

Název:

Tělocvična Frýdek Místek, ul. J. Čapka 2555

Zakázkové číslo: 24-05-42
Profese: prostorová akustika
Dokument: technická zpráva
Stupeň projektové dokumentace: DPS
Datum: 08/2024
Revize: 00

Zpracoval: Ing. Jiří Dobiášovský

Kontroloval: Ing. Tomáš Hrádek

AVETON s.r.o.

Drahobejlova 1452/54, 190 00 Praha 9

tel.: +420 775 381 045

e-mail.: dobiasovsky@aveton.cz

web.: www.aveton.cz

IČ: 02436647

DIČ: CZ02436647

AVETON
AKUSTIKA
AV TECHNIKA
DESIGN

Obsah:

1.	ZÁKLADNÍ ÚDAJE	3
1.1.	VÝCHOZÍ ÚDAJE A PODKLADY	3
1.2.	POUŽITÉ NORMY A LITERATURA	3
2.	PROSTOROVÁ AKUSTIKA.....	4
2.1.	POŽADAVKY NA AKUSTICKÉ PARAMETRY	4
2.2.	TEORETICKÝ VÝPOČET DOBY DOZVUKU	6
3.	KONKRÉTNÍ ŘEŠENÍ PROSTOROVÉ AKUSTIKY.....	6
4.	ZÁVĚR.....	7

Přílohy:

Výpočetní příloha:

VP.01 – Výpočet doby dozvuku

Tabulková příloha:

TAB.01 – Specifikace akustických prvků

Výkresová příloha:

PA.01 – Rozmístění akustických prvků – půdorys

PA.02 – Rozmístění akustických prvků – podhled

PA.03 – Rozmístění akustických prvků – pohledy na stěny

1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE

1.1. VÝCHOZÍ ÚDAJE A PODKLADY

- výkresová a technická dokumentace
- informace předané při jednáních se zástupcem objednatele

1.2. POUŽITÉ NORMY A LITERATURA

- [1] ČSN 73 0525 - Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky - Všeobecné zásady – únor 1998
- [2] ČSN 73 0527 - Akustika - Projektování v oboru prostorové akustiky - Prostory pro kulturní účely - Prostory ve školách - Prostory pro veřejné účely – srpen 2023
- [3] Vaverka, J., kol.: Stavební fyzika 1 - urbanistická, stavební a prostorová akustika, nakladatelství VUTIUM, Brno 1998.
- [4] Hrádek, T., Tuček, J.: Katalog akustických prvků, nakladatelství Akademie múzických umění v Praze, Praha 2011, ISBN 978-80-7331-316-6

2. PROSTOROVÁ AKUSTIKA

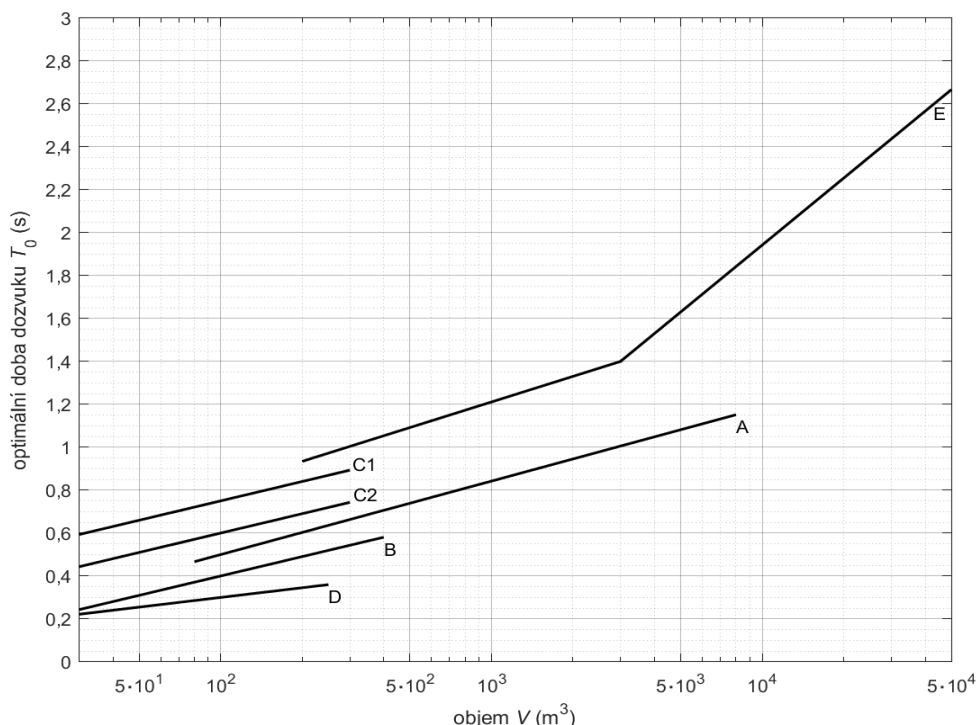
2.1. POŽADAVKY NA AKUSTICKÉ PARAMETRY

Pro akusticky náročné prostory vyžadují jak normy ČSN 73 0527, tak i praktické zkušenosti, speciální akustickou úpravu z důvodu snahy o dosažení vhodných akustických podmínek. Splnění požadavků ČSN 73 0527 je závazné dle vyhlášky č. 160/2024 Sb., § 6, sbírky zákonů ČR. V případě školských prostor a prostor pro vzdělávání (viz Tab. 1) je hlavním cílem splnit příslušnou dobu dozvuku a toleranční pásmo frekvenčního průběhu doby dozvuku předepsané výše zmiňovanou normou.

Tělocvična Frýdek Místek, ul. J. Čapka 2555

Optimální doba dozvuku T_0 pro sportovní halu o objemu cca 9834 m³ byla stanovena na základě normy ČSN 73 0527 dle křivky E pro tělocvičny a sportovní haly jako cca **$T_0 = 1,9$ s** – viz Obr. 1.

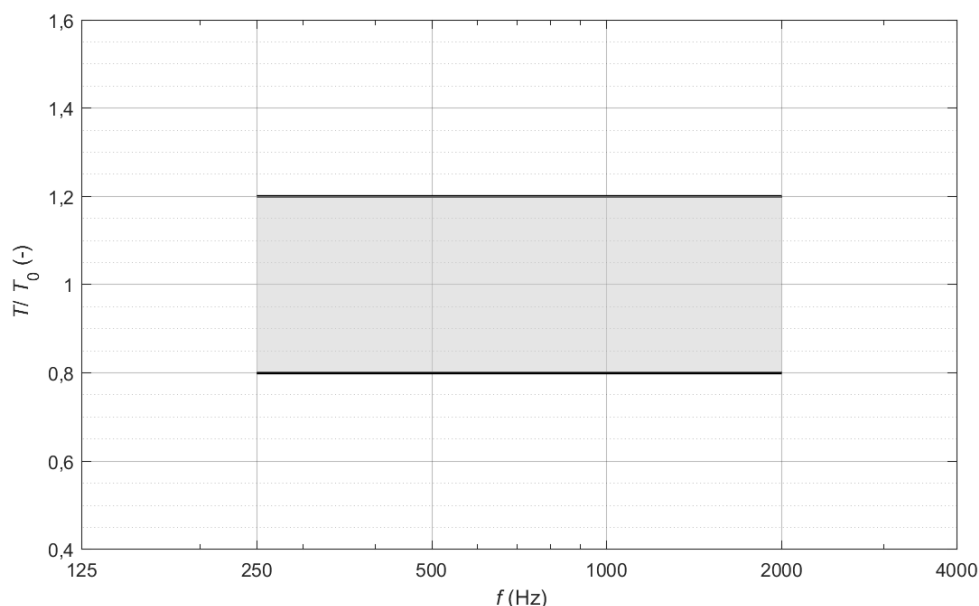
Frekvenční průběh doby dozvuku v učebně by měl probíhat v rozsahu od 250 Hz do 2 kHz uvnitř zúženého tolerančního pásma dle ČSN 73 0527 – viz Obr. 2



Obr. 1 – Graf pro určení optimální doby dozvuku pro školské prostory a prostory pro vzdělávání v závislosti na objemu místnosti

Prostor	Křivka průběhu pro stanovení optimální doby dozvuku T_0 (s)	Toleranční pásmo
Kmenové učebny, Odborné učebny, Učebny pracovní výuky, Seminární místnosti, Posluchárny, Denní místnosti mateřských škol	A	řeč
Hudební učebny	A	hudba a řeč
Jazykové učebny, Speciální učebny se zvýšeným nárokem na srozumitelnost	B	řeč
Multimediální učebny Hudební učebny s reprodukovanou hudbou	B	řeč
Učebny pro elektronické a elektrofonické hudební nástroje	B	hudba a řeč
Učebny hry na individuální akustické nástroje a učebny zpěvu – horní mez	C1	hudba a řeč
Učebny hry na individuální akustické nástroje a učebny zpěvu – dolní mez	C2	hudba a řeč
Učebny hry na bicí nástroje	D	hudba a řeč
Tělocvičny a sportovní haly, Plavecké haly, Učebny gymnastiky a tance, Posilovny, Prostory pro fitness	E	zúžené toleranční pásmo

Tab. 1 – Tabulka pro stanovení křivky průběhu optimální doby dozvuku pro školské prostory a prostory pro vzdělávání



Obr. 2 – Přípustné zúžené toleranční pásmo poměru dob dozvuku T/T_0 v závislosti na středním kmitočtu oktaového pásma

2.2. TEORETICKÝ VÝPOČET DOBY DOZVUKU

Pro výpočet doby dozvuku byl dle ČSN 73 0525 použit Eyringův vztah:

$$T_E = \frac{0,163 \cdot V}{-S \cdot \ln(1 - \alpha_s) + 4 \cdot m \cdot V} \quad (s)$$

Kde V (m^3) je objem místnosti
 S (m^2) je celková plocha ohraničujících stěn místnosti
 α_s (–) je střední hodnota činitele zvukové pohltivosti
 m (–) je činitel útlumu zvuku při šíření ve vzduchu

Střední hodnotu činitele zvukové pohltivosti vypočteme podle vztahu:

$$\alpha_s = \sum \frac{S_i \cdot \alpha_i}{S} \quad (–)$$

Kde S_i (m^2) je dílčí pohltivá plocha
 α_i (–) je činitel zvukové pohltivosti dílčích ploch
 S (m^2) je celková plocha ohraničujících stěn místnosti

Dopočet doby dozvuku z hodnot daných vstupním měřením byl proveden dle ČSN 73 0525 v oktávových pásmech se středními kmitočty 250 Hz až 2 kHz. Prostor je uvažován v neobsazeném stavu.

Do dopočtu doby dozvuku byly započítány i zvukové pohltivosti prvků a konstrukcí, které nejsou definovány jako akustický obklad. Jejich vliv na akustické parametry ale nelze pominout (SDK, podlaha, nábytkové vybavení apod.).

Graf vypočtené doby dozvuku je uveden ve výpočetní příloze VP.01.

3. KONKRÉTNÍ ŘEŠENÍ PROSTOROVÉ AKUSTIKY

Tělocvična Frýdek Místek, ul. J. Čapka 2555

Akustický podhled: Na stropě haly je uvažována aplikace širokopásmově pohltivého podhledu **MAP-S** se zvýšenou mechanickou odolností, a to lokálně na samostatných zavěšených konstrukcích v polích mezi vazníky a prvky technologií viz výkresová příloha PA.02.

Akustické obklady stěn: V tělocvičně je na všech obvodových stěnách (viz. PA.01) uvažován vykrývací panel **VP** do výšky 0,4 m, na který navazuje obklad **PSP**, oba z materiálu na bázi dřeva. Obklad **PSP** je uvažován perforovaný, akusticky širokopásmově pohltivý. S výjimkou plochy pod tribunou (viz PA.03) a oken na boční stěně je obklad uvažován do výšky 3,3 m. Tento obklad snižuje celkovou dobu dozvuku, a zároveň brání vzniku třepotavé ozvěny mezi vzájemně rovnoběžnými stěnami tělocvičny.

Specifikace akustických prvků viz TAB.01.

4. ZÁVĚR

Projekt řeší prostorovou akustiku pro tělocvičnu ve Frýdku Místku, ul. J. Čapka 2555. Pro tento akusticky náročný prostor je stanovena optimální doba dozvuku a je proveden návrh akustických úprav tak, aby byl splněn definovaný požadavek normy ČSN 73 0527. Prostor tělocvičny návrh upravuje tak, aby zde byla dosažena odpovídající doba dozvuku stanovená uvedenou normou a vhodné akustické podmínky pro potřeby tělocvičny.

V případě jakýchkoliv změn v projektu je nutné zajistit odsouhlasení těchto změn odpovědným akustikem.

V průběhu realizace je u všech posuzovaných akusticky náročných prostorů potřeba provést etapové měření doby dozvuku a dále je po dokončení realizace nutné provést závěrečné měření doby dozvuku se zpracováním výsledků formou měřicího protokolu.

VÝPOČET DOBY DOZVUKU

název prostoru **Tělocvička Frýdek Místek, ul. J. Čapka 2555**

cílová doba dozvuku	$T_0 =$	1,90	s	základní parametry prostoru:		
toleranční pásmo		zúžené		výška	7,5	m
				délka	44,2	m
				plocha řezu	200,3	m ²
objem prostoru	$V =$	8918,7	m ³	půdorysná plocha	1270,0	m ²
plocha prostoru	$S =$	3659,1	m ²	obvod	146,0	m
				šířka	28,4	m

VÝPOČET

materiály	činitel zvukové pohltivosti k oktavovým pásmech						plochy
popis, základní charakteristika	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	(m²)
vzduch, 50% relativní vlhkost	6,60E-05	2,50E-04	6,83E-04	1,10E-03	2,70E-03	9,40E-03	–
strop							
otevřená plocha	0,15	0,15	0,20	0,20	0,20	0,20	61,6
SDK	0,12	0,08	0,04	0,04	0,04	0,04	453,5
Svítlidla, sálavé panely, výustky	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	172,3
SDK kufr	0,15	0,08	0,04	0,04	0,04	0,04	165,0
MAP-S	0,35	0,80	0,85	0,90	0,90	0,90	417,6
podlaha							
podlaha - odrazivá	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	1204,1
nábytek (202 sedaček na tribuně)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	65,9
stěny							
omítka	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	696,2
okna + dveře	0,12	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04	48,4
VP	0,15	0,08	0,06	0,05	0,05	0,05	51,1
PSP	0,35	0,75	0,80	0,70	0,55	0,50	323,4
				celková plocha			3659,1

suma ekvivalentní plochy (m ²)		487,4	763,0	791,9	794,8	803,3	1026,2
celková ekvivalentní pohltivá plocha v prostoru (m ²)		522,7	853,4	885,7	885,5	882,0	1101,0
poměr A/V (m ² /m ³)		0,059	0,096	0,099	0,099	0,099	0,123
toleranční pásmo (s)	dolní mez		1,52	1,52	1,52	1,52	
	horní mez		2,28	2,28	2,28	2,28	
vypočtená doba dozvuku dle řešení (s)		2,78	1,70	1,64	1,64	1,65	1,32

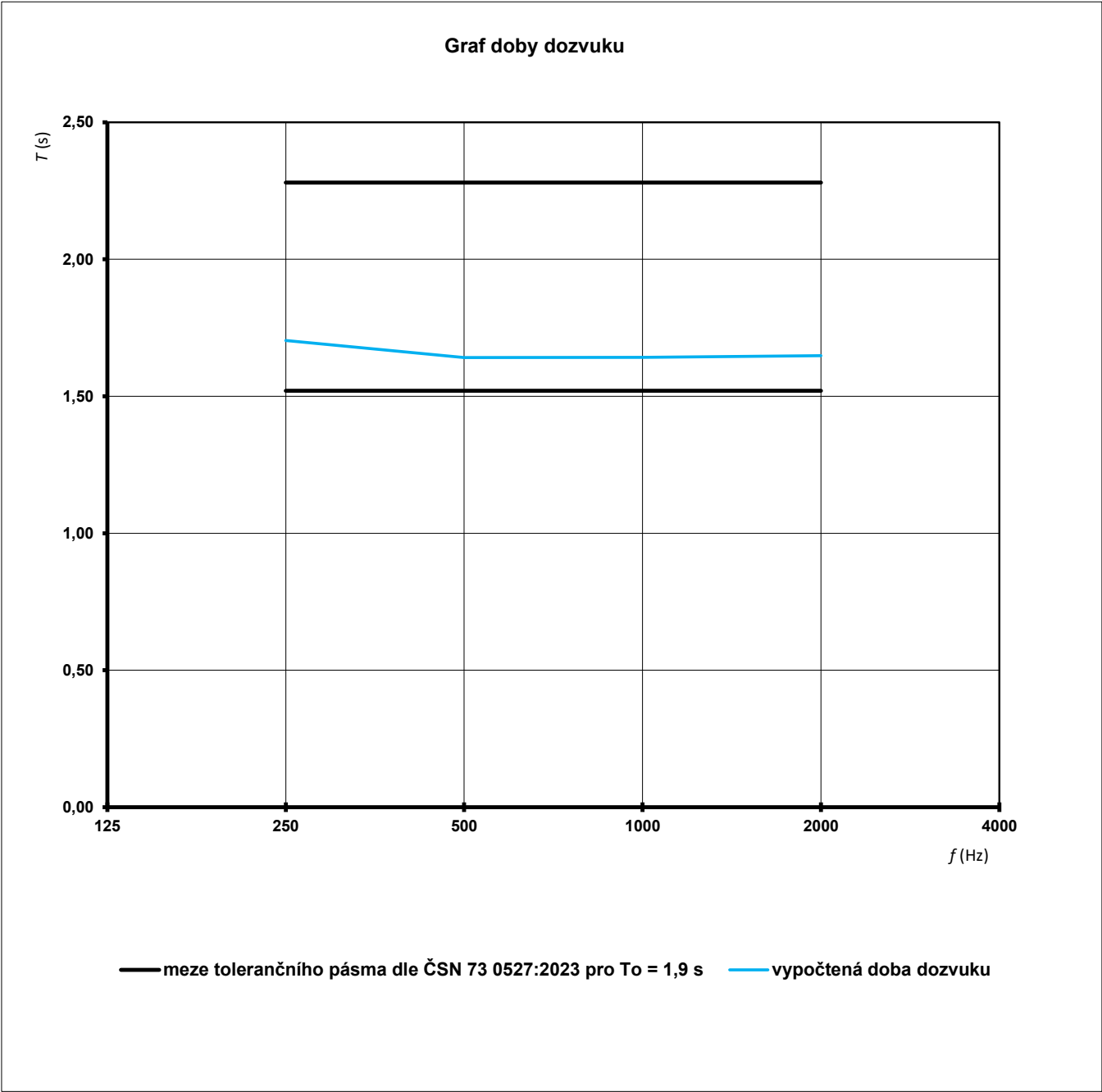
GRAF DOBY DOZVUKU

název prostoru: Tělocvička Frýdek Místek, ul. J. Čapka 2555

objem prostoru V = 8918,7 m³

plocha prostoru S = 3659,1 m²

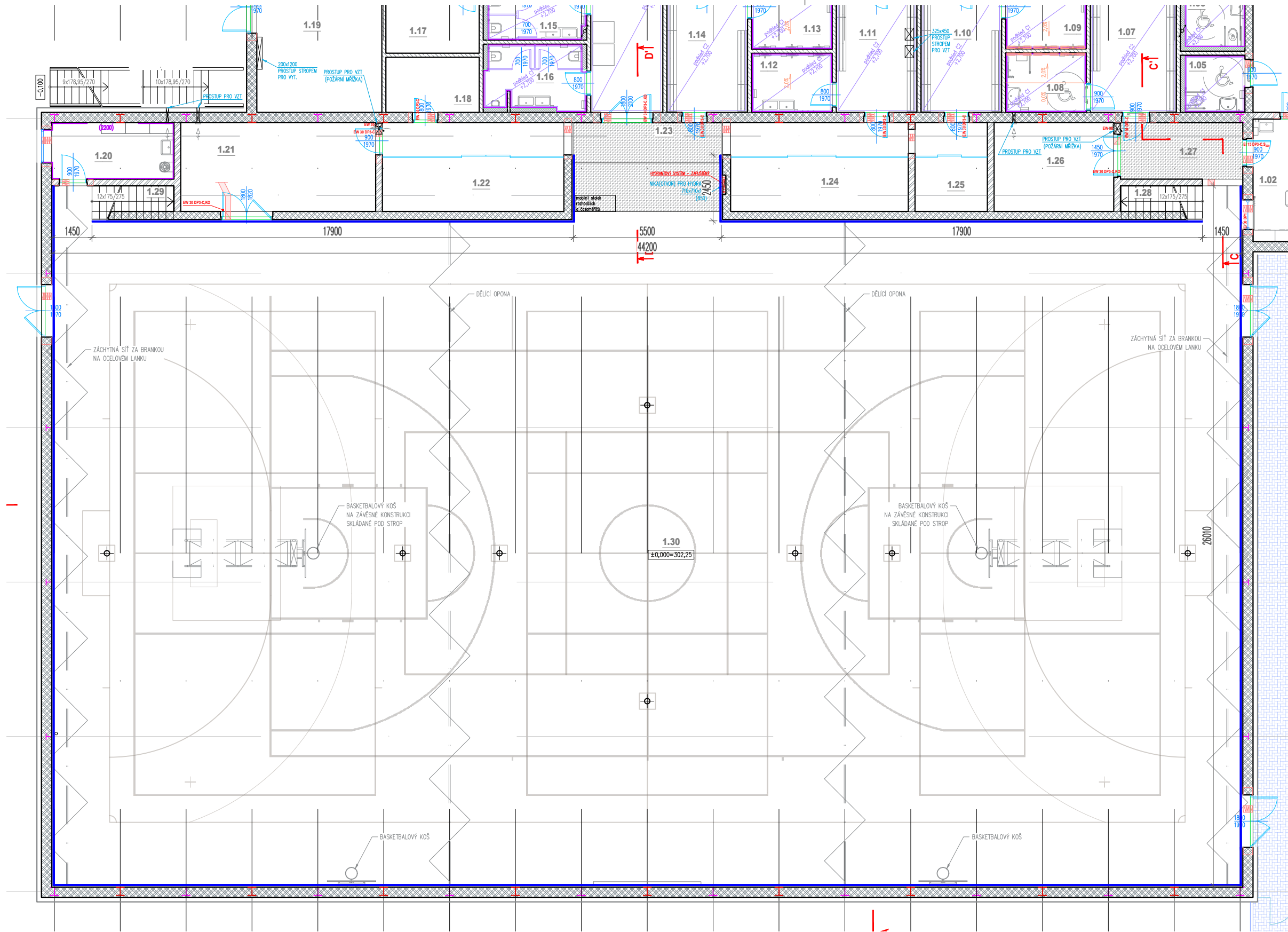
frekvence (Hz)		125	250	500	1000	2000	4000
vypočtená doba dozvuku			1,70	1,64	1,64	1,65	
toleranční pásmo (s)	dolní mez		1,52	1,52	1,52	1,52	
	horní mez		2,28	2,28	2,28	2,28	



Název akce:	Tělocvična Frýdek Místek, ul. J. Čapka 2555
Dokument:	Specifikace prvků prostorové akustiky
Profese:	Prostorová akustika
Stupeň dokumentace:	DPS

Čís. položky	kód položky	Název položky	Počet měř. jednotek	Měrná jednotka	Jednotková cena v Kč	Celková cena v Kč	Technické specifikace, technické a uživatelské standardy stavby, podrobný popis položky
Akustické úpravy stěn							
1	PSP	perforovaný stěnový panel	323,4	m ²			jedná se o širokopásmově absorpční akustický obklad s maximem činitele zvukové pohltivosti na středních kmitočtech; prvek je tvořen deskovým materiálem na bázi dřeva o tl. cca 18 mm (předpoklad březová překližka); deska je kotvena k vyrovnávacímu nosnému rastru; deska je navrtána kruhovými otvory o průměru 8 mm s roztečí otvorů 16 mm; rubová strana čelní desky je celoplošně čalouněna průzvučnou textilií černé barvy; dále je na rubovou stranu desek přisazena absorpční vložka o tl. 40 mm a objemové hmotnosti 20-30 kg/m ³ balená v polyethylenové folii s retardanty hoření o tloušťce ≤ 20 μm; třída reakce na oheň absorpční vložky vč. folie je A2-s1,d0; požadovaný činitel zvukové pohltivosti prvku o skladebné tl. 80 mm v oktávových pásmech je: 125 Hz – α ÷ 0,35; 250 Hz - α ÷ 0,75; 500 Hz - α ÷ 0,80; 1 kHz - α ÷ 0,70; 2 kHz - α ÷ 0,55; 4 kHz - α ÷ 0,50; celková skladebná tloušťka obkladu je cca 100 mm; obklad splňuje požadavky kategorie III mechanické odolnosti dle technického předpisu EU EOTA TR 001; skryté kotevní prvky; součástí položky jsou rovněž ukončovací a napojovací prvky, dále veškeré ostění, obložky a sokly; povrchová úprava desek: broušení a polyuretanový transparentní lak dle výběru architekta; požadavky PBŘ: B-S1,d0, index šíření plamene is<100 mm/min;
2	VP	vykrývací panel	51,1	m ²			jedná se o vykrývací akustický prvek z plného deskového materiálu s maximem zvukové pohltivosti na nízkých kmitočtech; lícová plocha prvku je tvořena plnou deskou z materiálu na bázi dřeva o tl. cca 18 mm; deska je kotvena k vyrovnávacímu nosnému rastru; vnitřní dutina je vyplněna přídatnou absorpční vložkou o objemové hmotnosti 20-30 kg/m ³ , o tloušťce a umístění dle požadovaných akustických parametrů; absorpční vložka je balena v mikroténové folii o tl. ≤20 μm; třída reakce na oheň absorpční vložky vč. folie je A2-s1,d0; požadovaný činitel zvukové pohltivosti prvku o skladebné tl. 80 mm v oktávových pásmech je: 125 Hz – α ÷ 0,15; 250 Hz - α ÷ 0,08; 500 Hz - α ÷ 0,06; 1 kHz - α ÷ 0,05; 2 kHz - α ÷ 0,05; 4 kHz - α ÷ 0,05; celková skladebná tloušťka je cca 100 mm; obklad splňuje požadavky kategorie III mechanické odolnosti dle technického předpisu EU EOTA TR 001; skryté kotevní prvky; součástí položky jsou rovněž ukončovací a napojovací prvky, dále veškeré ostění, obložky a sokly; povrchová úprava desek: broušení a polyuretanový transparentní lak dle výběru architekta; požadavky požadavky PBŘ: B-S1,d0, index šíření plamene is<100 mm/min;
Akustické úpravy stropů							
3	MAP-S	minerální akustický podhled - širokopásmový	417,6	m ²			jedná se širokopásmově pohltivý akustický stropní podhled s viditelným roštem a jádrem ze skelné vlny lisované v plástvích; formát jednotlivých panelů je 1200×600×40 mm; povrch je tvořen silnou sklovláknitou tkaninou bílé barvy s vysokou odolností proti mechanickým nárazům; montáž na samostatně vyvážanou a zavětrovanou nosnou konstrukci, ke které jsou jednotlivé panely upevňovány pomocí robustních omega profilů bílé barvy; lemování jednotlivých segmentů ocelovým U profilem; celková tloušťka systému je 70 mm; svěšení systému viz výkresová dokumentace; požadovaný činitel zvukové pohltivosti v oktávových pásmech pro danou aplikaci je: 125 Hz α ÷ 0,35; 250 Hz α ÷ 0,80; 500 Hz α ÷ 0,85; 1 kHz α ÷ 0,90; 2 kHz α ÷ 0,90; 4 kHz α ÷ 0,90; povrchová úprava bílé barvy; požadavek PBŘ: třída reakce na oheň A2-s1,d0;

	Akustická měření a projekční činnost						
4	DD	díleňská dokumentace	1	kpl			díleňská dokumentace profese prostorová akustika; Jedná se zejména o díleňské detaily provedení atypických akustických prvků; tato bude předložena k odsouhlasení generálnímu projektantovi, projektantovi akustiky a zástupci investora
5	OZK	ochrana a zakrytí konstrukcí	1	kpl			zajištění ochrany podlahy proti mechanickému poškození
6	PH	doprava a přesun hmot	1	kpl			
7	VRN	vedlejší rozpočtové náklady	1	kpl			
8	LES	lešení pro montáž	1	kpl			
9	MDD-E	měření doby dozvuku - etapové	1	ks			jedná se o etapové měření doby dozvuku dle normy ČSN EN ISO 3382-1 akusticky náročného prostoru tělocvičny s definovanými požadavky na cílovou dobu dozvuku; součástí měření je také vyhodnocení a protokolární zpracování výsledků s příslušnými závěry v komplexní vazbě na akustiku prostoru jako celku
9	MDD-Z	měření doby dozvuku - závěrečné	1	ks			jedná se o závěrečné měření doby dozvuku dle normy ČSN EN ISO 3382-1 akusticky náročného prostoru s definovanými požadavky na cílovou dobu dozvuku v tělocvičně; součástí měření je také vyhodnocení a protokolární zpracování výsledků
			celková cena bez DPH		0,-		



POZNÁMKA:

1. Veškeré kóty jsou pouze orientační, skutečné rozměry je nutno ověřit na stavbě před samotnou realizací. V případě, že budou difference významné, je nutné upozornit na ně architekta projektu.
2. Tato dokumentace neslouží jako výrobní dokumentace. Tu si musí dodavatel části vyhotovit a nechat odsouhlasit zástupcem investora a architektem projektu. Ve výrobní dokumentaci akustického obkladu stěn i stropu bude provedena koordinace s koncovými prvky všech profesí, budou zapracovány zejména pozice zárovek, vypínačů, výdechů VZT apod. a provedeny výřezy pro zabudování těchto prvků do obkladů.

Legenda půdorys

VP+PSP – Vykřívací panel + perforovaný stěnový panel

projektant části:

AVETON
AKUSTIKA
AV TECHNICKÁ
DESIGN

AVETON s.r.o.

Drahobejlova 1452/54, 190 00 Praha 9
T: +420 777 89 19 16 E: hradek@aveton.cz

Zpracoval:

zodpovědný projektant:

Ing. Jiří Dobiášovský

Ing. Tomáš Hrádek

akce:

stupeň:

měřítko:

datum:

24-05-42 Tělocvična Frýdek Místek

DPS

1:150

08/2024

část:

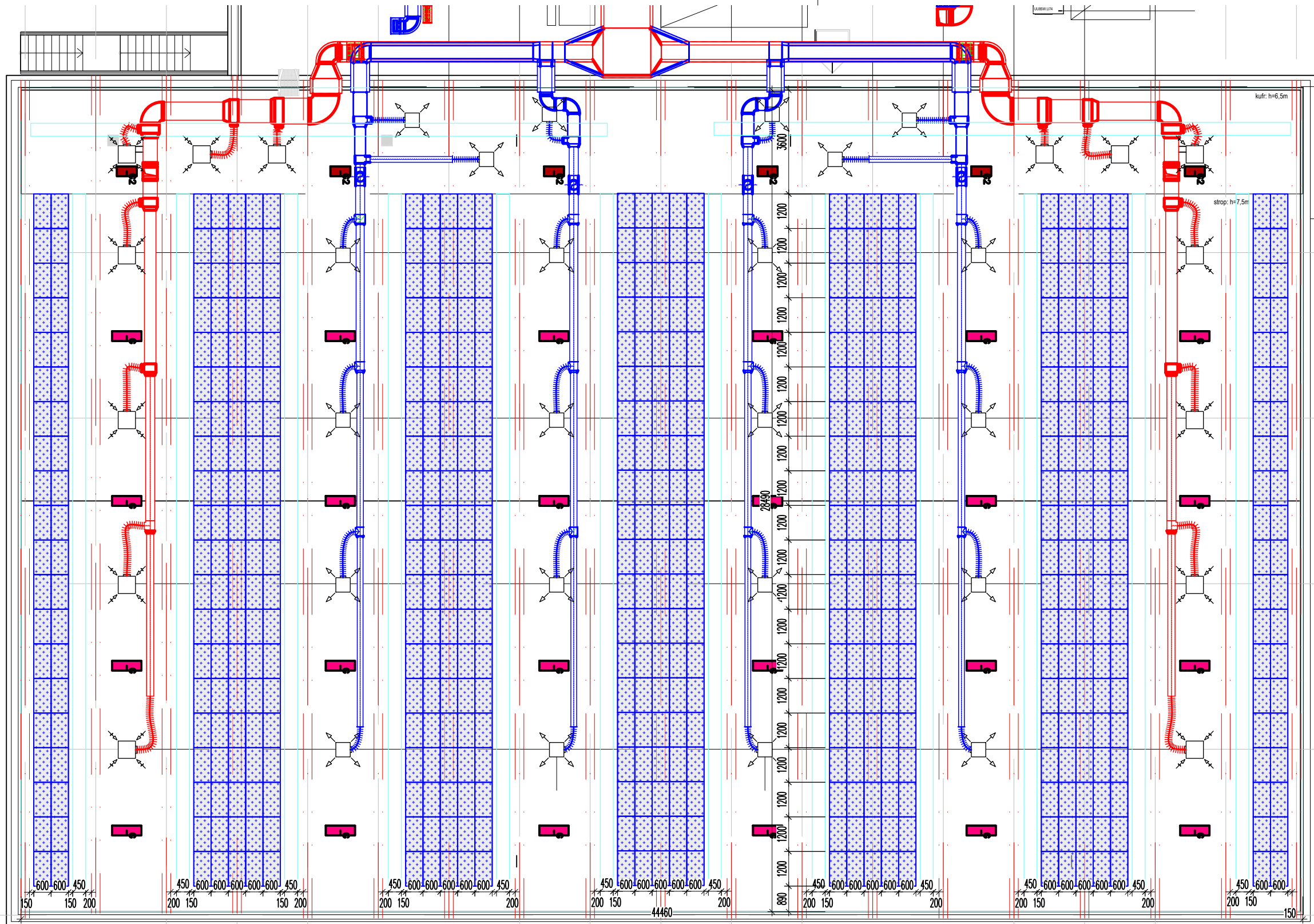
číslo přílohy:

název přílohy:

Prostorová akustika

PA.01

Rozmístění stěnových akust. prvků - půdorys



POZNÁMKA:

1. Veškeré kóty jsou pouze orientační, skutečné rozměry je nutno ověřit na stavbě před samotnou realizací. V případě, že budou difference významné, je nutné upozornit na ně architekta projektu.
2. Tato dokumentace neslouží jako výrobní dokumentace. Tu si musí dodavatel části vyhotovit a nechat odsouhlasit zástupcem investora a architektem projektu. Ve výrobní dokumentaci akustického obkladu stěn i stropu bude provedena koordinace s koncovými prvky všech profesí, budou zpracovány zejména pozice zásevek, vypínačů, výdechů VZT apod. a provedeny výřezy pro zabudování těchto prvků do obkladů.

Legenda akust. podhledů



RAP-S – Rastrový akust. podhled – širokopásmový

projektant části:

AVETON
AKUSTIKA
AV TECHNICKÁ
DESIGN

AVETON s.r.o.

Drahobejlova 1452/54, 190 00 Praha 9
T: +420 777 89 19 16 E: hradek@aveton.cz

Zpracoval:

zodpovědný projektant:

Ing. Jiří Dobiášovský

Ing. Tomáš Hrádek

akce:

stupeň:

měřítko:

datum:

24-05-42 Tělocvična Frýdek Místek

DPS

1:150

08/2024

část:

číslo přílohy:

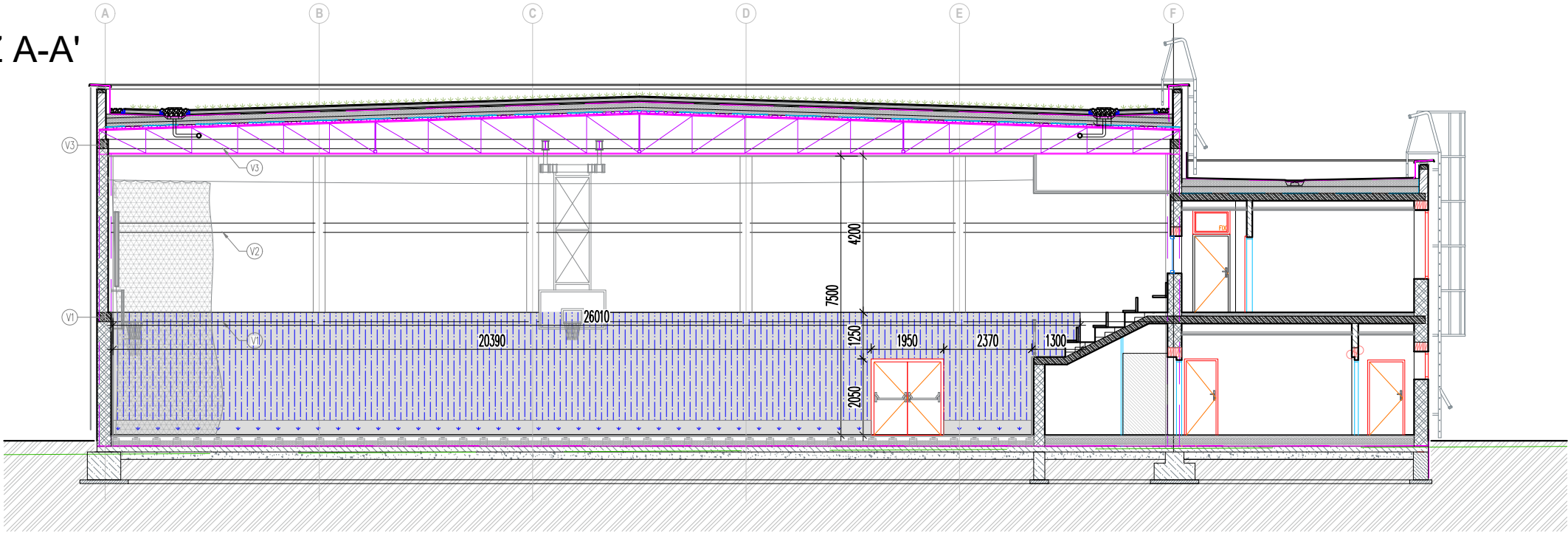
název přílohy:

Prostorová akustika

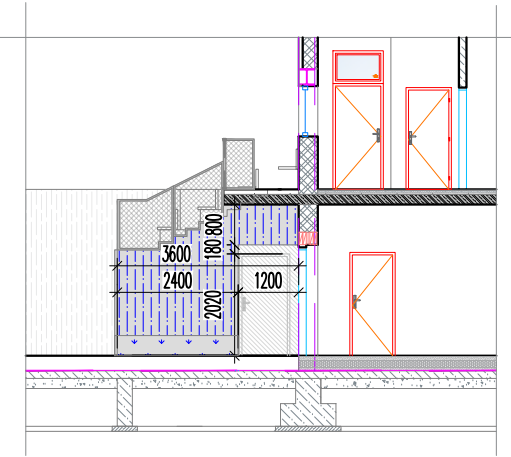
PA.02

Rozmístění akustických prvků - pohled

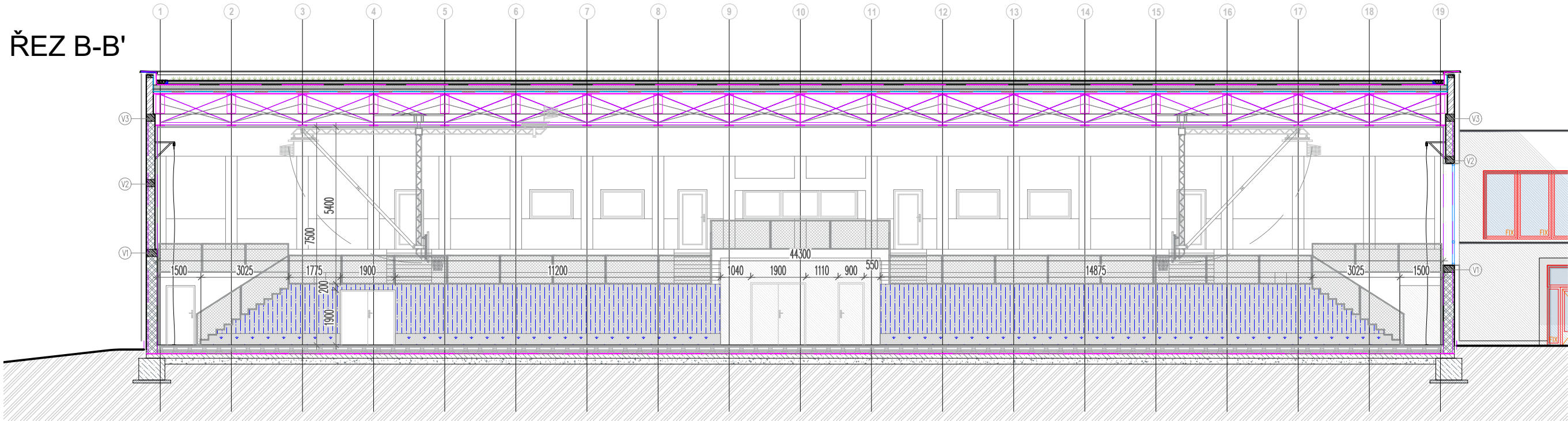
ŘEZ A-A'





ŘEZ D-D'



ŘEZ B-B'



Legenda akust. obkladů

-  PSP – Perforovaný stěnový panel
-  VP – Vykřivací panel

POZNÁMKA:

1. Veškeré kóty jsou pouze orientační, skutečné rozměry je nutno ověřit na stavbě před samotnou realizací. V případě, že budou difference významné, je nutné upozornit na ně architekta projektu.
2. Tato dokumentace neslouží jako výrobní dokumentace. Tu si musí dodavatel části vyhotovit a nechat odsouhlasit zástupcem investora a architektem projektu. Ve výrobní dokumentaci akustického obkladu stěn i stropu bude provedena koordinace s koncovými prvky všech profesí, budou zapracovány zejména pozice záruvek, vypínačů, výdechů VZT apod. a provedeny výřezy pro zabudování těchto prvků do obkladů.

projektant části:

AVETON
AKUSTIKA
AV TECHNICKÁ
DESIGN

AVETON s.r.o.
Drahobejlova 1452/54, 190 00 Praha 9
T: +420 777 89 19 16 E: hradek@aveton.cz

Zpracoval:
zodpovědný projektant:

Ing. Jiří Dobiášovský
Ing. Tomáš Hrádek

akce: **24-05-42 Tělocvična Frýdek Místek**
stupeň: **DPS**
měřítko: **1:150**
datum: **08/2024**

část: **Prostorová akustika**
číslo přílohy: **PA.03**
název přílohy: **Rozmístění akust. prvků - pohled na stěny**