



A&Z ACOUSTICS s. r. o.,
REPAŠSKÉHO 2, 841 02 BRATISLAVA

AKUSTICKÁ ŠTÚDIA INTERIÉRU

Stavba:

Stavebné úpravy a modernizácia prednáškovej miestnosti LAOP01, Právnická fakulta UPJŠ v Košiciach

Autor projektu: d.g.A design graphic architecture s. r. o., Jiráskova 38, Prešov

Generálny projektant: d.g.A design graphic architecture s. r. o., Jiráskova 38, Prešov

Spracovateľ: A&Z ACOUSTICS s. r. o.
Repašského 2
841 02 Bratislava

Vypracovali: Ing. Júlia ZRNEKOVÁ, PhD.
Ing. Peter ZAŤKO

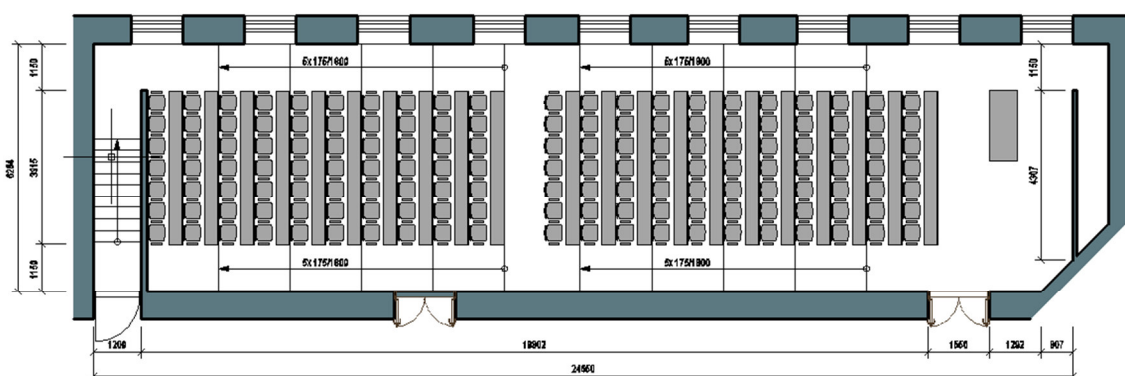
Bratislava máj 2018

1 Úvod

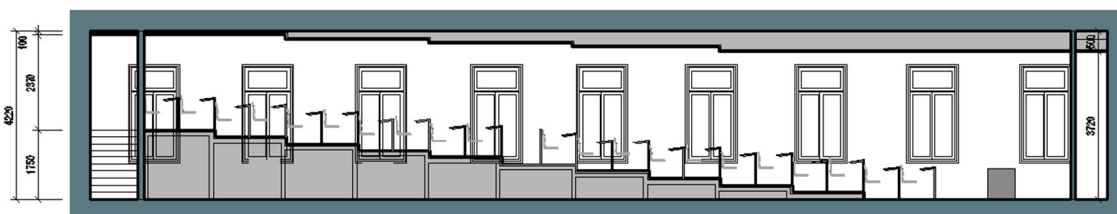
Štúdia akustických parametrov uzavretého priestoru prednáškovej miestnosti LAOP01 Právnickej fakulty UPJŠ v Košiciach bola vypracovaná na základe požiadavky spoločnosti ECOPHON, ako podklad pre projektové práce na stavbe. Akustická štúdia slúži na predikciu času dozvuku v priestore prednáškovej miestnosti za predpokladu realizácie variantných riešení akustických úprav interiéru a použitia elektroakustiky.

2 Základná charakteristika stavby

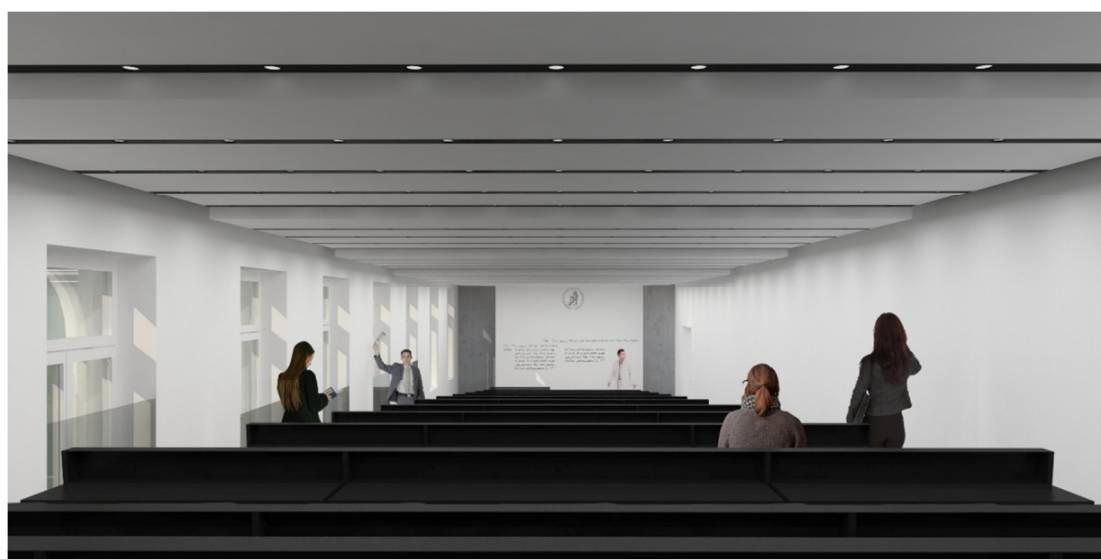
Prednášková miestnosť LAOP01 na Právnickej fakulte UPJŠ v Košiciach má obdĺžnikový tvar s ustupovaným sedením. V časti prednášajúceho je skosená stena. V pôvodnom projekte sa uvažuje s podhlľadom z materiálu ECOPHON Master ds. Celkové vnútorné rozmery posudzovaného priestoru sú 25,55 x 6,265 m, s premenlivou svetlou výškou. Objem uzavretého priestoru plavárne je 501,7 m³.



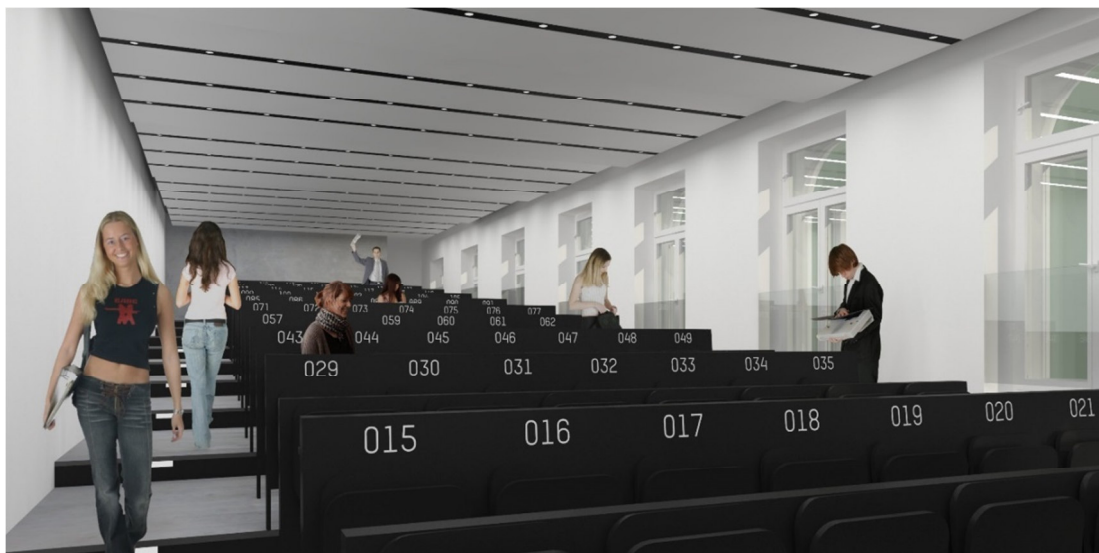
Obrázok 1 – Pôdorys prednáškovej miestnosti



Obrázok 2 – Rez prednáškovou miestnosťou



Obrázok 3 – Vizualizácia (d.g.A design graphic architecture s. r. o.)



Obrázok 4 – Vizualizácia interiéru (d.g.A design graphic architecture s. r. o.)

3 Simulácie akustiky priestoru

Simulácie akustických vlastností uzavretého priestoru prednáškovej miestnosti s objemom 501,7 m³ boli vykonané pre pôvodne navrhovaný stav interiéru a ďalšie alternatívy v simulačnom programe CATT Acoustic v 8.0k. Vo všetkých alternatívach je uvažovaný podhľad ECOPHON Master ds v rôznej výmere, doplnený o sadrokartónové prvky a akustické prvky ECOPHON Akusto One SQ na stenách.

Tabuľka 1 – Hodnoty praktických činiteľov zvukovej pohltivosti α_p [-] jednotlivých materiálov :

Materiál / frekvencia [Hz]		125	250	500	1000	2000	4000
	Master ds podvesenie 95 mm	0,40	0,85	0,85	0,90	0,99	0,99
	Master ds podvesenie 200 mm	0,55	0,70	0,75	0,90	0,99	0,99
	Master rigid + extra bass	0,65	0,95	0,95	0,99	0,99	0,99
	SDK bez výplne, podvedenie 200 mm	0,11	0,09	0,04	0,02	0,03	0,00
	Zasklenie	0,10	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02
	Omietka	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,08
	Drevo, nábytok	0,08	0,08	0,08	0,09	0,10	0,10
	Omietka	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,08
	Sklápacie sedadlo potiahnuté textiom	0,10	0,23	0,22	0,19	0,19	0,18
	Podlaha - pódium	0,10	0,11	0,10	0,09	0,08	0,11
	PVC na tvrdom podklade	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05
	ECOPHON Akusto One SQ 1200/600/40 ods. 48 mm*	0,28	0,83	0,99	0,99	0,99	0,99

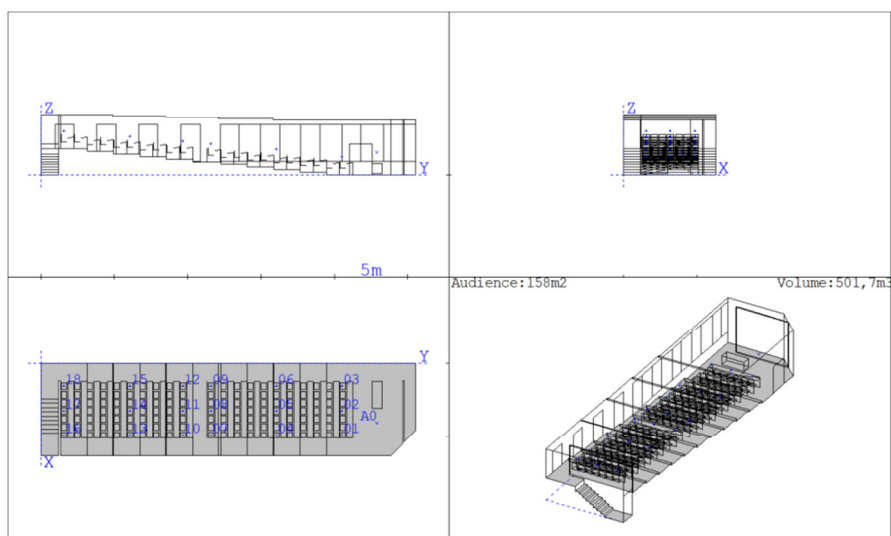
* Hodnota činiteľa zvukovej pohltivosti bola stanovená z ekvivalentnej pohltivej plochy uvádzanej výrobcom.



Obrázok 5 – Pohľad do priestoru s podhl'adom ECOPHON Master Ds
(prevzaté zo stránky www.ecophon.sk)



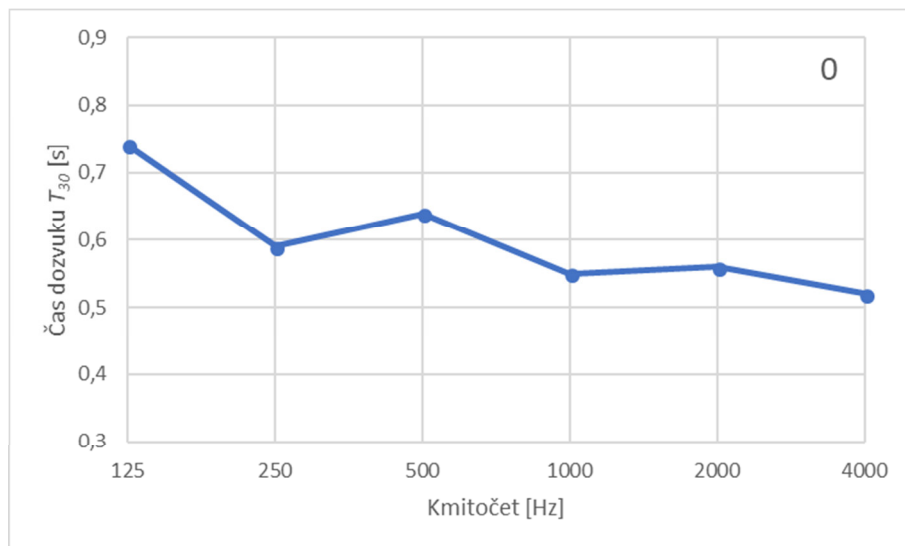
Obrázok 6 – Pohľad do priestoru so stenovými prvkami ECOPHON Akusto One SQ
(prevzaté zo stránky www.ecophon.sk)



Obrázok 7 - Geometrická charakteristika priestoru v simulačnom programe CATT Acoustic

3.1 Simulácia 0

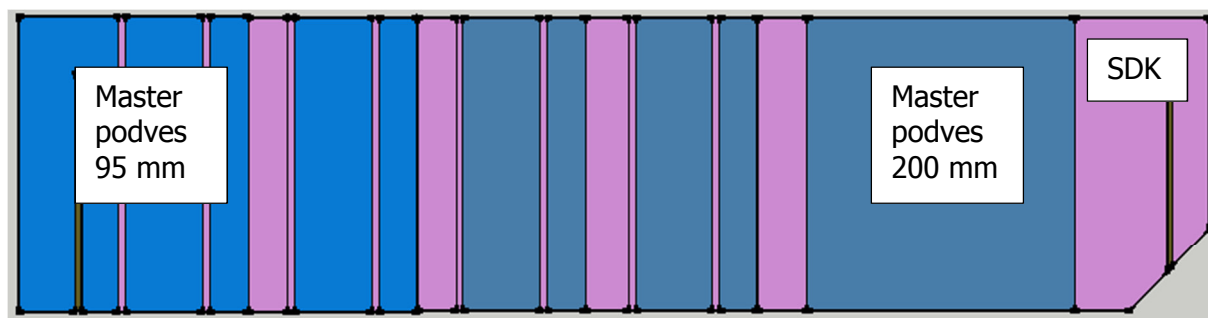
Simulácia akustiky posudzovaného priestoru prednáškovej miestnosti s podhl'adom ECOPHON Master ds použitým len na ploche podhl'adu.



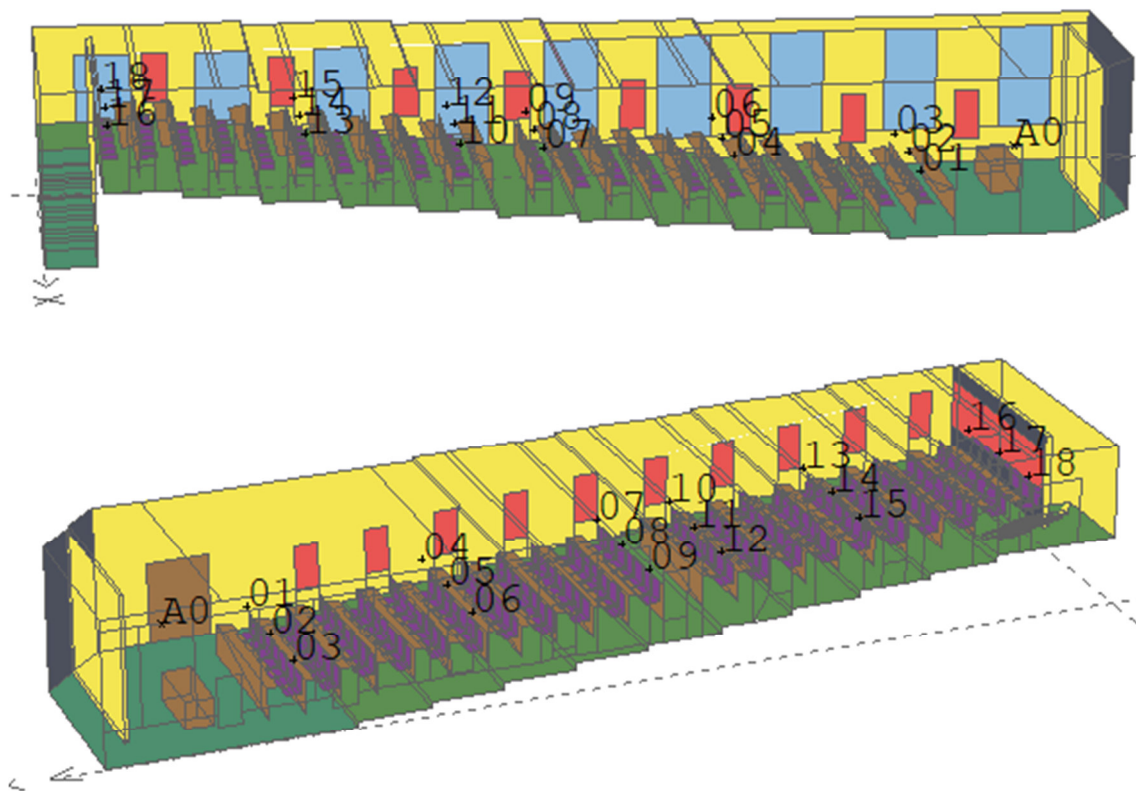
Obrázok 8 – Frekvenčná závislosť času dozvuku T_{30}

3.2 Simulácia 1

Pri posúdení času dozvuku v prípade alternatívy 1 bol uvažovaný strop Master ds doplnený o plochy hladkého plného sadrokartónu (SDK) bez pohltivej výplne minerálnou vlnou. Na nasledovnom obrázku je vyznačená plocha SDK a častí podhl'adu Master ds, ktoré sa navzájom líšia výškou podvesenia. V priestore sú navrhnuté aj akustické panely ECOPHON Akusto One SQ o rozmeroch 1200x600x40 mm, celkom 8 kusov na stenách medzi oknami a 10 kusov na stene pri dverách. Na zadnú stenu navrhujeme pás akustického obkladu s plochou 6,14 m².

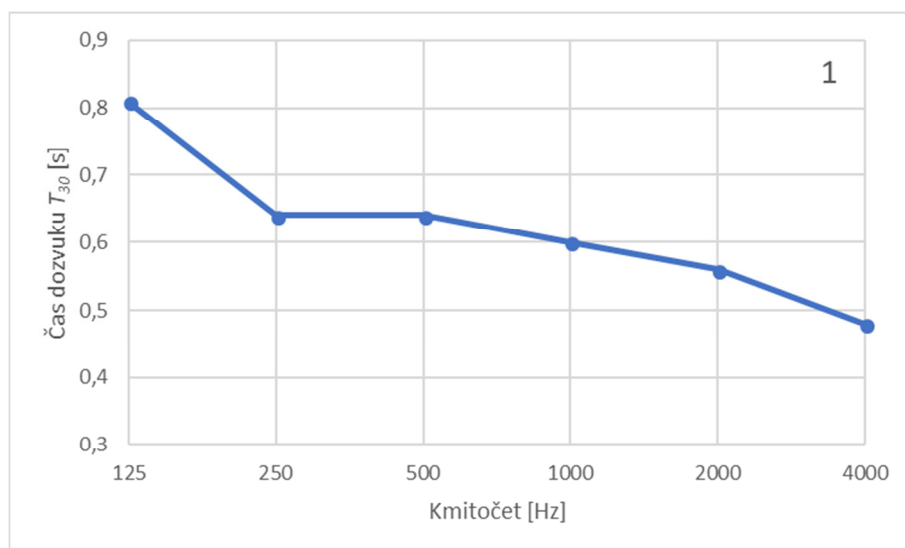


Obrázok 9 – Pohľad na strop s vyznačením materiálov



Obrázok 10 – Pohľady do modelu v simulačnom programe (vyznačenie stenových prvkov)

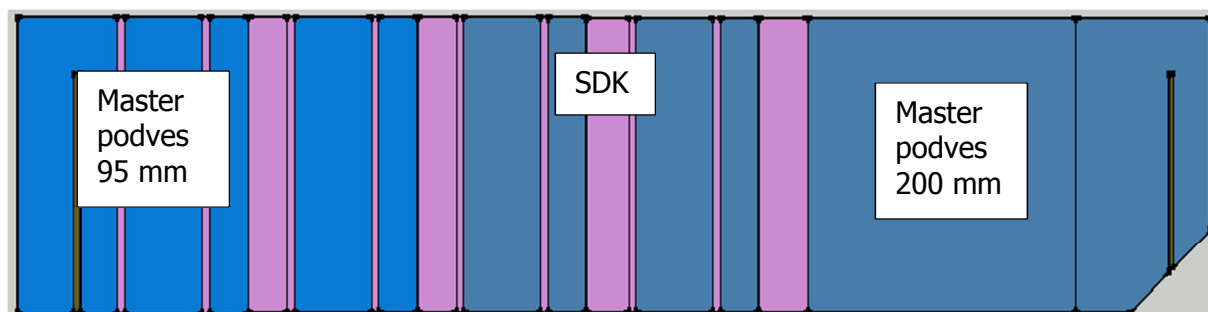
V prípade takto akusticky upraveného priestoru prednáškovej miestnosti je možné očakávať nasledovný frekvenčný priebeh hodnôt času dozvuku:



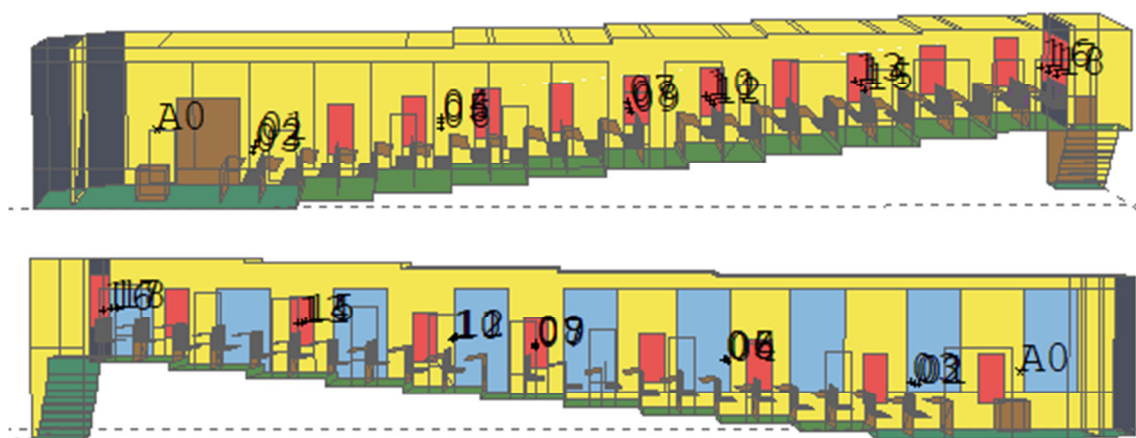
Obrázok 11 – Frekvenčná závislosť času dozvuku T_{30}

3.3 Simulácia 2

V druhej alternatíve bolo pri posúdení času dozvuku uvažované s rovnakým rozložením stenových prvkov (8 kusov ECOPHON Akusto One SQ medzi oknami, 10 kusov na stene pri dverách a pás o ploche 6,14 m² na zadnej stene), ale časť sadrokartónového stropu nad rečníkom bola nahradená materiálom ECOPHON Master ds.

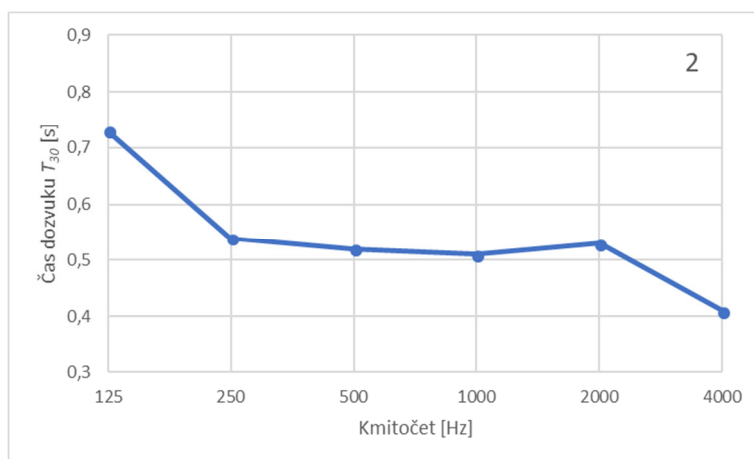


Obrázok 12 – Pohľad na strop s vyznačením materiálov



Obrázok 13 – Pohľady do modelu v simulačnom programe (vyznačenie stenových prvkov)

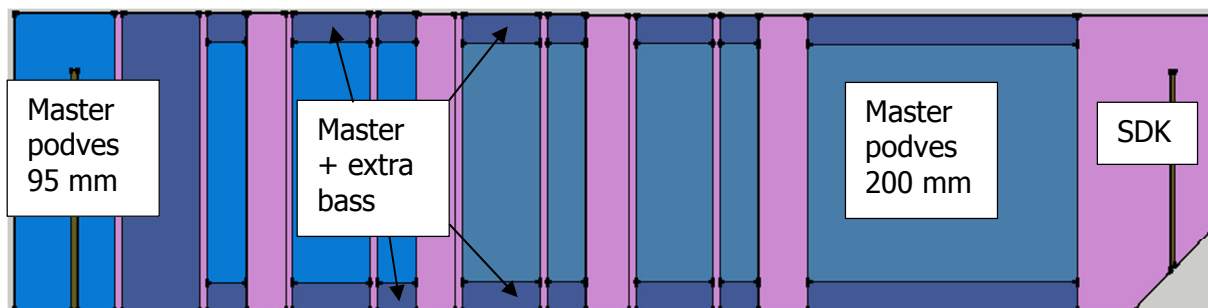
V prípade takto akusticky upraveného priestoru prednáškovej miestnosti je možné očakávať nasledovný frekvenčný priebeh hodnôt času dozvuku:



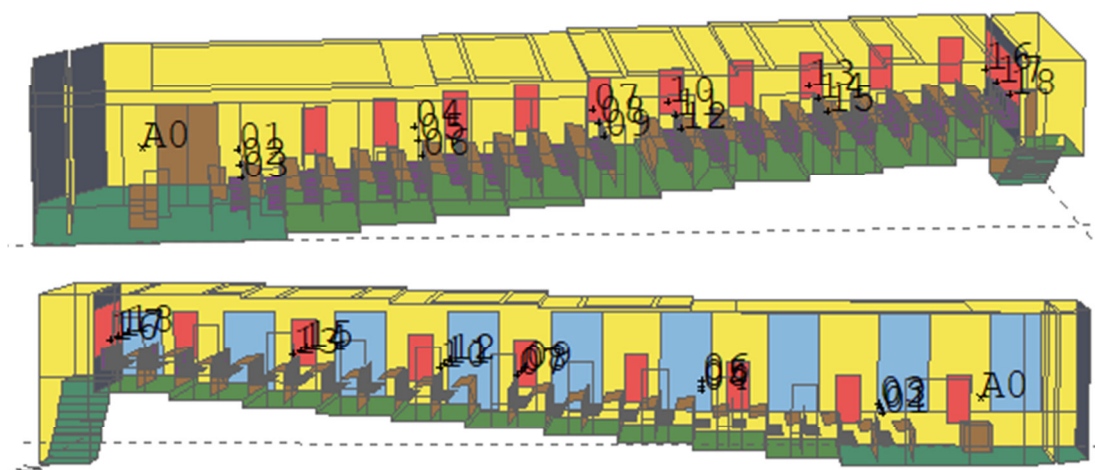
Obrázok 14 – Frekvenčná závislosť času dozvuku T_{30}

3.4 Simulácia 3

V tejto alternatíve bola uvažovaná úprava ako v simulácii 1, doplnená o EXTRA BASS ukladaný na strop po obvodu. Počet stenových panelov ECOPHON Akusto One SQ rozmerov 1200/600/40 mm: 8 kusov medzi oknami, 10 na stene pri dverách a pás o ploche 6,14 m² na zadnej stene.

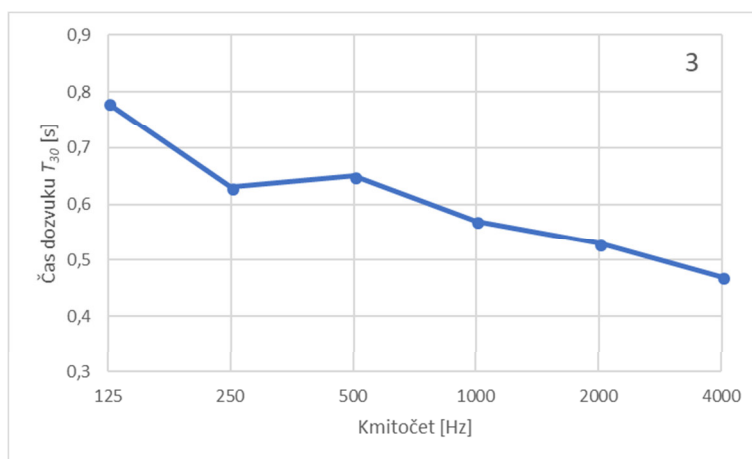


Obrázok 15 – Pohľad na strop s vyznačením materiálov



Obrázok 16 – Pohľady do modelu v simulačnom programe (vyznačenie stenových prvkov)

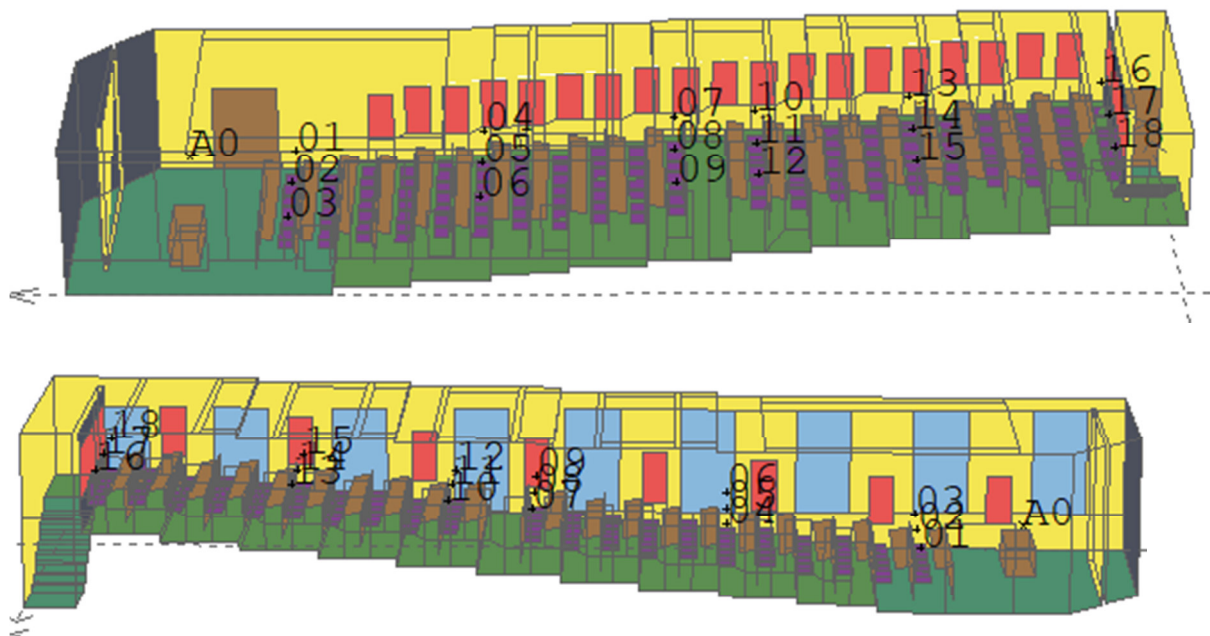
V prípade takto akusticky upraveného priestoru prednáškovej miestnosti je možné očakávať nasledovný frekvenčný priebeh hodnôt času dozvuku:



Obrázok 17 – Frekvenčná závislosť času dozvuku T_{30}

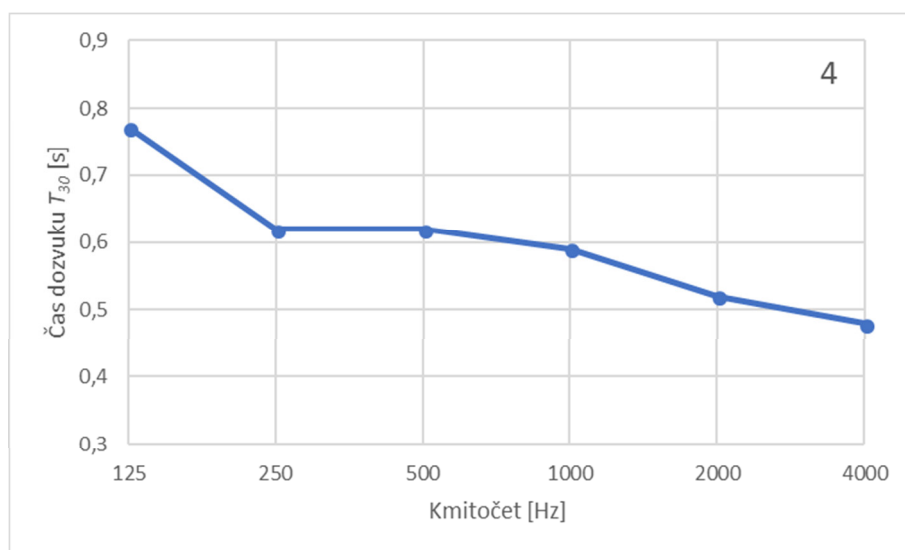
3.5 Simulácia 4

V alternatíve 4 bolo uvažované so zvýšeným počtom akustických panelov na stenách, z pôvodného počtu 10 kusov na stene pri dverách na 19 kusov. Na stene medzi oknami ostal počet nezmenený a to 8 kusov, rovnako pás na zadnej stene ostal o ploche 6,14 m². Rozloženie materiálov stropu je rovnaké ako v simulácii č. 3.



Obrázok 18 – Pohľady do modelu v simulačnom programe (vyznačenie stenových prvkov)

V prípade takto akusticky upraveného priestoru prednáškovej miestnosti je možné očakávať nasledovný frekvenčný priebeh hodnôt času dozvuku:

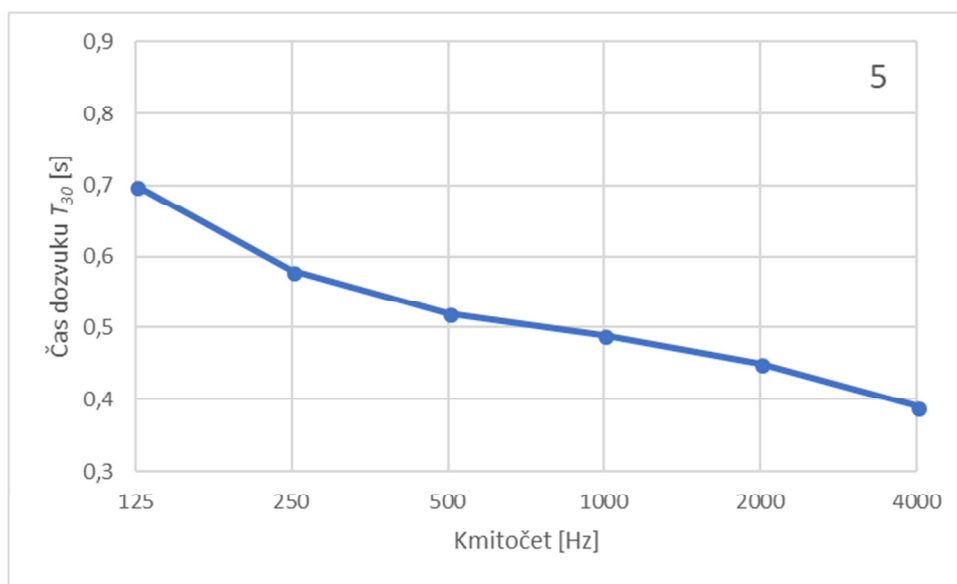


Obrázok 19 – Frekvenčná závislosť času dozvuku T_{30}

3.6 Simulácia 5

V tejto alternatíve sa vychádzalo zo simulácie 2 – podhlád nad rečníkom z ECOPHON Master ds, stenové panely ECOPHON Akusto One SQ v celkovom počte 18 kusov na bočných stenách plus pás s plochou 6,14 m² na zadnej stene. Po obvode bol podhlád doplnený materiálom EXTRA BASS. Činiteľ zvukovej pohltivosti pre Extra Bass je uvádzaný iba v kombinácii s materiálom Master Rigid hrúbky 20 mm, v tomto prípade kladený priamo na Master ds.

V prípade takto akusticky upraveného priestoru prednáškovej miestnosti je možné očakávať nasledovný frekvenčný priebeh hodnôt času dozvuku:



Obrázok 20 – Frekvenčná závislosť času dozvuku T_{30}

4 Vyhodnotenie

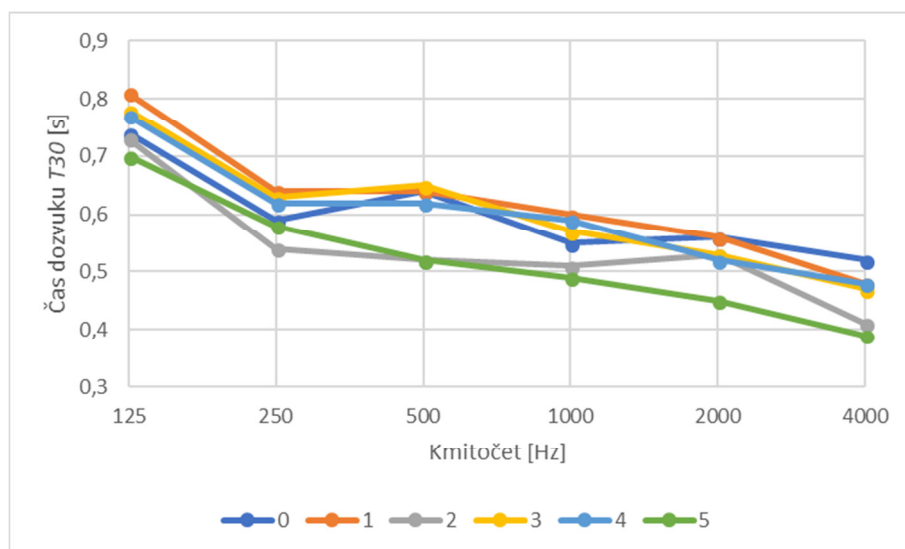
Na základe vykonaných simulácií času dozvuku uzavretého priestoru prednáškovej miestnosti možno konštatovať, že navrhovanými zmenami v materiálovom riešení interiéru dôjde k pozitívnym zmenám v hodnotách času dozvuku. Vzhľadom k tomu, že v miestnosti bude elektroakustické ozvučenie, za optimálny čas dozvuku možno považovať hodnotu $T_{opt} = 0,5$ sekundy.

Tabuľka 2 – Prehľad akustických úprav v jednotlivých simuláciách

Simulácia č.	Podhľad			Stenové panely		
	Master Ds	SDK	Extra Bass	Medzi oknami	Pri dverách	Zadná stena
0	158 m ²	0 m ²	0 m ²	0 ks	0 ks	0 m ²
1	111,1 m ²	46,9 m ²	0 m ²	8 ks	10 ks	6,14 m ²
2	127,5 m ²	30,5 m ²	0 m ²	8 ks	10 ks	6,14 m ²
3	83,9 m ²	46,9 m ²	27,2 m ²	8 ks	10 ks	6,14 m ²
4	83,9 m ²	46,9 m ²	27,2 m ²	8 ks	19 ks	6,14 m ²
5	100,3 m ²	30,5 m ²	27,2 m ²	8 ks	10 ks	6,14 m ²

Tabuľka 3 - Porovnanie vypočítaných hodnôt času dozvuku T_{30} [s] v posudzovanom priestore prednáškovej miestnosti LAOP01 Právnickej fakulty UPJŠ v Košiciach

STAV / Frekvencia [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
Simulácia 0	0,74	0,59	0,64	0,55	0,56	0,52
Simulácia 1	0,81	0,64	0,64	0,60	0,56	0,48
Simulácia 2	0,73	0,54	0,52	0,51	0,53	0,41
Simulácia 3	0,78	0,63	0,65	0,57	0,53	0,47
Simulácia 4	0,77	0,62	0,62	0,59	0,52	0,48
Simulácia 5	0,70	0,58	0,52	0,49	0,45	0,39



Obrázok 21 – Porovnanie frekvenčných závislostí času dozvuku T_{30} pre jednotlivé alternatívy

5 Záver

Z výsledkov vykonaných simulácií akustiky priestoru prednáškovej miestnosti vyplýva, že akustika neupraveného priestoru je nevyhovujúca, hodnoty času dozvuku by bez akustických úprav presahovali normou stanovenú hodnotu (v zmysle STN 730527 je pre objem miestnosti 500 m³ optimálna hodnota času dozvuku $T_{opt} = 0,75$ s - v prípade bez použitia elektroakustického ozvučenia).

Na základe porovnania výsledných vypočítaných hodnôt času dozvuku pre jednotlivé alternatívy riešenia akustických úprav odporúčame vzhľadom na vyrovnaný frekvenčný priebeh času dozvuku variant č. 2 (Ecophon Master ds s dvomi výškami podvesenia + pásy sadrokartónu + 8 kusov akustických panelov ECOPHON Akusto One SQ medzi oknami, 10 kusov na stene pri dverách a akustický obklad zadnej steny o ploche 6,14 m² z materiálu Ecophon Akusto One SQ).

Zrnková

Ing. Júlia Zrnková, PhD.

Ing. Peter Zaťko

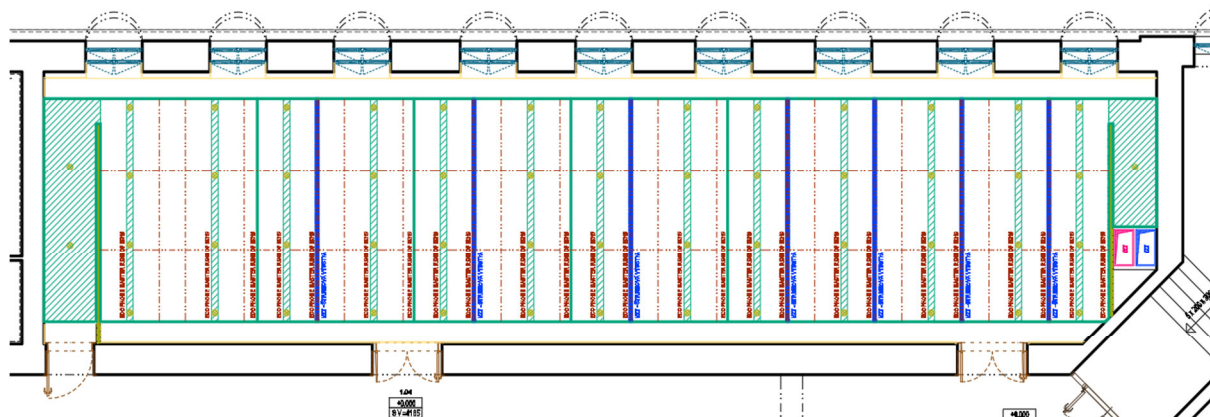
Zaťko



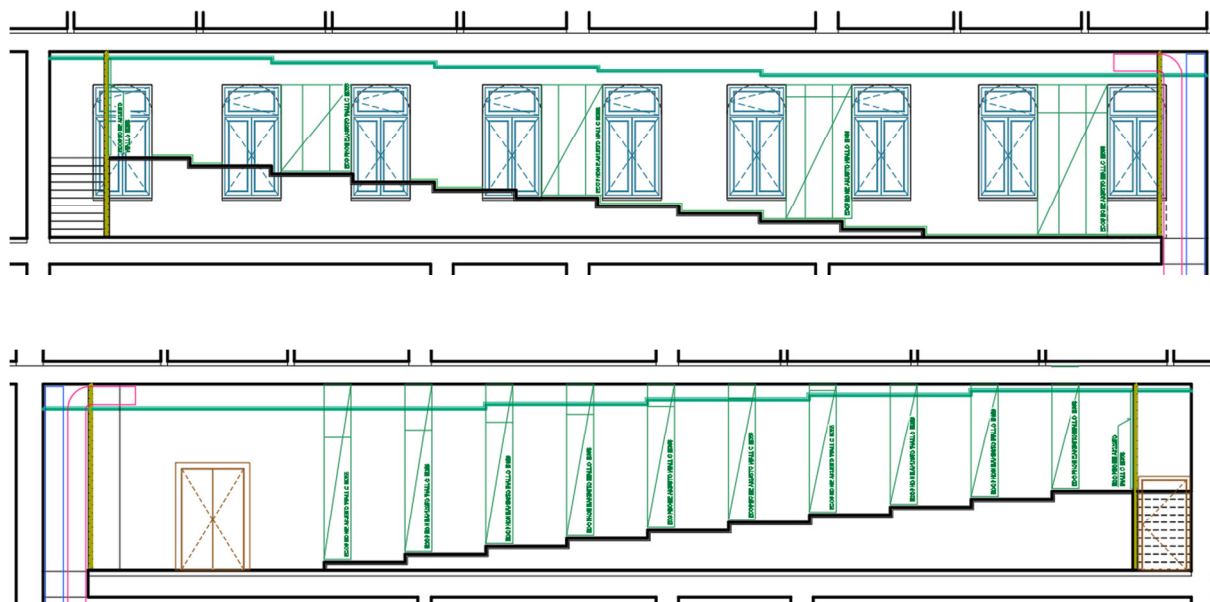
Bratislava 22.5.2018

6 Dodatok

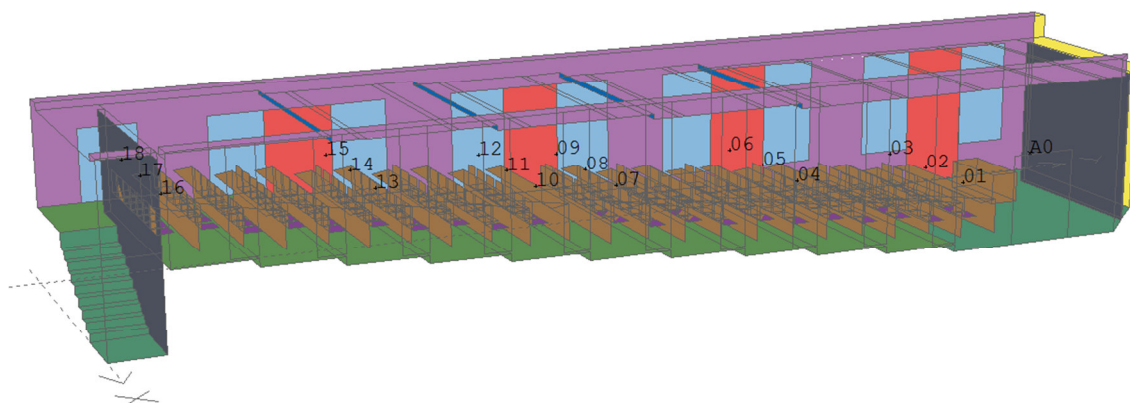
Na základe požiadavky projektanta bola posúdená zmena riešenia interiéru prednáškovej miestnosti.



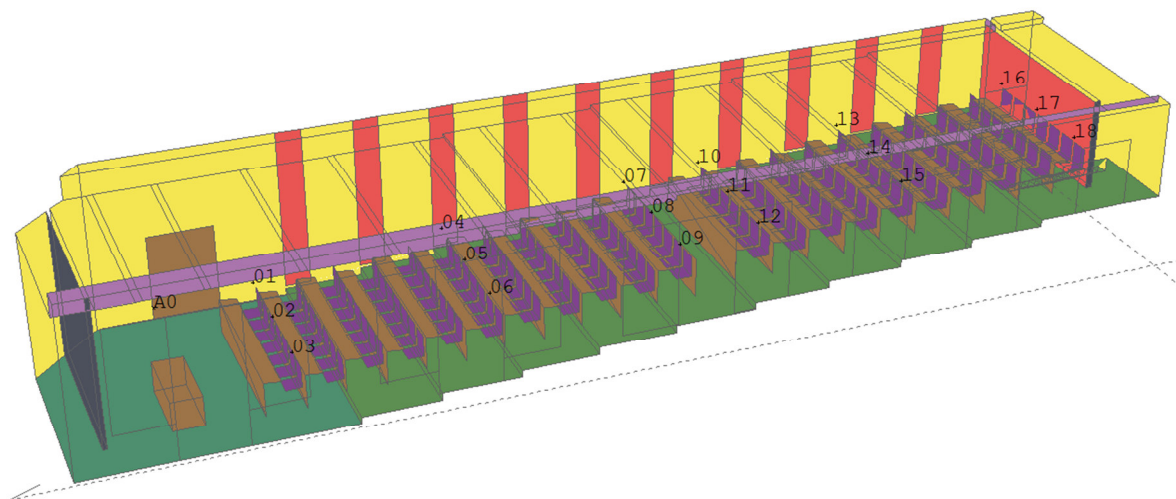
Obrázok 22 – Pôdorys prednáškovej miestnosti



Obrázok 23 – Rezopohľady



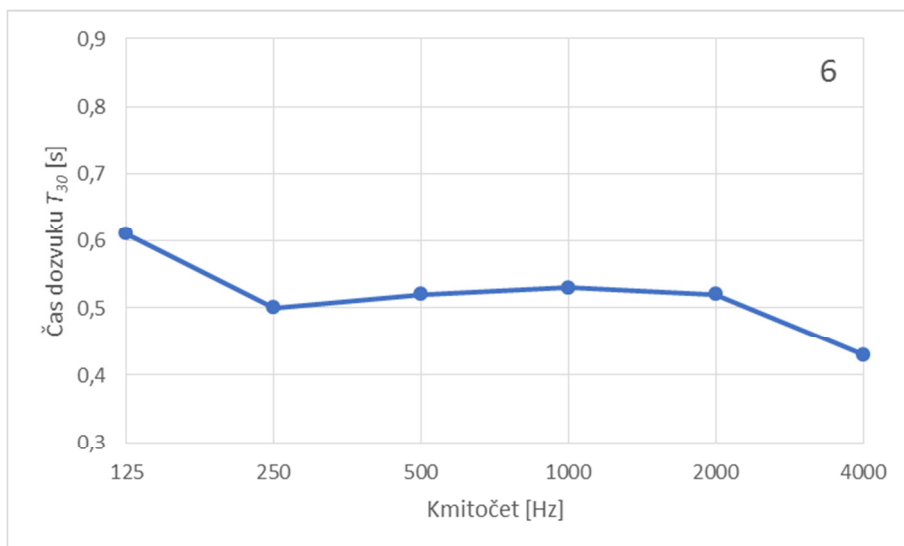
Obrázok 24 – Pohľad do modelu v simulačnom programe (vyznačenie stenových prvkov)



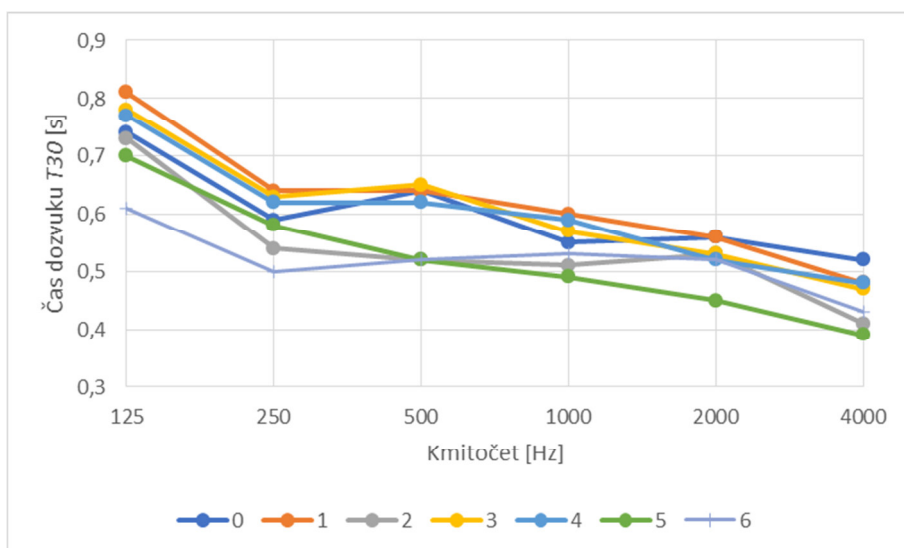
Obrázok 25 – Pohľady do modelu v simulačnom programe (vyznačenie stenových prvkov)

Tabuľka 4 – Hodnoty praktických činiteľov zvukovej pohltivosti α_p [-] jednotlivých materiálov :

Materiál / frekvencia [Hz]		125	250	500	1000	2000	4000
	Master ds podvesenie 95 mm	0,40	0,85	0,85	0,90	0,99	0,99
	Master ds podvesenie 200 mm	0,55	0,70	0,75	0,90	0,99	0,99
	SDK bez výplne, podvedenie 200 mm	0,11	0,09	0,04	0,02	0,03	0,00
	Zasklenie	0,10	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02
	Omietka	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,08
	Drevo, nábytok	0,08	0,08	0,08	0,09	0,10	0,10
	SDK stena	0,15	0,12	0,08	0,06	0,06	0,10
	Sklápacie sedadlo potiahnuté textiom	0,10	0,23	0,22	0,19	0,19	0,18
	Podlaha - pódium	0,10	0,11	0,10	0,09	0,08	0,11
	PVC na tvrdom podklade	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05
	ECOPHON Wall C	0,25	0,80	0,95	1,00	1,00	1,00



Obrázok 26 – Frekvenčná závislosť času dozvuku T_{30}



Obrázok 27 – Porovnanie frekvenčných závislostí času dozvuku T_{30} pre jednotlivé alternatívy

Navrhovaná zmena riešenia rozmiestnenia akustických materiálov (alternatíva 6 v grafe na obr.27) sa prejavila pozitívne na frekvenčnom priebehu času dozvuku v prednáškovej miestnosti, navrhované riešenie možno považovať za vhodné.

Ing. Peter Zaťko