

EKOLA group, spol. s r.o.

Držitel certifikátů:

ČSN EN ISO 9001:2016

ČSN EN ISO 14001:2016

ČSN ISO 45001:2018

Národní zemědělské muzeum

Rekonstrukce multifunkčního sálu v budově NZM Praha

Projekt prostorové akustiky

Číslo zakázky: 21.0137-05

EKOLA group, spol. s r.o.

Mistrovská 4

108 00 Praha 10

IČ: 63981378

DIČ: CZ63981378

Telefon: +420 274 784 927-9

Fax: +420 274 772 002

E-mail: ekola@ekolagroup.cz

www.ekolagroup.cz

Březen 2021



Název akce: **Národní zemědělské muzeum – rekonstrukce multifunkčního sálu v budově NZM Praha**
Projekt prostorové akustiky

Zadavatel: **ARCH TECH – Ing. Karel Sehyl**
K Noskovně 148
164 00 Praha 6 - Nebužice

Zhotovitel: **EKOLA group, spol. s r.o.**
Mistrovská 558/4
108 00 Praha 10



Vedoucí projektu: **Jan Bretšnajdr, BSc.**

Zprávu vypracoval: **Jan Bretšnajdr, BSc.**

Kontroloval: **Ing. Petr Novák**
Vedoucí oddělení prostorové
a stavební akustiky

Veškerá práva k využití si vyhrazuje EKOLA group společně se zadavatelem.

Výsledky a postupy obsažené ve zprávě jsou duševním majetkem společnosti EKOLA group, spol. s r.o., a jsou chráněny autorskými právy ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

Praha, březen 2021

Obsah:

1. Úvod	3
2. Všeobecný popis	3
3. Požadavky na dobu dozvuku resp. akustickou úpravu	4
3.1 Multifunkční sál	4
3.2 Jednací místnosti a kavárna	5
4. Materiály pro akustickou úpravu	6
4.1 Strop	6
4.2 Stěny	7
5. Stručný popis akustických úprav	8
5.1 Multifunkční sál 1 (m.č. 1.06)	8
5.2 Multifunkční sál 2 (m.č. 1.07)	8
5.3 Jednací místnost 1 (m.č. 1.04)	8
5.4 Jednací místnost 2 (m.č. 1.08)	9
5.5 Kafeterie + bar (m.č. 1.01 + 1.02)	9
6. Výpočet doby dozvuku	9
7. Závěr	10
Příloha 1: Vypočtený průběh doby dozvuku v malém multifunkčním sále (m.č. 1.06)	12
Příloha 2: Vypočtený průběh doby dozvuku ve velkém multifunkčním sále (m.č. 1.06+1.07)	13
Příloha 3: Vypočtený průběh doby dozvuku ve velkém multifunkčním sále + jednací místnost 2 (m.č. 1.06+1.07+1.08)	14
Příloha 4: Vypočtený průběh doby dozvuku v jednacích místnostech (m.č. 1.04 a 1.08)	15
Příloha 5: Výkaz výměr akustických materiálů	16

1. Úvod

Předmětem této zprávy je návrh akustických úprav (podhledů a obkladů) v prostorách Národního zemědělského muzea (NZM) v Praze.

2. Všeobecný popis

Parametry (objem a celková plocha obklopujících stěn vč. podlahy a stropu) předmětných prostor jsou uvedeny v následujícím přehledu.

Míst. č.	Název místnosti	Objem V (m ³)	Plocha S (m ²)
1.06	Multifunkční sál 1	588	499
1.07	Multifunkční sál 2	587	498
1.04	Jednací místnost 1	97	130
1.08	Jednací místnost 2	186	206
1.01 + 1.02	Kafeterie + bar	392	352

Požadavkem investora je v rekonstruovaném prostoru multifunkčního sálu zajistit vhodné akustické podmínky pro několik variant uspořádání prostoru. Multifunkční sál bude dle podkladů možné rozdělit pomocí mobilních stěn do následujících variant:

- Multifunkční sál malý (m.č. 1.06) – max. kapacita 132 osob
- Multifunkční sál velký (m.č. 1.06 + 1.07) – max. kapacita 174 osob
- Multifunkční sál velký s prostorem jednací místnosti 2 (m.č. 1.06 + 1.07 + 1.08) – max. kapacita 198 osob

Prostor multifunkčního sálu velkého (m.č. 1.06 + 1.07) má v půdorysu obdélníkový tvar o rozměrech cca 18 x 15,3 m.

Prostor jednací místnosti 1 (m.č. 1.04) má v půdorysu obdélníkový tvar o rozměrech cca 6,16 x 3,73 m.

Prostor jednací místnosti 2 (m.č. 1.08) má v půdorysu obdélníkový tvar o rozměrech cca 7,42 x 5,73 m.

V prostorách sálu a jednacích místností se dle poskytnutých podkladů výška plánovaného plného SDK podhledu uvažuje cca 4 m nad podlahou. Podlaha se uvažuje dřevěná, vlýsková, s částečnou zvukovou pohltivostí na nízkých frekvencích. Stěny jsou do výšky cca 2 m nad podlahou hladce omítnuté a zvukově odrazivé. Většinu plochy stěn nad 2 m tvoří zasklení oken s částečnou zvukovou pohltivostí na nízkých frekvencích. Strop se uvažuje v podobě plného SDK podhledu s částečnou zvukovou pohltivostí na nízkých frekvencích. Jednotlivé prostory budou rozdělovat již zmiňované mobilní stěny, které v případě potřeby bude možno odstranit a prostory tak spojit pro větší události.

Požadavkem investora je v rekonstruovaném prostoru multifunkčního sálu zajistit vhodné akustické podmínky pro pořádání konferencí, meetingů, výstav, hudebních produkcí a dalších podobných akcí. K tomu je nezbytné přizpůsobit akustické parametry sálu, zejména pak dobu dozvuku, a zajistit vhodnou distribuci zvukového pole.

Prostor kafeterie + baru (m.č. 1.01 + 1.02) má v půdorysu obdélníkový tvar o rozměrech cca 11,3 x 8,36 m. Stropní podhled je předmětem této zprávy. Podlaha se uvažuje kaučukové linoleum zvukově odrazivé. Stěny jsou hladké omítnuté zvukově odrazivé.

V případě akusticky neupraveného prostoru dochází k výraznému snížení srozumitelnosti lidské řeči, resp. snížení jasnosti v případě hudební produkce. S dobou dozvuku vyšší, než je

doporučené optimum vzhledem k předpokládané funkci prostoru, rovněž stoupá vnímaná hluchnost a hluková zátěž přítomných osob, která snižuje celkově vnímaný komfort vnitřního prostředí. Za těmito účely byly navrženy níže popsané akustické úpravy.

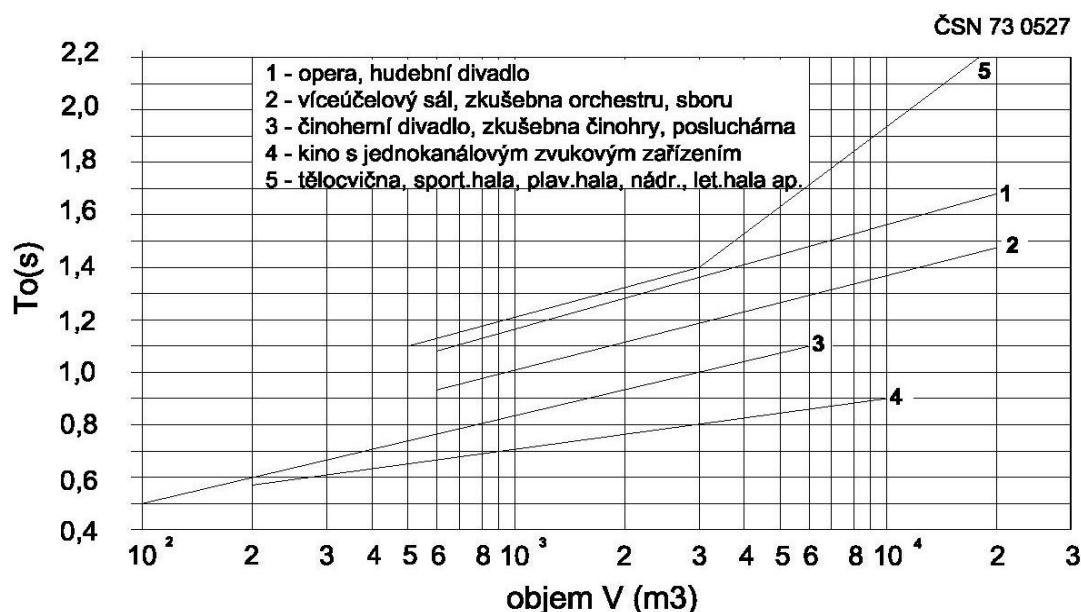
3. Požadavky na dobu dozvuku resp. akustickou úpravu

3.1 Multifunkční sál

Optimální doba dozvuku T_0 resp. akustická úprava v akusticky náročných prostorách je dána jejich objemem a způsobem využití – viz obr.1 níže. Tuto problematiku v prostorách pro kulturní, školní a veřejné účely řeší ČSN 73 0527. Norma má charakter doporučení a bez legislativní opory (zákon, nařízení vlády, vyhláška apod.) není právně závazná, není-li její splnění součástí smluvního vztahu. V našem případě vyplývá požadavek přiblížení se požadavkům ČSN 73 0527 z požadavku investora zajistit vhodné akustické podmínky vzhledem k předpokládané funkci sálu.

Vzhledem k plánovanému kombinovanému využití bude multifunkční sál pro potřeby stanovení optimální doby dozvuku posuzován jako víceúčelový sál.

Závislost optimální doby dozvuku T_0 na objemu a způsobu využití daného prostoru je možno odvodit z následujícího obr.1 (převzato z ČSN 73 0527). Pro víceúčelový sál (využití pro řeč i hudbu) se stanoví optimální doba dozvuku T_0 podle křivky č. 2.



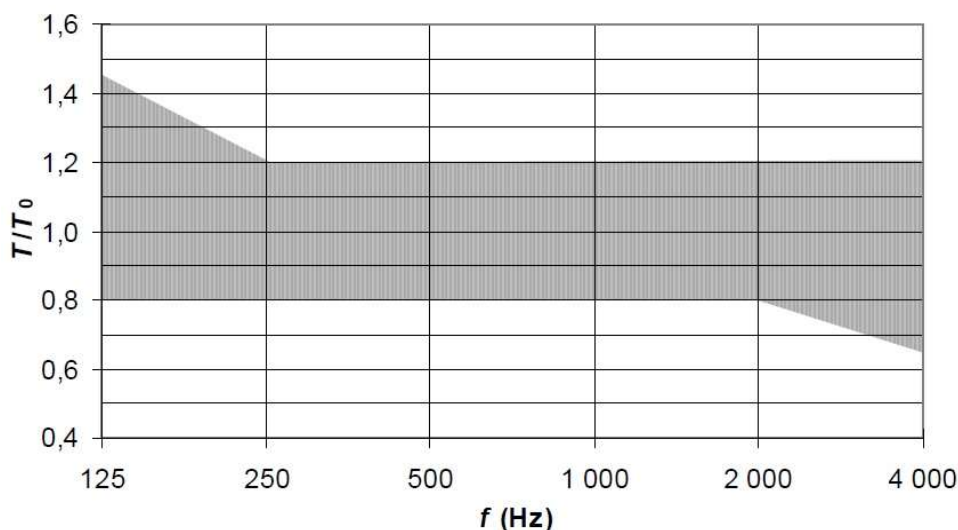
Obr. 1 - Závislost optimální doby dozvuku T_0 (s) pro kmitočet 1000 Hz na objemu V (m³) uzavřeného prostoru v obsazeném stavu (u závislosti 5 v neobsazeném stavu)

Konkrétní požadavky dle ČSN 73 0527 jsou tedy v našem případě tyto:

Míst. č.	Název místnosti	Objem V (m³)	T_0 (s)	
1.06	Multifunkční sál malý	588	Víceúčelový sál	0,95
1.06 + 1.07	Multifunkční sál velký	1175	Víceúčelový sál	1,03
1.06 + 1.07 + 1.08	Multifunkční sál velký s prostorem jednací místnosti	1361	Víceúčelový sál	1,05

Doba dozvuku se hodnotí v obsazeném stavu, tj. při přítomnosti osob.

Frekvenční průběh doby dozvuku by měl v případě víceúčelového sálu probíhat v rozsahu od 125 Hz do 4 kHz uvnitř tolerančního pásma dle ČSN 730527 – viz následující obrázek 2.



Obr. 2 - Přípustné rozmezí poměru dob dozvuku T/T_0 obsazeného prostoru určeného k přednesu hudby i řeči v závislosti na středním kmitočtu oktávového pásma.

3.2 Jednací místnosti a kavárna

Doba dozvuku je základním fyzikálním parametrem popisujícím akustické podmínky v rámci uzavřeného prostoru. Na době dozvuku závisí další objektivní i subjektivní parametry, jako je srozumitelnost konverzace a míra vnímané hlučnosti prostoru. Od těchto parametrů se následně odvíjí celkově vnímaný akustický komfort prostoru, který je významnou součástí celkové kvality vnitřního prostředí.

V ČR v současnosti pro dobu dozvuku v prostorách kanceláří a jednacích místnostech neexistuje žádná platná legislativa, která by stanovovala přesné limity. Norma ČSN EN 730530 tuto problematiku řešila, ale v roce 2007 byla zrušena. Způsob, jakým stanovovala přesné limity, v závislosti na objemu dané místnosti, je podobný pro typ místnosti posluchárna v normě ČSN EN 730527. Optimální hodnoty doby dozvuku se tak u většiny podobných projektů stanovují na základě této analogie nebo zahraničních norem a studií s ohledem na požadovanou úroveň akustického komfortu, kterého má být v řešených prostorech dosaženo.

Stanovení optimální doby dozvuku pro řešené prostory je i součástí této studie. K tomu byla provedena rešerše následujících zdrojů:

- **ČSN EN 730527** – Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro veřejné účely
- **DIN 18041** – Prostorová akustika – Požadavky, doporučení a pokyny pro projektování
- **LEED v4** for Interior design and construction – EQ Credit:Acoustic Performance

Všechny výše uvedené zdroje stanovují optimální dobu dozvuku jiným způsobem. Některé ji stanovují vzhledem k objemu dané místnosti, některé pouze jako univerzální jednočíslnou hodnotu. Následující tabulka shrnuje závěry provedené rešerše.

Tabulka 1: Rešerše doporučené doby dozvuku (ČSN, DIN, LEED)

Typ místnosti	ČSN EN 730527		DIN 18041		LEED v4	
	Relevantní kategorie	T_{opt} (s)	Relevantní kategorie	T_{opt} (s)	Relevantní kategorie	T_{opt} (s)
Jednací místnost	Posluchárna	0,6	B5	0,6	Private office	0,6

Optimální hodnota doby dozvuku, ke které bude cílem se v rámci navrhovaných úprav jednacích místností přiblížit, je **0,6 s**.

Výše uvedené hodnoty doby dozvuku by měly zaručit dostatečnou srozumitelnost konverzace a snížit vnímanou hlučnost prostorů, vzhledem k jejich předpokládané funkci. Doporučené optimální hodnoty doby dozvuku byly pro jednotlivé prostory stanoveny ve frekvenčním pásmu od 500 Hz do 2 kHz, což je důležité pásmo srozumitelnosti řeči.

Pro zajištění akustického komfortu je nutné sledovat nejen výměru zvukově pohltivých prvků snižujících dobu dozvuku, ale také jejich rozmístění, vzhledem k předpokládaným lokacím významných zdrojů rušení atd.

V ČR v současnosti pro dobu dozvuku v prostorách kavárny a baru neexistuje žádná platná legislativa, která by stanovovala přesné limity. Návrh akustických úprav se tedy bude řešit formou doporučení.

4. Materiály pro akustickou úpravu

Při návrhu akustické úpravy byly za základ vzaty požadavky uvedené v kapitole 3.

Na základě výpočtů doby dozvuku, znalosti dispozice a materiálů navržených dle aktuálního stavu projektu je zřejmé, že bez dodatečných akustických úprav bude výsledná doba dozvuku vyšší, než požaduje ČSN 73 0527 pro VÚS. Překročení by bylo nejvýraznější na středních frekvencích, které jsou současně kritické pro vnímanou srozumitelnost lidské řeči. Pro zajištění vhodného akustického komfortu vzhledem k předpokládané funkci prostoru proto musí být doplněny dodatečné akustické úpravy, aby se výsledná doba dozvuku co nejvíce přiblížila výše představeným optimálním pásmům. Návrh těchto úprav je předmětem tohoto projektu.

4.1 Strop

SPAP-N – soliterní podstropní akustické prvky – nízko-tónové

Technický popis:

Speciální akustické prvky nízkofrekvenčně pohltivé. Jedná se o samostatné deskové prvky připomínající tvarem včelí plástev. Plocha jednoho prvku cca 1,25 m². Každý prvek je instalován na přímých stavitelných závěsech a při montáži tedy umožňuje úpravu svého natočení k vytvoření designového konceptu. Prvek je vyroben z desky na bázi dřeva o tl. 18 mm, lokálně vyztužený z nepohledové strany žebry. Nad pohledovou deskou akustický absorbent na bázi minerální izolace tl. 50 mm uzavřený v boxu na bázi dřeva hloubky cca 100 mm. Předpokládá se svěšení spodní hrany max. 300 – 400 mm pod stropem a natočení oproti horizontální rovině max. 18,5°. Pohledová deska potažena zvukově průzvučnou textilií.

SPAP-Š – soliterní podstropní akustické prvky – širokopásmové

Technický popis:

Speciální akustické prvky širokopásmově pohltivé. Jedná se o samostatné deskové prvky připomínající tvarem včelí plástev. Plocha jednoho prvku cca 1,25 m². Každý prvek je instalován na přímých stavitelných závěsech a při montáži tedy umožňuje úpravu svého natočení k vytvoření designového konceptu. Prvek je vyroben z perforované desky (díry o průměru minimálně 8 mm, podíl perforace 15 – 20 %) na bázi dřeva o tl. 18 mm, lokálně vyztužený z nepohledové strany žebry. Nad pohledovou perforovanou deskou akustický absorbent na bázi minerální izolace tl. 50 mm uzavřený v boxu na bázi dřeva hloubky cca 100 mm. Předpokládá se svěšení spodní hrany max. 300 – 400 mm pod stropem a natočení oproti horizontální rovině max. 18,5°. Pohledová deska potažena zvukově průzvučnou textilií.

MP-P – minerální podhled zavěšený

Technický popis:

Akustický minerální rastrový podhled. Přiznaný rastr nosné konstrukce. Desky v rastru 600 x 1200 mm (tloušťka 20 mm) s širokospektrální funkcí zvukové pohltivosti. Svěšení podhledu 100 – 300 mm od stropu.

Referenční výrobek: Ecophon Performance 600x1200x20mm, rastr C3 barevnost - bílá

MP-S – minerální podhled zavěšený

Technický popis:

Akustický minerální rastrový podhled. Přiznaný rastr nosné konstrukce. Desky v rastru 600 x 1200 mm (tloušťka 20 mm) s širokospektrální funkcí zvukové pohltivosti. Svěšení podhledu 100 – 300 mm od stropu.

Referenční výrobek: Ecophon Hygiene Protec Air 600x1200x20mm, rastr C3 barevnost - bílá

4.2 Stěny

ŠAO – širokopásmový akustický obklad

Technický popis:

Akustický obklad širokopásmový – obklad na bázi dřeva s perforací evokující lán obilí. Čelní deska na bázi dřeva tl. 18 – 22 mm, doplněná z rubové strany difuzní černou tkaninou a akustickým absorbentem na bázi minerální izolace tl. 50mm zabaleným proti úletu částic do vysoce pruživé folie. Za vrstvou minerální izolace se uvažuje vytvoření vzduchové mezery min. 100 mm pro správnou akustickou funkci obkladu a současně dostatečné provětrávání a správnou funkci za obkladem umístěných otopných těles. U podlahy se předpokládá přizpůsobení obkladu elektroinstalacím vytvořením soklu, žlabu apod. Povrchová úprava lak nebo dýha dle výběru architekta.

ŠAO-K – širokopásmový akustický obklad – kombinovaný

Technický popis:

Akustický obklad širokopásmový – obklad na bázi dřeva s perforací evokující lán obilí. Čelní deska na bázi dřeva tl. 18 – 22 mm, doplněná z rubové strany difuzní černou tkaninou a akustickým absorbentem na bázi minerální izolace tl. 50mm zabaleným proti úletu částic do vysoce pruživé folie. Za vrstvou minerální izolace se uvažuje vytvoření vzduchové mezery min. 100 mm pro správnou akustickou funkci obkladu a současně dostatečné provětrávání a správnou funkci za obkladem umístěných otopných těles. Pás do cca 1000 mm výšky se zaslepenou perforací pro pohltivost na nízkých kmitočtech. Vzduchovou mezeru pásu do cca 1000 mm uvnitř obkladu neoddělovat od perforovaného pásu nad ním. U podlahy se předpokládá přizpůsobení obkladu elektroinstalacím vytvořením soklu, žlabu apod. Povrchová úprava lak nebo dýha dle výběru architekta.

5. Stručný popis akustických úprav

5.1 Multifunkční sál 1 (m.č. 1.06)

Akustický obklad stropu

10 ks solitérních podstropních akustických prvků nízko-tónových dle specifikace **SPAP-N**.

20 ks solitérních podstropních akustických prvků širokopásmových dle specifikace **SPAP-Š**.

Nepravidelné rozložení v celé ploše stropu podtrhující tvar včelích pláství. Svěšení spodní hrany cca 300 – 400 mm pod plným SDK podhledem. Přesné rozvržení SPAP-N a SPAP-Š viz. výkresová příloha.

Akustický obklad stěn

Širokopásmový dřevěný akustický obklad kombinovaný dle specifikace **ŠAO-K** na stěnách **do výšky cca 2 m** nad podlahou.

Celková plocha obkladu ŠAO-K cca 31,9 m², přesné rozvržení viz. výkresová příloha.

5.2 Multifunkční sál 2 (m.č. 1.07)

Akustický obklad stropu

5 ks solitérních podstropních akustických prvků nízko-tónových dle specifikace **SPAP-N**.

25 ks solitérních podstropních akustických prvků širokopásmových dle specifikace **SPAP-Š**.

Nepravidelné rozložení v celé ploše stropu podtrhující tvar včelích pláství. Svěšení spodní hrany cca 300 – 400 mm pod plným SDK podhledem. Přesné rozvržení SPAP-N a SPAP-Š viz. výkresová příloha.

Akustický obklad stěn

Širokopásmový dřevěný akustický kombinovaný obklad dle specifikace **ŠAO-K** na stěnách **do výšky cca 2 m** nad podlahou.

Celková plocha obkladu ŠAO-K cca 49,4 m², přesné rozvržení viz. výkresová příloha.

5.3 Jednací místnost 1 (m.č. 1.04)

Akustický obklad stropu

5 ks solitérních podstropních akustických prvků širokopásmových dle specifikace **SPAP-Š**.

Svěšení spodní hrany cca 300 – 400 mm pod plným SDK podhledem. Přesné rozvržení SPAP-Š viz. výkresová příloha.

Akustický obklad stěn

Širokopásmový dřevěný akustický obklad dle specifikace **ŠAO** na stěnách **do výšky cca 2 m** nad podlahou.

Celková plocha obkladu ŠAO cca 11,8 m², přesné rozvržení viz. výkresová příloha.

5.4 Jednací místnost 2 (m.č. 1.08)

Akustický obklad stropu

11 ks solitérních podstropních akustických prvků širokopásmových dle specifikace **SPAP-Š**.

Svěšení spodní hrany cca 300 – 400 mm pod plným SDK podhledem. Přesné rozvržení SPAP-Š viz. výkresová příloha.

Akustický obklad stěn

Širokopásmový dřevěný akustický obklad dle specifikace **ŠAO na stěnách do výšky cca 2 m** nad podlahou.

Celková plocha obkladu ŠAO cca 23,7 m², přesné rozvržení viz. výkresová příloha.

5.5 Kafeterie + bar (m.č. 1.01 + 1.02)

4,5 m² minerálního akustického podhledu dle specifikace **MP-P**. Svěšení podhledu 100 – 300 mm od stropu.

67,5 m² minerálního akustického podhledu dle specifikace **MP-S**. Svěšení podhledu 100 – 300 mm od stropu.

19 m² akustického impregnovaného plného SDK podhledu. Svěšení podhledu 100 – 300 mm od stropu.

6. Výpočet doby dozvuku

Výpočet doby dozvuku po úpravách

Výpočet doby dozvuku po úpravách byl použit dle ČSN 73 0525 podle Eyringova vztahu:

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

kde V ... objem místnosti

S ... celková plocha ohraničujících stěn místnosti

α_s ... střední činitel zvukové pohltivosti (-)

m ... činitel útlumu zvuku při šíření ve vzduchu

Střední činitel zvukové pohltivosti vypočteme podle vztahu:

$$\alpha_s = \frac{\sum S_i \cdot \alpha_i}{S} \text{ (-)} \quad /2/$$

kde S_i ... je dílčí pohltivá plocha (m²)

α_i ... činitel zvukové pohltivosti dílčí plochy (-)

Výpočet doby dozvuku byl proveden podle ČSN 73 0525 a ČSN 73 0527 v oktávových pásmech se středními kmitočty 125 Hz až 4 kHz. Cílové doby dozvuku T_0 byly voleny v souladu s požadavky v kap. 3.

Vypočítané doby dozvuku jsou uvedeny ve výpočetní příloze, kde je graficky znázorněn frekvenční průběh vypočítané doby dozvuku v porovnání se zvolenými tolerancemi dle ČSN 73 0527 a kap. 3.

Činitele zvukové pohltivosti α vstupující do výpočtů byly stanoveny na základě odborné literatury, firemních údajů a provedených měření stejných nebo podobných akustických materiálů a prvků.

7. Závěr

Realizace výše uvedených akustických opatření ve všech řešených prostorách Národního zemědělského muzea by měla zajistit dostatečný akustický komfort z hlediska funkce jejich využití.

Výpočetní přílohy 1 až 3 znázorňují vypočtené průběhy doby dozvuku různých variant uspořádání prostoru sálů a porovnání s tolerančním pásmem dle dané varianty. Všechny výpočty řešených prostorů počítají s obsazeností lidmi cca 50 %. Při plné obsazenosti sálů lze očekávat dobu dozvuku při spodní hranici tolerančního pásma, a naopak v téměř prázdných sálech lze očekávat dobu dozvuku při horní hranici tolerančního pásma.

Výsledná doba dozvuku po provedení úprav se očekává frekvenčně vcelku vyrovnaná v rozmezí cca 0,76 – 1,26 s (v závislosti na obsazenosti). Tyto hodnoty by měly zajistit jak dostatečnou srozumitelnost lidské řeči (přirozené i reprodukované), tak dostatečnou jasnost případné hudební nebo jiné produkce. Navrženými úpravami se rovněž předpokládá snížení vnímané hlučnosti prostoru.

Optimální hodnoty doby dozvuku byly pro jednací místnosti stanoveny ve frekvenčním pásmu od 500 Hz do 2 kHz, což je důležité pásmo pro srozumitelnost řeči. Navrženými akustickými úpravami bude zajištěno snížení doby dozvuku na optimální úroveň v tomto pásmu pro řešené jednací místnosti, viz výpočetní příloha 4.

Přesné rozmístění akustických prvků a jejich případné kolize s jinými technologiemi je nutné konzultovat s ostatními profesemi.

Akustické parametry (doba dozvuku) závisí nejen na rozsahu akustické úpravy, ale také jejich rozmístění. Dojde-li k výraznějším změnám oproti tomto návrhu, je nutné je konzultovat s akustikem.

Správná akustika konferenčních a produkčních prostor je komplexní úlohou, ve které je nutné kromě správně navržené prostorové akustiky důkladněji řešit i nasazení konkrétní ozvučovací soustavy. Ta by měla být optimálně dimenzovaná, aby její výkon vzhledem k velikosti prostoru dostačoval k jeho ozvučení pro potřeby hudebních a jiných produkcí, ale současně aby nebyl předimenzována pro potřeby pouze tichého ozvučení, např. konferencí, debat apod. Kromě výkonu soustavy by měly být sledovány i směrové a frekvenční charakteristiky jejich jednotlivých prvků, stejně tak jako jejich optimální rozmístění v prostoru pro zajištění nezkráceného a rovnoměrného ozvučení celého prostoru. Pro tyto potřeby se v případě významnějších projektů využívá podobných 3D počítačových simulací, které byly použity pro zde provedenou analýzu distribuce signálu.

Vzhledem k reprezentativní povaze navrhovaného prostoru a vysokým požadavkům na akustický komfort doporučujeme zaměřit se i na tuto problematiku přímo související s prostorovou akustikou.

Projekt a zprávu vypracovali:

Jan BRETŠNAJDR, BSc.

Ing. Ondřej SIMON

Ing. arch. Milan NESMĚRÁK, Ph.D.

Ing. Petr NOVÁK

V Praze 31.03.2021

Použité podklady

- /1/ Podklady poskytnuté objednatelem (půdorysy objektu) 03/2021
- /2/ ČSN 73 0525 – Akustika - Projektování v oboru prostorové akustiky - Všeobecné zásady. 1998
- /3/ ČSN 73 0527 - Akustika - Projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely. 2005
- /4/ ČSN EN 12354-6 - Stavební akustika - Výpočet akustických vlastností budov z vlastností stavebních prvků - Část 6: Zvuková pohltivost v uzavřených prostorech. Příloha C.
- /5/ Prospekty, katalogy a www stránky

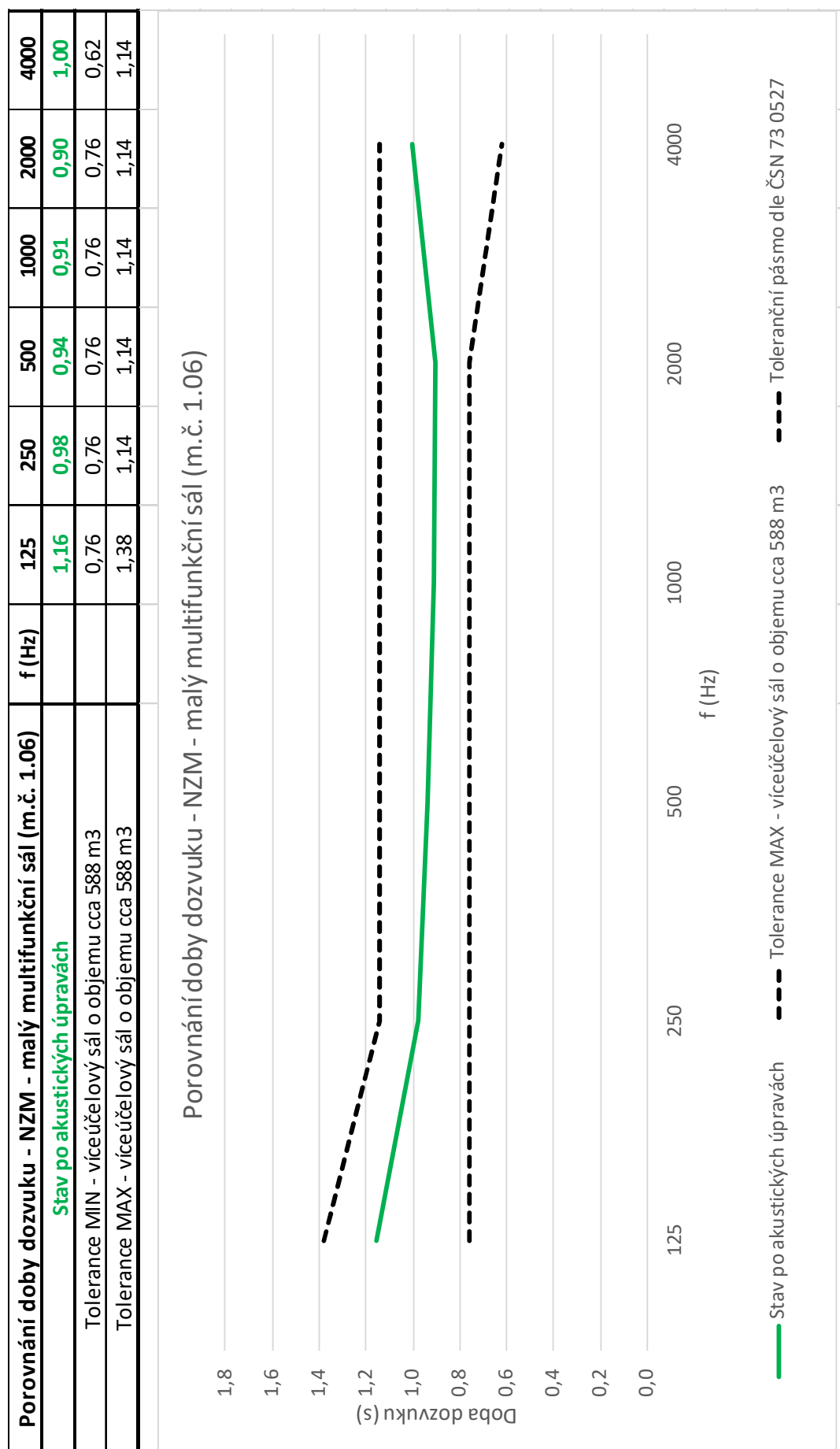
Přílohy součástí zprávy:

- Příloha 1: Vypočtený průběh doby dozvuku v malém multifunkčním sále (m.č. 1.06)
- Příloha 2: Vypočtený průběh doby dozvuku ve velkém multifunkčním sále (m.č. 1.06+1.07)
- Příloha 3: Vypočtený průběh doby dozvuku ve velkém multifunkčním sále + jednacím místnost 2 (m.č. 1.06+1.07+1.08)
- Příloha 4: Vypočtený průběh doby dozvuku v jednacích místnostech (m.č. 1.04 a 1.08)
- Příloha 5: Výkaz výměr akustických materiálů

Přílohy mimo zprávu:

- Výkres 1: Rozložení aku. prvků 1. NP – varianta "malý sál"
- Výkres 2: Rozložení aku. prvků 1. NP – varianta "velký sál"
- Výkres 3: Rozložení aku. prvků 1. NP – varianta "velký sál s prostorem jednacím míst. 2"
- Výkres 4: Rozložení aku. prvků 1. NP – kafeterie + bar

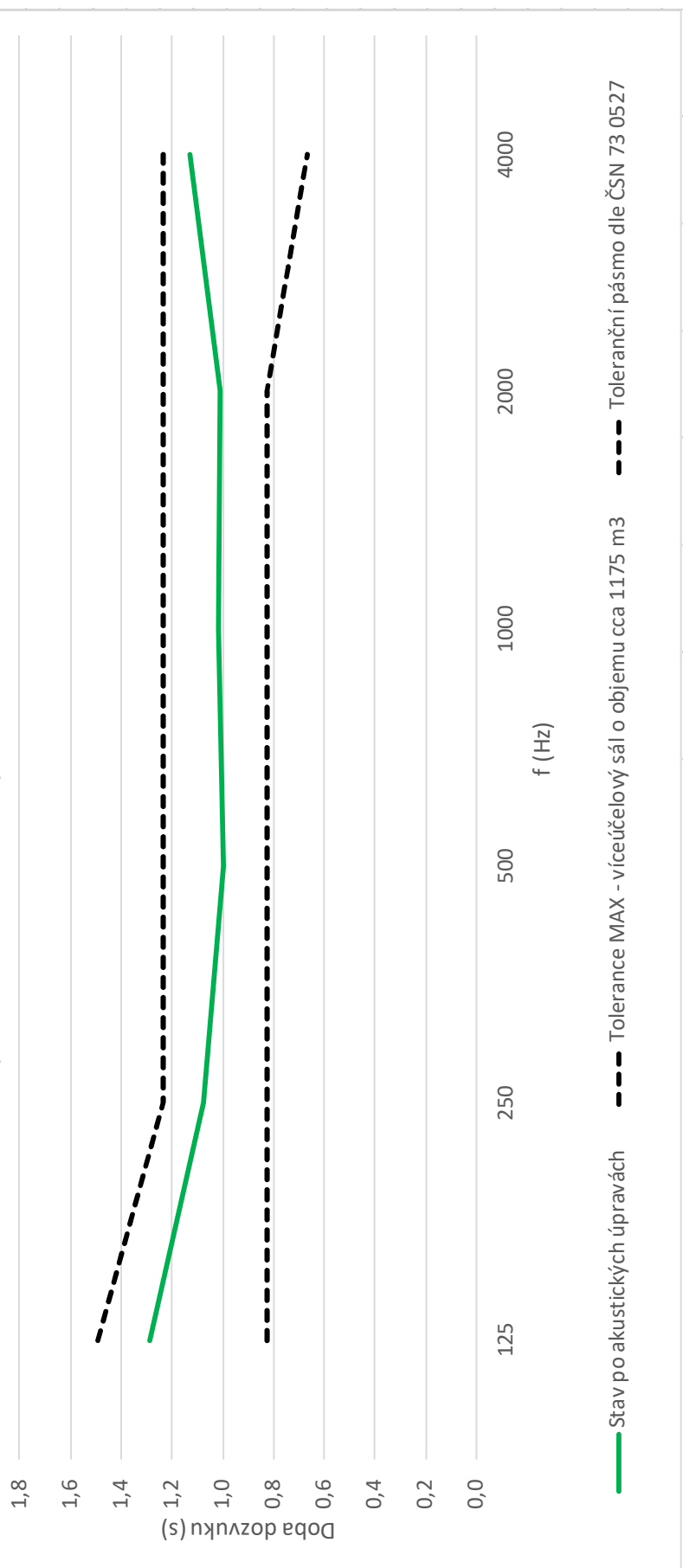
Příloha 1: Vypočtený průběh doby dozvuku v malém multifunkčním sále (m.č. 1.06)



Příloha 2: Vypočtený průběh doby dozvuku ve velkém multifunkčním sále (m.č. 1.06+1.07)

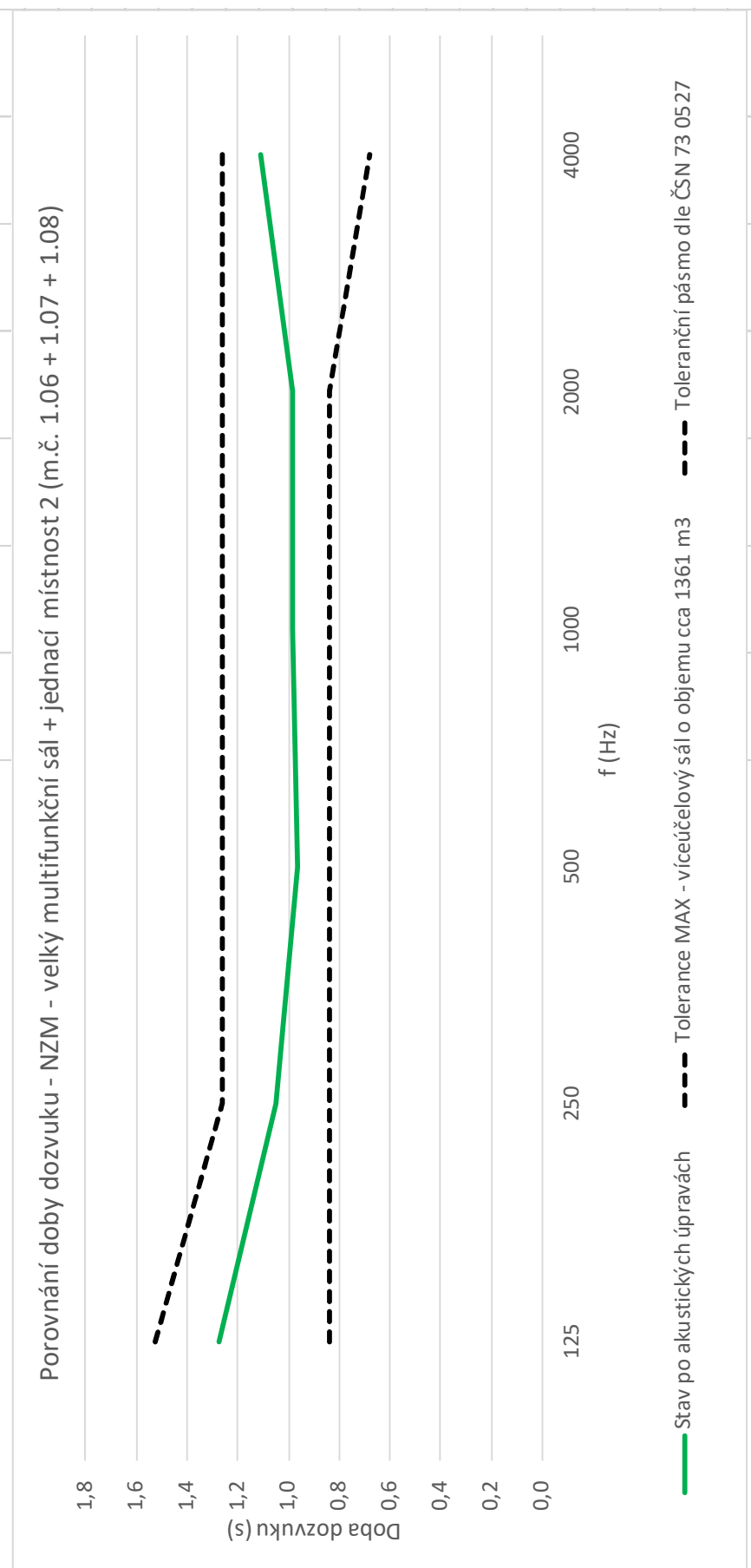
Porovnání doby dozvuku - NZM - velký multifunkční sál (m.č. 1.06 + 1.07)	f (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Stav po akustických úpravách							
Tolerance MIN - víceúčelový sál o objemu cca 1175 m ³		1,29	1,07	1,00	1,01	1,01	1,13
Tolerance MAX - víceúčelový sál o objemu cca 1175 m ³		0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,67
		1,49	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24

Porovnání doby dozvuku - NZM - velký multifunkční sál (m.č. 1.06 + 1.07)



Příloha 3: Vypočtený průběh doby dozvuku ve velkém multifunkčním sále + jednacím místnost 2 (m.č. 1.06+1.07+1.08)

Porovnání doby dozvuku - NZM - velký multifunkční sál + jednacím místnost 2 (m.č. 1.06 + 1.07 + 1.08)		f (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Stav po akustických úpravách			1,27	1,05	0,96	0,98	0,98	1,11
Tolerance MIN - víceúčelový sál o objemu cca 1361 m ³			0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,68
Tolerance MAX - víceúčelový sál o objemu cca 1361 m ³			1,52	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26



Příloha 4: Vypočtený průběh doby dozvuku v jednacích místnostech (m.č. 1.04 a 1.08)



Příloha 5: Výkaz výměr akustických materiálů

Národní zemědělské muzeum - Rekonstrukce multifunkčního sálu v budově NZM Praha						
Akustické materiály - výkaz výměr - PROSTOROVÁ AKUSTIKA						
Číslo položky	Místnost	Prvek	Popis	Měrná jednotka	Množství (bez prořezu)	
1	Multifunkční sál 1 (m.č. 1.06)	SPAP-N – solitérní podstropní akustické prvky – nízkofrekvenční	Speciální AKU prvky nízkofrekvenčně pohltivé. Desky na bázi dřeva tl. 18 mm, lokálně vystužené žebry z nepohledové strany. Vložen akustický absorber tl. 50 mm. Instalace na přímé stavitelné závěsy s možností natočení.	ks	10	
2		SPAP-Š – solitérní podstropní akustické prvky – širokopásmové	Speciální AKU prvky širokopásmově pohltivé. Desky na bázi dřeva tl. 18 mm, lokálně vystužené žebry z nepohledové strany. Vložen akustický absorber tl. 50 mm. Instalace na přímé stavitelné závěsy s možností natočení.	ks	20	
3		ŠAO-K – širokopásmový akustický obklad – kombinovaný	Desky na bázi dřeva tl. 18 - 22 mm s perforací evokující lán obilí. Na rubové straně akustický absorber tl. 50 mm s difuzní černou tkaninou, zabalený do vysoce pruživé fólie. Vzduchová mezera za akustickým absorberem min. 100 mm pro správnou AKU funkci + fungování otopných těles. Pás do cca 1000 mm výšky se zaslepenou perforací pro pohltivost na nízkých kmitočtech.	m ²	31,9	
4	Multifunkční sál 2 (m.č. 1.07)	SPAP-N – solitérní podstropní akustické prvky – nízkofrekvenční	Speciální AKU prvky nízkofrekvenčně pohltivé. Desky na bázi dřeva tl. 18 mm, lokálně vystužené žebry z nepohledové strany. Vložen akustický absorber tl. 50 mm. Instalace na přímé stavitelné závěsy s možností natočení.	ks	5	
5		SPAP-Š – solitérní podstropní akustické prvky – širokopásmové	Speciální AKU prvky širokopásmově pohltivé. Desky na bázi dřeva tl. 18 mm, lokálně vystužené žebry z nepohledové strany. Vložen akustický absorber tl. 50 mm. Instalace na přímé stavitelné závěsy s možností natočení.	ks	25	
6		ŠAO-K – širokopásmový akustický obklad – kombinovaný	Desky na bázi dřeva tl. 18 - 22 mm s perforací evokující lán obilí. Na rubové straně akustický absorber tl. 50 mm s difuzní černou tkaninou, zabalený do vysoce pruživé fólie. Vzduchová mezera za akustickým absorberem min. 100 mm pro správnou AKU funkci + fungování otopných těles. Pás do cca 1000 mm výšky se zaslepenou perforací pro pohltivost na nízkých kmitočtech.	m ²	49,4	
7	Jednací místnost 1 (m.č. 1.04)	SPAP-Š – solitérní podstropní akustické prvky – širokopásmové	Speciální AKU prvky širokopásmově pohltivé. Desky na bázi dřeva tl. 18 mm, lokálně vystužené žebry z nepohledové strany. Vložen akustický absorber tl. 50 mm. Instalace na přímé stavitelné závěsy s možností natočení.	ks	5	
8		ŠAO – širokopásmový akustický obklad	Desky na bázi dřeva tl. 18 - 22 mm s perforací evokující lán obilí. Na rubové straně akustický absorber tl. 50 mm s difuzní černou tkaninou, zabalený do vysoce pruživé fólie. Vzduchová mezera za akustickým absorberem min. 100 mm pro správnou AKU funkci + fungování otopných těles.	m ²	11,8	
9	Jednací místnost 2 (m.č. 1.08)	SPAP-Š – solitérní podstropní akustické prvky – širokopásmové	Speciální AKU prvky širokopásmově pohltivé. Desky na bázi dřeva tl. 18 mm, lokálně vystužené žebry z nepohledové strany. Vložen akustický absorber tl. 50 mm. Instalace na přímé stavitelné závěsy s možností natočení.	ks	11	
10		ŠAO – širokopásmový akustický obklad	Desky na bázi dřeva tl. 18 - 22 mm s perforací evokující lán obilí. Na rubové straně akustický absorber tl. 50 mm s difuzní černou tkaninou, zabalený do vysoce pruživé fólie. Vzduchová mezera za akustickým absorberem min. 100 mm pro správnou AKU funkci + fungování otopných těles.	m ²	23,7	
11	Kafeterie + bar (m.č. 1.01 + 1.02)	MP-P – minerální podhled zavěšený	Akustický minerální rastrový podhled. Přiznaný rastr nosné konstrukce. Desky v rastru 600 x 1200 mm (tloušťka 20 mm) s širokospektrální funkcí zvukové pohltivosti. Svěšení podhledu 100 – 300 mm od stropu. Např. Ecophon Performance 600x1200x20mm, rastr C3 barevnost - bílá	m ²	4,5	
12		MP-S – minerální podhled zavěšený	Akustický minerální rastrový podhled. Přiznaný rastr nosné konstrukce. Desky v rastru 600 x 1200 mm (tloušťka 20 mm) s širokospektrální funkcí zvukové pohltivosti. Svěšení podhledu 100 – 300 mm od stropu. Např. Ecophon Hygiene Protec Air 600x1200x20mm, rastr C3 barevnost - bílá	m ²	67,5	
13		plný SDK podhled	Akustický impregnovaný plný SDK podhled. Svěšení podhledu 100 – 300 mm od stropu.	m ²	19	