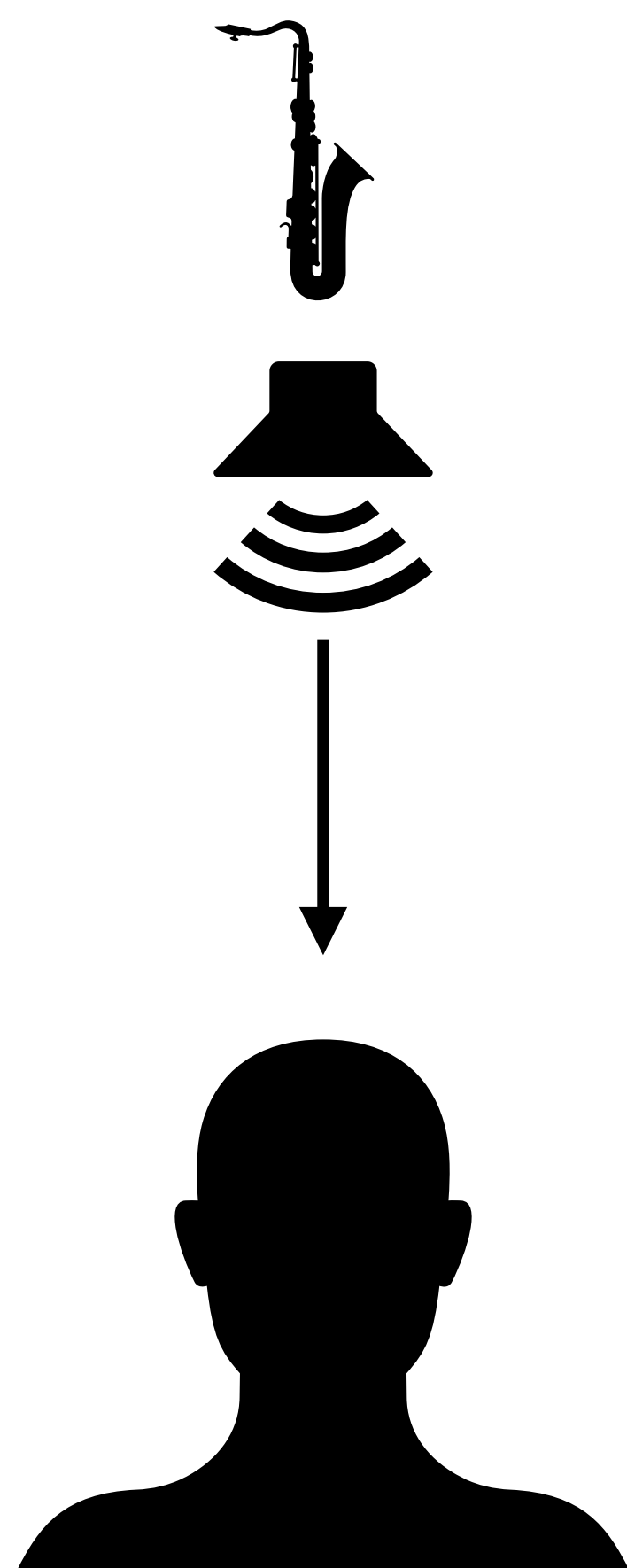


Časové prahy

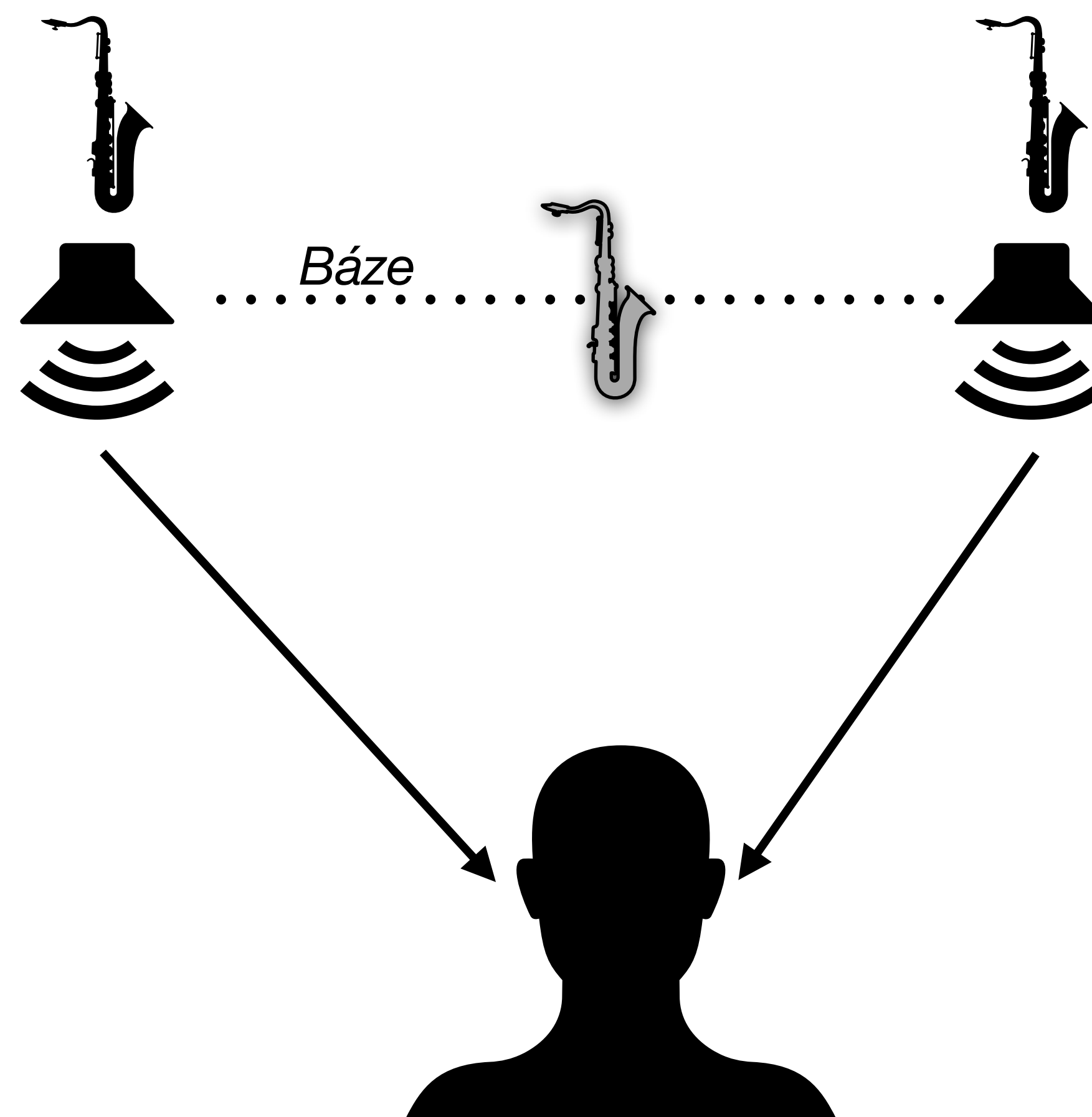
- Rozdíl času $<$ než 1,5 ms. Posun po stereu.
- Rozdíl času než 1,5 - 50 ms. vjem rozdílu barvy.
- Rozdíl času $>$ než 100 ms. Vjem dvojitého zvuku nebo prostorovosti nahrávky.

Horizontální lokalizace zvukového zdroje

- Přímý zdroj

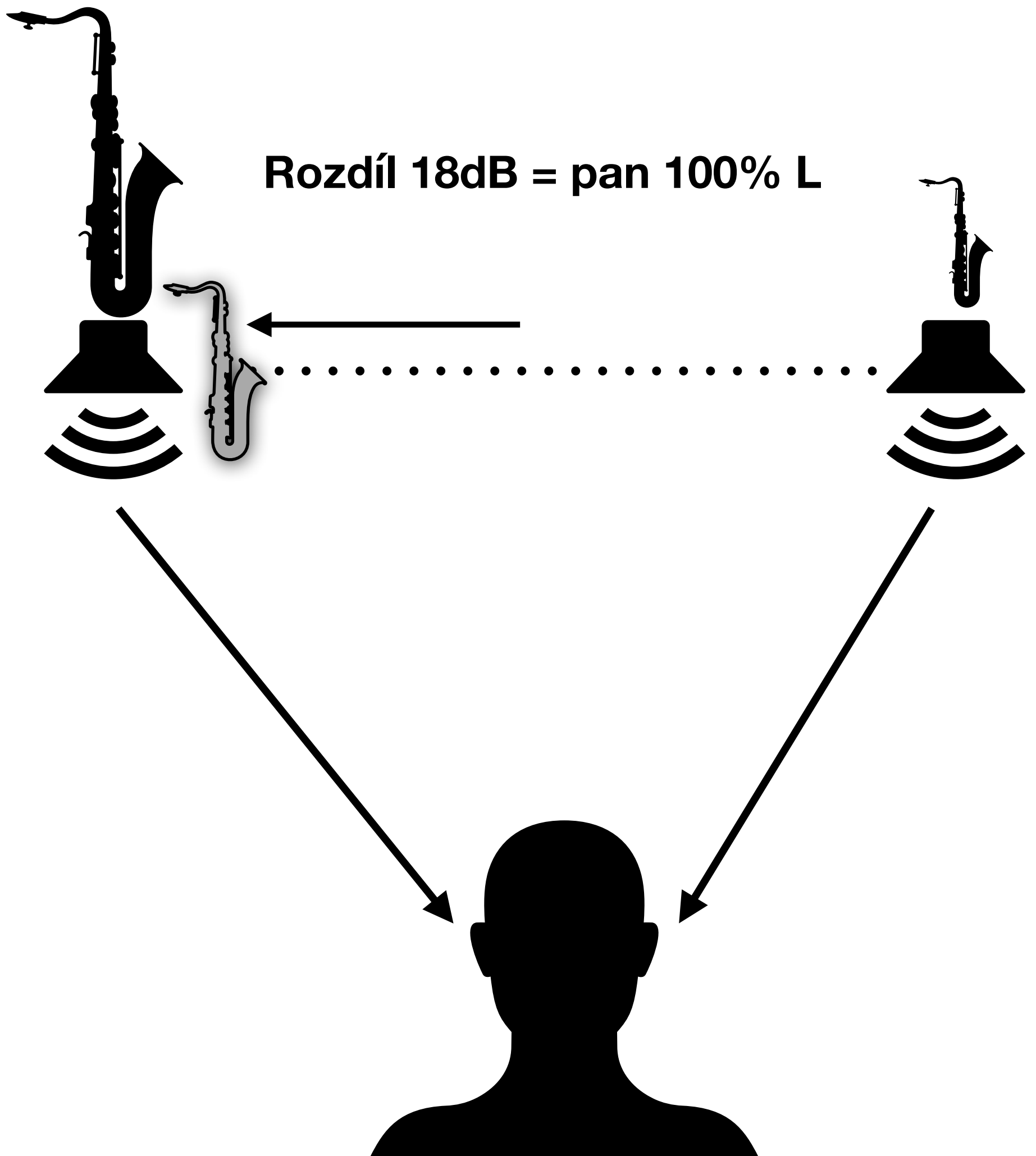


- Fantomový zdroj

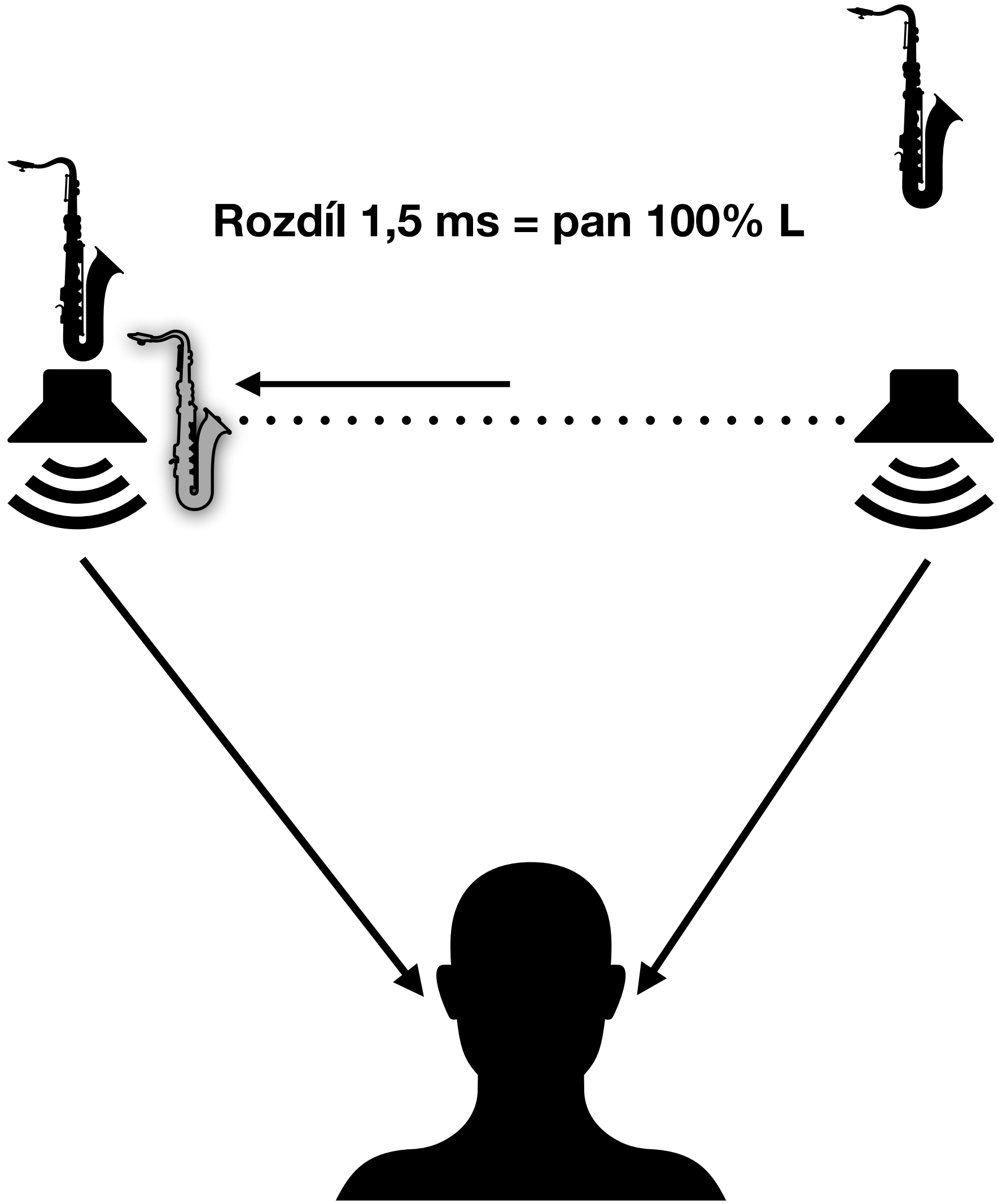


Lokalizace vlivem změny úrovně

+ akustický stín vysokých frekvencí



Lokalizace vlivem změny času



1992 empiricky zjišťováno s 25 subjekty. Řeč, hudba a vysokofrekvenční impulzy

Direction of phantom image b_1	0 %	25 %	50 %	75 %	100 %
Level difference ΔL	0 dB	3 dB	6.5 dB	11 dB	18 dB
Direction of phantom image b_2	0 %	25 %	50 %	75 %	100 %
Time difference Δt	0 ms	0.23 ms	0.48 ms	0.81 ms	1.5 ms

<http://www.sengpielaudio.com/calculator-localisationcurves.htm>

Lokalizace nízkých frekvencí do 100 Hz - změna hladiny zvuku díky délce vlny (resp. půlvlny) malá. Postřehnutelný rozdíl času mezi ušima také.

Haasův jev

“Vjem první vlny”

Pokud k nám přichází dva zvuky (například přímý a odražený), lokalizujeme zvuk ze směru první vlny, i kdyby byla až o *10 dB* slabší než vlna druhá.

Velice užitečný psychoakustický princip v oblastech delay zón a fronfillů.

Lokalizace ve vertikální rovině

Nižší citlivost než v horizontální rovině

Frekvenční změna

Stín boltce - předozadní směr

Malé pohyby hlavy

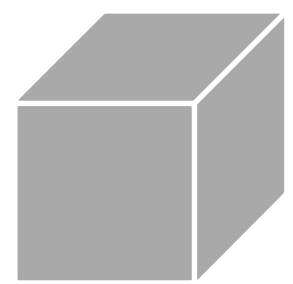
Vjem vzdálenosti

- Hlasitost
- Prostorovost - poměr přímého a odraženého zvuku
- Pokles vysokých frekvencí
- Initial delay time gap - jednoduše predelay
- Pro velmi známé zdroje zvuku (např. řeč) také rozlišujeme výrazný pohyb po stereo bázi, pokud zdroj míváme blízko. Nevýrazný, pokud je zdroj daleko vůči našemu pohybu.

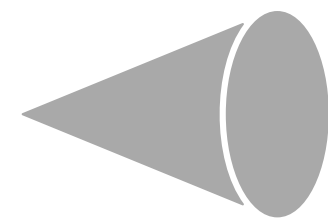
SMĚROVOST

Dva způsoby, jak ovlivnit směrovost zvuku:

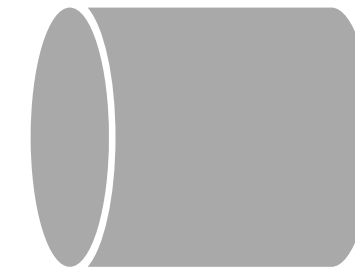
- Interakce zdroje a překážky
- Vzájemné působení dvou zdrojů



Stěny



Horny



Vlnovody

Překážka vytvoří odraz - zrcadlový zdroj - summation a cancellation zones.

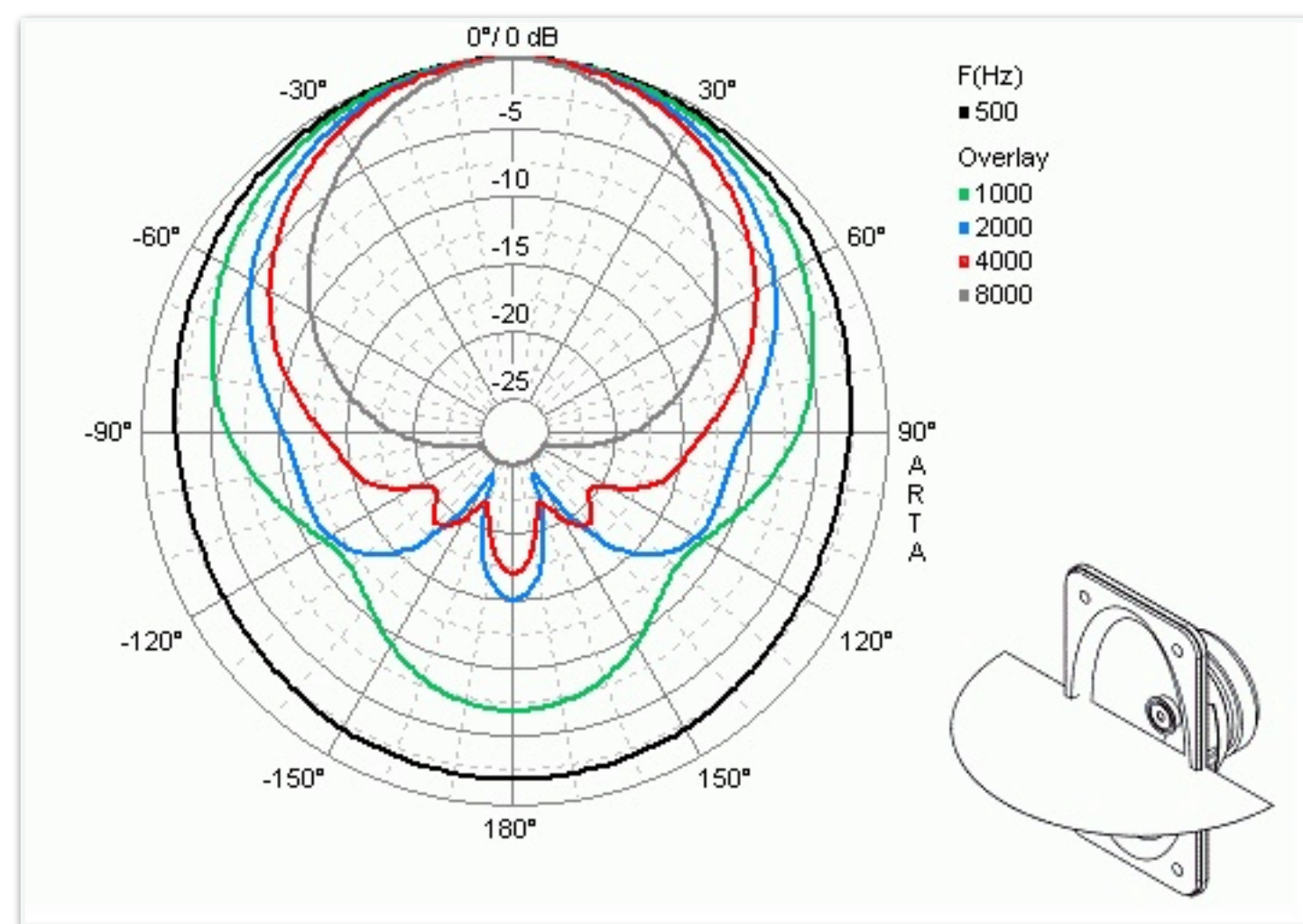
Abychom dosáhli kýženého efektu, musí mít překážka dostatečné rozměry.
Alespoň 1/4 vlnové délky. To je pro 100 Hz?

$$\lambda = \frac{c}{f} ; 344/100 = 3,44\text{m}; 3,44/4 = 0,86\text{m}$$

Z čeho a jak směrovost vyčíst

Vyzařovací charakteristika:

- Polární diagram vykreslující průběh jedné nebo více frekvencí.
- Křivky stejné hladiny SPL.

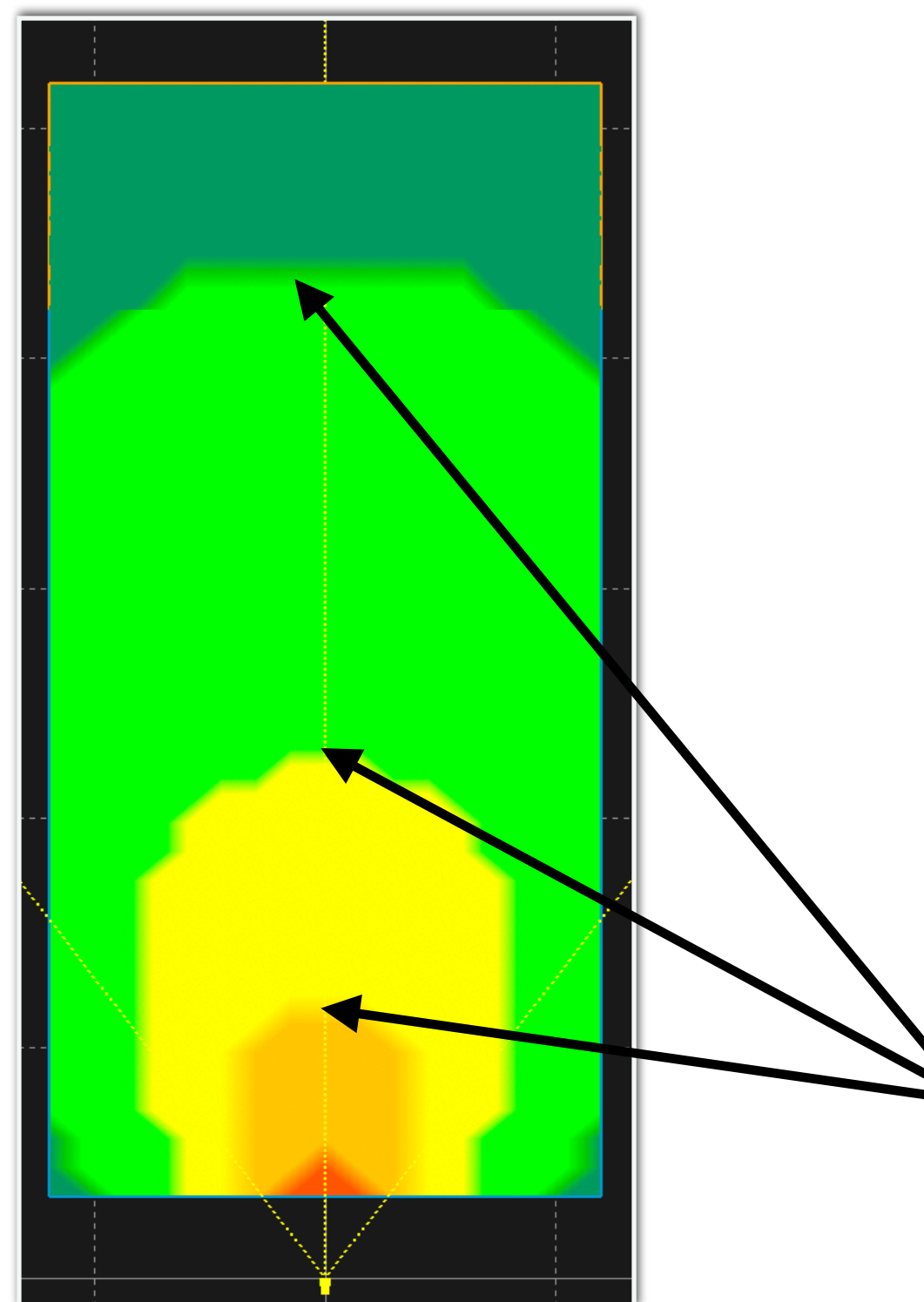


Vyzařovací úhel:

-6 dB od středové osy

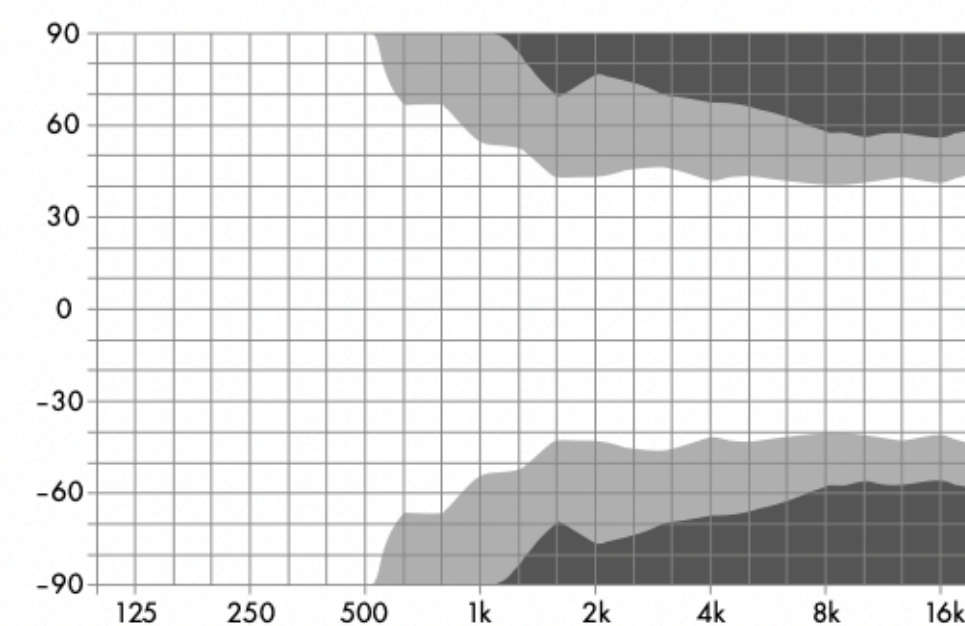
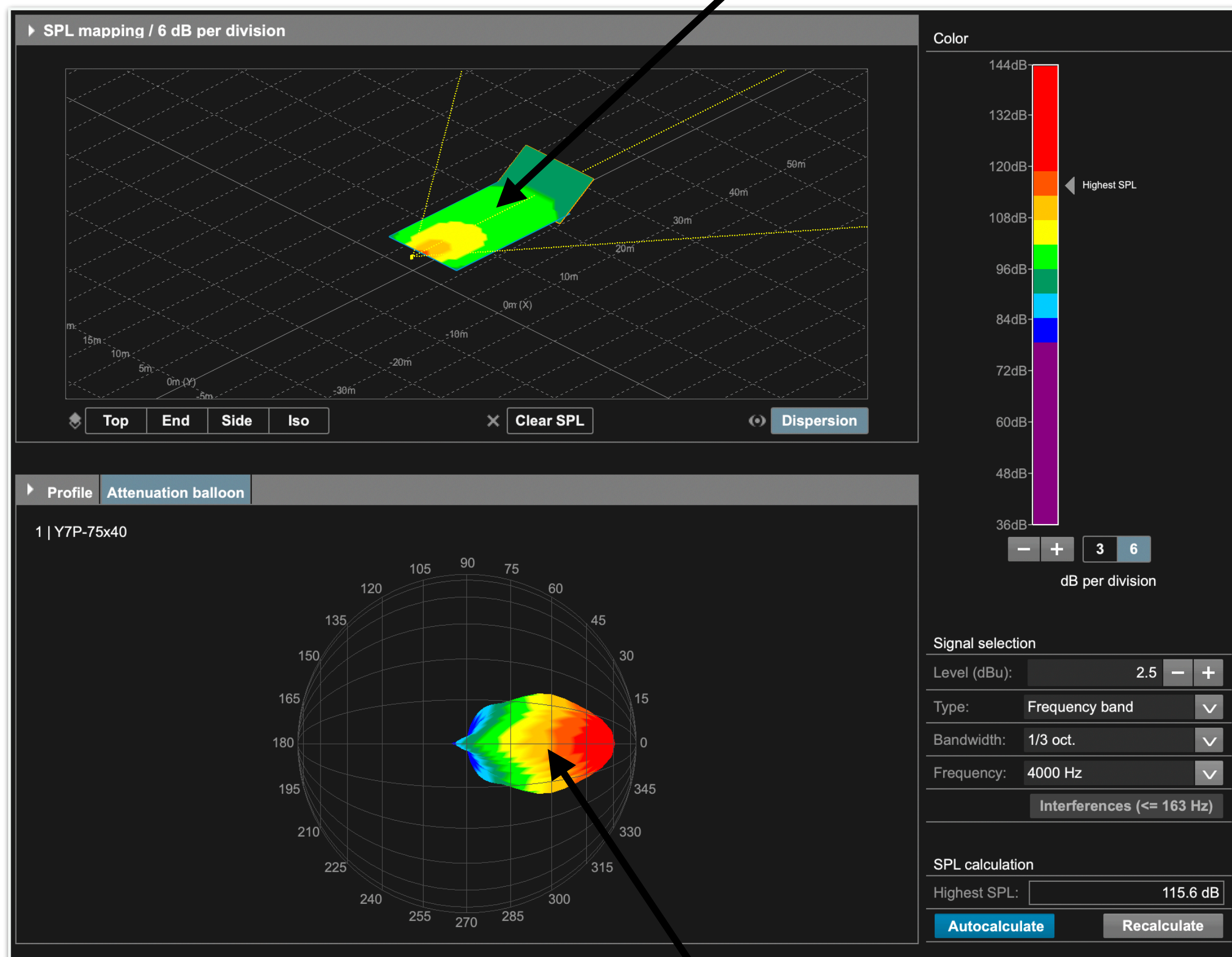
- Horizontální rovina
- Vertikální rovina

“Ale na jaké frekvenci?”

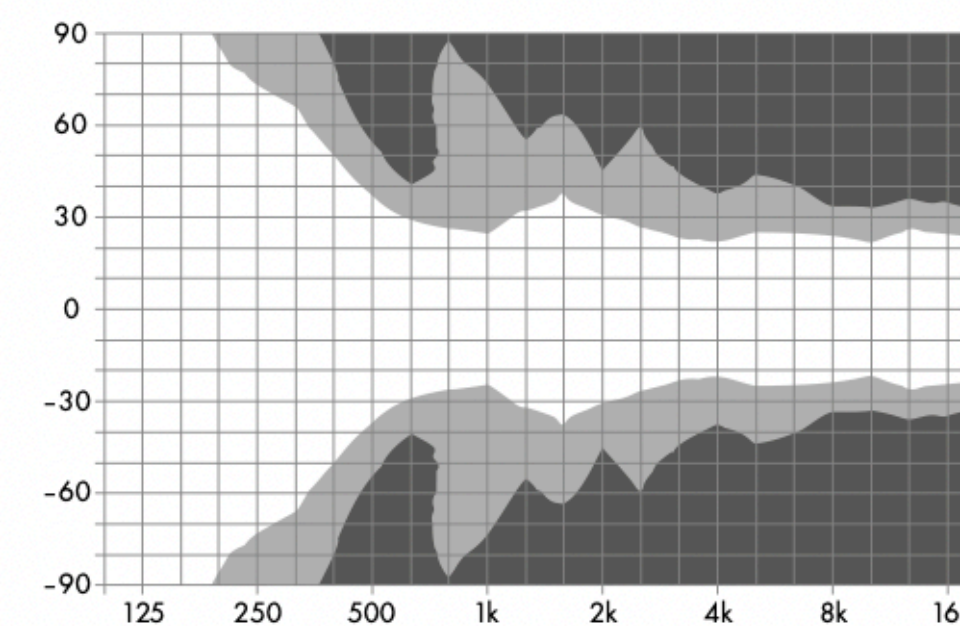


Pro konkrétní frekvenci nebo frekvenční pásmo. Každá změna barvy -6dB.

Křivky stejné hladiny SPL, horizontální poslechová rovina



Y7P and Yi7P horizontal dispersion characteristics²



Y7P and Yi7P vertical dispersion characteristics²

² Dispersion angle vs frequency plotted using lines of equal sound pressure (isobars) at -6 dB and -12 dB

Polar patern, 4 kHz, pohled na vertikální rovinu

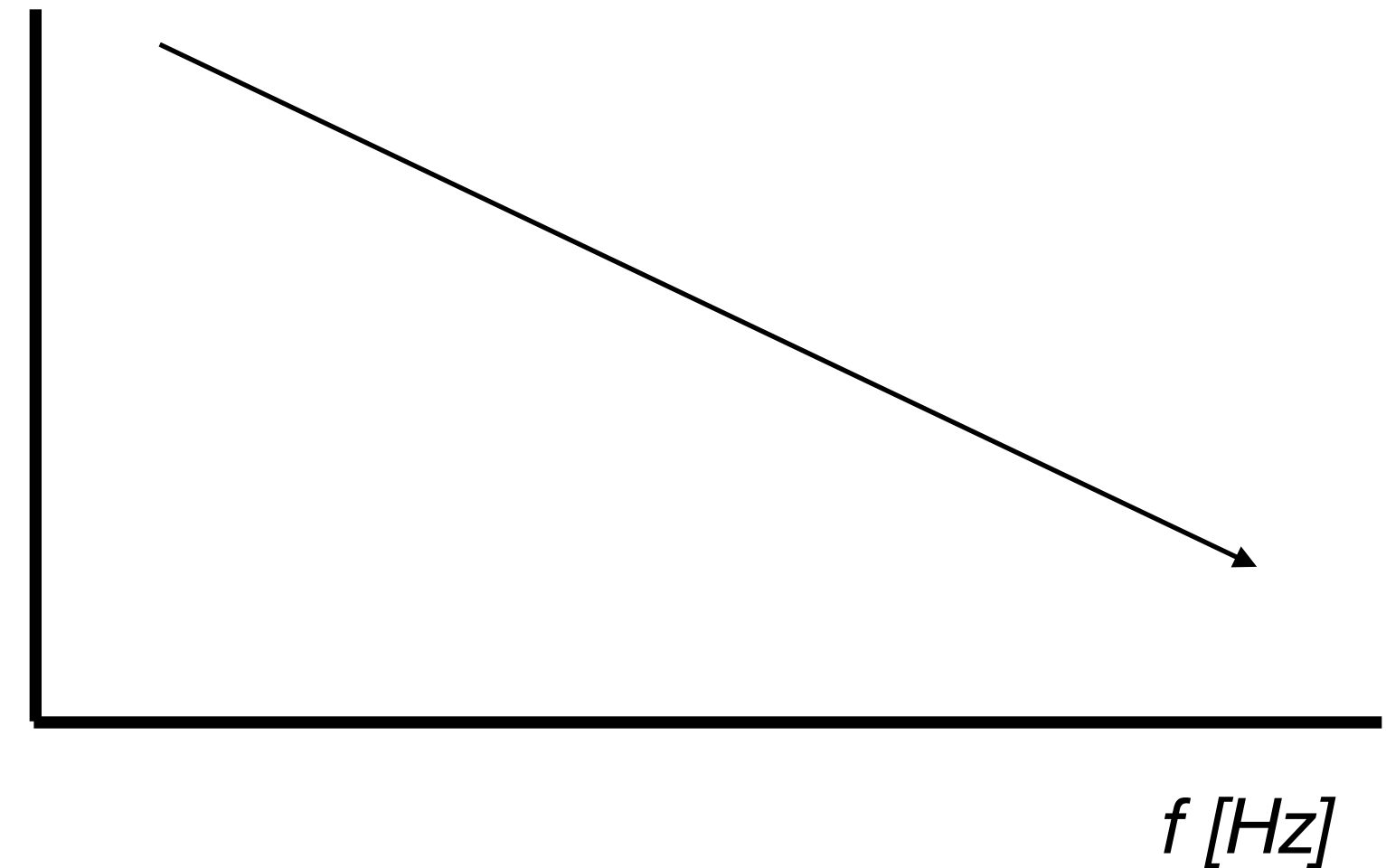
Progresivní směrovost:

Vyšší frekvence užší vyzařování, nižší frekvence širší vyzařování.

- Pístově kmitající membrána kolem magnetu
- Liniový zdroj



Vyzařovací úhel [°]



Konstantní směrovost:

Horny s konstantní směrovostí

Hraniční kmitočet je dolní hranice pod kterou horna ztrácí účinnost.

Don Keele popsal vzorec pro výpočet vnějších rozměrů ústí horny

$$d = \frac{25400}{\theta \times f_{\theta}}$$

d... vnější rozměr ústí [m]

θ ... požadovaný úhel [°]

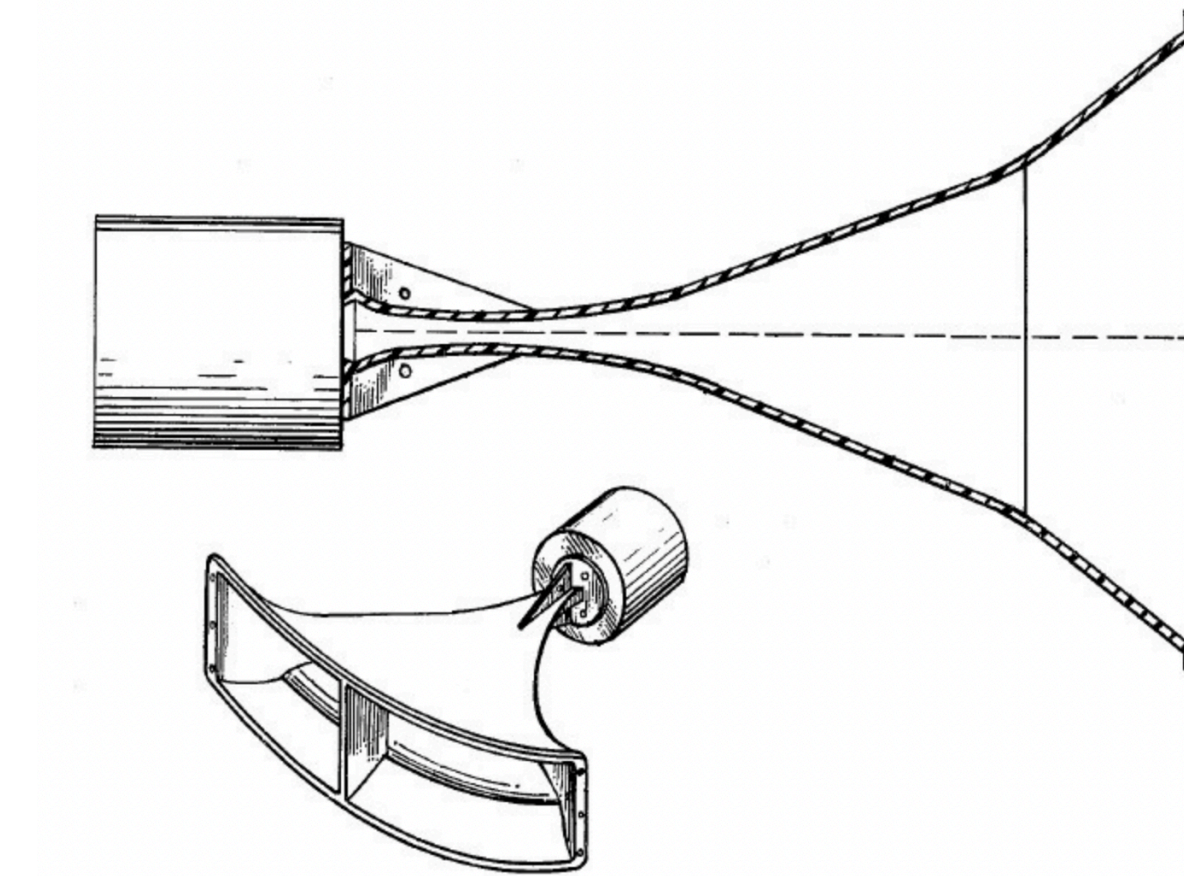
f_{θ} ... mezní frekvence účinnosti [Hz]

Př.: 250 Hz, 50° -> 203 cm

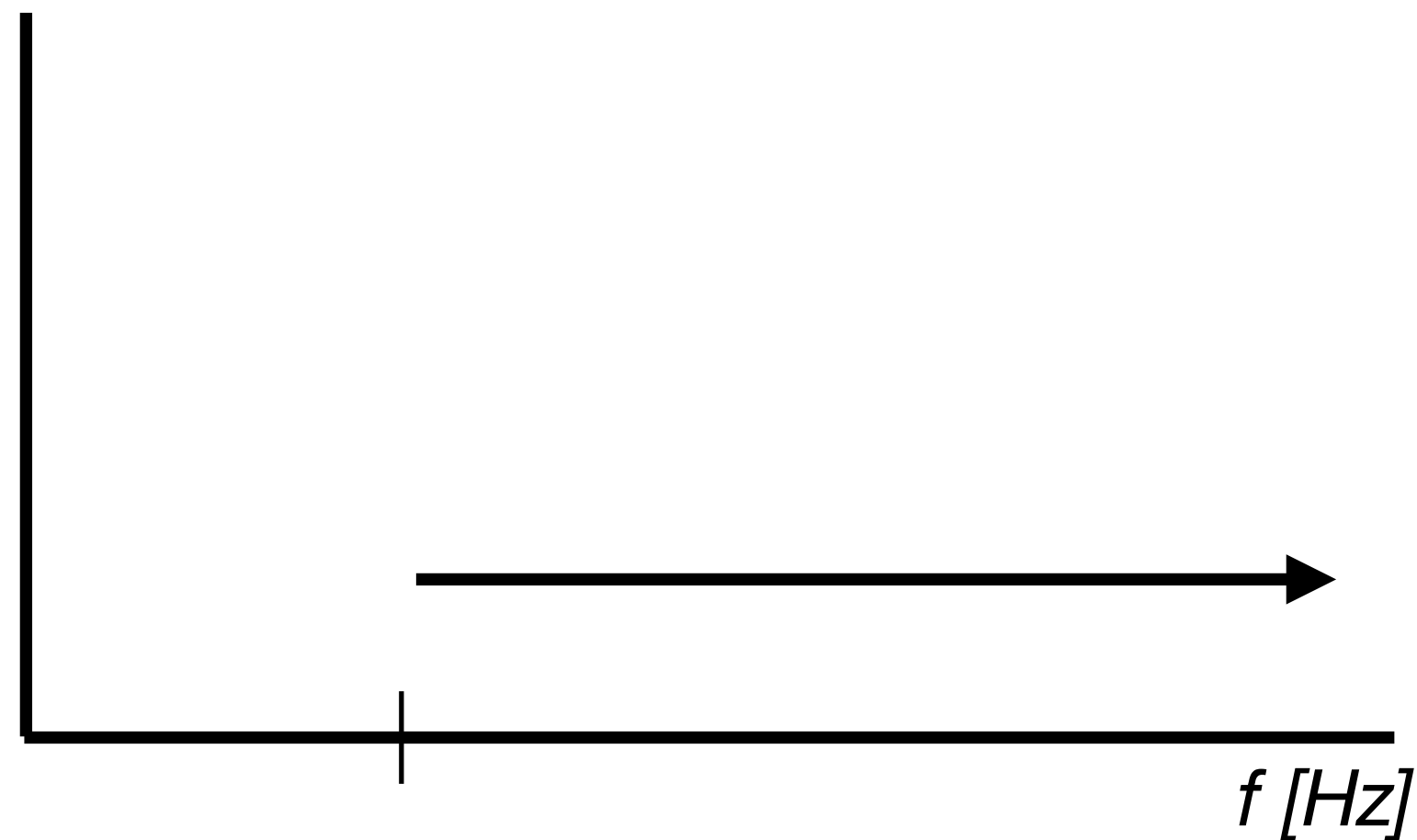
250 Hz, 90° -> 113 cm

2 kHz, 50° -> 25 cm

2 kHz, 90° -> 14 cm

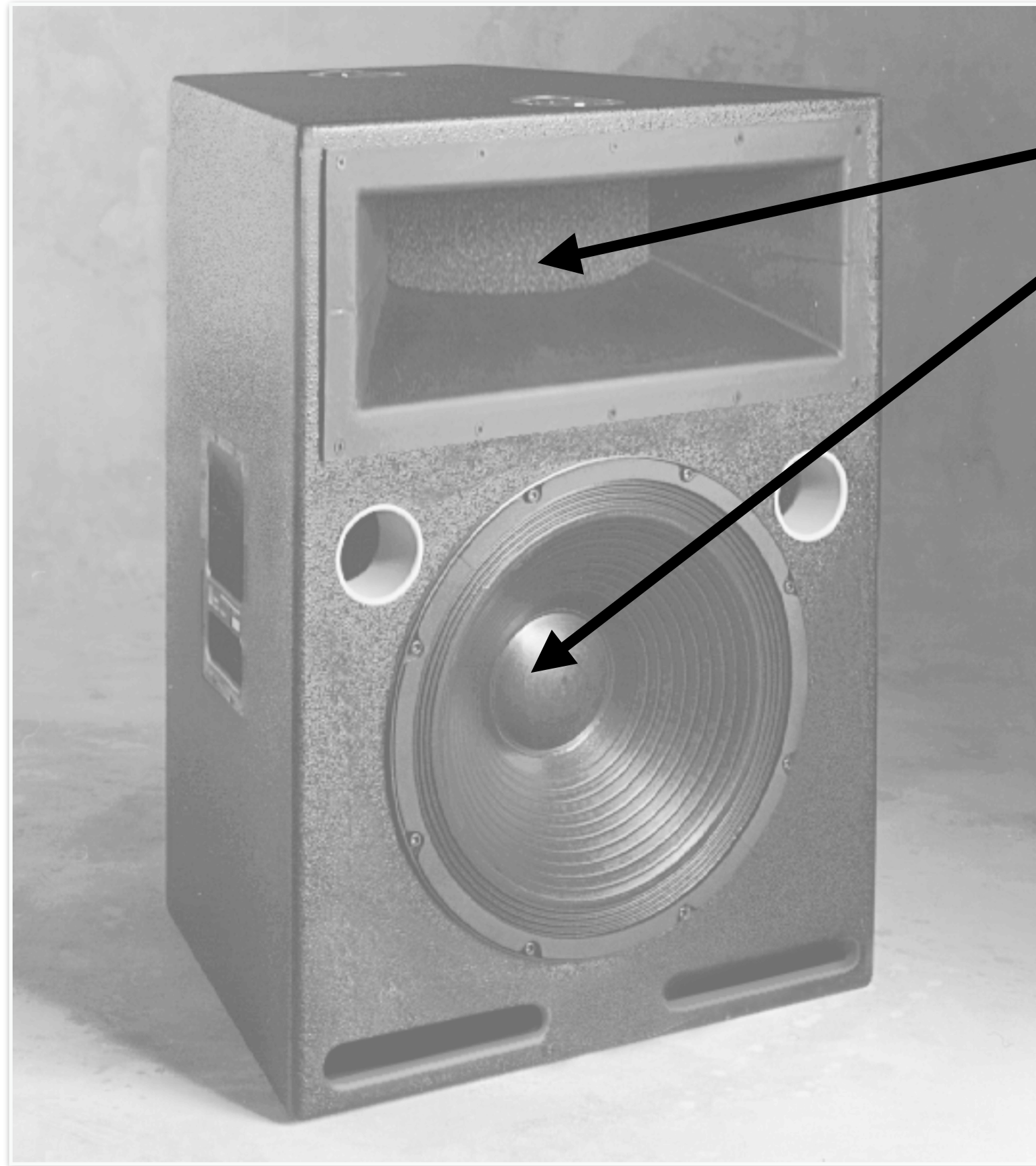


Vyzařovací úhel [°]



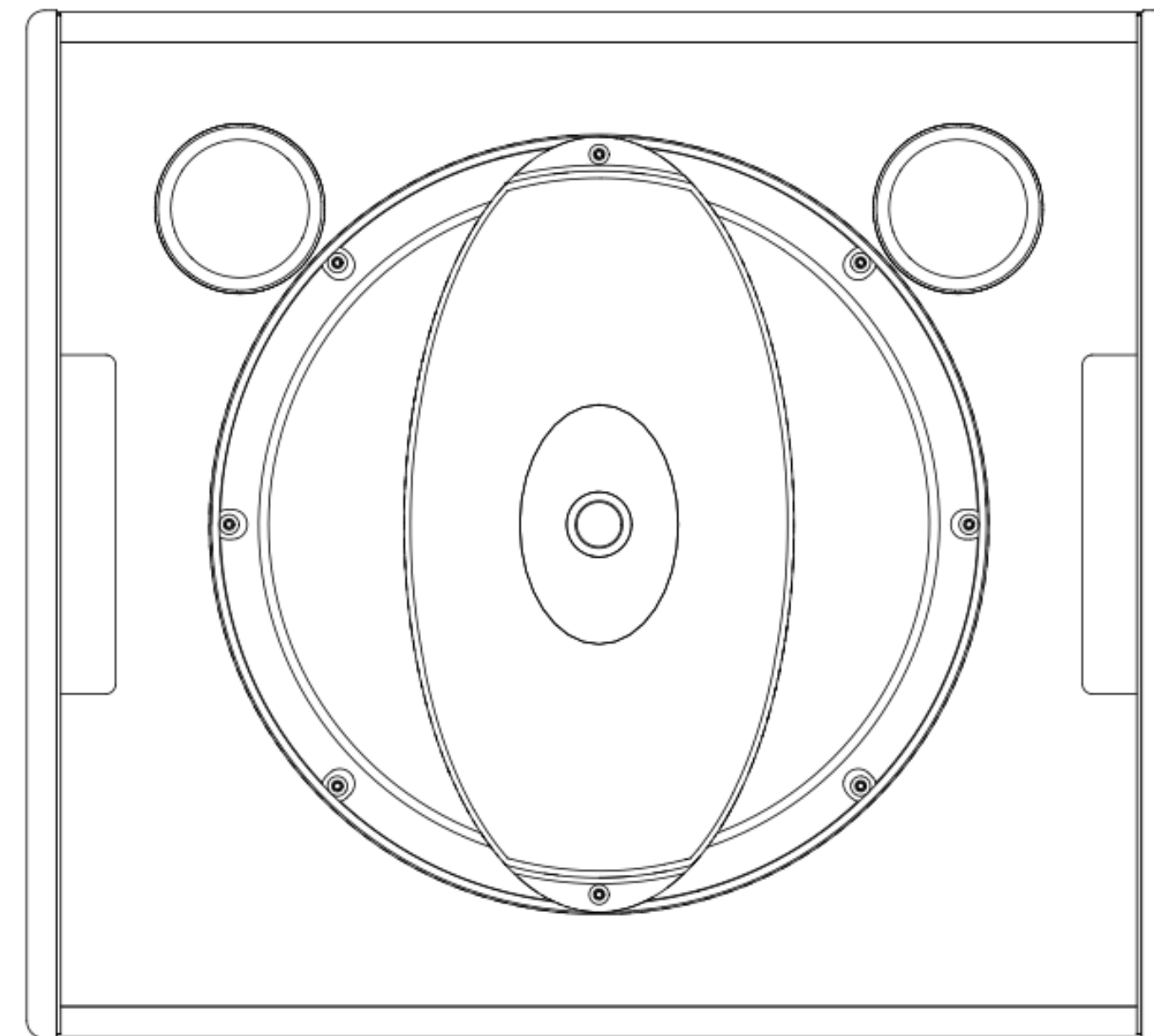
Hraniční kmitočet f_{θ}

V realitě je klasická bedna nejčastěji kombinací konstanttní a progresivní směrovosti



Meyer Sound CQ1

Rozdělení spektra mezi dvěma a více měniči dělá správně navržená výhybka.



d&b Audiotechnik M4 - koaxial

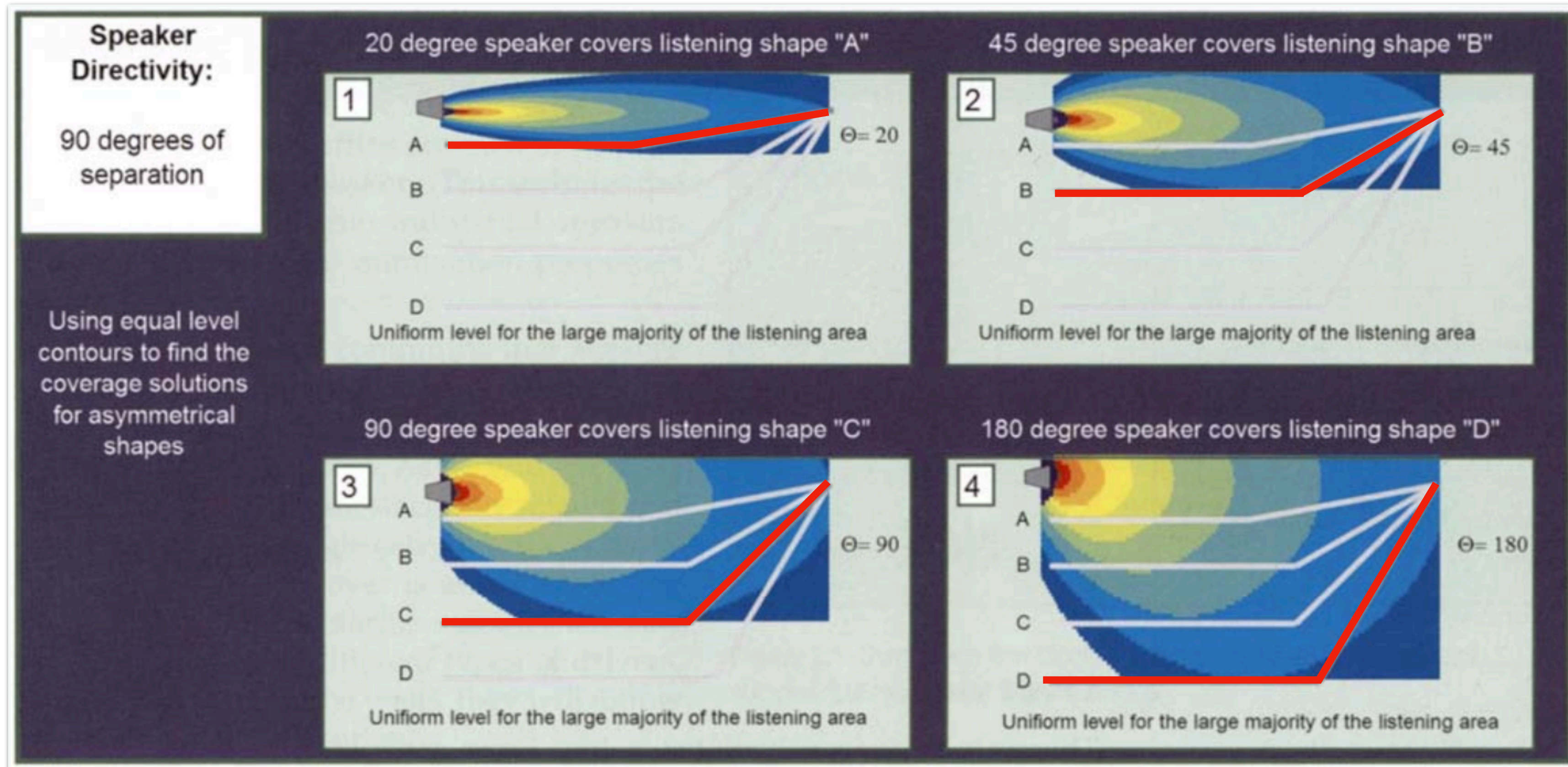
Existuje nějaký reálný měnič, který obsáhne celé spektrum?



..ale pouze v nízké hlasitosti.

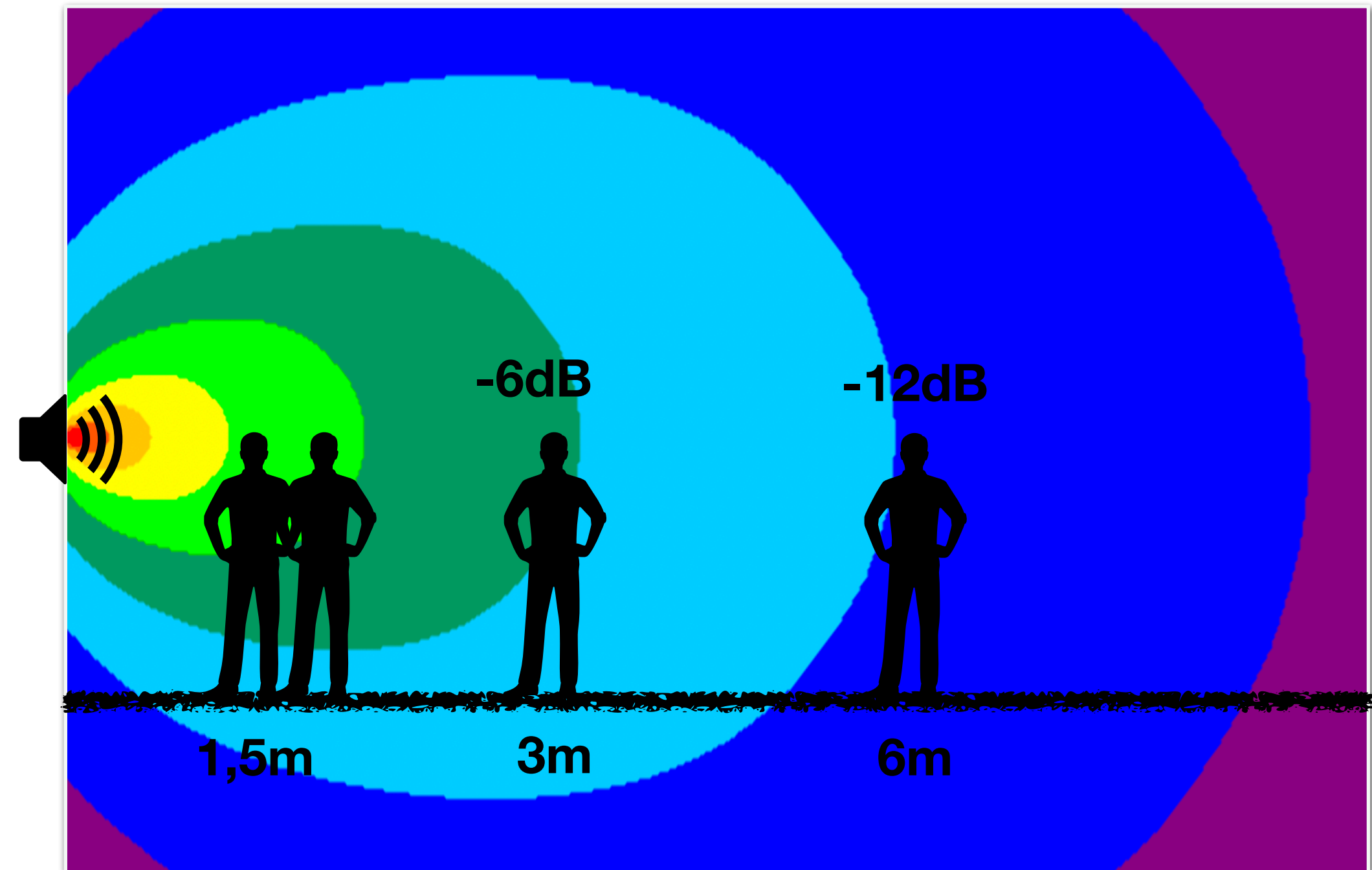
Směrnost a poslechové pole

Forward aspect ratio



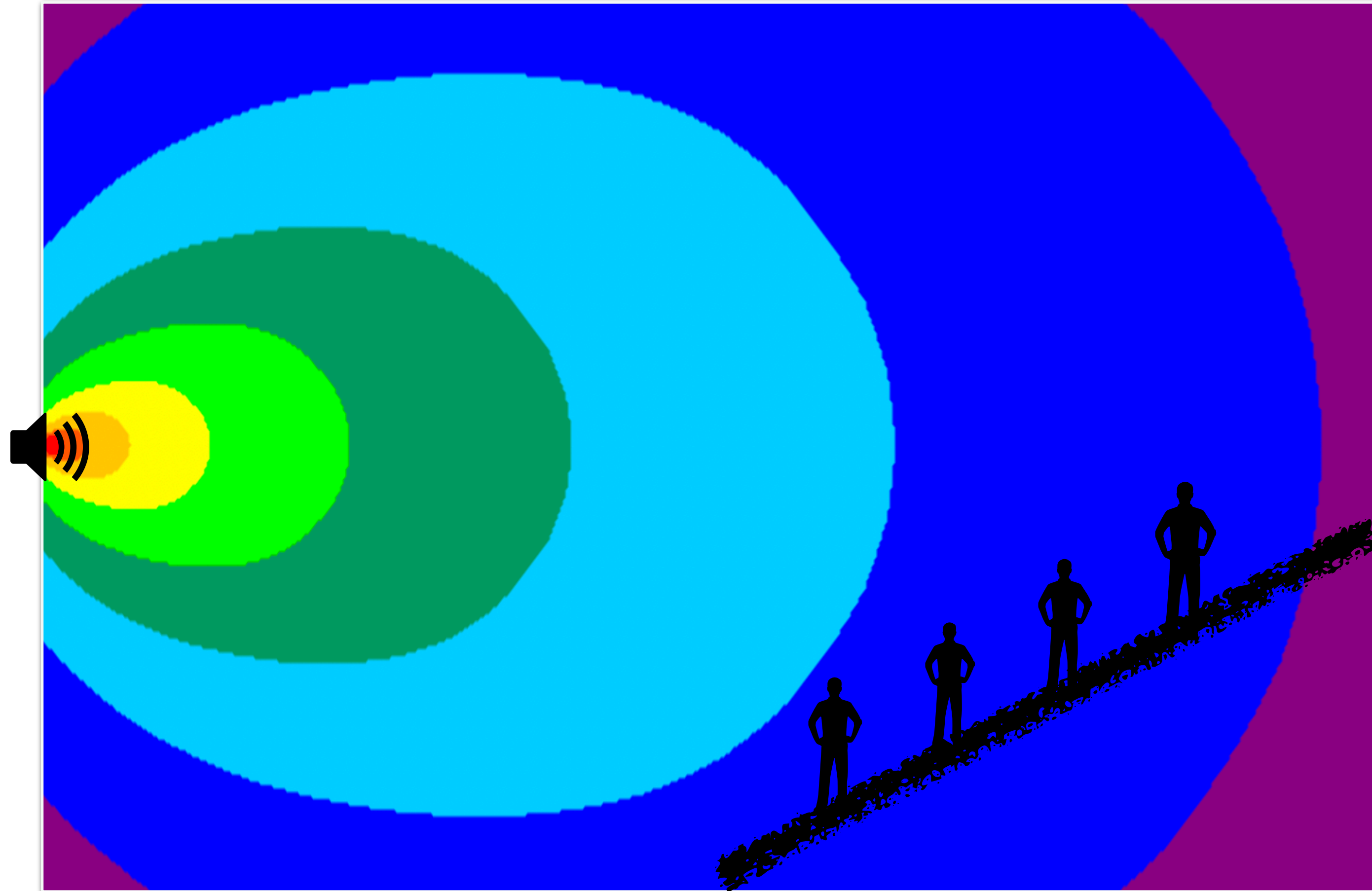
Bob McCarthy, 4 varianty směrovosti a tvaru poslechového pole ve vertikálním řezu

Techniky ozvučování



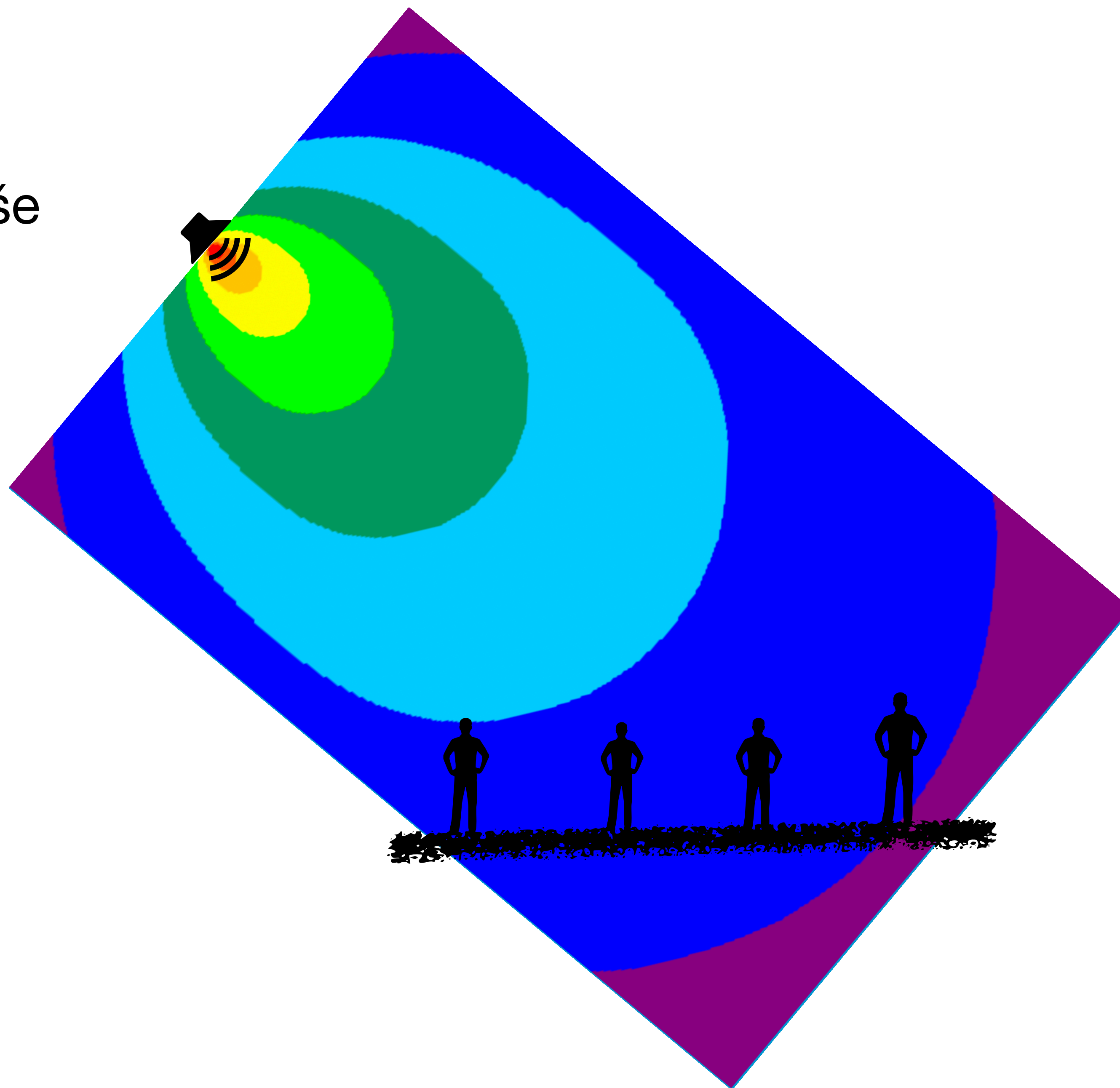
Velká rozdílnost SPL v prostoru publika

Kam tedy umístit poslechové pole, aby nevznikala vysoká variabilita SPL?



Minimum variance line

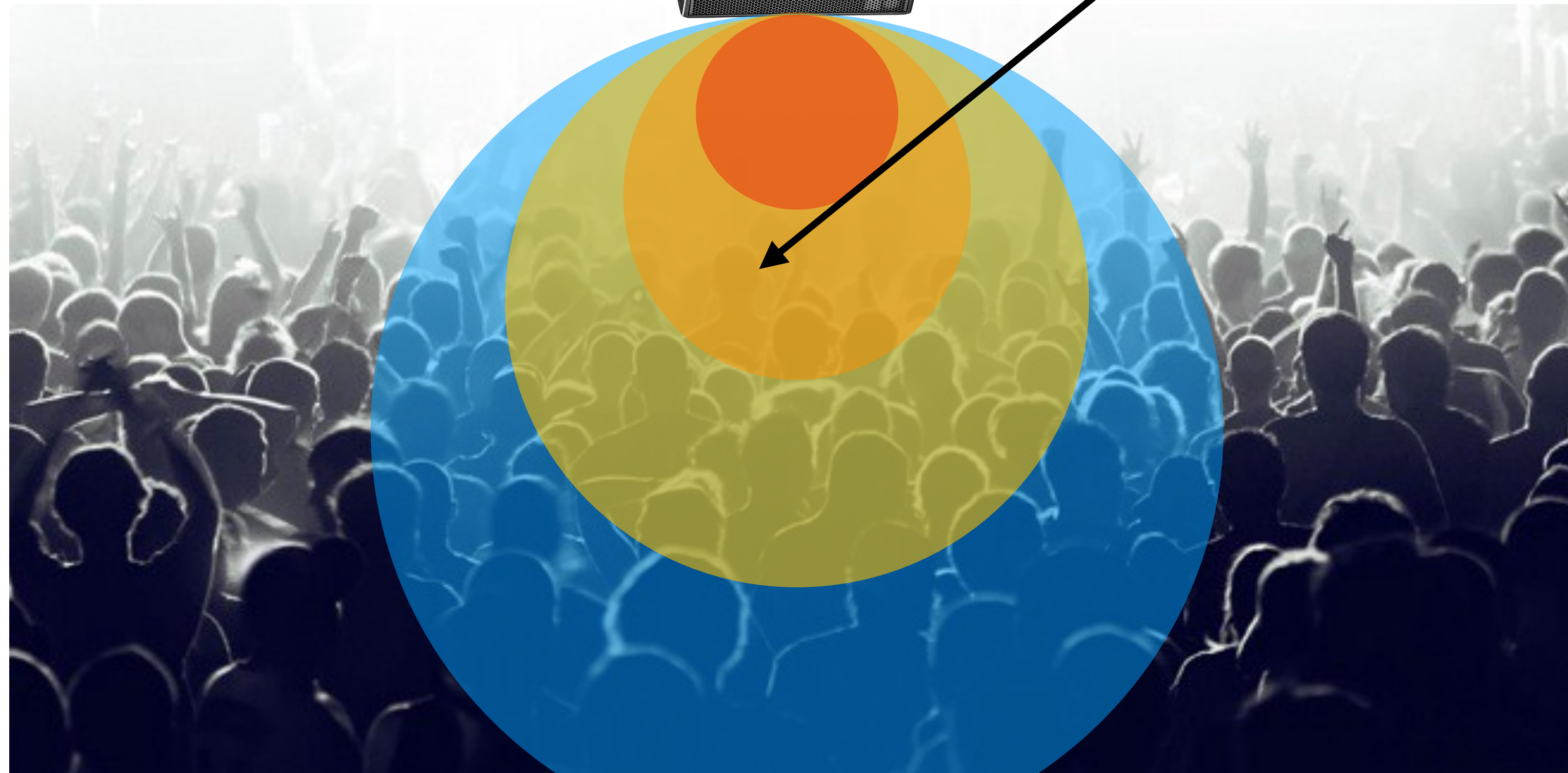
Publikum na vodorovné ploše



Jak pokrýt šírku publika?

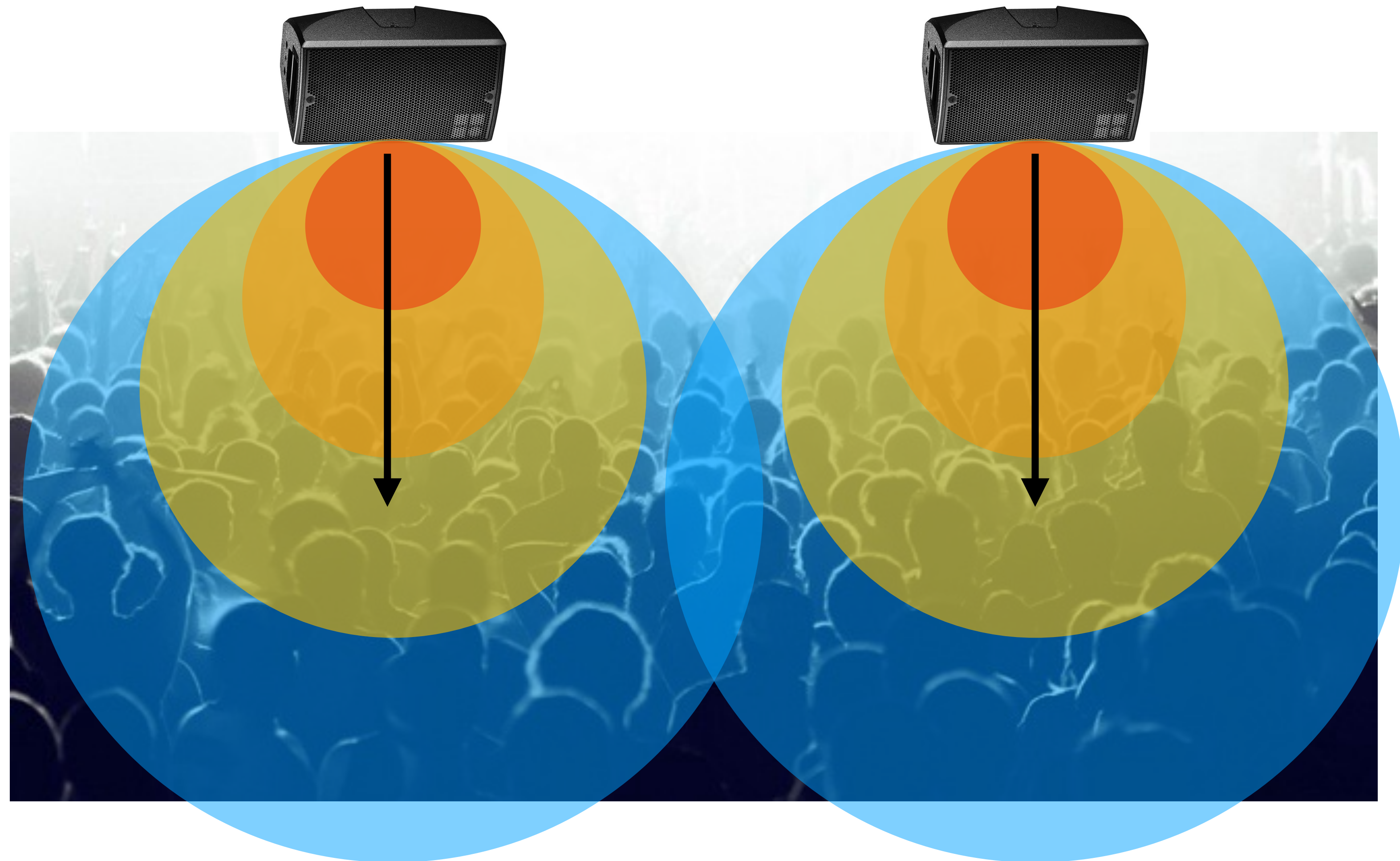
Mono

Relativně demokratický poslech, pokud zvolím
správně vyzařovací charakteristiku.



Málokdy najdu
správné místo na
umístění

Dual mono

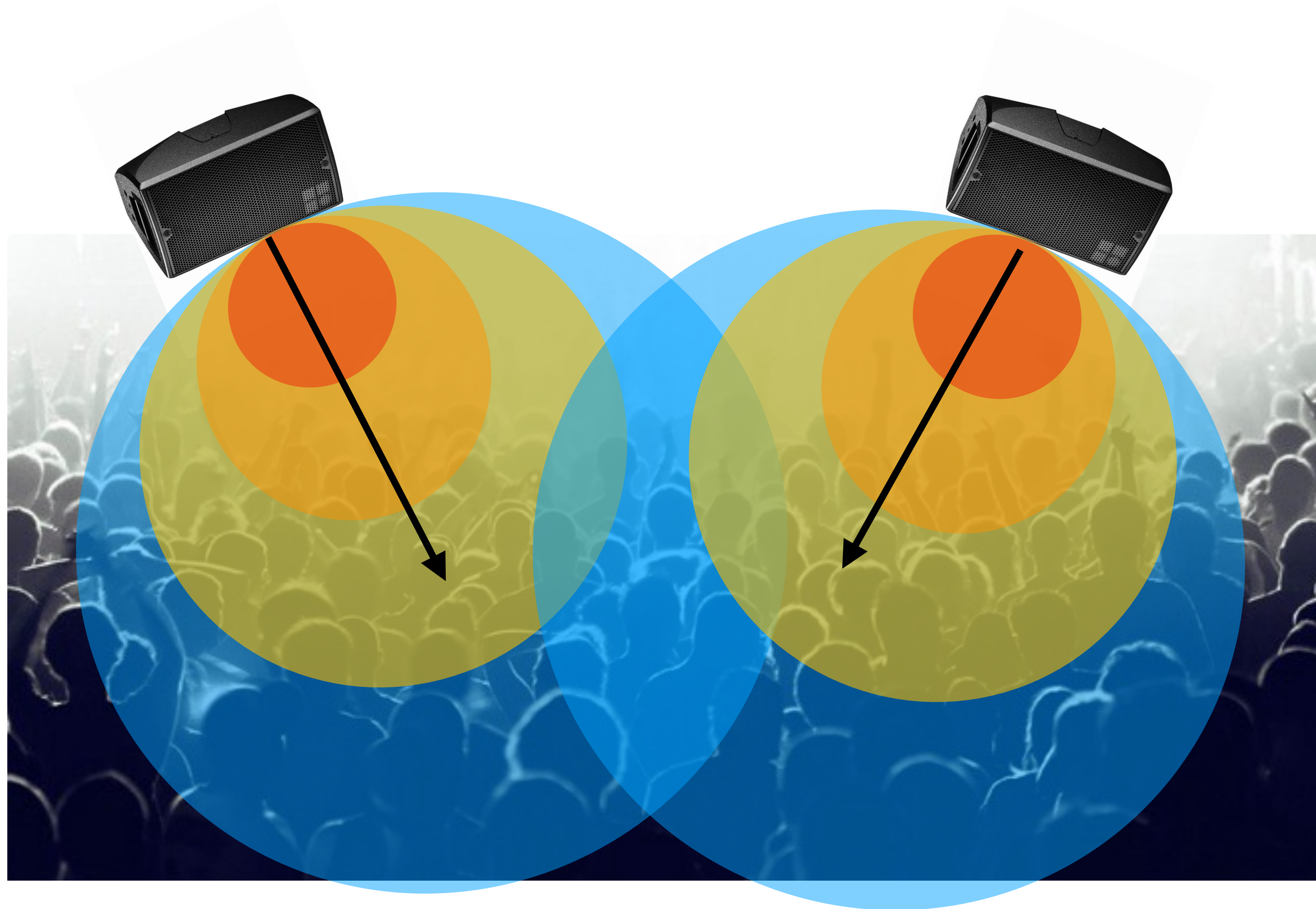


Isolation zóny

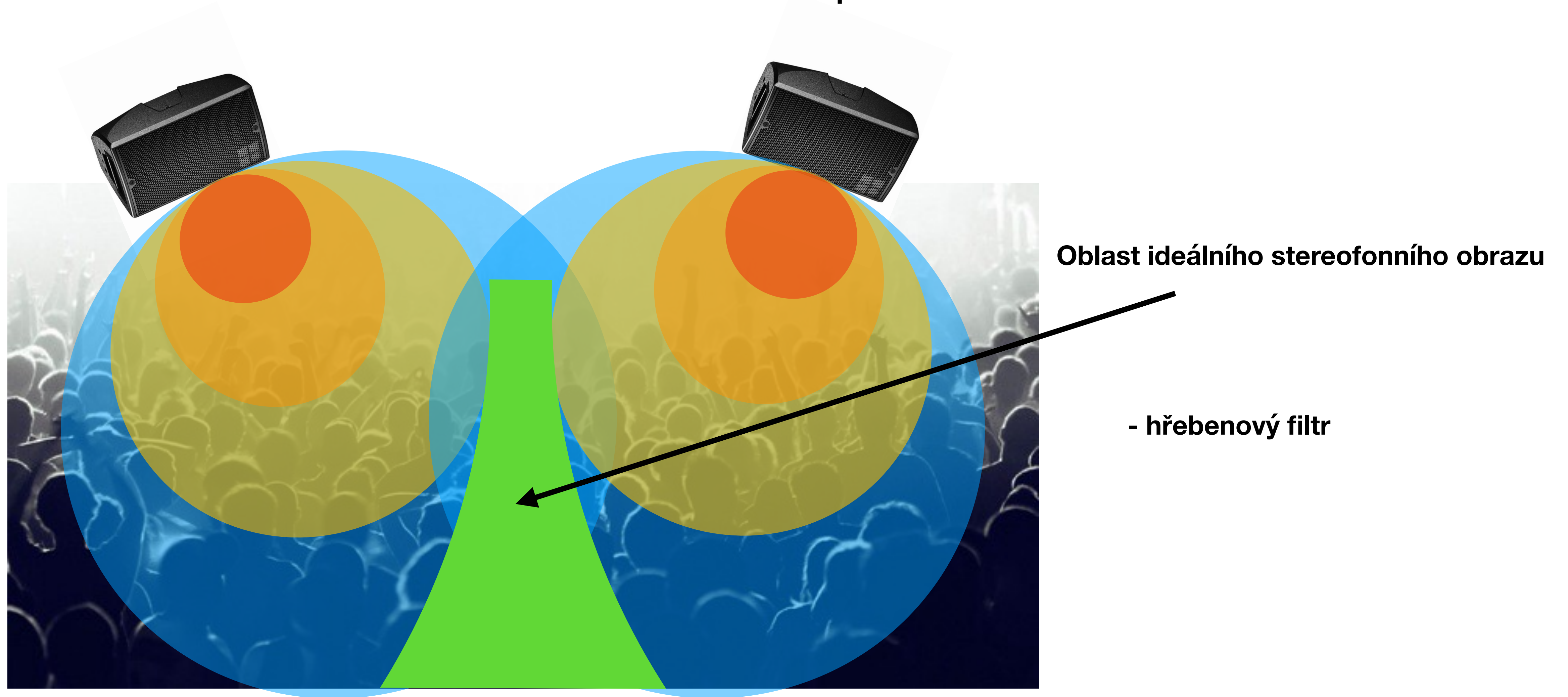
**Jednu bednu slyším o
10dB méně než
druhou.**

Chabý stereo obraz

Cross fire



Práce se stereo obrazem při live ozvučování



Návrh ozvučení

- Typ prostoru, složitost
- Množství diváků
- Budget
- Žánr
- Point source x line array
- Zavěšení nebo pozemní stack

Predikce

- SW: Soundvision (L'acoustics), ArrayCalc (d&b audiotechnik), Mapp XT (Meyer Sound), NS 1 (Nexo), Blueprint AV (Adamson),...
- Výstupní data: propojení s řídicím sw, mechanická data pro rigging.

Postup:

Vytvoření ploch, na kterých se bude nacházet sedící či stojící publikum dle modelu nebo vlastního měření prostoru.

Modelování možných překážek (sloupy, balkony a pod.)

Návrh hlavního PA a satelitních fill systému tak, aby byly všechny plochy publika co nejrovnoměrněji pokryté (respektování tzv. Minimum variance line a pod).

Prostory a jejich specifika

Vjem zvuku z pódia

- Klub
- Divadlo:
 - black box
 - kukátko
 - side specific
- Hudební sál
- Open air (koncert x festival)
- Stadion

PA - Public address


Rozdělení podle účelu na jednotlivé zóny

- Main PA - pokrytí hlavní části publika
- Fill - front fill, side fill (in fill), down fill, delay tower
- Center cluster - vyplnění středu mezi Main LR
- Surround system - dva a více reproduktorů za a okolo diváků
- Fx reproduktory - zvuk ze specifického prostoru nebo zdroje

Řízení PA systému

Úprava a rozbočení signálu do jednotlivých částí PA systému (hlasitost, ekvalizér, zpoždění, crossover, limiter...)

Pomocí:

- Hardwareového processoru (Lake, DBX, ...) 
- Vzdáleného ovládání zesilovačů po síti dedikovaným softwarem.
L'acoustics (LA Network Manager), d&b (R1), Martin Audio (VU-NET, MA-NETCONTROL), ...
- Matrixů z mixážního pultu

Line array

Experimenty již v 30. letech.

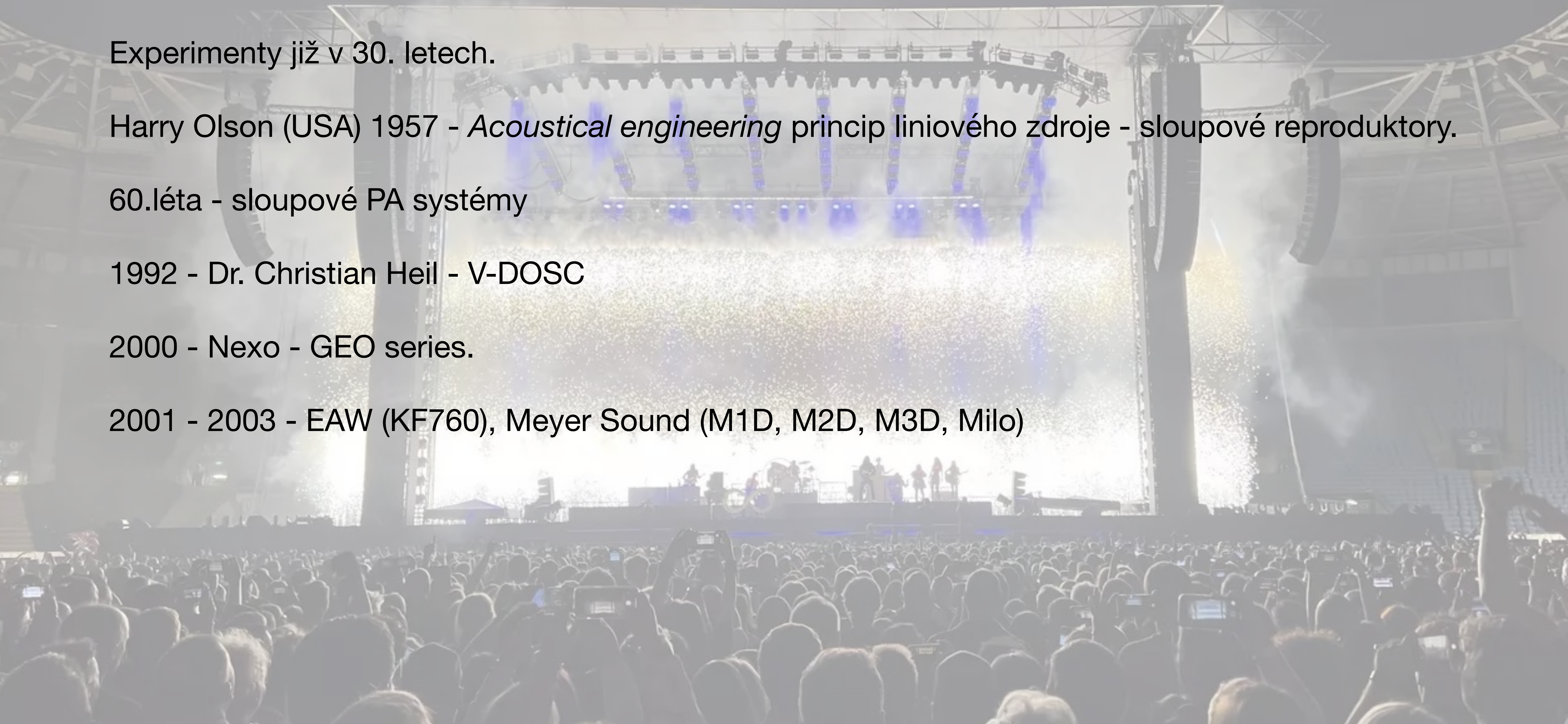
Harry Olson (USA) 1957 - *Acoustical engineering* princip liniového zdroje - sloupové reproduktory.

60.léta - sloupové PA systémy

1992 - Dr. Christian Heil - V-DOSC

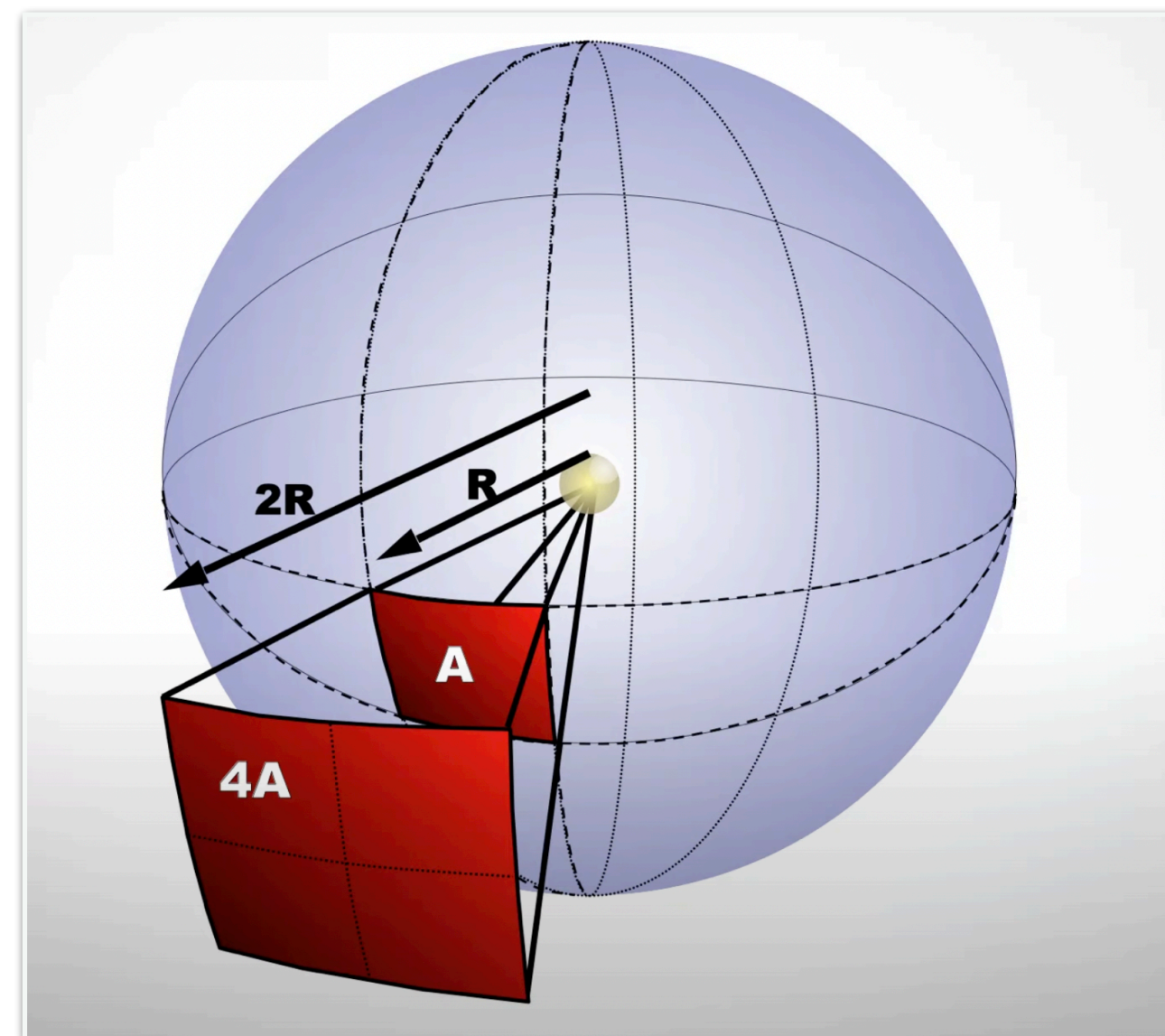
2000 - Nexo - GEO series.

2001 - 2003 - EAW (KF760), Meyer Sound (M1D, M2D, M3D, Milo)

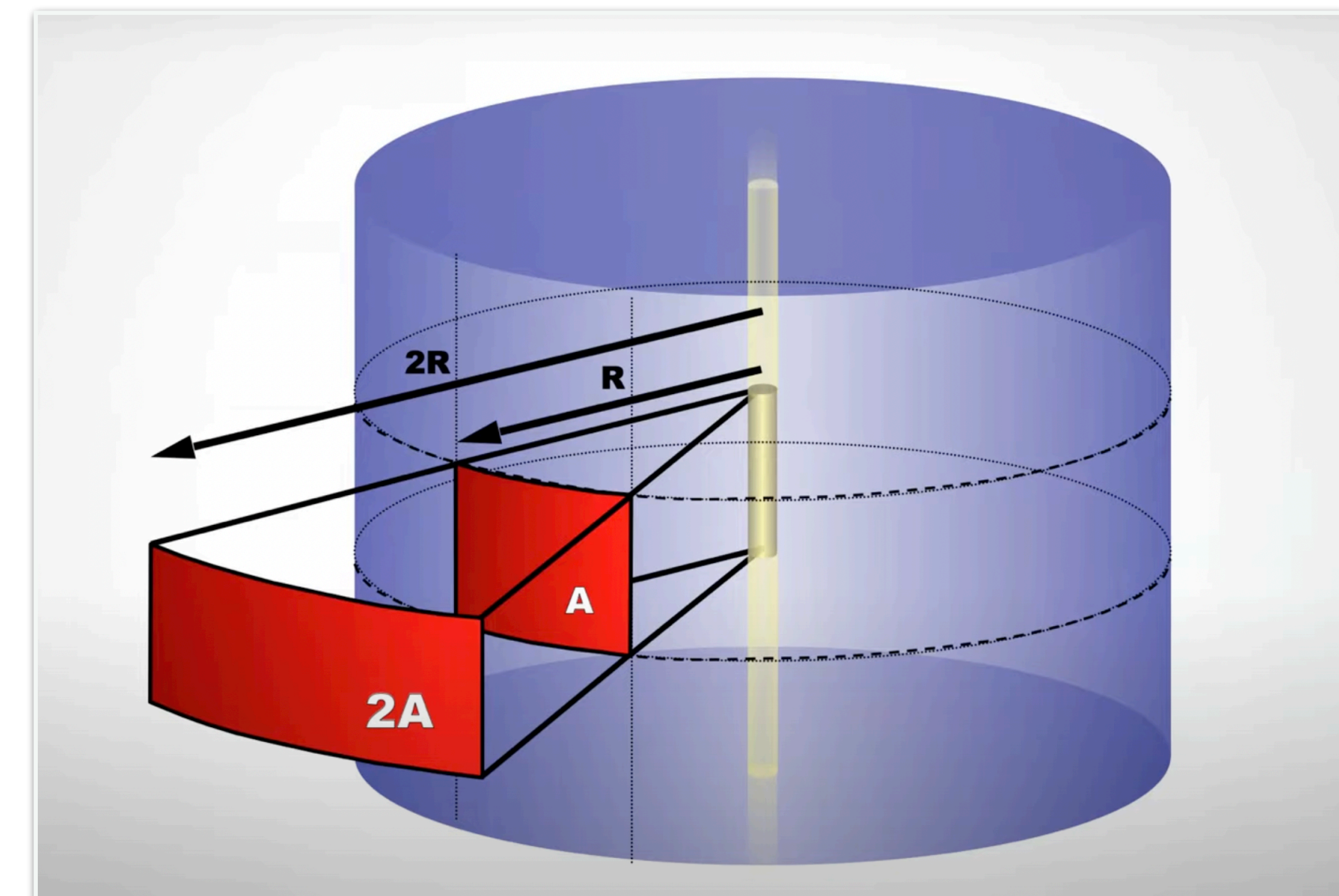


Point source vs. line source

Bodový vs. liniový zdroj

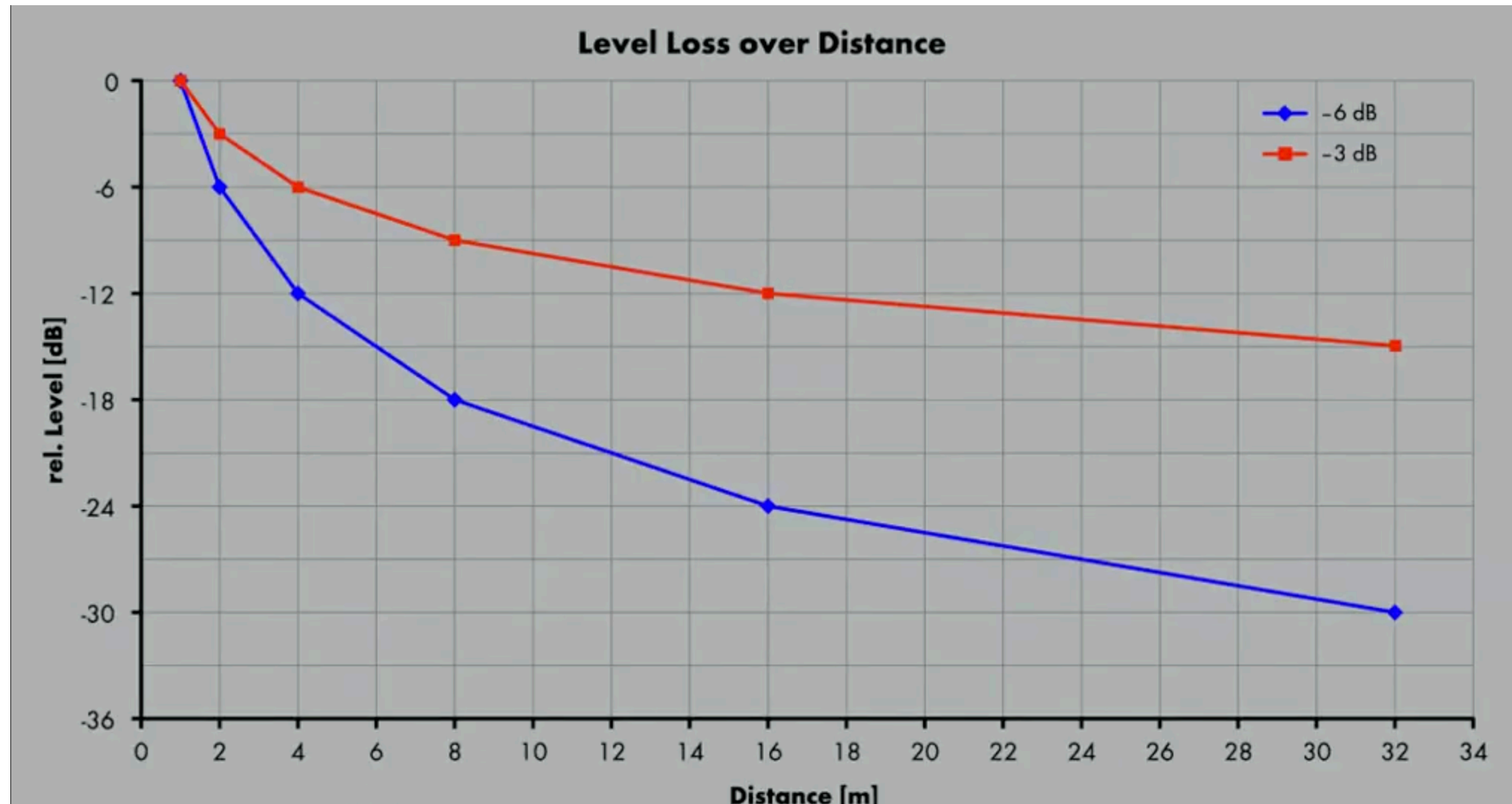


6dB s dvojnásobkem vzdálenosti
Kulové čelo vlny



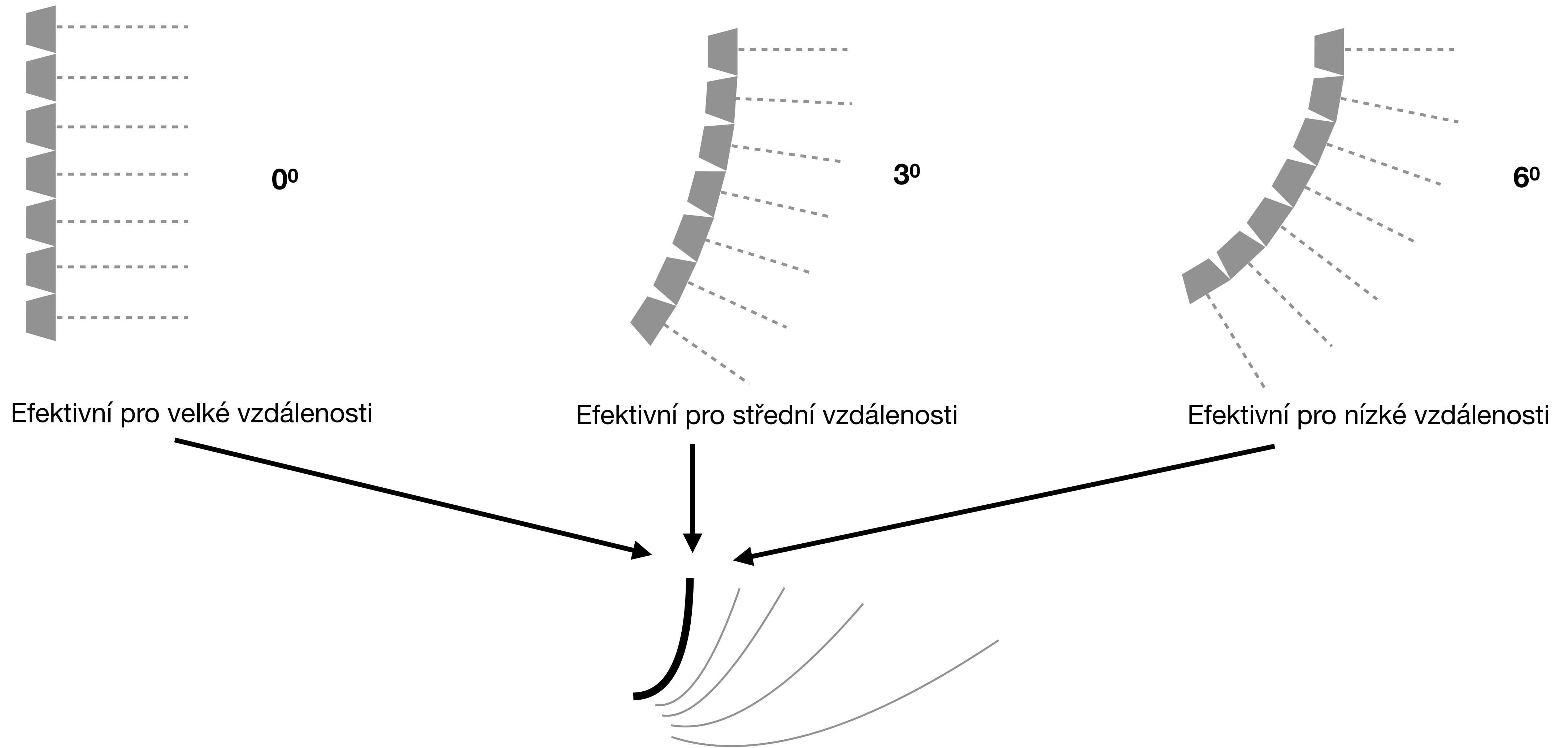
3dB s dvojnásobkem vzdálenosti
Válcové čelo vlny

Teoretický bodový zdroj vs. teoretický liniový zdroj



d&b webinar / line array theory

Kde se vzal tvar J



Vzdálenost středu zdrojů



d... vzdálenost středů $< 1/2 \lambda$



λ $1/2 \lambda$



100 Hz... 3,4m... (1,7m)

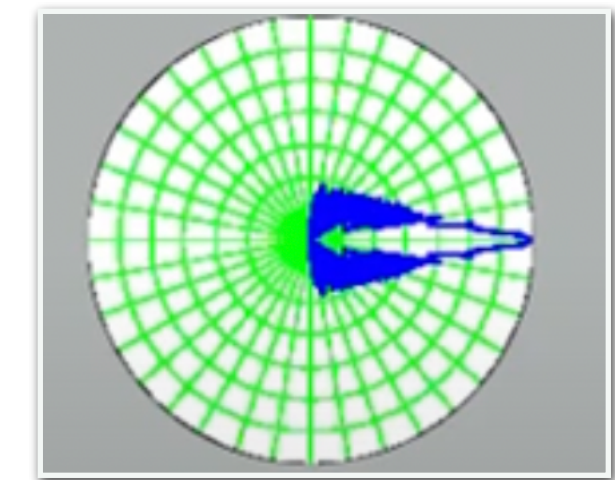


1000 Hz... 34cm... (17cm)

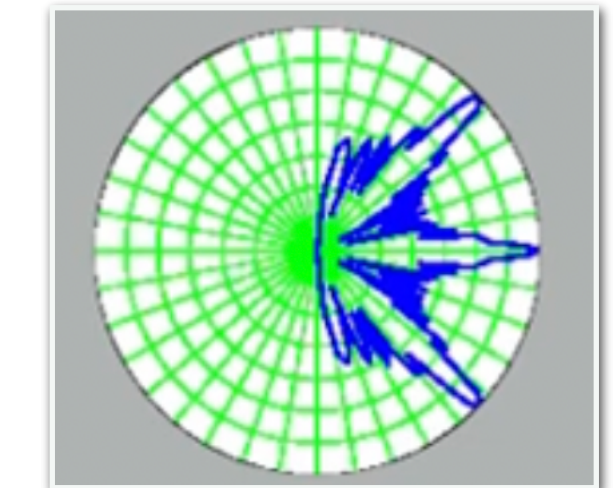
10 000 Hz... 3,4cm... (1,7cm)

} *Obtížně dosažitelné*

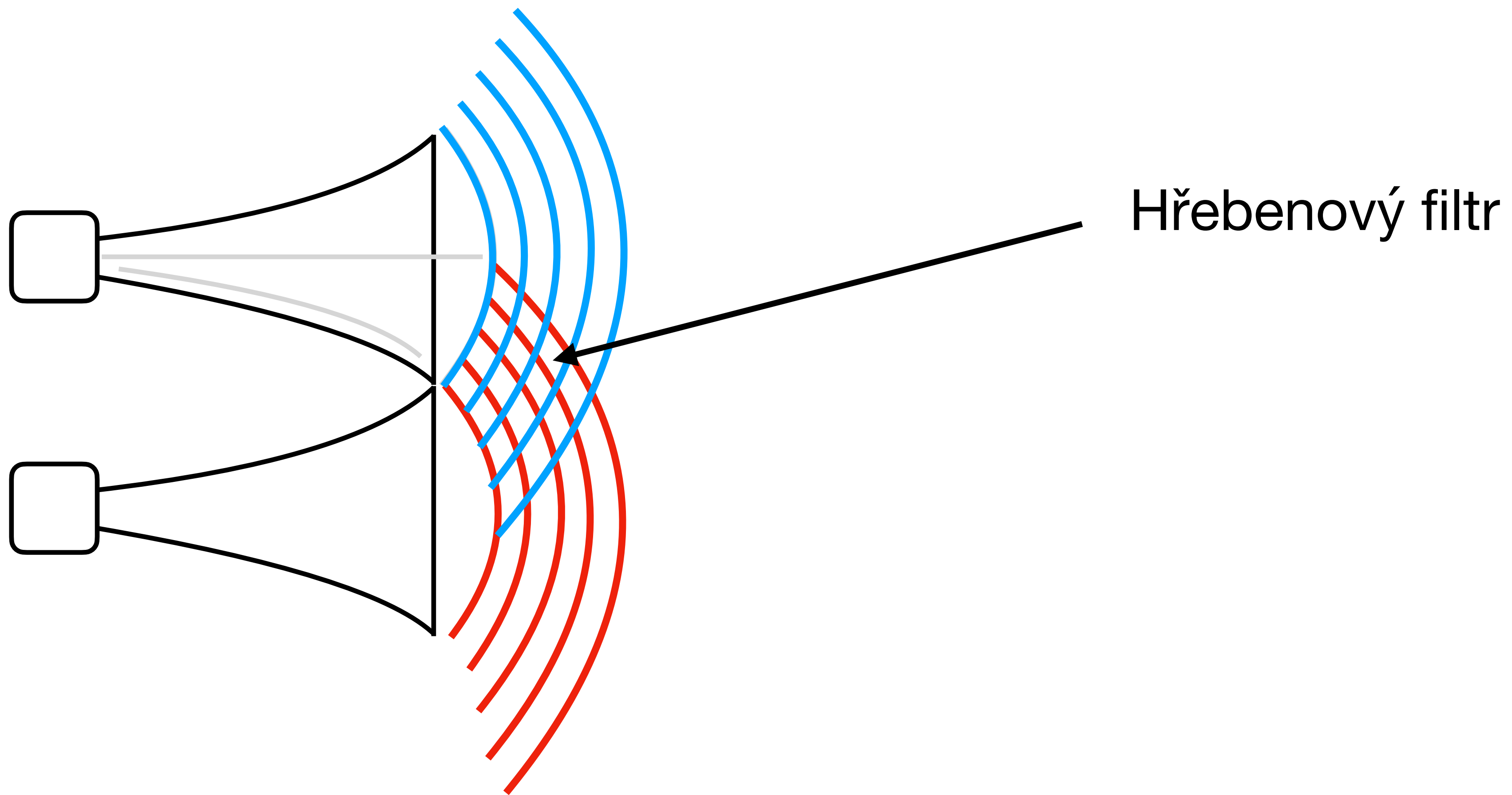
$d < 1/2 \lambda$



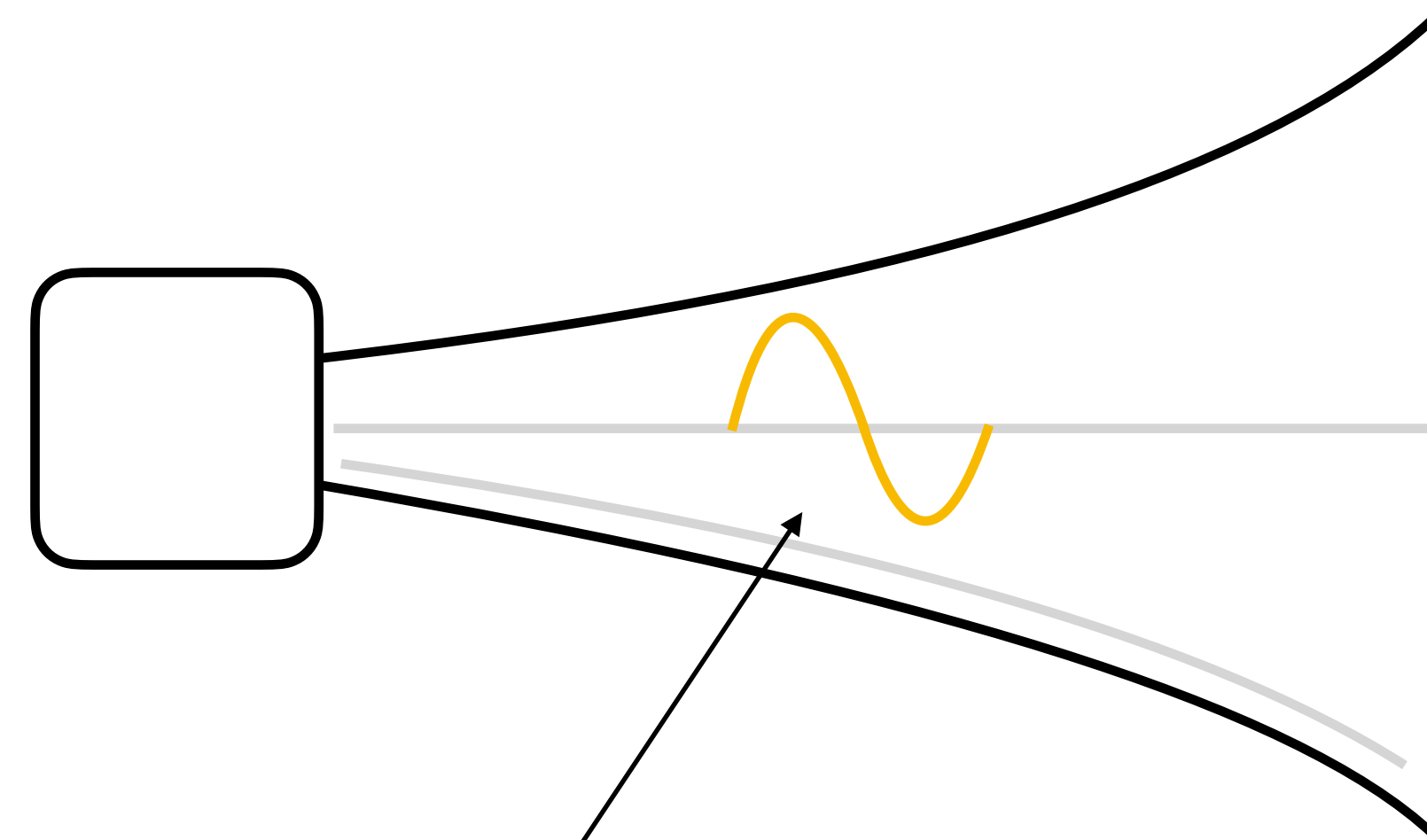
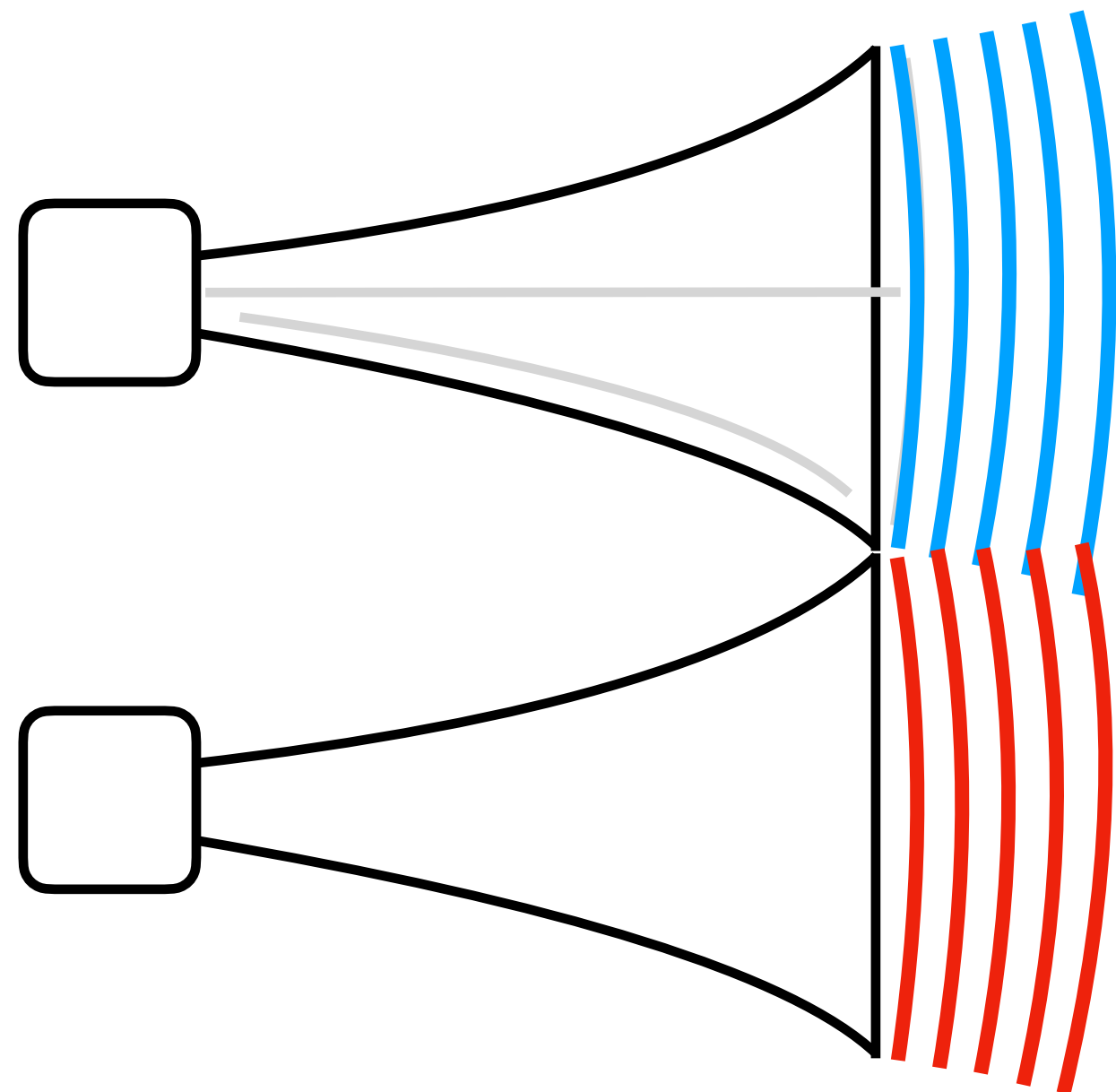
$d > 1/2 \lambda$



Tvar čela vlny

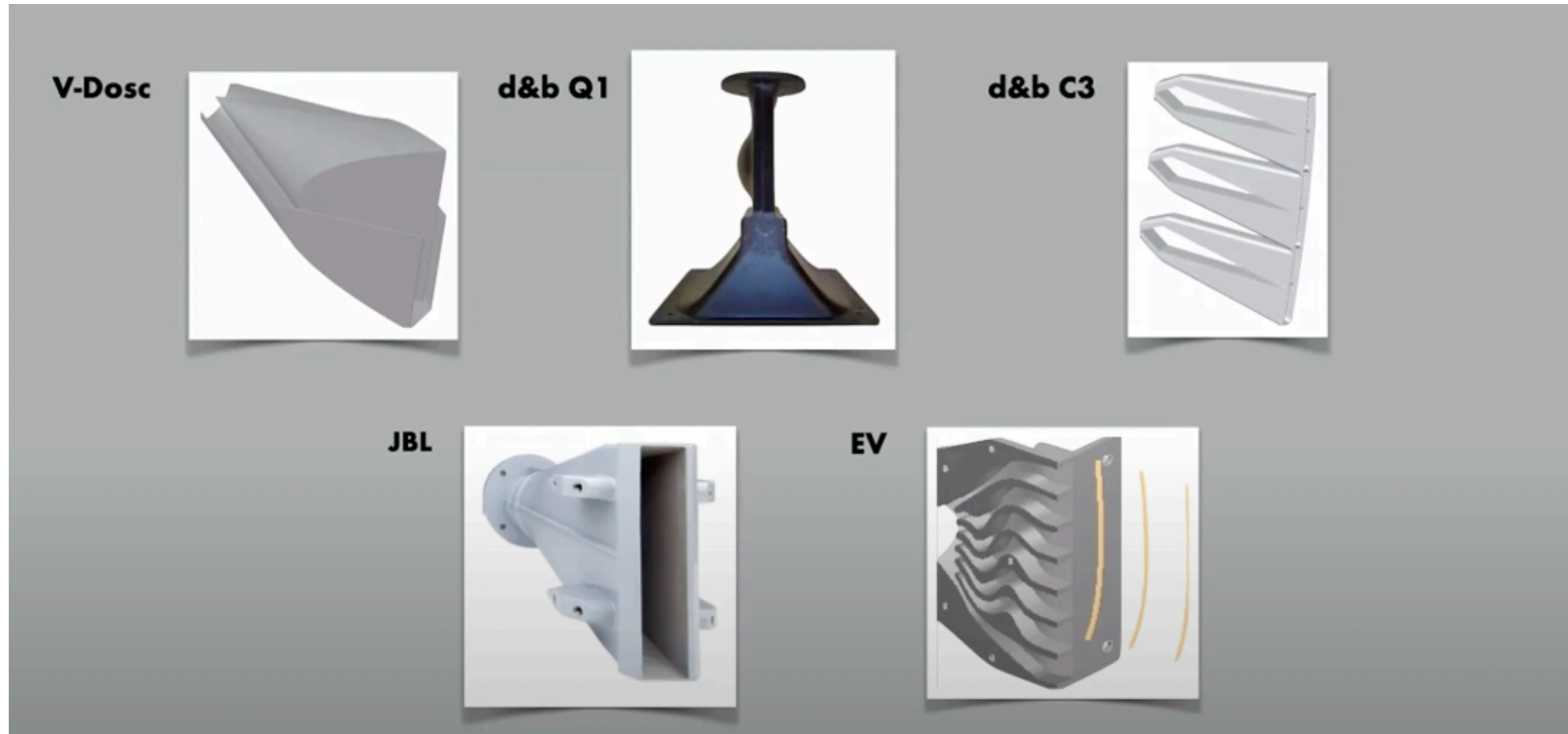


Tvar čela vlny



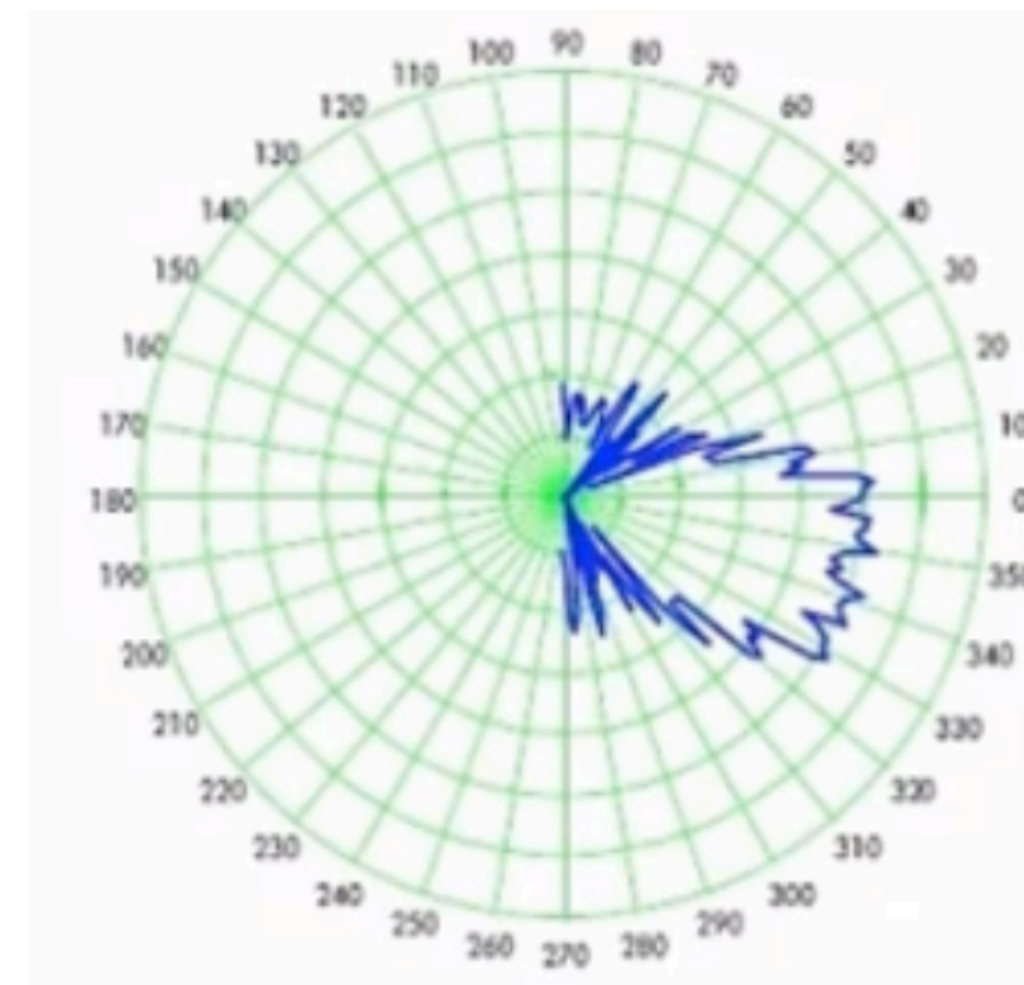
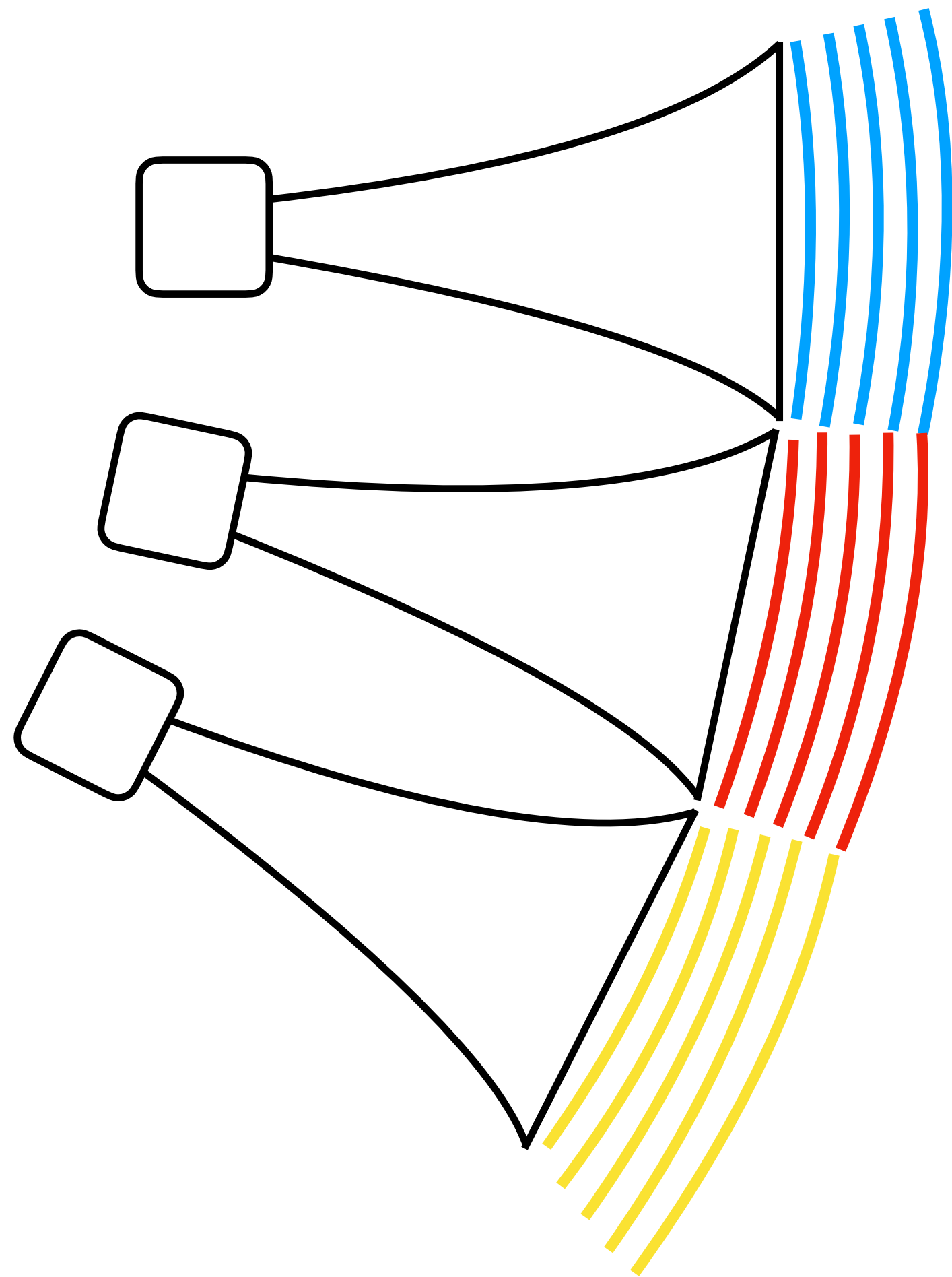
Zpoždění vlny uprostřed horny

Příklady různých vlnovodů



d&b webinar line array theory

Tvar čela vlny



Optimalizace PA systému

Mechanická

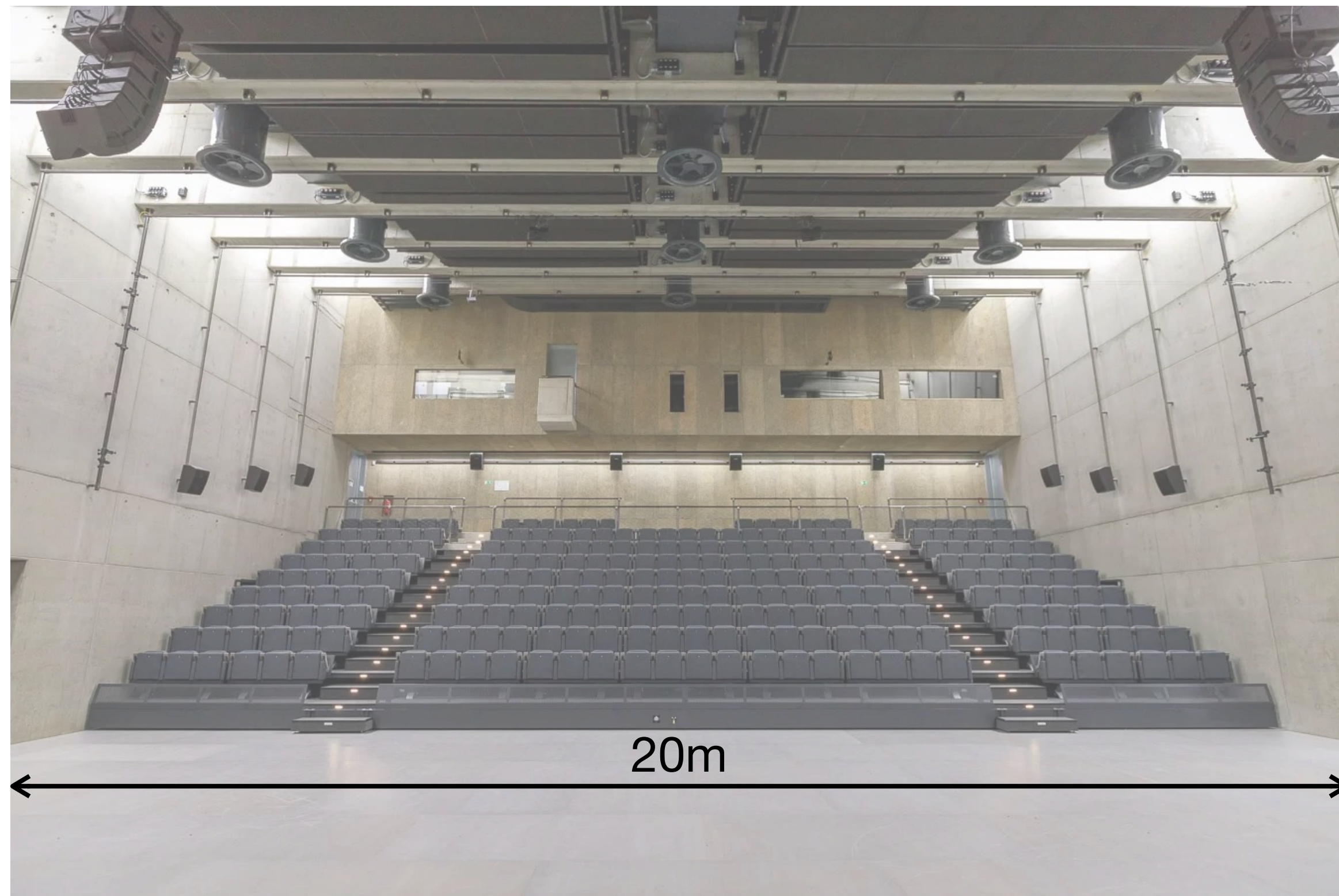
Mechanické proporce a nastavení úhlů mezi jednotlivými boxy.

Elektronická

Uplatnění změny hlasitosti, zpoždění a filtrů (IIR, FIR) na jednotlivé části arraye.

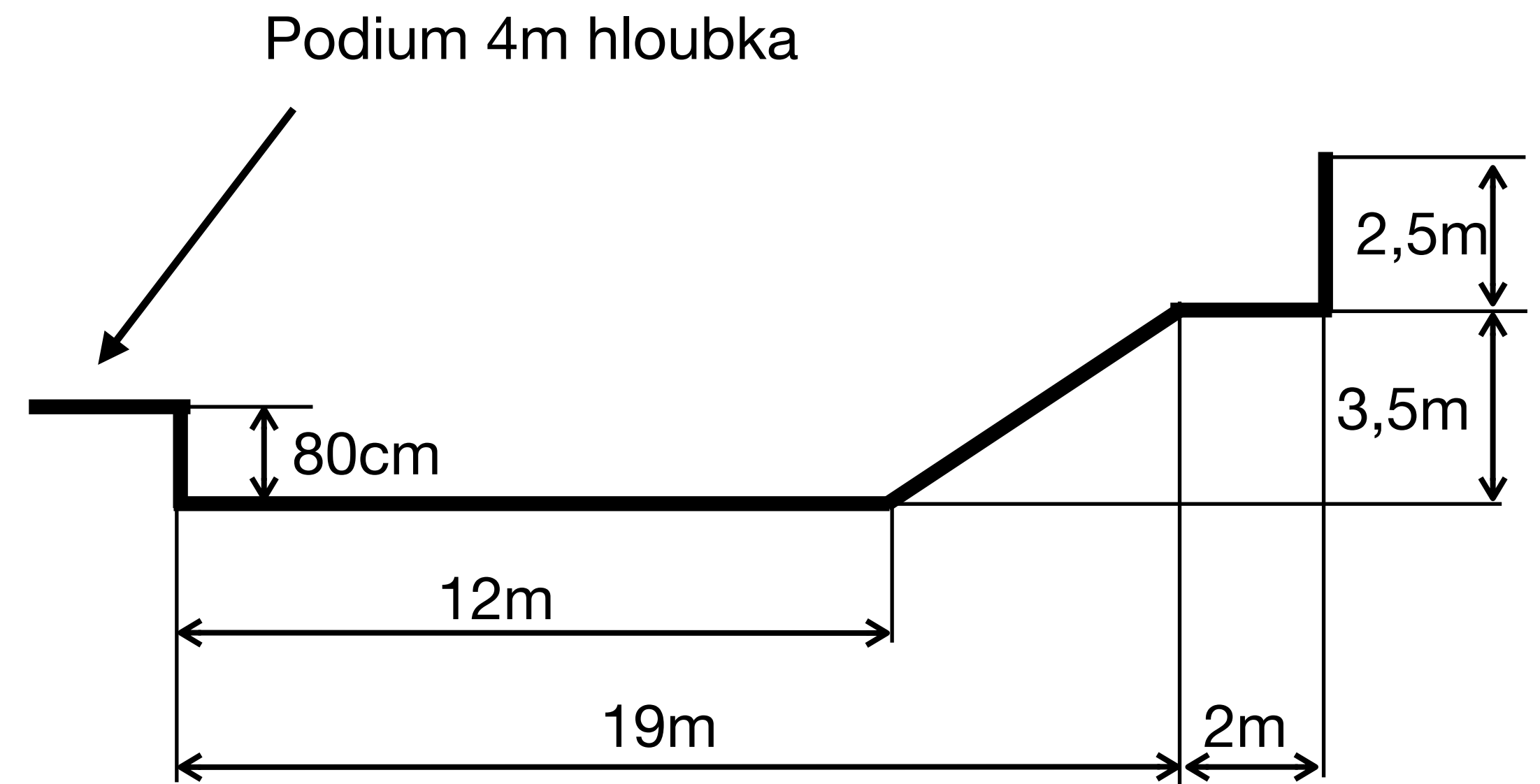
Čím více samostatných kanálů, které napájí boxy, tím větší možnosti elektronické optimalizace.

Návrh ozvučení - zadání



Max. výška PA je 7m. Závěsný bod je 5m od středu sálu.

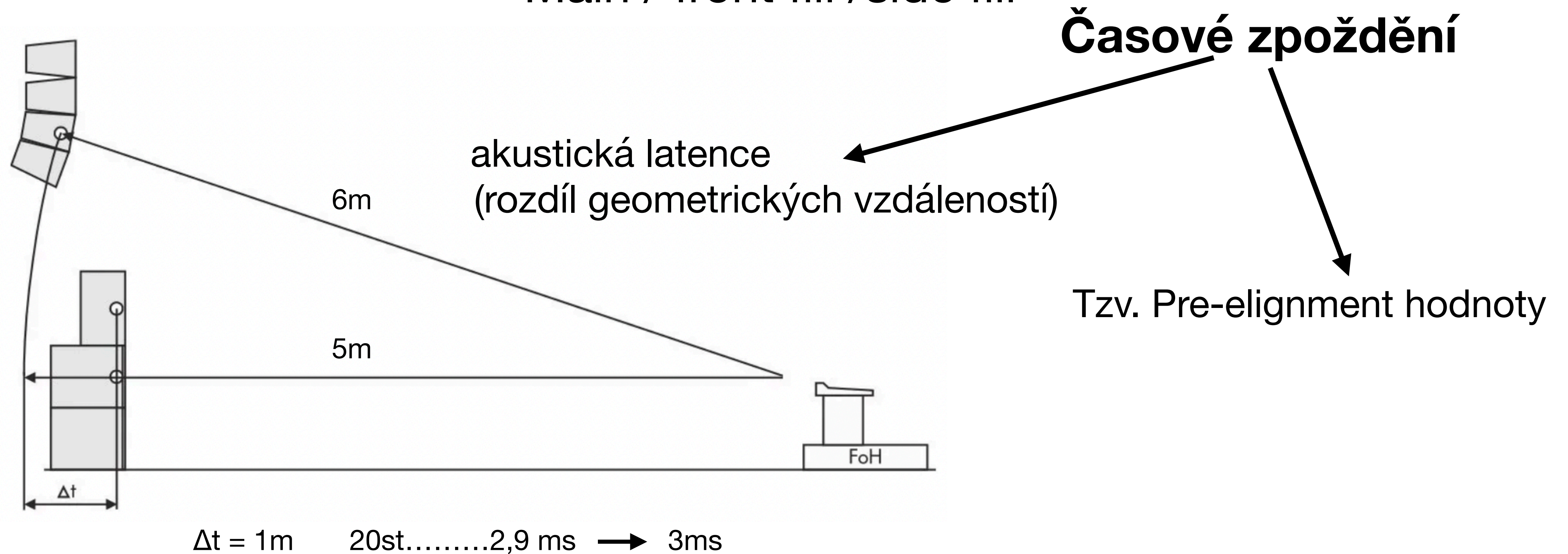
PA - 8x Karall na stranu, 5x X8 FF, 6x SB18



Time alignment

Sjednocení času, ve který dorazí zvuk ze dvou zdrojů operujících na stejném frekvenčním rozsahu na určité místo.

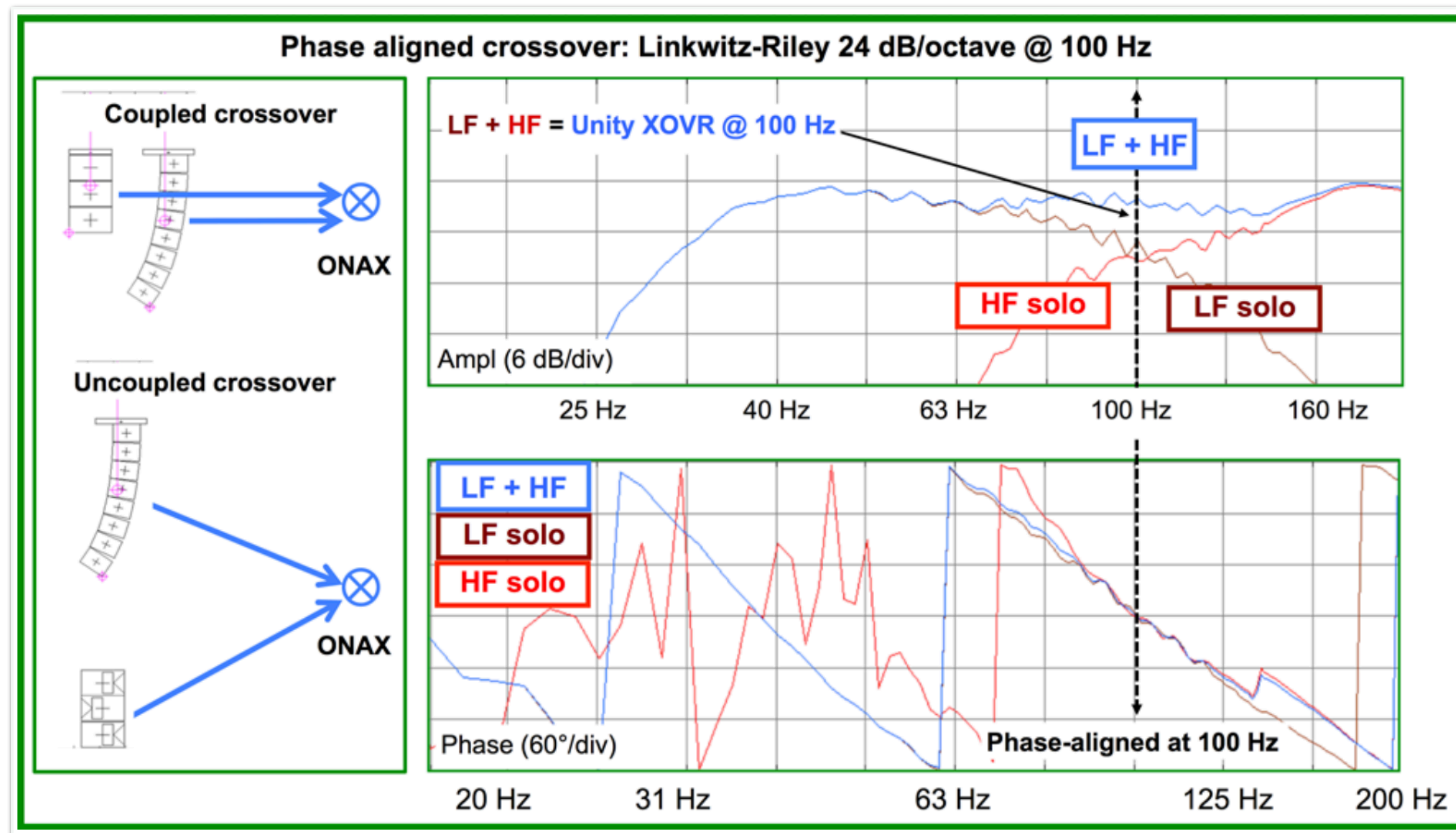
Main / front fill /side fill



Phase alignment

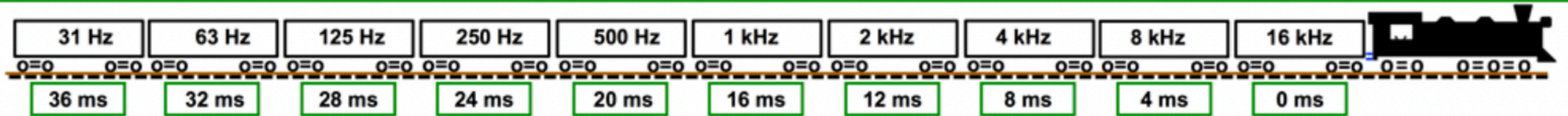
Sjednocení fáze dvou zdrojů na rozsahu jejich efektivního frekvenčního překryvu.

Main / sub

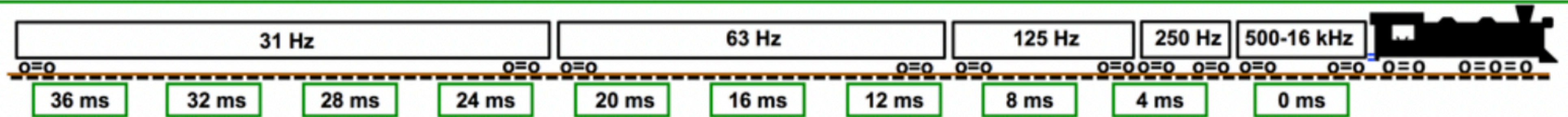


The phase delay training program

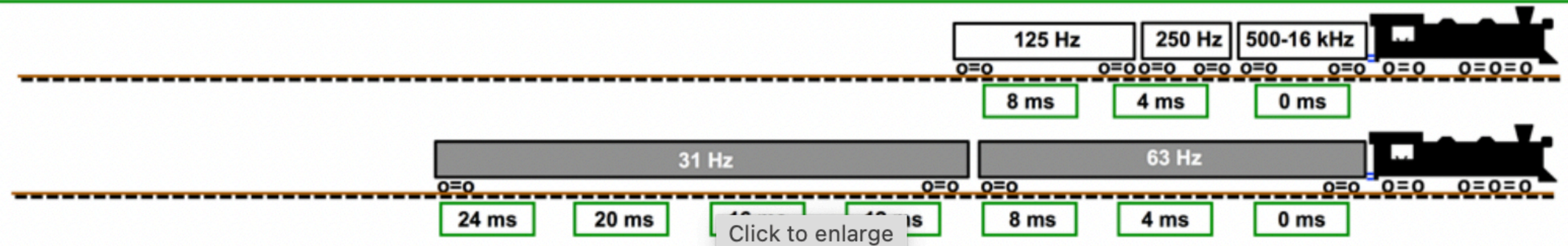
A: Equal phase delay per octave (hypothetical)



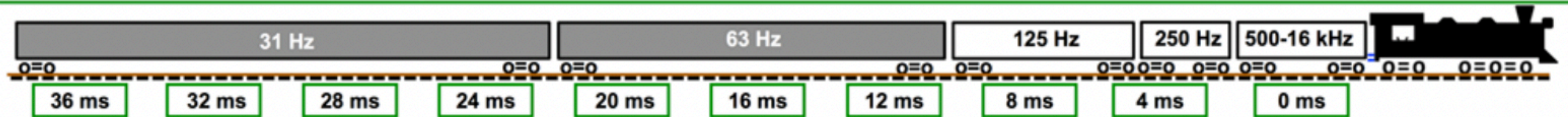
B: Realistic distribution of phase delay over frequency. Most of the delay accumulates at the back of the train



C: Main train and sub train time aligned. Fronts of the trains are aligned but don't link at the crossover (not recommended)



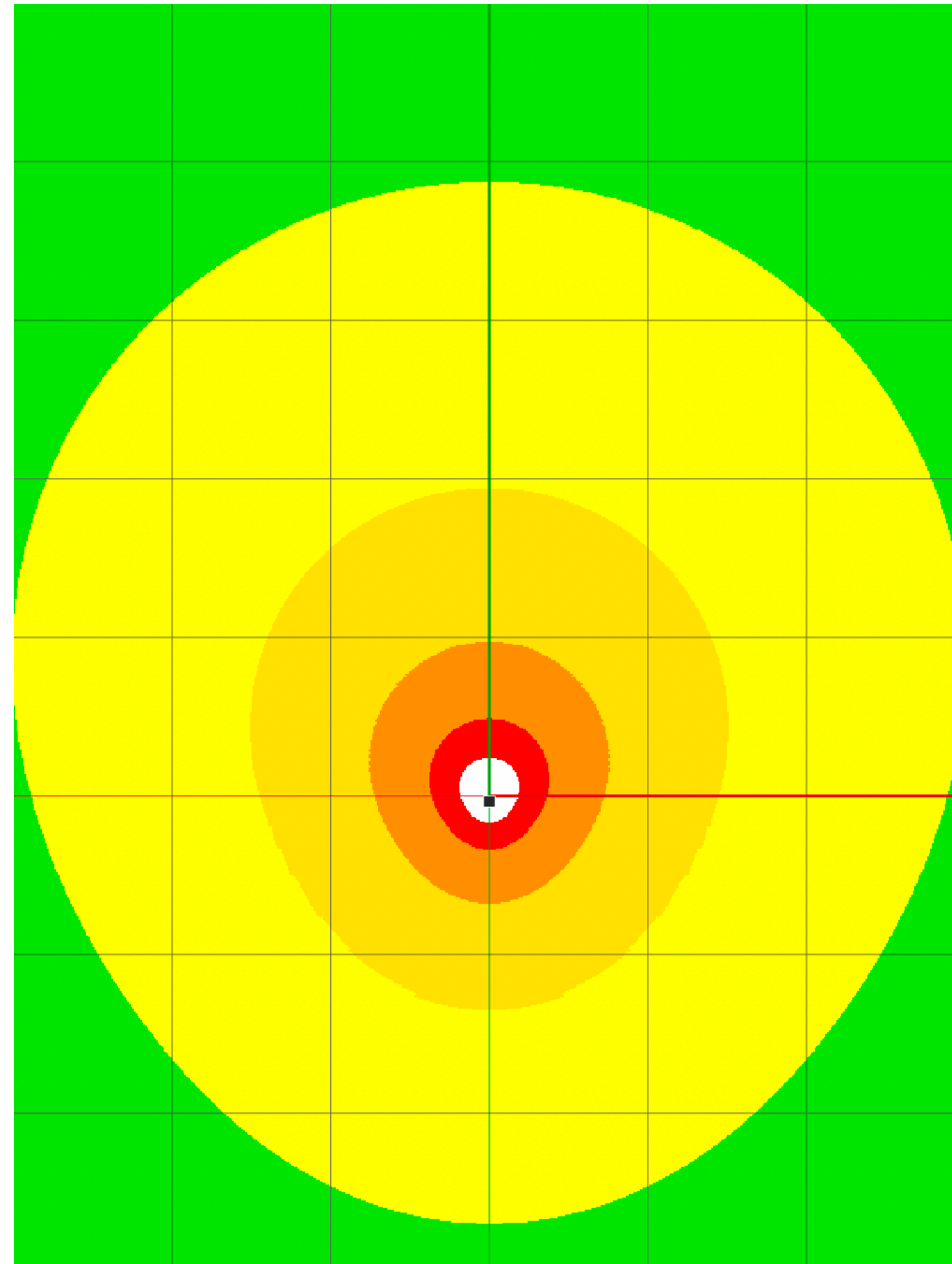
D: Main train and sub train are phase aligned. Rear of mains is linked to front of subs. Train is coupled at the crossover (recommended)



Subwoofer systém

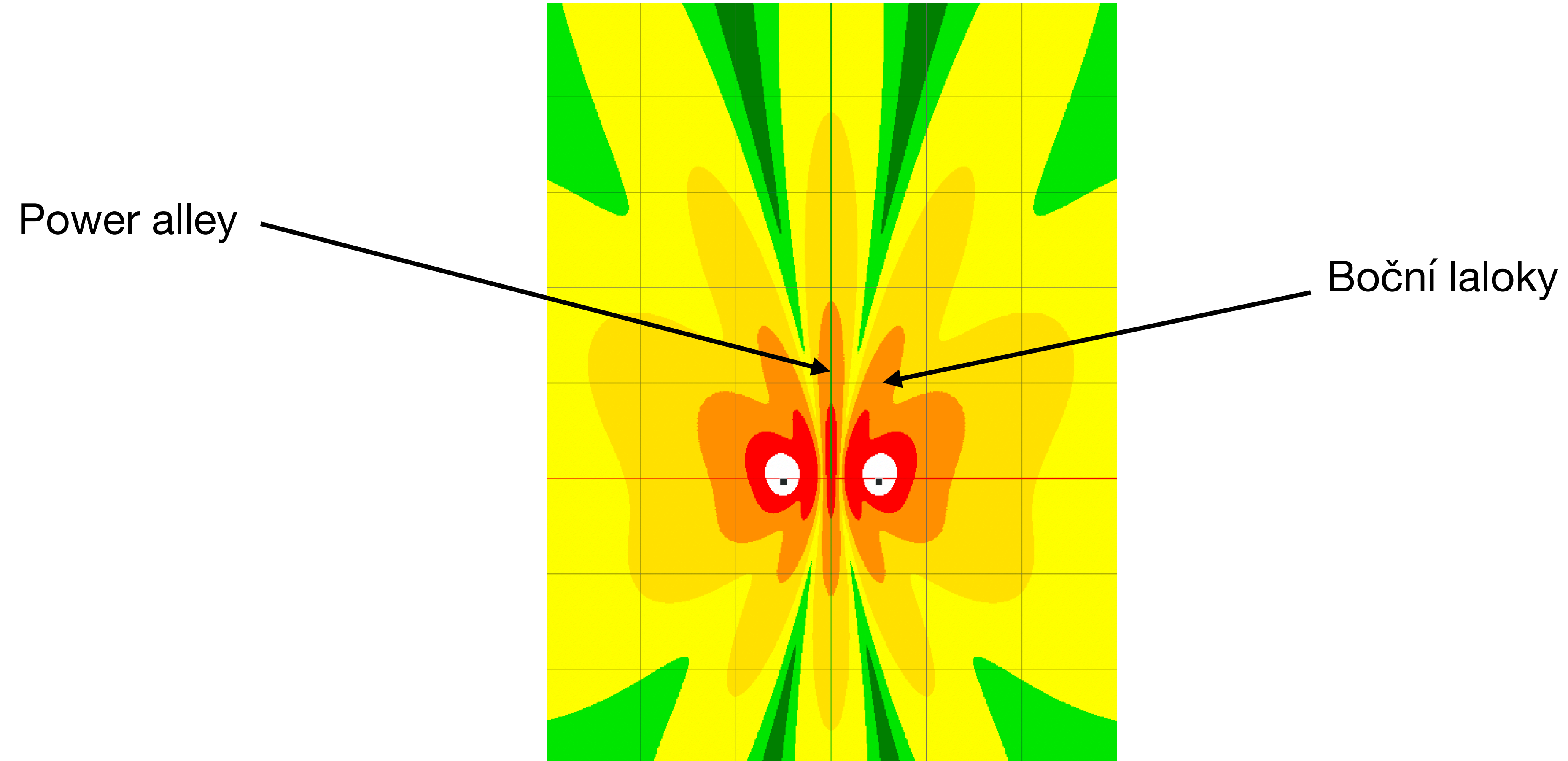
- mono
- stereo
- cardio
- end fire
- array
- ground stack x flying

Mono



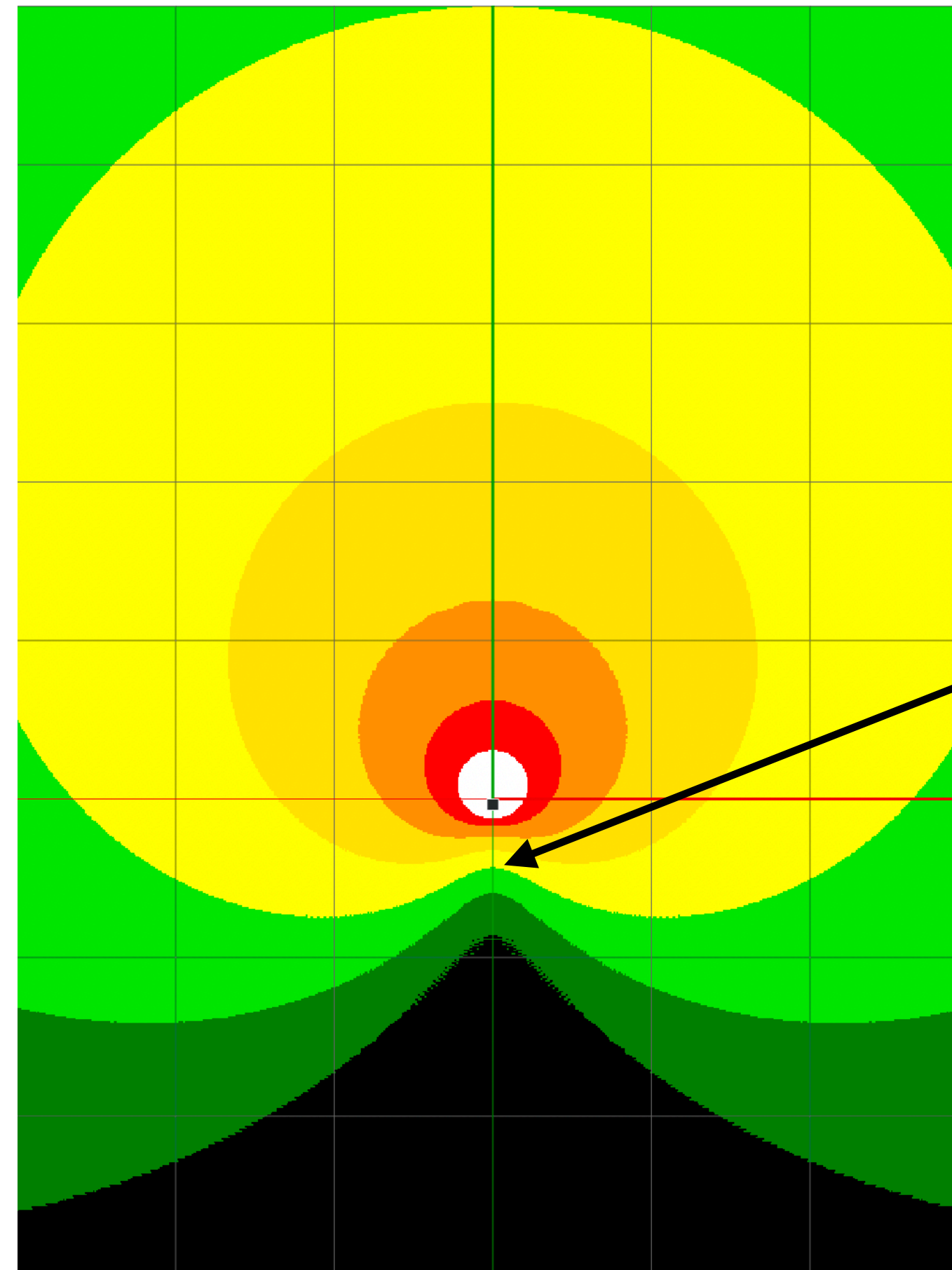
1x SB18 [80 - 100 Hz]

Stereo sub



2x SB18 10m vzdálenost [80 - 100 Hz]

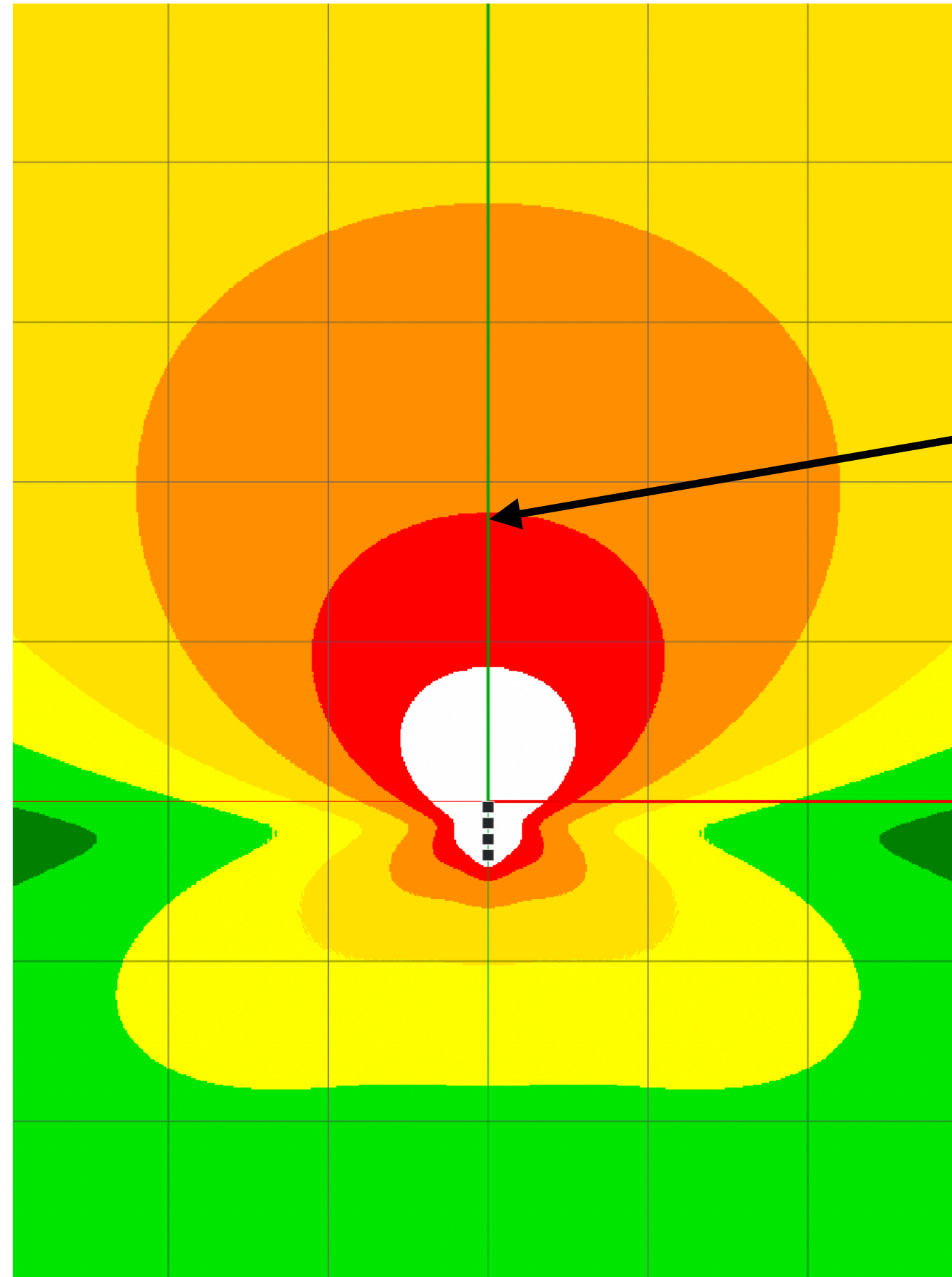
Cardio sub



Cílem je co největší útlum
v zadní polokouli

2x SB18 ve stacku nad sebou, SB18 č.2 miří dozadu
(otočená polarita, 2ms delay, -4dB) [80 - 100 Hz]

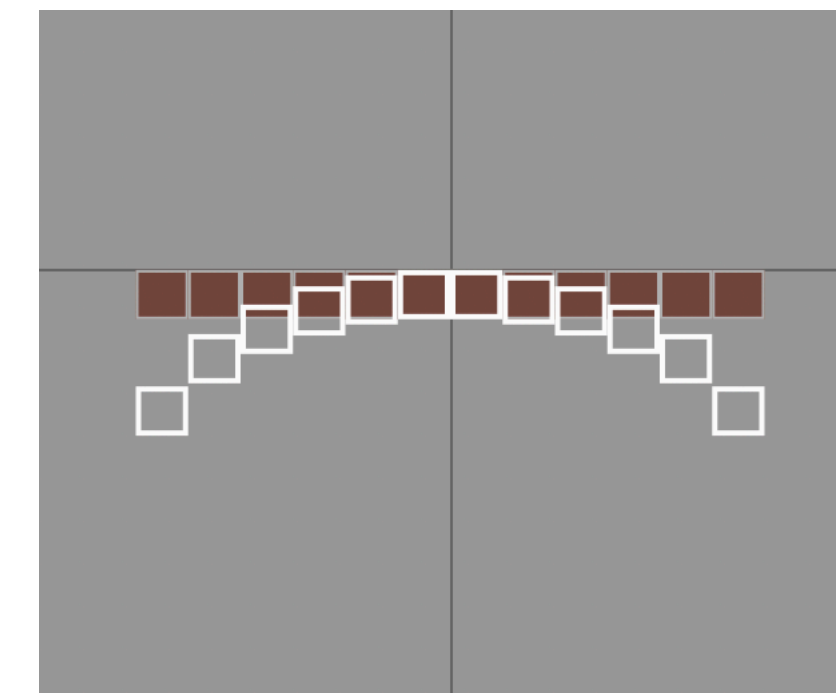
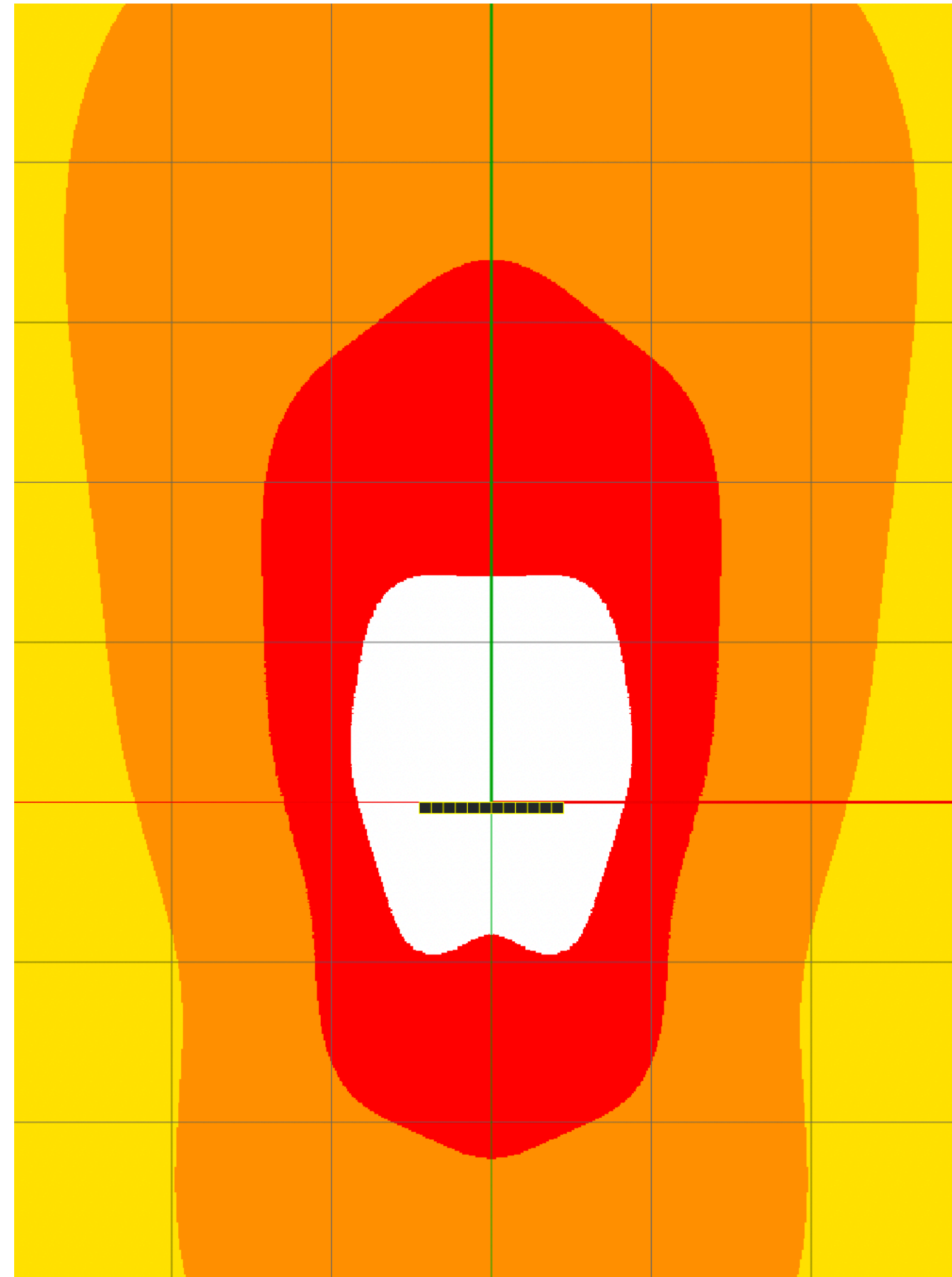
Endfire sub



Snaha o co největší
přírusek SPL v přední
polokouli

4x SB18 po 1m (1. 8,7ms delay, 2. 5,8 ms delay,
3. 2,9ms delay) [80 - 100 Hz]

Sub array - sub arch



12x SB18, coverage 100° [80 - 100 Hz]

Immersive sound

Channel based

fixní počet kanálů, mix není škálovatelný.

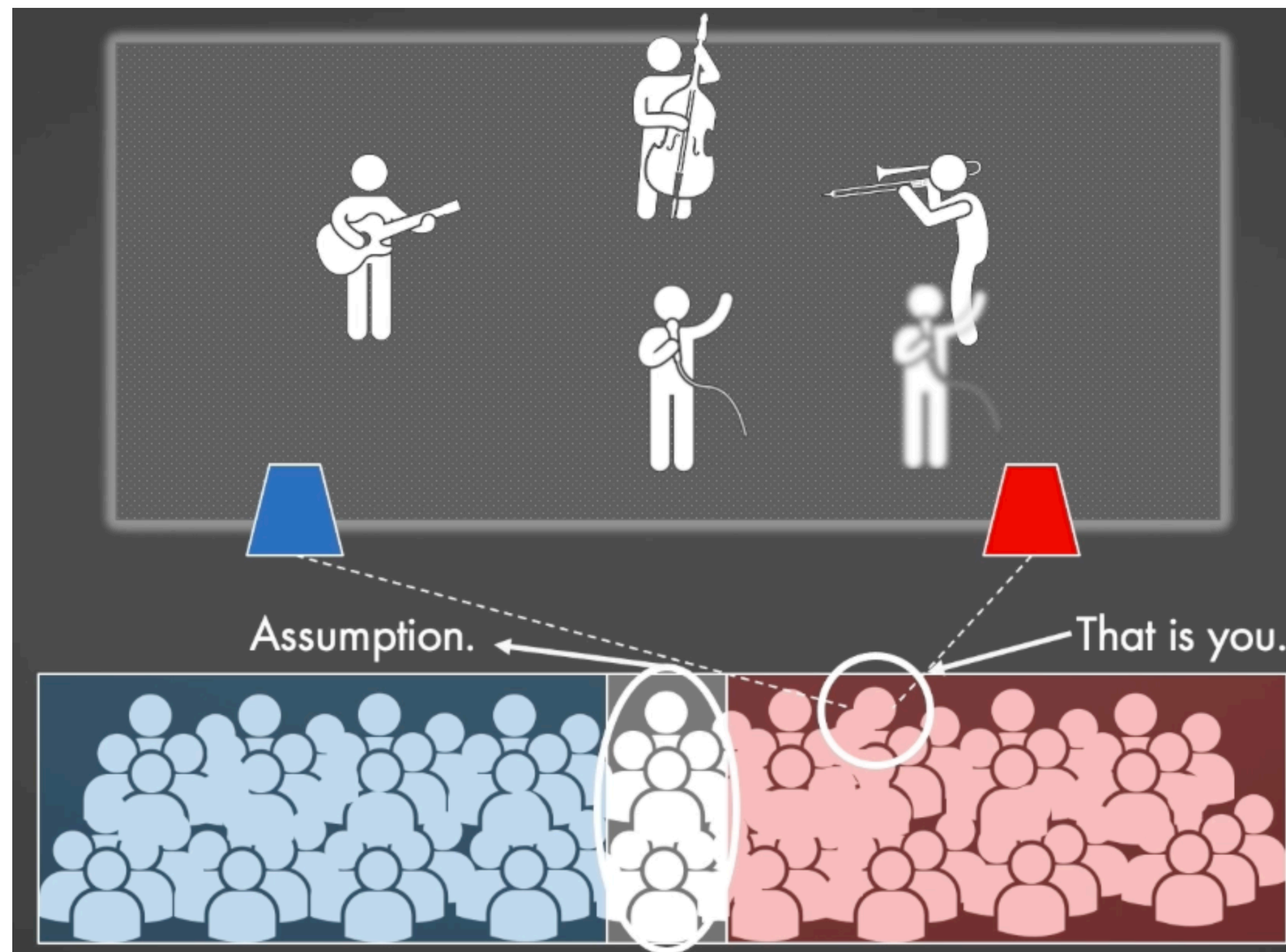
Quatro, Surround 5.1, Dolby digital (...)

Object based -

objekty a meta data o objektech, kde se v prostoru nalézají - škálovatelnost na různé prostory. Dedikovaný procesor renderuje objekty na konkrétní setup PA systému.

- L-ISA (L'Acoustics)
- Soundscape (d&b audiotechnik)
- Spacemap a D-mitri (Meyer Sound)
- Fletcher machine (Adamson)
- Kino systémy (Dolby Atmos, DTS-X, Auro3D audio)

Nejběžnější stereo setup

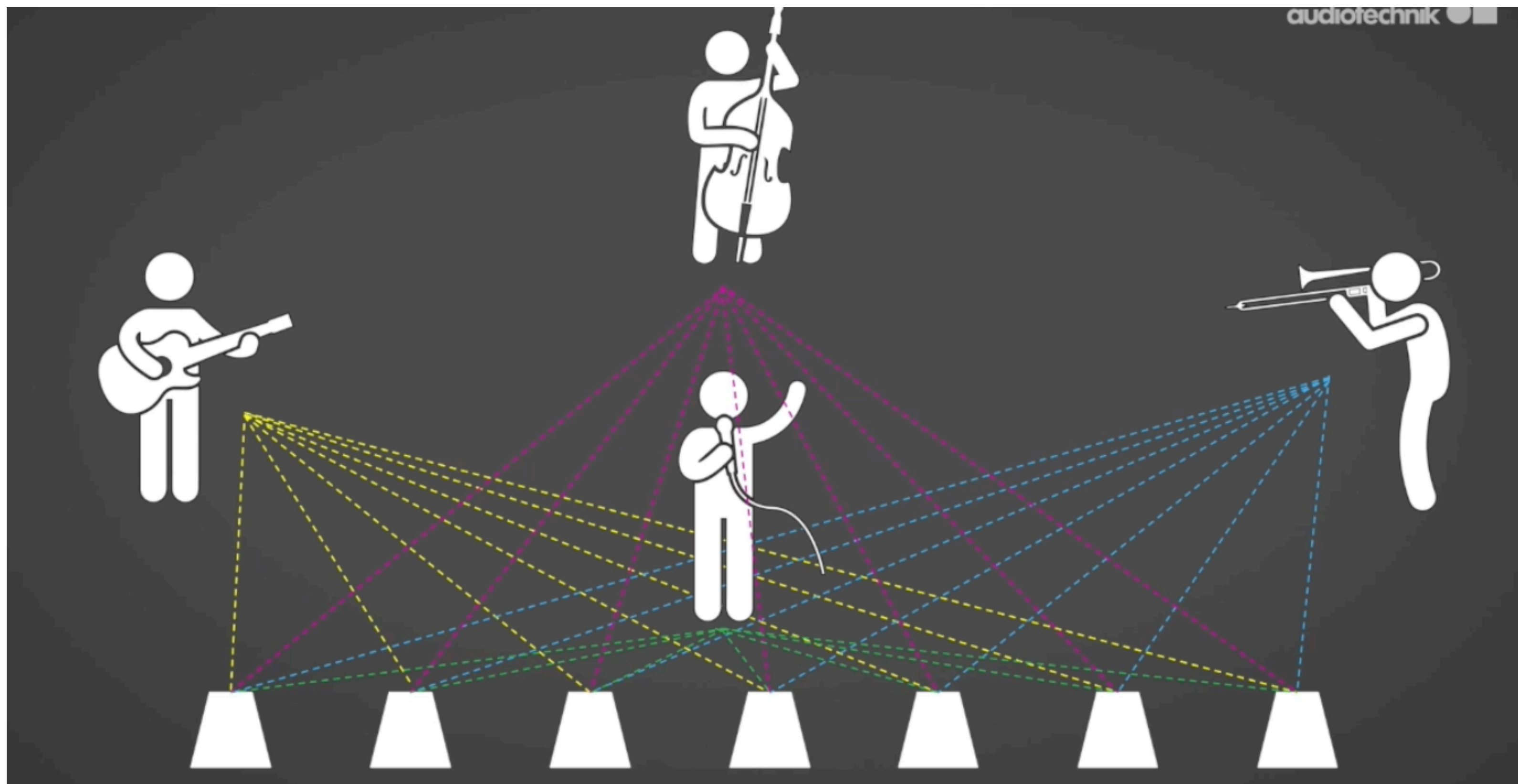


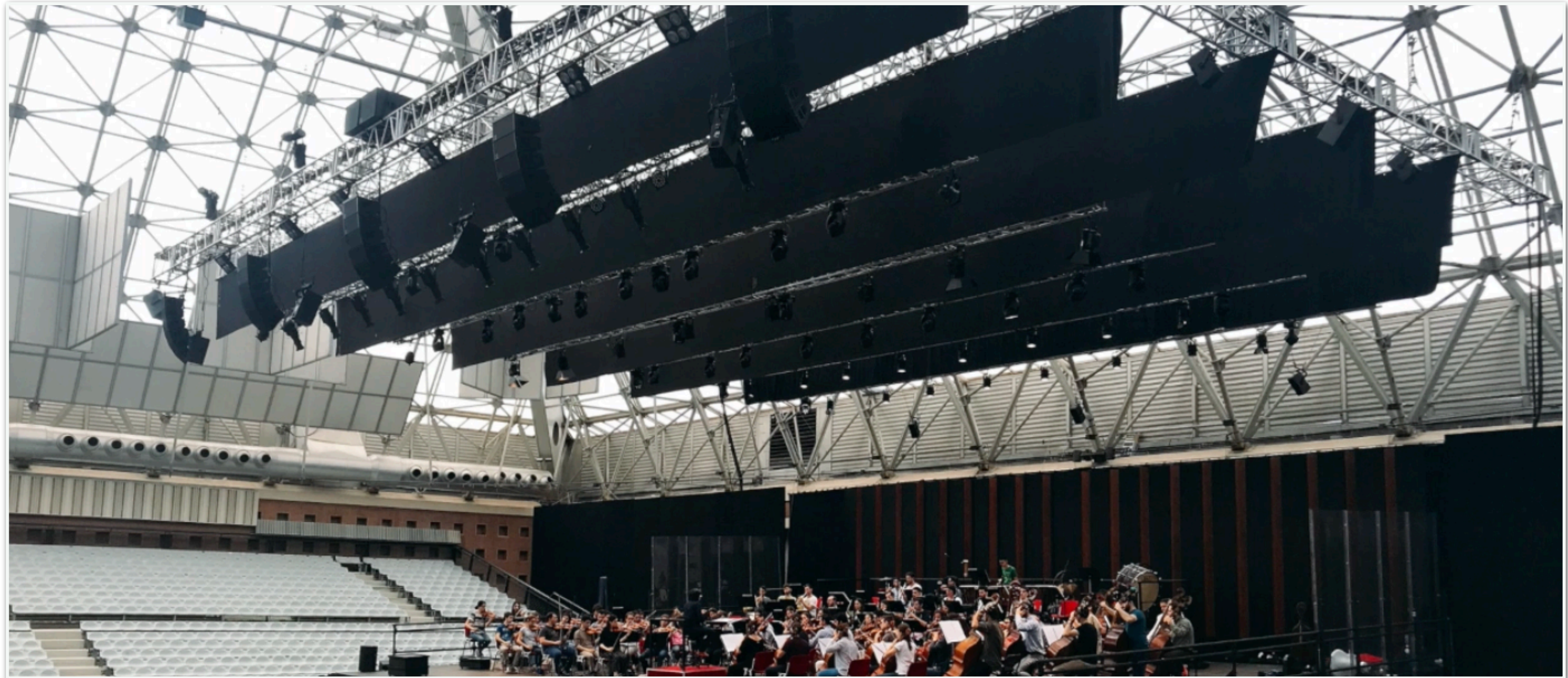
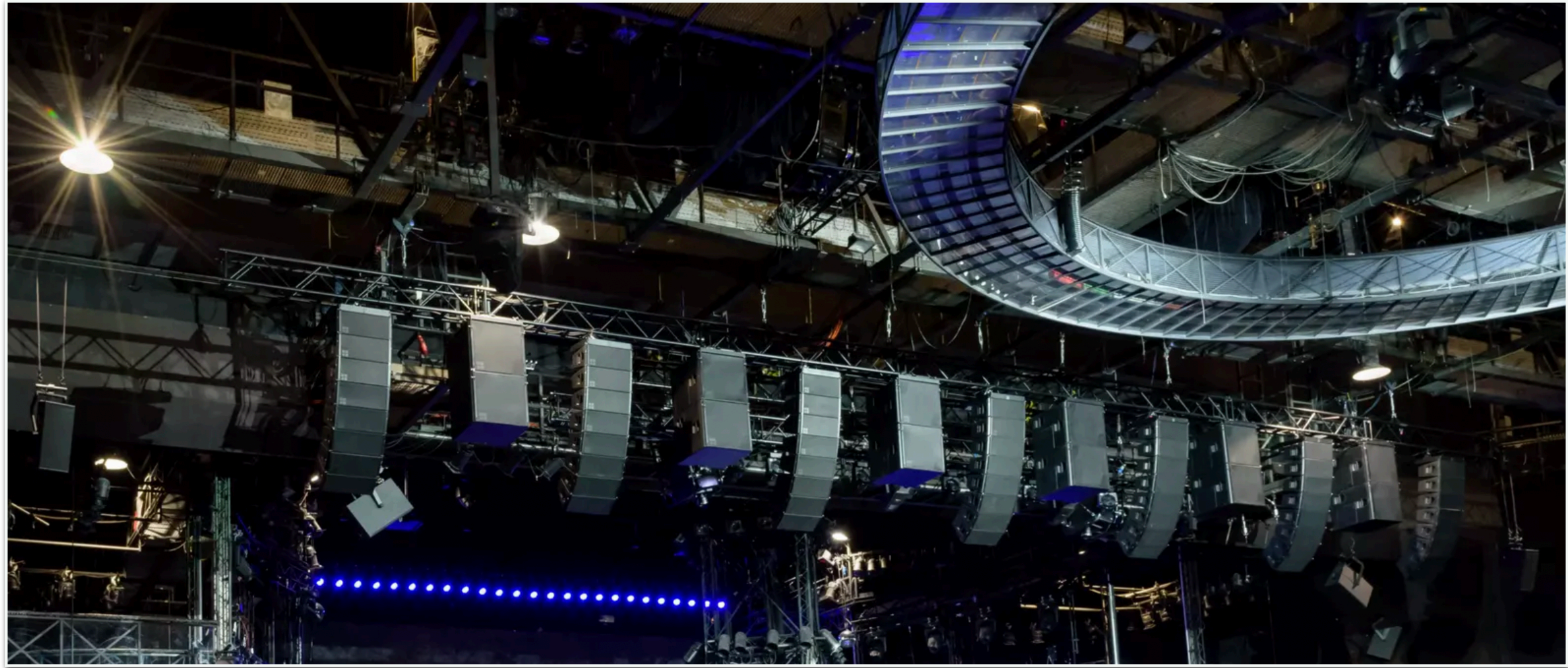
Pouze část publika uprostřed získává správný stereo obraz.

Publikum nalevo a napravo má posunutý fantomový zdroj zvuku a dochází disproporci mezi sluchovým a zrakovým vjemem.

Pokud rozpanují kytaru a trombon podle jejich postavení, diváci na stranách získají nevyvážený mix.

Immersivní setup





+

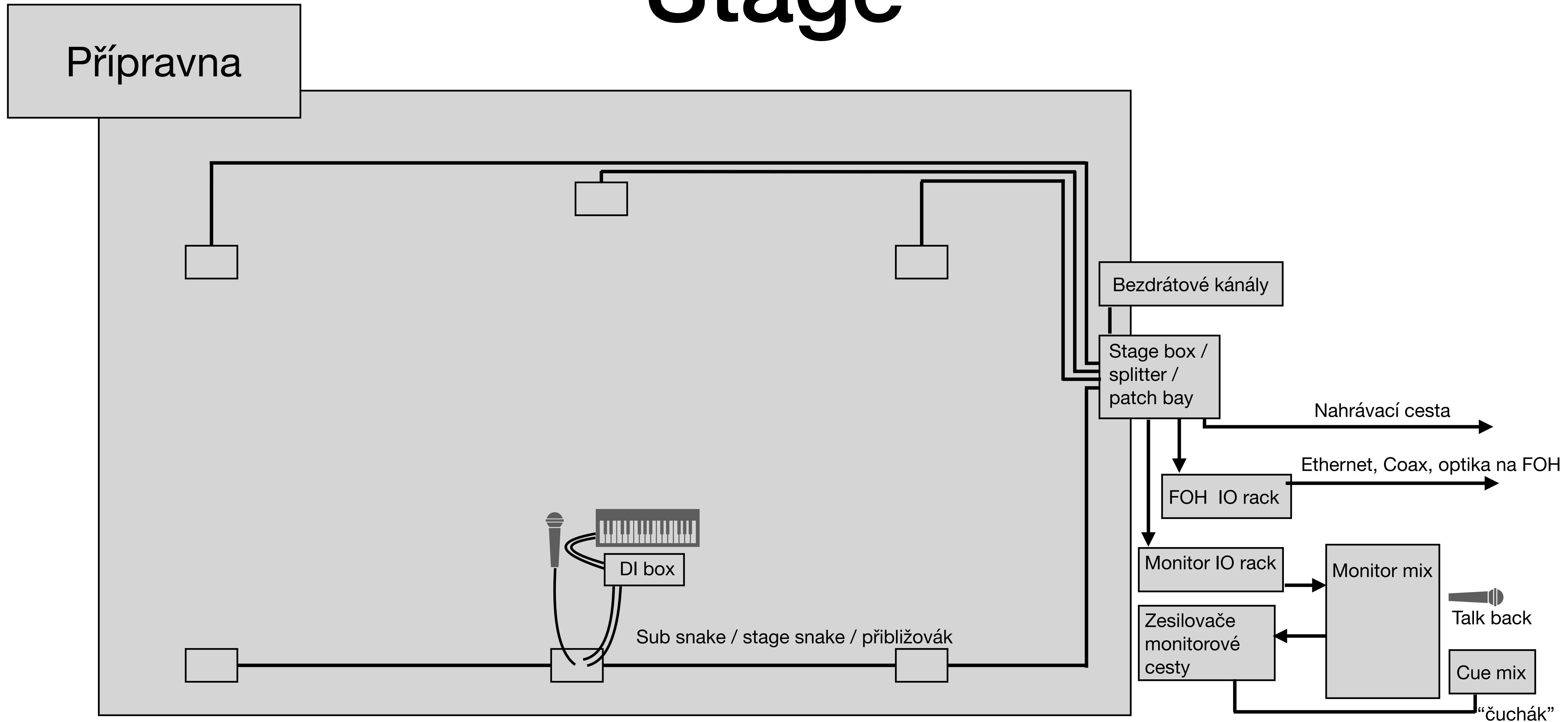
- Správná lokalizace pro větší množství diváků
- Emulace dozvuku a odrazů ve vícekanálovém formátu
- Možnost programování pohybu objektů nebo live tracking pozice

-

- Cena
- Dostupnost
- Nároky na rigging a materiál
- Čas na přípravu

Signálová cesta

Stage



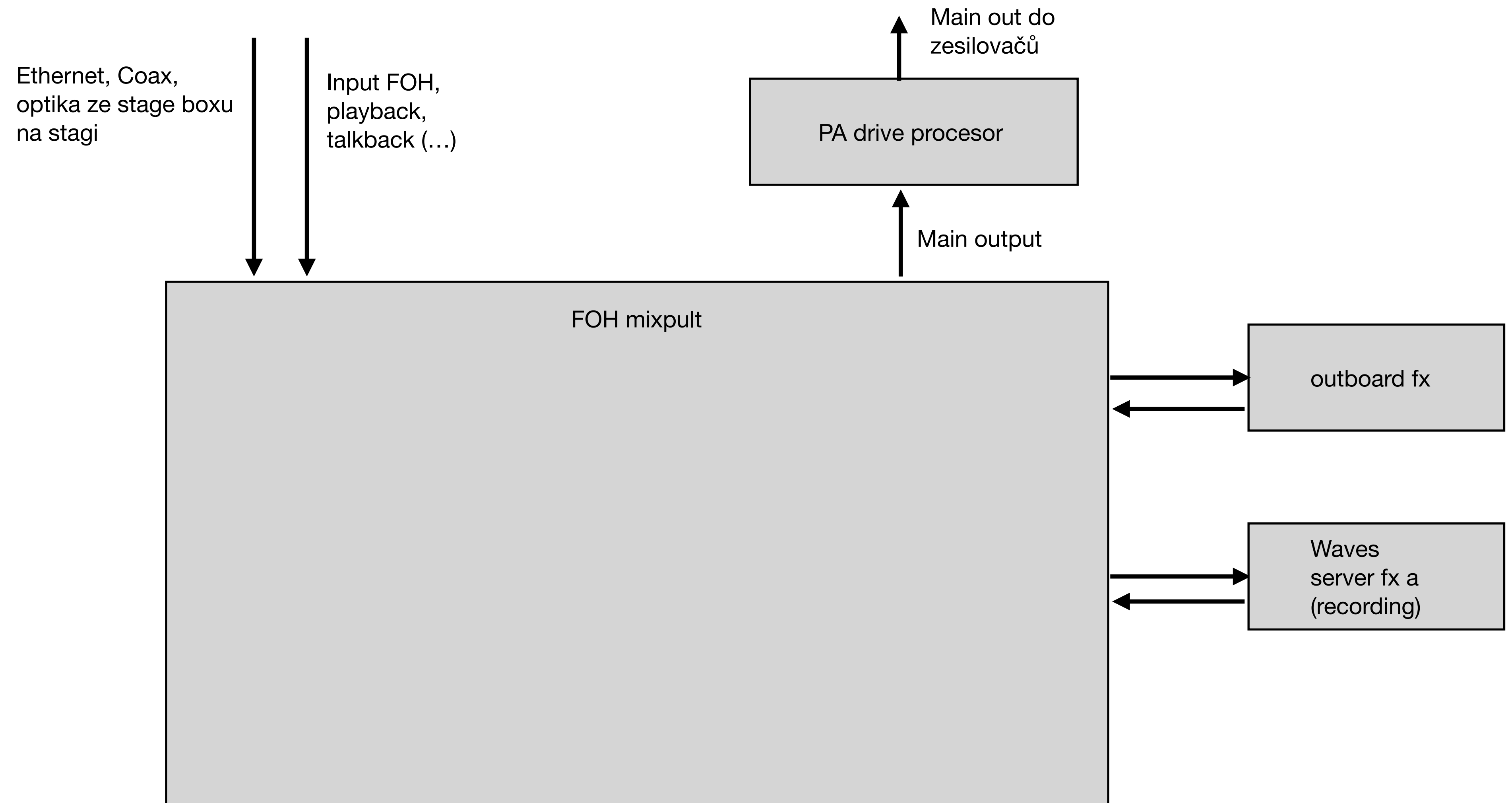


“Přibližovák”/stage snake



Dvoucestný splitter se čtyřmi stage snaky

FOH



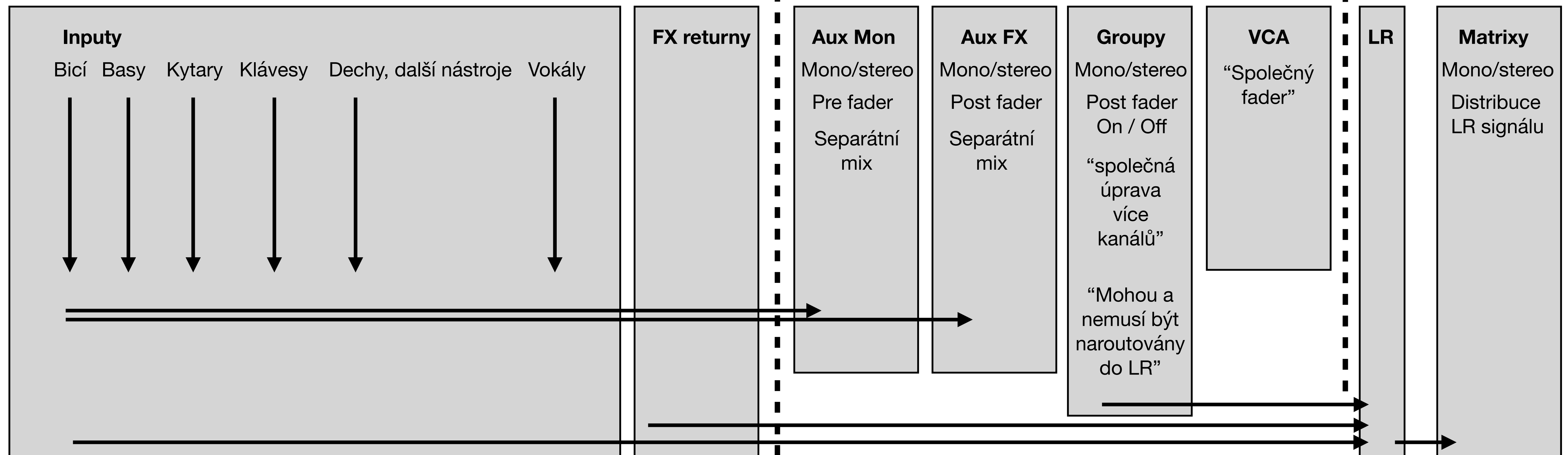
FOH mix / monitor mix

- **FOH** - všechny kanály a sběrnice se setkávají v Master sběrnici.
- **Monitorový** - jednotlivé kanály jsou rozesílány do monitorových cest (reproduktorových, inearových). Výstup Solo sběrnice je zapojen na tzv. *cue mix* (“čuchák”). Pokud jsou míchány ineary, je správné mít další sběrnici pro monitoring inearového mixu.

Organizace FOH pultu

Input sekce

Output sekce



Ukládání a loading na digitálním mixpultu

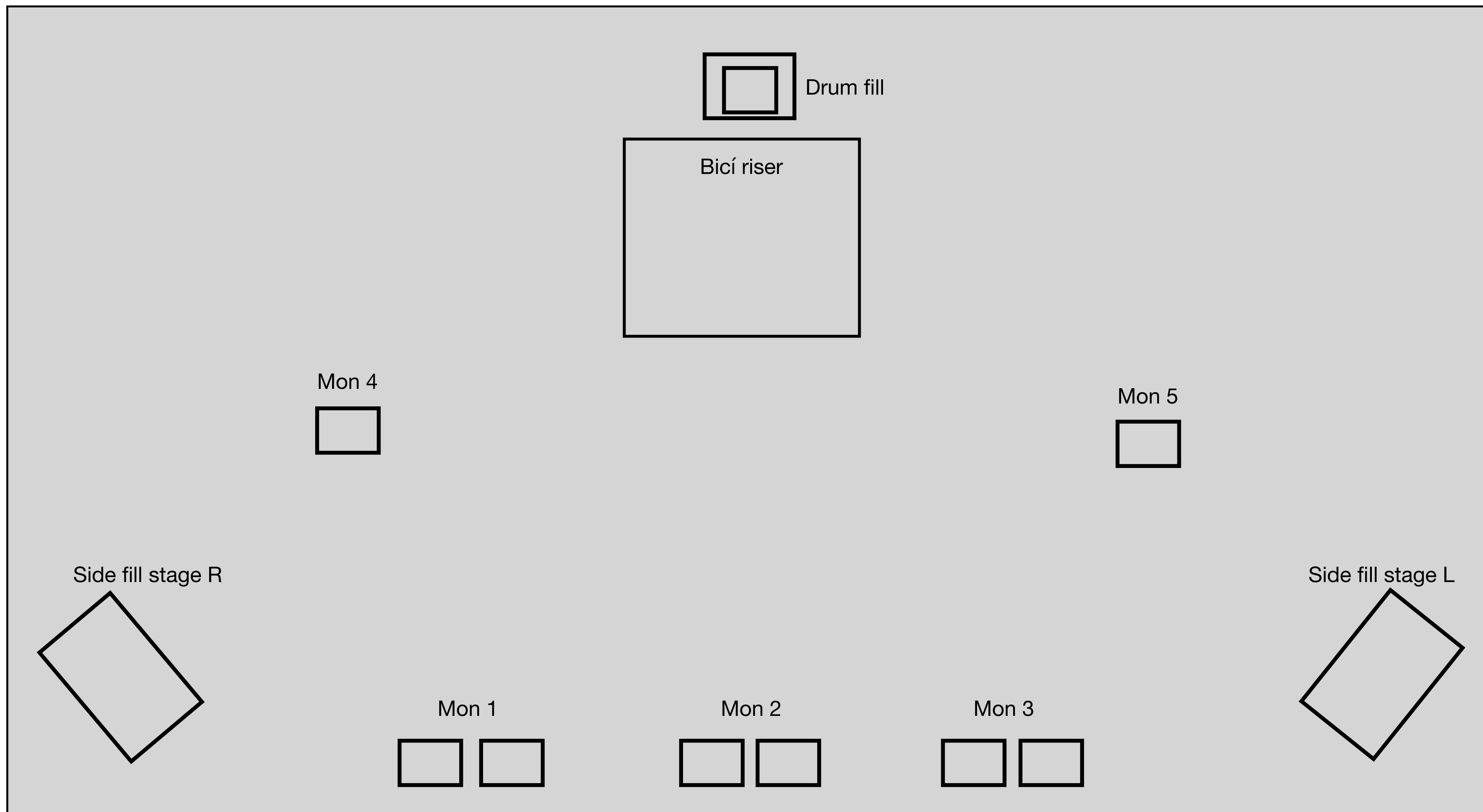
Show/file - základní setup pultu pro konkrétní akci
(koncert, představení) datum a místo



Snapshot, Scene, Cue - úprava základního setupu
Funkce Scope, Isolation - vyjme z vyvolávacího
procesu (loadování) jednotlivé parametry nebo
celé kanály.

Monitoring na pódiu

- Wedge, floor monitor
- Side fill (sub a monitor, menší line array)
- Drum fill (stack subwoofer a monitor, butt kicker / shaker), vibrační podložka
- Inear (drátový, bezdrátový) - ⊕ omezení zpětné vazby a možnost použití click stopy. Ale je možné, že bude třeba dodat mikrofony pro snímání reakce publika.
- Personal monitoring (Allen&heath, Behringer, stems a vlastní mixpult)
- Immersive (Klang audio)



Příklad monitorového setupu

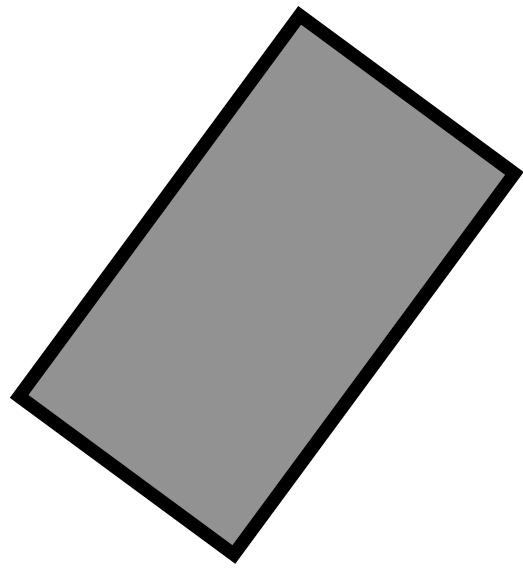
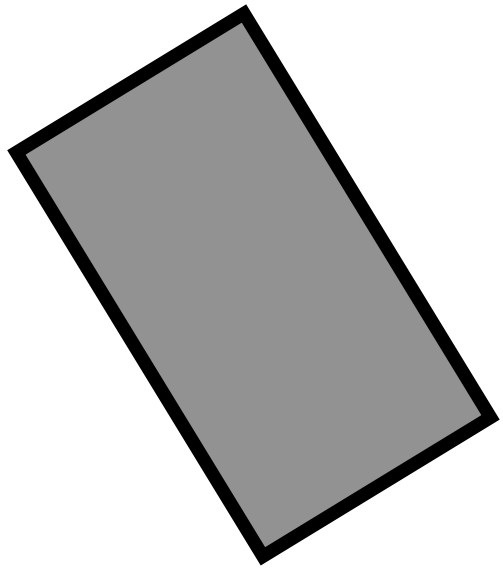
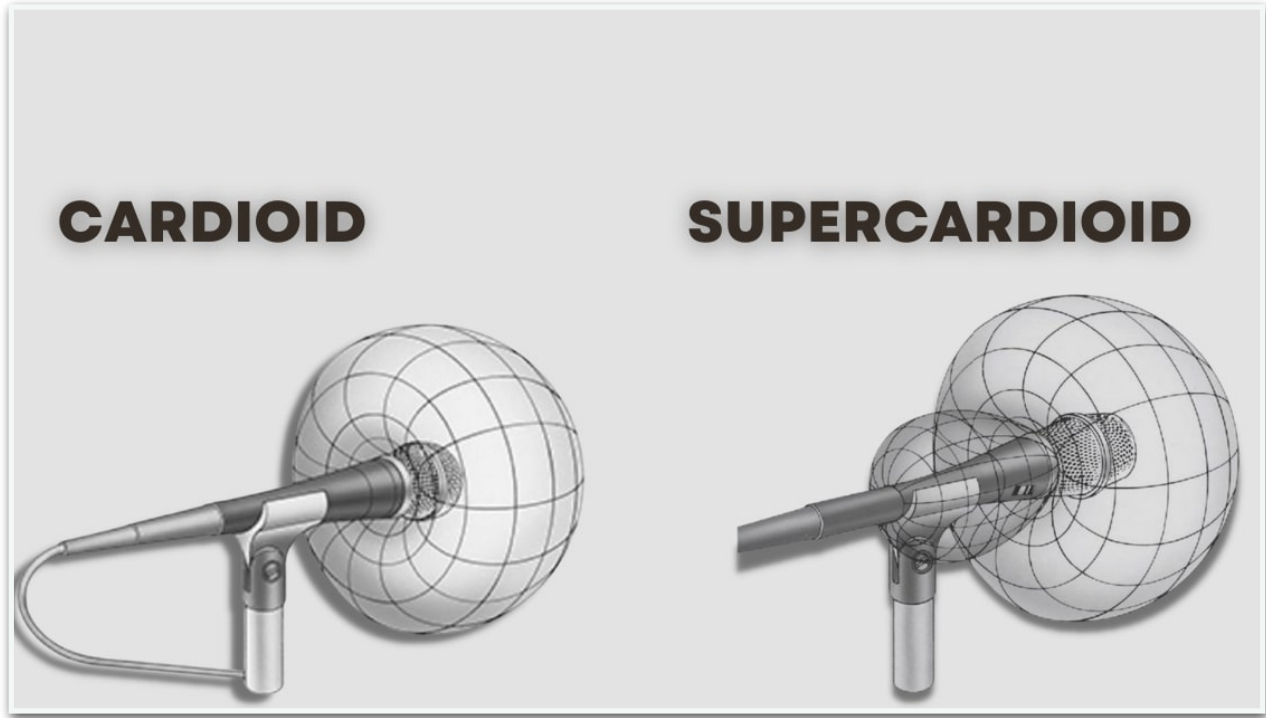
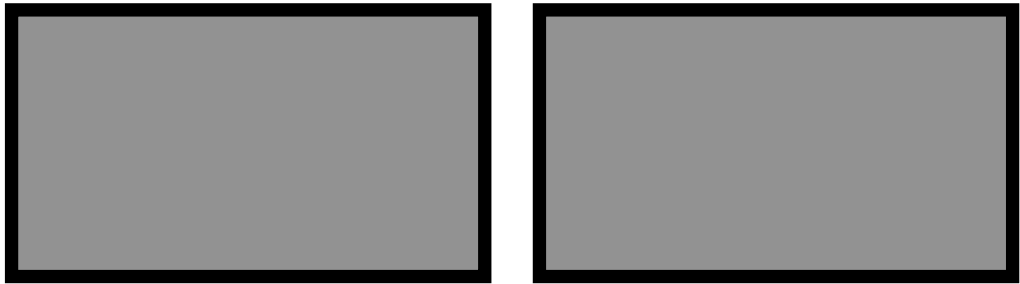
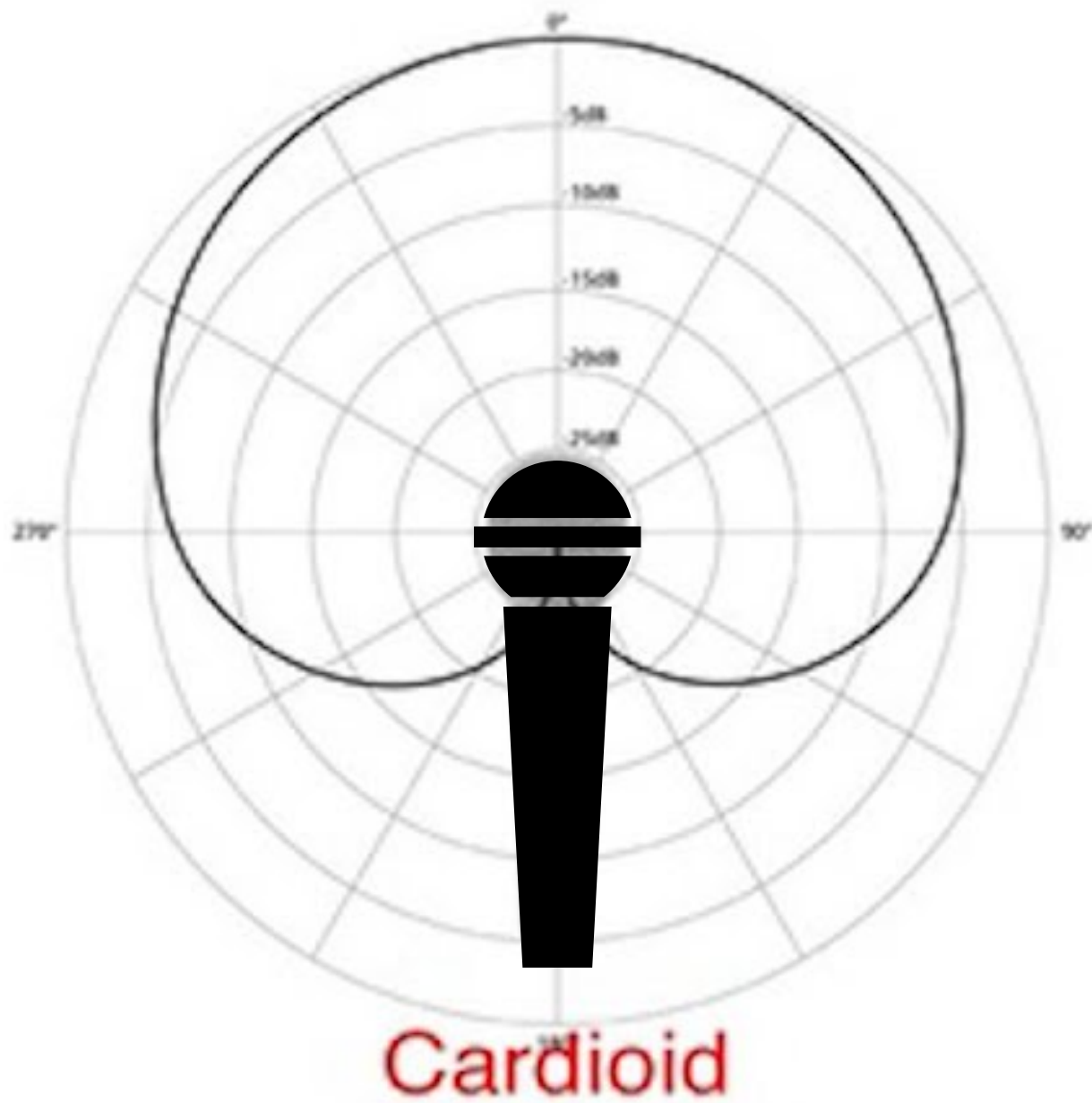


Drum fill



Side fill

Směrová charakteristika mikronu vůči monitoru



Znakový jazyk

Během zvukové zkoušky:

Během zvučení konkrétního kanálu zvedni ruku a drž ji nahoru, dokud monitorový inženýr nepřidá kanál do tvého mixu.

Pokud máš konkrétní kanál v požadované hladině, jednoduše spust' ruku dolů nebo ukaž 🙌.

Dodatečná úprava:

Navaž oční kontakt s monitorovým zvukařem.

Ukaž nástroj, který chceš upravit.

Drž ruku ukazující dolů nebo nahoru.

Pokud změna proběhla tak, jak chceš, ukaž 🙌.

Pozor na 👍, je jednoduše zaměnitelný s “přidej mi víc”.

Snímání zvuku při živých produkcích

- Jak se liší přístup ke snímání zvuku pro účel nahrávky a ozvučení?
- Kontaktní snímání vs. tzv. sběrové mikrofony či mikrofonní síť.
- **Co hraje roli:**

Pohyb hudebníka (pohodlí a přirozenost při hře / projevu)

Žánr a konvence snímání (autentický nebo kreativní)

Kontext hlasitosti ostatních nástrojů (přeslechy).

Směrovost mikrofonu a nástroje či zdroje zvuku

Dynamický vs. kondenzátorový mikrofon vs. snímač vs. trigger.

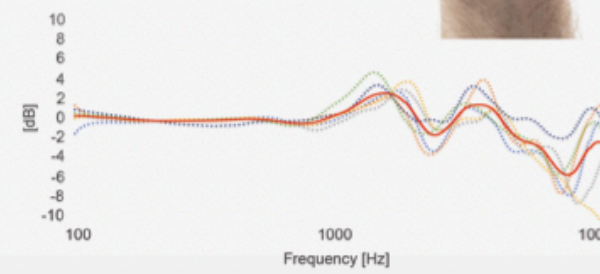
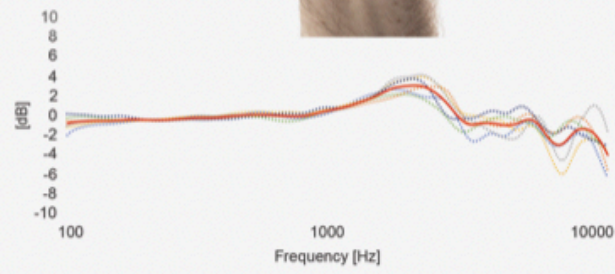
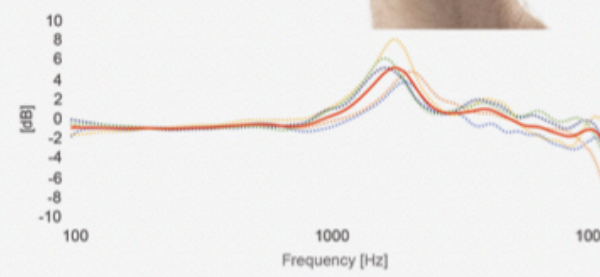
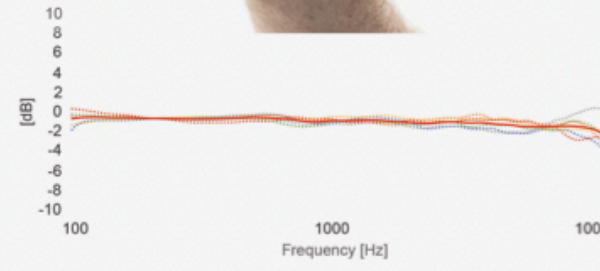
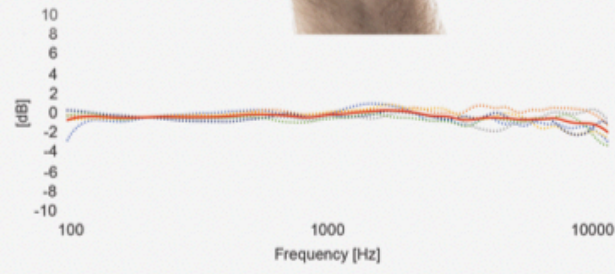
Hlasitost zdroje zvuku v monitorovém mixu

Příklady snímání:

Vokál - Port (cardio/kulový, nalepovací/headset), hand (dynamika, kondenzátor, kardio, superkardio), gooseneck mikrofony, prostorové snímání.

- Úchop mikrofonu
- Proximity efekt
- Redukce dynamiky
- Rap

GRAB YOUR MIC BUT WATCH YOUR GRIP



dpamicrophones.com/grab-your-mic

Bicí sada

- Perkuse z orchestru (spotové mikrofony)
- Bicí sada v dechovém orchestru
- Jazzový set (kick out, snare, HH, OH L, OH R)
- “Rockový” set (kick in, kick out, snare top, snare bottom, snare 2, HH, tom 1, tom 2, tom 3 floor tom, OH L, OH R, underheady)

Digitální multikanálové propojení

Point to point - propojení dvou přístrojů (typicky stagebox a mixpult)

Madi (Multichannel audio digital interface)

AES10 1991. Až 64 kanálů jedním směrem. Vzorkovací frekvence až 192kHz (16 kanálů). Latence max. 60 μ s.

Propojení:

Koaxiální s BNC konektorem (75 Ohm max 100m s uvedenou max. ztrátou 12dB na 100MHz a 18dB na 200MHz ve vzdálenosti 100m)

Optický HMA, OpticalCON, atd (až 3km dle standardu kabelu a konektoru)

RJ45 (CAT5e, CAT6 TSP - twisted shielded pair) podle specifikací produktu (až 100m).

AES50 2011

48 kanálů. Vzorkovací frekvence 44,1kHz, 48kHz, 88kHz, 96kHz.
24 bit max. bitová hloubka. Latence 62,5 μ s. Midas, Behringer,
Klark Technik.

GigaACE

Allen&Heath pouze. 128 in 128 out. Vzorkovací frekvence max 96kHz.

AES3 (AES/EBU) - přenos dvou kanálů po symetrické lince XLR. Typicky mezi dvěma zařízeními jako je mixpult a zesilovače, dva mixpulty mezi sebou a pod..

Sít - více přístrojů sdílí svoje inputy a outputy, sftw patchování . Použití switchů pro distribuci sítě. Konektor RJ45, Kabel CAT5e/CAT6.

Nemůže být bezdrátová (nestabilní clockování).

Dante (Audientate)

44.1 - 192 kHz /24bit. Latence méně než 1ms. Max 512 kanálů na jedno zařízení. Podporuje mnoho výrobců. Dante controller. Funkční technická podpora.

Soundgrid (Waves)

Společně s Waves serverem umožňuje použití Waves plugin s nízkou latencí nejen pro live aplikace.

AVB, EtherSound, CobraNet

Profese

- FOH inženýr - zapojení, setup a obsluha FOH pultu a příslušenství (fx,...), “babysitting” hostujících zvukařů, management kapelních pultů.
- Monitorový inženýr - zapojení, setup a obsluha monitorového pultu, monitorů na podiu, inear kanálů. “Babysitting” hostujících zvukařů, management kapelních pultů. Komunikace zapojení a patchování se stage technikem).
- Systémový inženýr - návrh PA systému, řízení stavby systému, ověření funkčnosti, monitoring funkce během akce.
- Drátař (stage technician) - zapojení všech kanálů dle rideru, umístění monitorů, patchování inputů, v případě potřeby upravuje mikrofony a stojany během akce.
- RF koordinátor - rozdává kanály bezdrátů, monitoruje rušení během akce.

- Přenosový zvukař - zapojuje přenosovou režii, řeší rozbočení a zapojení kanálů do přenosu, přidává sběrové mikrofony na reakci publika a prostorovost nahrávky či přenosu
- Sound designer - spíše v divadlech a side specifických akcích, utváří zvukový obsah, určuje zvukový setup, použití mikrofonů, efektů.
- Console operator - na velkých festivalech. Synchronizace firmwaru, přenos session filů mezi pulty, příprava.
- Nástrojový technik (backline tech) - příprava hudebních nástrojů, ladění, setup (případně doprava objednaného materiálu na akci).
- Bedňák (stagehand) - přemísťování casů, operování s technikou dle pokynů techniků.
- Stage manager / inspicient (v divadle) - hlídání nástupů kapel / herců, prostorová organizace stage. Inspicient dává pokyny pro přestavby a vnitřní logistiku představení.
- Rigger - jeho zodpovědností je konstrukce stage, zavěšení PA, světel, banerů, plachet. Konzultuje nosnost, umístění a zavěšení motorů.

Rider a dokumentace

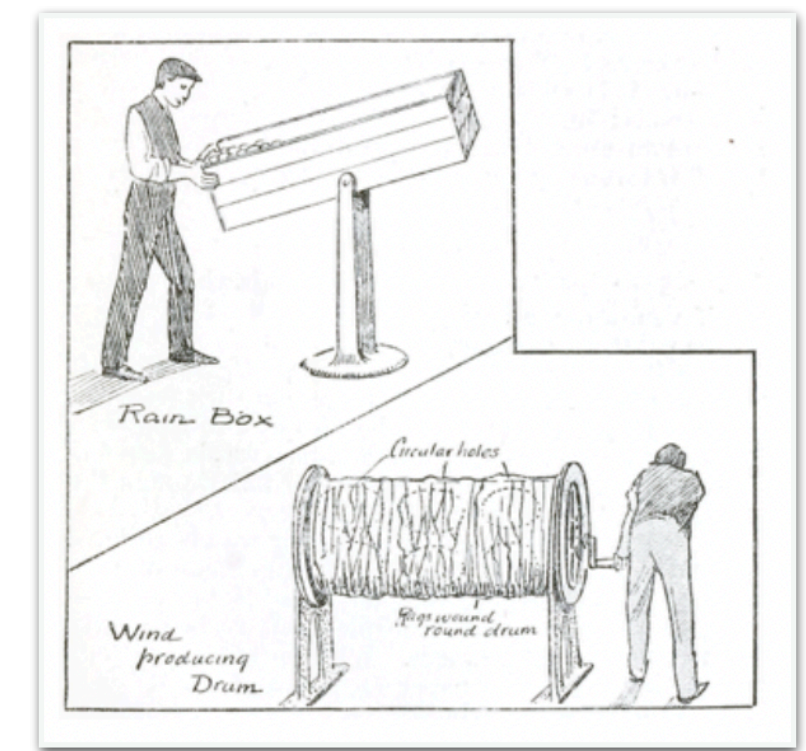
- **přehlednost**
- **aktuálnost**

1) **Rider** - podrobný popis požadavků a vybavení

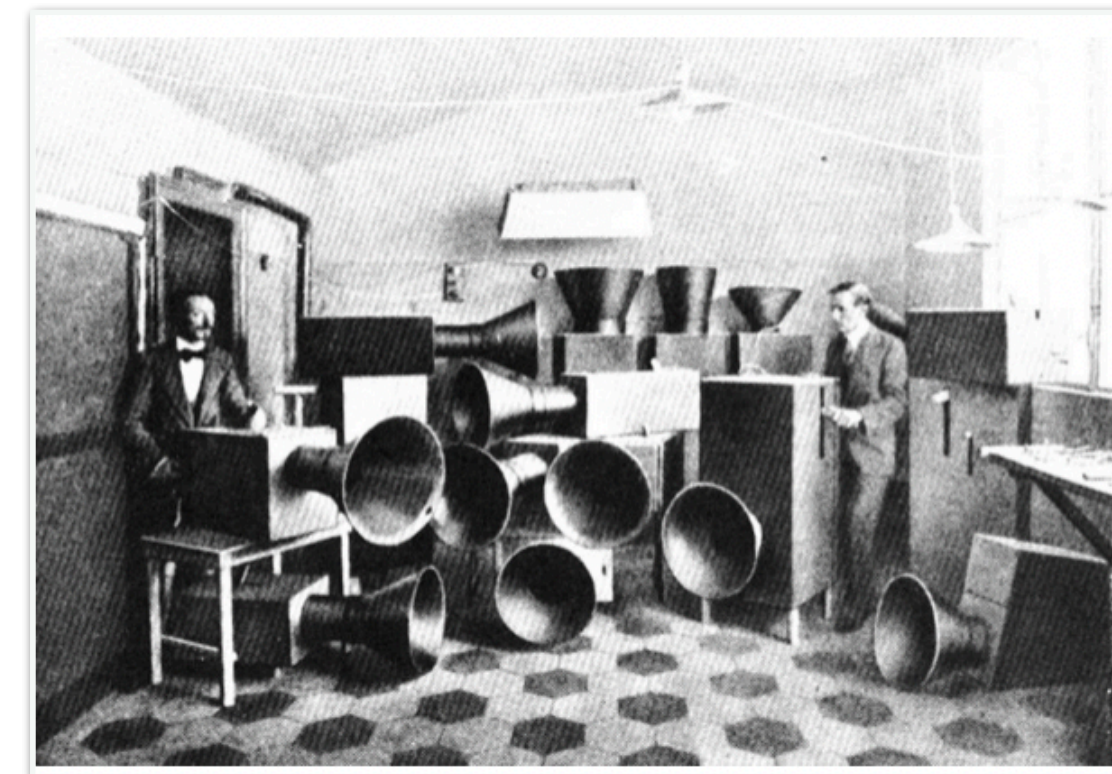
2) **Stage plan** - schématický obrázek rozložení nástrojů atd.

3) **Input list** - tabulka obsahující číslo kanálu, název nástroje, použitý mikrofon / DI a další nezbytné info (např. typ stojanu, typ uchycení, napájení mikrofonu nebo i zapojení do sub-snaku)

Historický kontext



- Čína a Indie 3000 př.n.l. - doložené využití hudby a zvuků při divadelních produkcích.
- Amfiteátry Řecko - práce s akustikou a prouděním vzduchu od moře. Aristotelés (384 př.n.l.) zmiňuje, že chór je lépe slyšet, stojí-li na tvrdé podlaze než na písku. Heron Alexandrijský - zvuky hromu (kovové kuličky do bubnu) 1.století n.l.. Masky s malými “megafony” pro zesílení.
- Rozvoj evropské hudby v uzavřených prostorech - souzvuk. Později i divadlo (definici zvukových efektů je možné najít také v dobové publikaci *A Dictionary of Stage Directions in English Drama 1580-1642*, sound effect which includes everything from simple effects to specific needs for battle scenes.
- Operní divadla, propadlo a práce s odrazem (sbor za scénou).
- Mechanické stroje (<https://www.facebook.com/watch/?v=926583627436781>)
- Mikrofon - David Edward Hughes, Emil Berliner, T. A. Edison 1877
- Fonograf - Thomas A. Edison 1877 (1890 London Theatre pláč dítěte)
- 1. dynamický reproduktor - Oliver Lodge 1898
- 20.léta Luigi Rosolo - futurismus. Industriální člověkem tvořené zvuky.
- Zvukový film - 1927 Jazzový zpěvák
- Rozvoj zesilovačů, kytarových komb. Nutnost dorovnat vokály první PA.



Live backstage effects

60.léta

- The Beatles koncert v Shea stadium 1965, Vox custom sloupové 100W reproduktory.



Charlie Watkins - GB - Watkins Electric Music WEM (1949)

- Kytarové aparáty, Copicat tape delay.

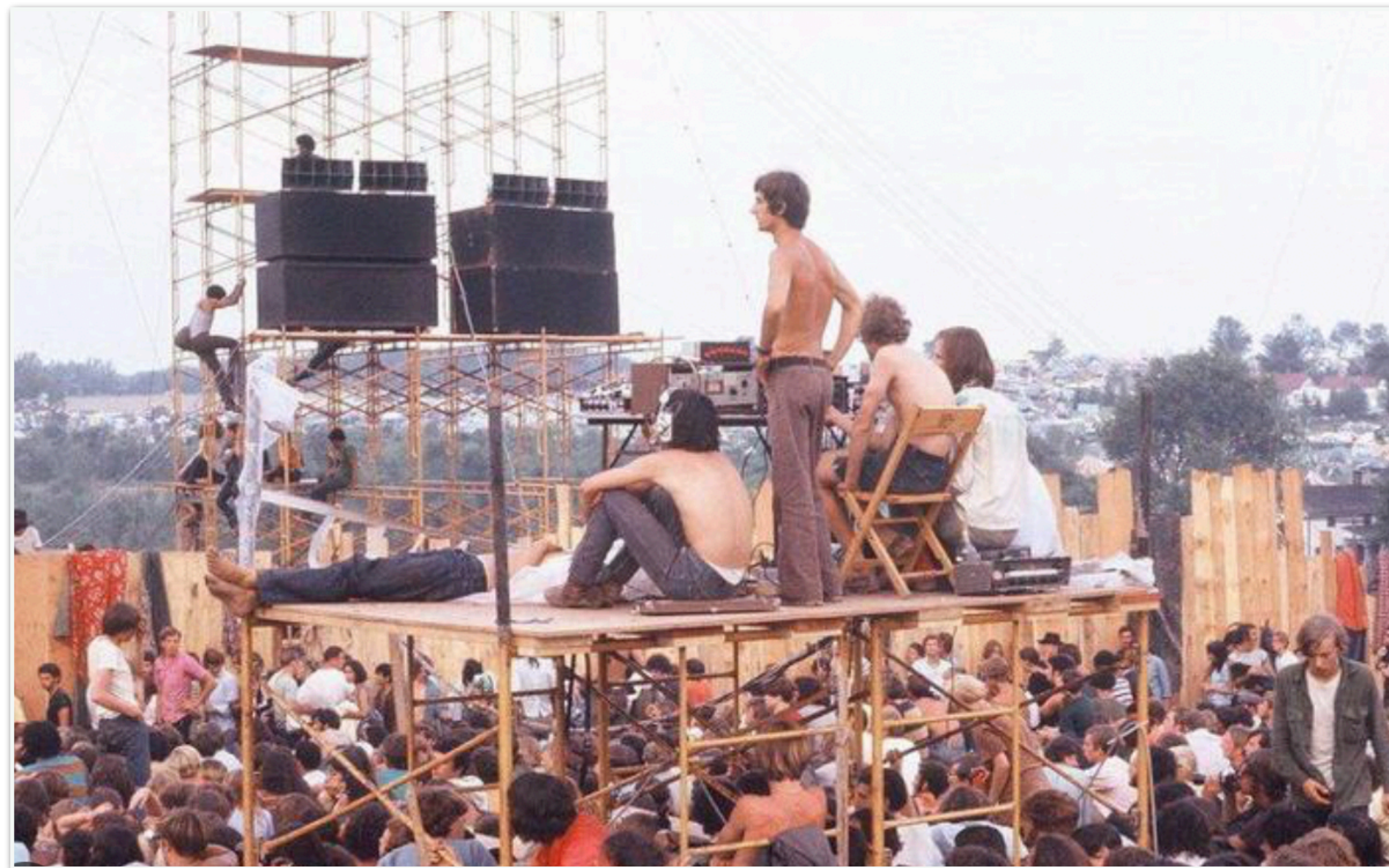
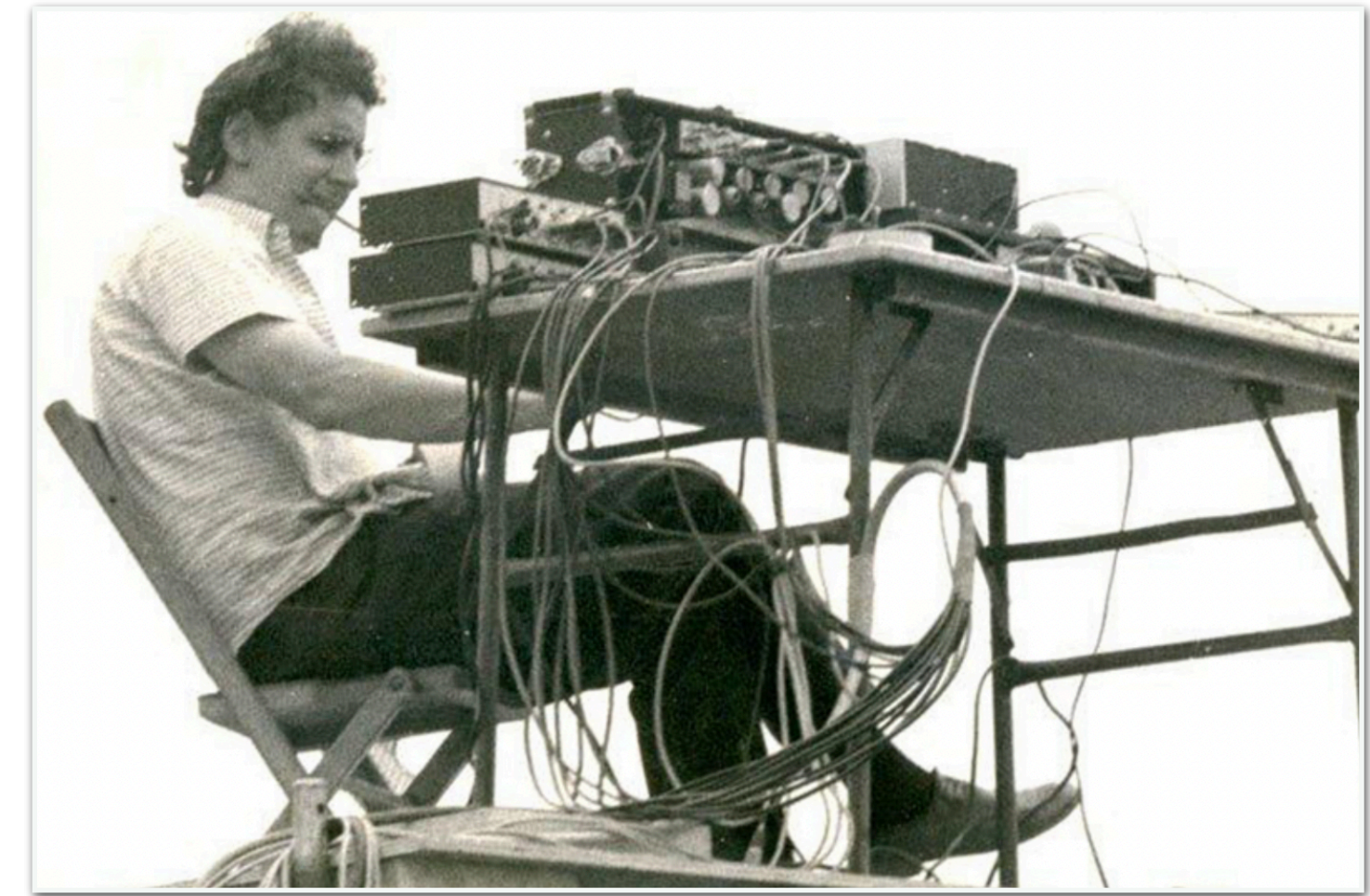
Experimentoval s lehčími reproduktory, snadnější vychýlení - rozšíření frekvenční charakteristiky. Řadil zesilovače.

1967 National Jazz and Blues Festival (Reading) - 1. ozvučení festivalu.



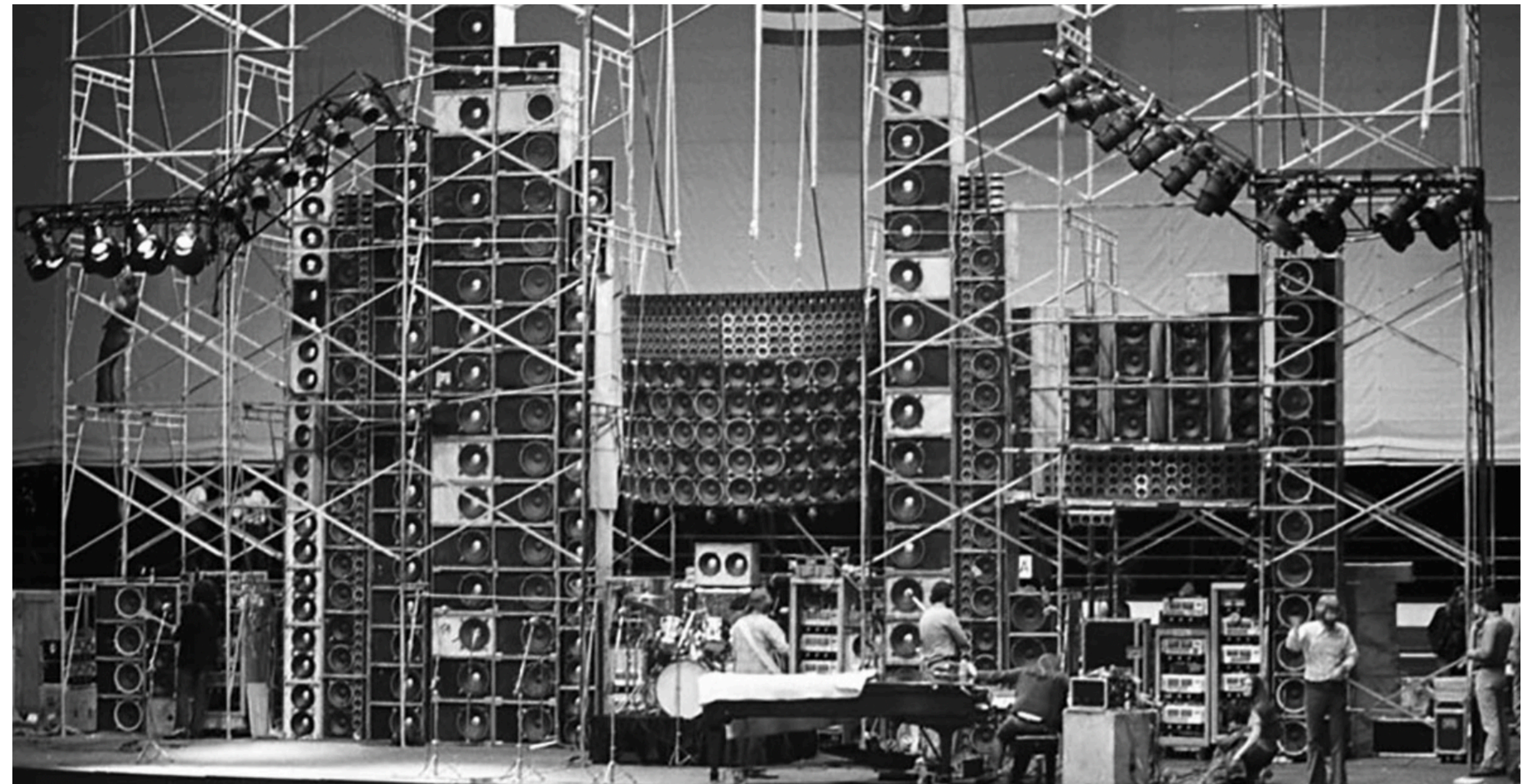
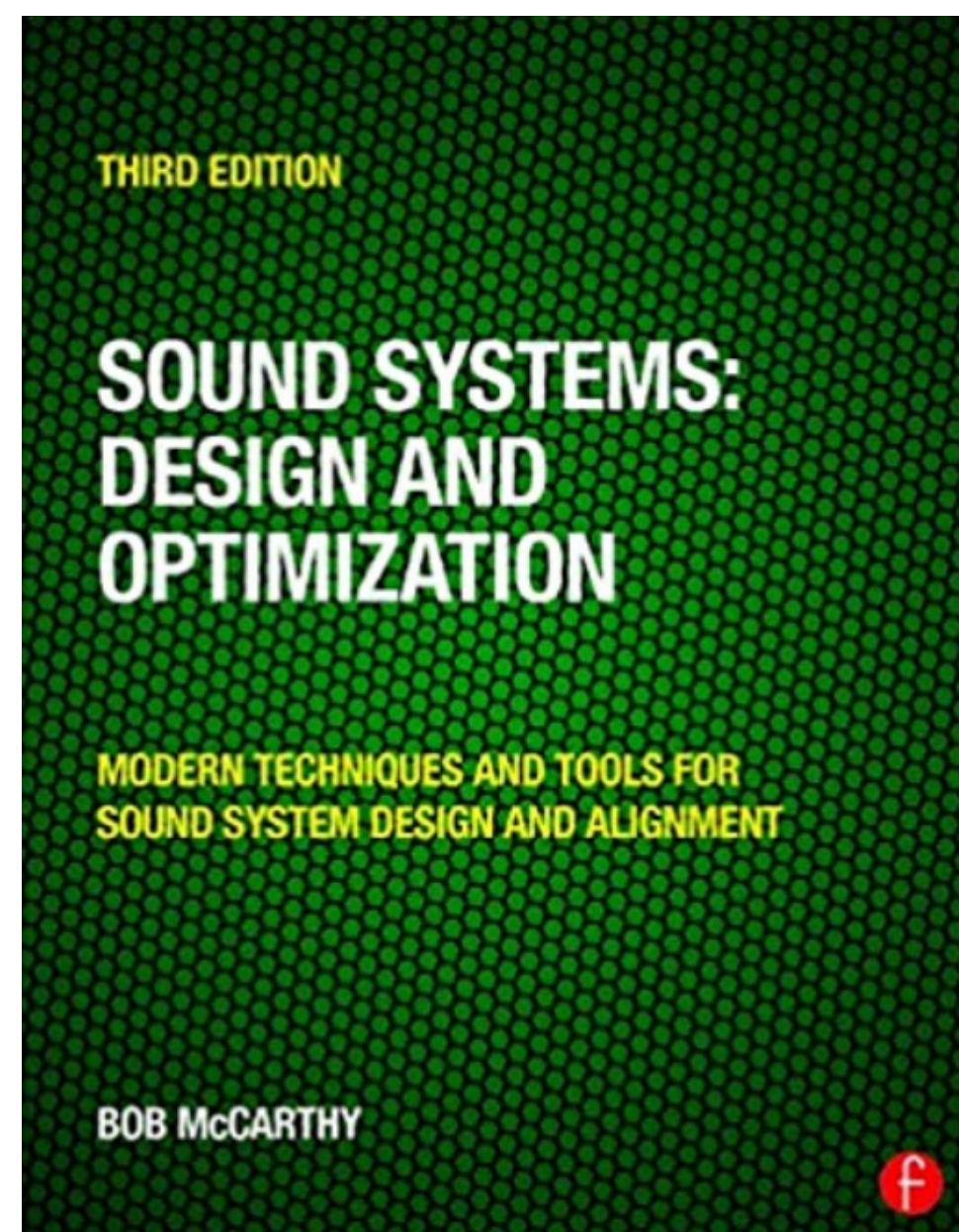
Bill Henley - USA

- Inaugurace prezidenta Lyndona B. Johnsona
- Woodstock 1969, 15" JBL repro + kino horny Altec, McIntosh a Crown zesilovače, jednouchý mix Shure. FOH pozice!



Bob McCarthy - USA

- “Wall of sound”
- “Zelená bible”



The Grateful Dead, Portland 1974

Zavedení profese sound designéra na divadelní a muzikálové scéně

- Jack Mann (Broadway, *Show Girl*, 1961) poprvé uveden jako sound designer
- Abe Jacob (*Hair*, *Jesus Christ Superstar*, 1971)
- Dan Dugan - Dugan automix



Mixážní konzole

- První mix live nástrojů přímo vstupy na zesilovačích.
- Od poloviny 60. let první mixážní stanice (pěti kanálový WEM Audiomaster, Shure,...) - umožnily mixáž na FOH pozici (Front Of House) a close mic-ing.
- 1974 - Soundcraft Series One. Vertikální rozložení kanálů.



Woodstock 1969



Soundcraft Series One

Stage monitoring

1968 Kempton Park festival, Charlie Watkins odbočil signál z vedlejší stage, aby nepřišel o koncert a zrodil se nápad na osobní monitoring během koncertu Tala Farlowa.

Členové Beatles často uváděli, že nejsou schopní hrát live koncerty, protože se přes křik fanynek neslyší.

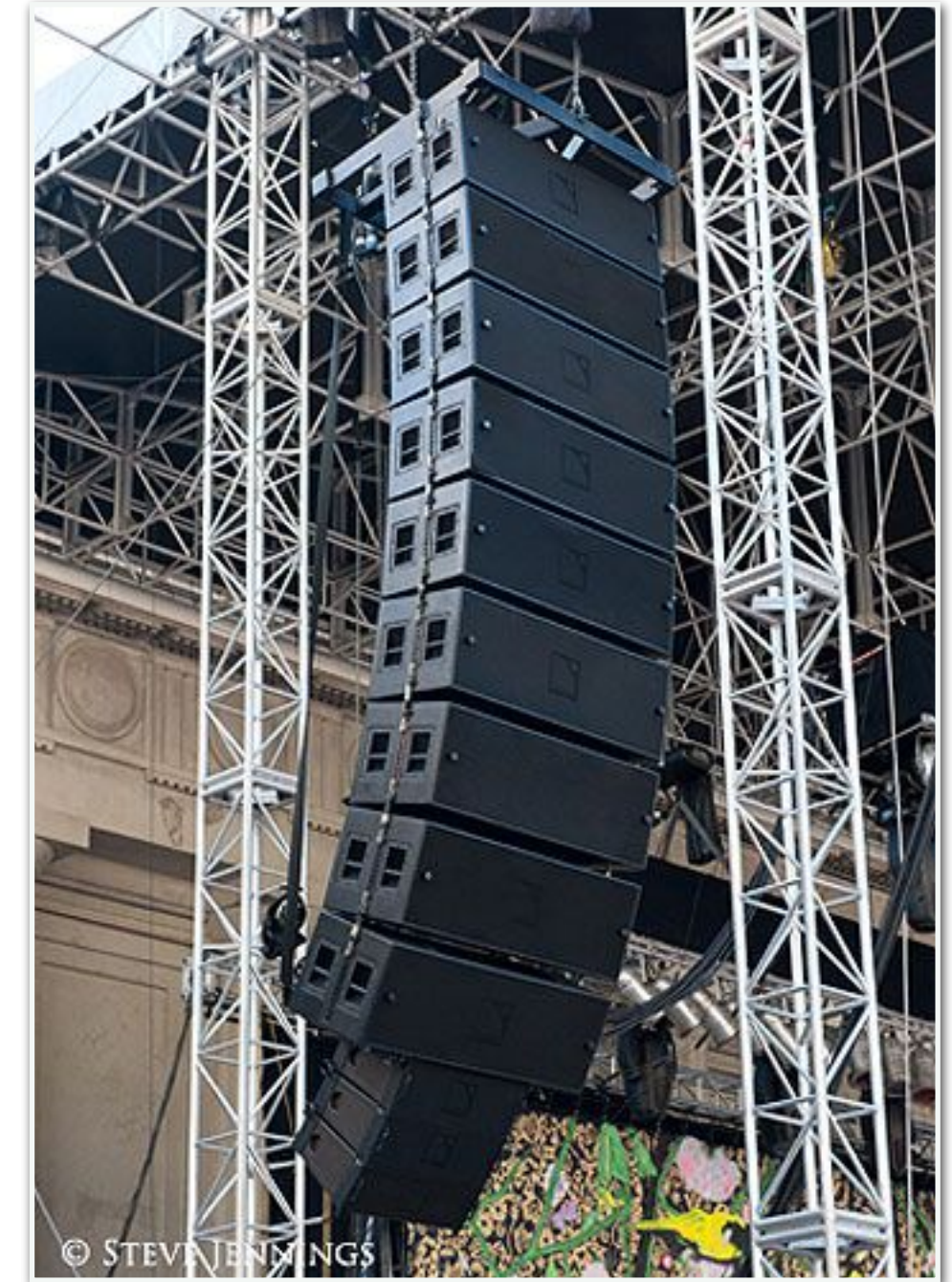


70.léta

- 1971, 1972 - systémy s pasivní a později aktivní výhybkou - efektivita přenášení části spektra.
- Nástup rentálových firem (finanční náročnost a rychlý vývoj).
- Rozvoj stage monitoringu (1975 Midas vytvořil monitorovou konzoli s 6ti a více výstupy).
- Midas přináší studiové standardy do live využití (přeladovaný multipásmový ekvalizér a použití subgroup).

80. a 90. léta až současnost

- Stadionový zvuk
- Bezdrátové mikrofonní systémy
- Line array - Christian Heil - L'acoustics V-DOSC 1992
- Digitální mixážní konzole
- Inear monitoring
- Rozvoj řízení a kontroly PA systému. Beam steering. Array processing.
- Digitální formáty přenosu zvuku.
- Immersive sound (stereo x multi, 3D, bed a objektové mapování)
- Immersive inear mixing (Klang audio)



Zvuková dramaturgie a estetika živých produkcí

Dramaturgie

Hlubkové studium materiálu, vědecká literární příprava.

Vytváření kontextu pro režiséra, crew a herce.

Dramaturg diskutuje kulturní background produkce a publika.

Pomáhá pochopit historickou a politickou situaci působící na autora.

Dramaturg v konkrétní instituci se také zabývá sestavováním repertoáru.

Sémiotika zvuku

Zvuk a jeho charakter je **znak**.

Významy **nejsou** pevně dány, vychází z kontextu např. “západní” kultury.

“Systematizování” rozbor zdrojů - hledání opakujících se tendencí a přístupů a potencionálních(!) významů .

Pojmenování protikladů a drobných mezistupňů mezi nimi.

Daleký x blízký

Ostrý x jemný

Vysoký x hluboký

Přidušený x znělý

Hlasitý x tichý

Prostorový x suchý

Intimní x pompézní

Repetitivní x nahodilý

Tranzientní x plynulý

Dynamický x plochý

Rytmický x arytmický

Zvukové nástroje

- Ruchy - reálné, semireálné, stylizované
- Atmosféry
- Drony
- Hudba - komponovaná, scénická (autentická hudba prostředí), muzak, elevator music
- Mluvené slovo - dialog, komentář, autentická výpověď, vnitřní hlas, hlas z hůry
- Ticho

Práce se zvukovými prostředky v kontextu scén

Vytváření **hyperreality** nebo záměrný **rozpor**

- Lokalizace zvukové akce
- Akustické prostředí a prostor
- Použití hudby v emocionálním souladu nebo rozporu
- Použití hudby v historickém kontextu nebo mimo historický kontext
- Ticho nebo zvuk

Festival x Koncert x Divadlo x Side specific

Jaký je kontext diváckého zážitku? V jakém módu diváci přicházejí.

Festival - fluktuace posluchačů (udržení pozornosti v rušivém prostředí). Zvuk vytvářím pro lidi, kteří už za sebou mají několik tzv. setů koncertů a na několik ještě mohou zamířit.

Koncert - diváci přicházejí naladěni na konkrétní zážitek. Menší fluktuace posluchačů po sále. Mohu si dovolit ucelenější formu.

Divadlo - soustředěná atmosféra, sedící publikum. Co nejpřesnější nazkoušená forma zvuku. Naopak pokud se jedná o improvizální divadlo je žádoucí reakce na situace, které herci a diváci vytváří.

Side specific - diváci se často mohou svobodně pohybovat po prostoru a zkoumat akci z různých perspektiv. Při plánování je třeba počítat s různými průběhy akce.

Zvuková forma nebo tektonika

Live produkce - na rozdíl od klasického AV díla neodmyslitelně obsahuje prvek *improvizace* umělců, *reakce publika*.

Mikro pohled:

Zvukový vývoj jednotlivých scén a jejich propojení. Jestli jsou statické či obsahují růst nebo degradaci.

Makro pohled:

Jak spolu zvukové scény souvisí? Repetice, návraty, leitmotiv, coda. Práce s celkovou proporcí zvuku a dávkování extrémních poloh v průběhu celé produkce.

Živý zvuk a jeho hlasitost

Hlasitost - konkrétní hodnota v čase.

Dynamika - rozdíl mezi nehlasitější a nejtišší pasáží.

Překvapivě zásadní téma všech živých produkcí. Zvukař svým přístupem k hlasitosti a dynamice předkládá svoji představu publiku. Diváci nemají možnost si stlumit nebo zesílit zvuk (pokud nepoužijí ochranu sluchu).

Hlasitost je velmi závislá na **žánru**. Žánr ji téměř absolutně určuje.

Silně závisí na kulturním **kontextu publika**.

Je důležitý **čas** po který konkrétní dynamiku zvuku vnímáme.

I příjemná poslechová dynamika po delší čas může způsobit otupění nebo netrpělivost publika.

Velmi důležitá je **barva** neboli spektrální složení zvuku v konkrétních polohách hlasitosti (viz. Křivky stejné hlasitosti).

Efekt hlasitosti na prožitek diváka

Co chceme konkrétní hlasitostí dosáhnout? Jak vnímáte hlasitost a její dynamiku vy? Co extrémního jste zažili?

- Tichý sotva postřehnutelný zvuk - *pp*
- Jemný, ale rozeznatelný zvuk - *p*
- Příjemná poslechová hladina zvuku - *f*
- Hlasitý burácející - *ff*
- Zvědavost
- Podkres
- Vnoření
- Fyzický zážitek

Zvuková perspektiva

Původ v rozvoji melodie a doprovodu z čisté polyfonie.

Různé proporce objektů: Analogie s obrazovou perspektivou -
umístění zdroje do popředí nebo do pozadí

Pokud dodržíme podmínky lokalizace skládá se v mozku virtuální obraz zdrojů zvuku, který vnímáme v horizontální a omezeněji i ve vertikální rovině.

U živého zvuku navíc vnímáme významně i hloubku. Nejen virtuální, ale i reálnou.

Jaké postoje v nás vytváří daný obraz? Co je daleko, co blízko? Jaká je hierarchie zvukových objektů?

Perspektiva ve zvukovém mixu

Zvukové vrstvy:



Když zapojíme pohyb zvuků mezi vrstvami, řídíme pozornost posluchače směrem příběhové linky.

- Různé přístupy:
- Konvenční
 - Proti smyslu. Např.: umístění melodie do podkladu. Šeptání do popředí.
 - Polyfonie. Vyrovnání proporcí objektů v mixu.

Zvuková interakce

Konverzace - mluvíme v “kolech”. Pokud lidé mluví v jeden čas, většinou je to momentální chyba nebo nezdvořilé jednání.

Způsob, jakým se chopíme kola může vyjádřit naši snahu kooperovat nebo naopak.

Zvukové vrstvy si navzájem předávají prostor časově nebo spektrálně.

Spektrálně:

- Potlačení spektra nástroje v oblasti překryvu
- Použití enhanceru, zvýraznění harmonických složek

Časově:

- Střih
- Prolnutí
- Velnutí

Způsob interakce souvisí s dynamikou scén a jejich ohraničením.

Social distance

Lidský hlas je nejznámější zdroj lidskému vnímání, ze všech nástrojů ho máme nejvíce “naposlouchaný”. Zvukové podání blízkosti vytváří vztah posluchače a zdroje zvuku.

- Celek, polocelek, detail, velký detail

Zasazení do prostředí

- Blízký (intimní vztah, nabourání osobní zóny)
- Formální (mluvčí, běžný rozhovor, informativní charakter)
- Vzdálený (pomáha vnímat vzdálenost)

Imerze, obklopení

Rozšíření perspektivy

Oči - zaměření pohledu

Uši - nelze zavřít, nelze se jimi někam “nedívat”. Zvuk zezadu stále slyšíme a vnímáme.

Dozvukovost gotických kostelů, hlasitost a výrazné spodní frekvence elektronické hudby - pocit vnoření do zvuku, může způsobit až oddělení se od reality, upozadění individuality a splynutí s davem.

Čas - tempo - rytmus

Čas - “trvání”. Bez stopek neměřitelný.

- Kontinuální zvuk (drony, plochy).
- Fluktuující zvuk - digeridoo, tampura.

Rytmus - utváření opakujícího se paternu.

Polyrytus (Balijský gamelan, Indie, Afrika) vs. *monorytmus* (západní pop a taneční hudba)

V hudbě - tempo, metrum a počet dob v taktu.

Rytmus v mluveném slově - akcenty, pauzy a plynulost. Rytmičká pravidelnost pomáhá vybavit si delší slovní útvary.

- Akcent na každé slovo ve větě - každé slovo, které říkáme je ekvivalentně důležité (např. Přestaň | do | mě | strkat!)
- Dětské říkanky a rozpočítávadla, skandování, rap.
- Monotónnost projevu zprávařů - apolitičnost, objektivita, upozadění emoční interpretace.

Melodie

Změna výšky tónu v určitém rytmu tvořící hudební frázi.

Melodie zvuku - možný přepis do hudební melodie.

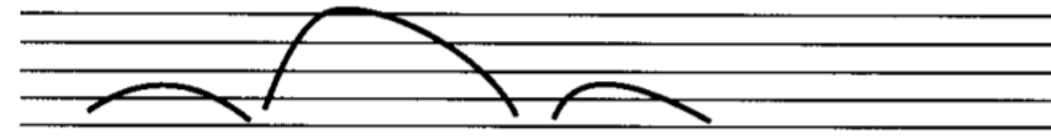
Melodie řeči -

- Vyšší melodický rozptyl (emotivní význam, ženský/zženštilý projev, se vzdáleností a hlasitostí budí dojem dominance)
- Nižší melodický rozptyl (soustředění, mužský / mužný projev, blízkost, utlumení rozptylu v blízkosti)

Melodický rozsah v řeči je pro každou zemi (i nářečí) specifický.

Melodický patern proti významu sdělení - ironie, sarkasmus

Radost

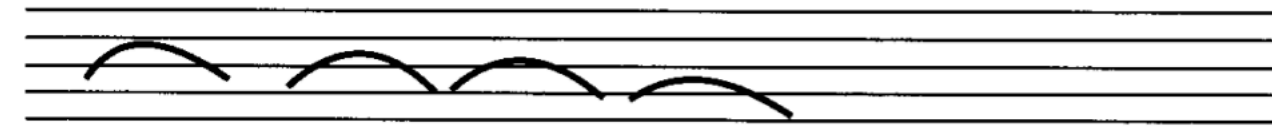


I'm so/ **HAP** py to/ see you



Isn't **spring** your fav' rite **sea-son**

Něžnost

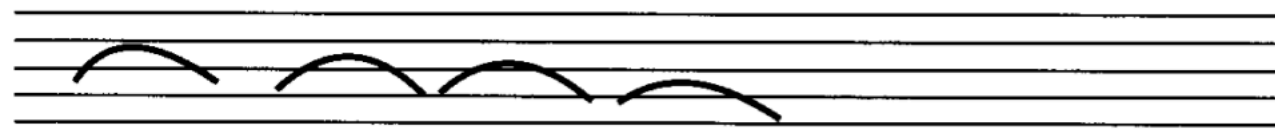


Oh you/ **sweet**/ litt le/ dar ling



The eve ning **breeze** caressed the **trees** tender ly

Překvapení

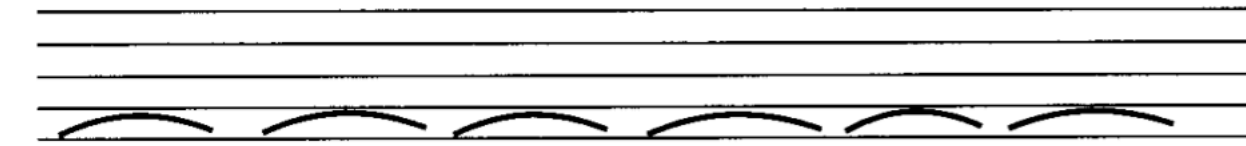


Oh you/ **sweet**/ litt le/ dar ling

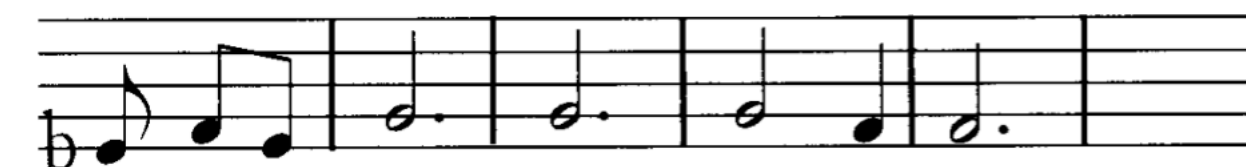


The eve ning **breeze** caressed the **trees** tender ly

Úzkost



Please/ please/ don't/ leave / me a/ **LONE**



You know **my heart** cries for you

Theo van Leeuwen, Speech, Music, Sound

Emoční sdělení a naladění nenesou pouze melodie, ale společně zvolený rytmus a tónbarva nebo barva hlasu.

Artikulace melodické fráze:

- Otevřený konec. Ukončení fráze vyšší tónovou výškou.
- Uzavřený konec. Ukončení fráze výrazným poklesem hlasu (ukončení většího celku je možné doprovodit zatěžkáním tempa a vnitřního rytmu projevu). V hudbě návrat na tóniku.
- Otázka končící výrazným zvednutím výšky tónu. Pozvánka partnera k reakci, k pokračování.
- Plynulost nebo oddělenost (legato, staccato).

Modalita

Hodnoty, které se vyskytují nejčastěji.

Hudební modalita - dur/mol, stupnice.

Zvuková modalita, existuje?

Modalita zvuků v představení - základní zvukový materiál, ze kterého je tvořen zvukový obsah scén.

Hledání souvislosti vzniku zvuků (terénní nahrávky, autentické záznamy, nebo naopak syntetické zvuky) a představení. Použití konkrétních zvuků může být vědomé, může mít ale i nevědomou souvislost.

