

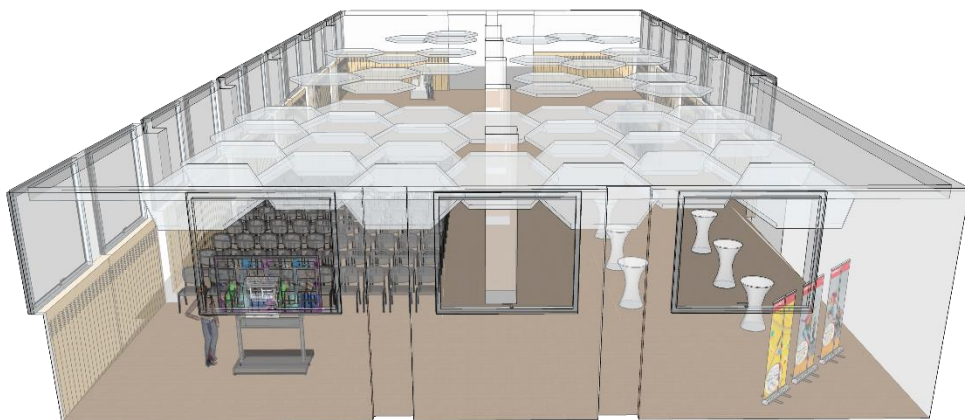
EKOLA group, spol. s r.o.

Držitel certifikátů:

ČSN EN ISO 9001:2009

ČSN EN ISO 14001:2005

ČSN OHSAS 18001:2008



Národní zemědělské muzeum

Multifunkční sál

Projekt prostorové akustiky

č. zakázky: **18.0239-05**

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

Červen 2018



Název akce: **Národní zemědělské muzeum, multifunkční sál**
Projekt prostorové akustiky

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

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



Vedoucí projektu: **Ing. Ondřej Simon**

Zprávu vypracoval: **Ing. Ondřej Simon**

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

Zak. č.: 18.0239-05

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, červen 2018

1. Úvod

Předmětem této zprávy je návrh akustických úprav (podhledů a obkladů) v multifunkčním sálu Národního zemědělského muzea (NZM) v Praze. Tento návrh slouží jako podklad pro projekt interiéru.

2. Všeobecný popis

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

Míst. č.	Název místnosti	Objem V (m ³)	Plocha S (m ²)
1.41	Multifunkční sál	2373	1659

Prostor má v půdorysu obdélníkový tvar o rozměrech cca 35,9 x 16,2 m. Výška plánovaného SDK podhledu se uvažuje cca 4,27 m nad podlahou. Celkový objem prostoru je cca 2373 m³ a celková plocha obklopujících stěn je cca 1659 m².

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 SDK podhledu s částečnou zvukovou pohltivostí na nízkých frekvencích.

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.

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 hlučnost a hluková zátěž přítomných osob, která snižuje celkově vnímaný komfort vnitřního prostředí.

Za těmito účely byly navrženy níže popsané akustické úpravy.

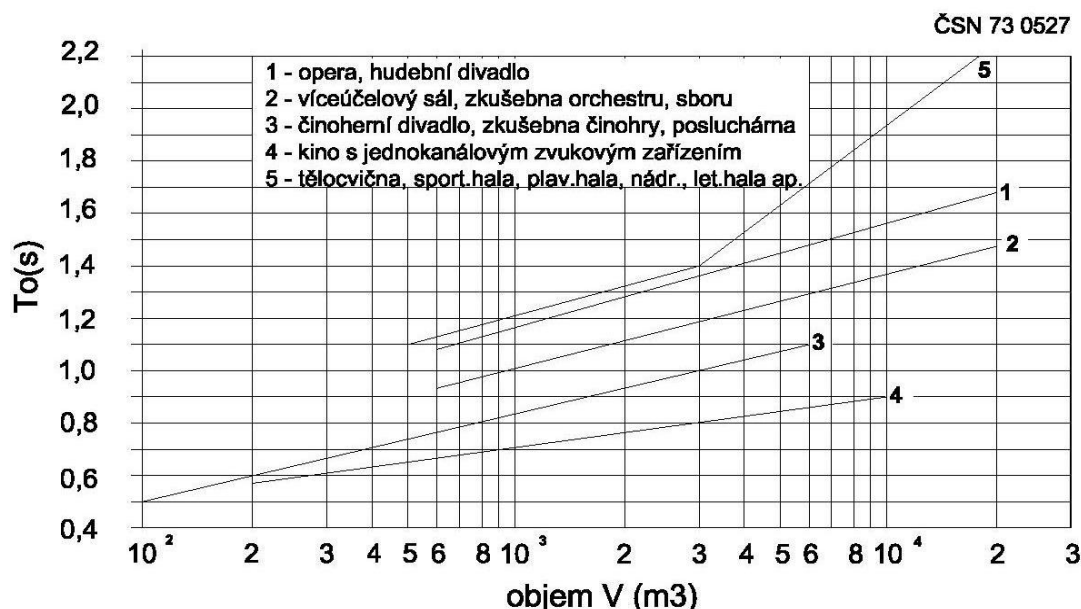
3. Požadavky na dobu dozvuku resp. akustickou úpravu

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 sálu byly pro potřeby stanovení optimální doby dozvuku brány v potaz doporučení pro:

- a) Víceúčelový sál (VÚS)
- b) Posluchárnu

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., pro posluchárnu pak podle křivky č. 3.



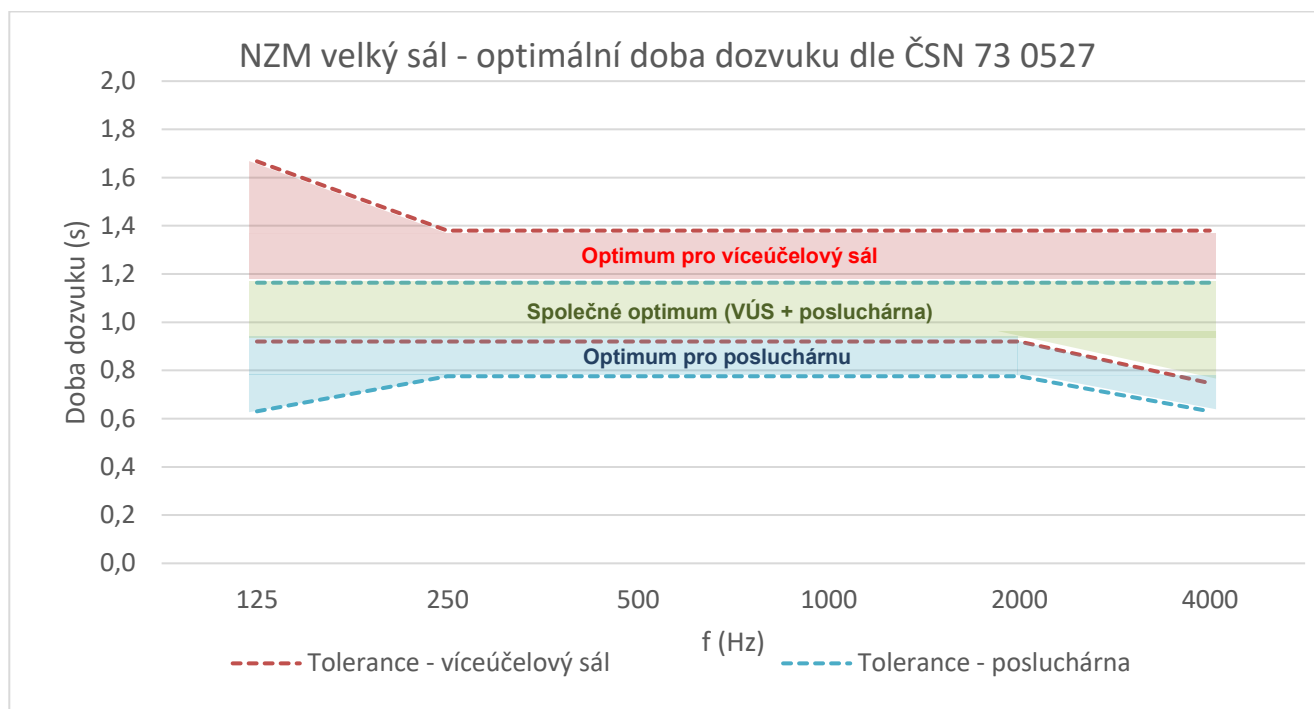
Obr. 1 - Závislost optimální doby dozvuku T_0 (s) pro kmitočet 1000 Hz na objemu V (m^3) uzavřeného prostoru v obsazeném stavu (u závislosti 5 v neobsazeném stavu)

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

Míst. č.	Název místnosti	Objem V (m^3)	T_0 (s)	
			Jako VÚS	Jako Posluchárna
1.41	Multifunkční sál	2373	1,15	0,97

Doba dozvuku se hodnotí v obsazeném stavu, tj. při přítomnosti osob. Za obsazený stav se uvažuje obsazenost 80 až 100 %.

Předmětná norma doporučuje pro oba zvolené typy funkce prostoru různé optimální frekvenční pásma průběhu doby dozvuku. Následující obrázek graficky znázorňuje obě tyto optimální frekvenční pásma již konkretizované pro posuzovaný prostor vzhledem k jeho objemu:



Obr. 2 – Optimální pásmo frekvenčního průběhu doby dozvuku pro víceúčelový sál a posluchárnu (dle ČSN 73 0527, pro prostor o objemu cca 2373 m³)

4. Materiály pro akustickou úpravu

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

Z měření doby dozvuku provedeného v předmětném prostoru dne 26.4.2018 a na základě znalosti dispozice a materiálů navržených dle aktuálního stavu projektu je zřejmé, že v případě ponechání hladce omítnutých stěn pod okny a plného SDK podhledu v celé ploše stropu bude výsledná doba dozvuku vyšší, než požaduje ČSN 73 0527 pro VÚS nebo posluchárnu. Překročení je 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.

Rovněž je vhodné se vzhledem k velikosti prostoru zaměřit na cílená opatření zajišťující rovnoměrnou distribuci zvukového signálu do celého prostoru sálu.

Návrh těchto úprav je předmětem tohoto projektu.

4.1 Strop

SDKP-perf – akustický SDK podhled perforovaný, širokopásmový

Technický popis:

Akustický SDK podhled širokopásmový. Povrch – perforovaná deska na bázi SDK, perforace cca 15% plochy v rastru 8/18, otvory kruhové nebo čtvercové, instalace akustické vložky tl. 40–60 mm na vnitřní líc, vzduchová mezera nad podhledem min. 150 mm.

SDKP-plný – akustický SDK podhled plný, nízkofrekvenční

Technický popis:

Akustický sádkokartonový podhled z plných SDK desek, instalace nízkofrekvenční akustické vložky tl. 40–60 mm na vnitřní líc, vzduchová mezera nad podhledem min. 150 mm. Svěšení shodné jako SDKP-perf. pro vytvoření celistvé plochy.

SPAP – solitérní podstropní akustické prvky

Technický popis:

Speciální akustické prvky zajišťující pomocí cílených odrazů distribuci zvukového signálu dále do prostoru sálu. Jedná se o samostatné deskové prvky připomínající tvarem včelí plástev. Každý prvek je instalován na přímých stavitelných závěsech a tedy umožňuje úpravu svého natočení a tím modifikaci distribuce signálu odráženého tímto prvkem. Prvek je vyroben z desky na bázi dřeva o tl. 18-24 mm, lokálně vyztužený z nepohledové strany žebry. Povrchová úprava bílý lak. Předpokládá se svěšení spodní hrany max. 300 – 400 mm pod stropem a natočení oproti horizontální rovině max. 30°.

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 MV tl. 50mm zabaleným proti úletu částic do vysoce průzvučné folie. Za vrstvou MV 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.

5. Stručný popis akustických úprav

Ve multifunkčním sále NZM se uvažují následující akustická opatření:

Akustický podhled

Cca **151 m²** podhledu v zadní části sálu perforovaných dle specifikace **SDKP-perf**, zbytek ploch stropu v podobě plného SDKP-plný. Rozhraní obou typů podhledu v linii podtrhující tvar a rozmístění solitérních podstropních akustických prvků SPAP.

Celkem **48 ks** solitérních podstropních akustických prvků dle specifikace **SPAP**. Nepravidelné rozložení v celé ploše stropu podtrhující tvar včelích pláství. Svěšení spodní hrany cca 300 – 400 mm pod SDK podhledem.

Prvky SPAP v přední části sálu („SÁL 4“ v PD) natočeny pod různým úhlem do max. 30° oproti horizontální rovině pro zajištění optimální distribuce zvukového signálu. Prvky ve zbylých částech sálu horizontálně.

Přesné rozvržení SDKP-perf a SPAP viz. výkresová příloha.

Akustický obklad stěn

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

Obklad vynechán na čelní stěně sálu a přední části jedné delší stěny (část s bočním vstupem do dalších prostor 1.42 apod.) – zde stěny hladce omítnuté.

Celková plocha obkladu ŠAO cca 111 m², přesné rozvržení viz. výkresová příloha.

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 s průběhem doby dozvuku ve stávajícím navrženém stavu a 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.

Výsledná doba dozvuku po provedení navrhovaných úprav se předpokládá **frekvenčně vcelku vyrovnaná v rozmezí cca 0,7 – 1,3 s**, v závislosti na aktuální obsazenosti sálu a vybavení nábytkem a dalším zařízením.

Výrazný pokles doby dozvuku zejména na středních frekvencích by měl spolu s vhodnou distribucí signálu zajištěnou podstropními prvky SPAP dobrou srozumitelnost lidské řeči i ve větší vzdálenosti od zdroje.

Celkový pokles doby dozvuku v celém jejím frekvenčním spektru by měl zajistit **snížení vnímané hlučnosti prostoru až o 7 dB**.

Poloměr doby dozvuku – tj. vzdálenost od zdroje, ve které převládá energie přímého zvuku proti energii odrazů (které snižují srozumitelnost) se předpokládá cca 5,0 m - téměř **dvojnásobný oproti stavu bez navrhovaných úprav**.

7. Analýza distribuce zvuku

Pro potřeby nalezení optimálního rozmístění a natočení podstropních prvků SPAP byl vytvořen 3D počítačový model navrhovaného sálu. V modelu byly zohledněny veškeré navrhované úpravy a následně byla provedena analýza distribuce zvukového signálu od předpokládané nejobvyklejší pozice zdroje (řečnick/PA soustava) do prostoru sálu.

K analýze byla použita kombinace softwaru Trimble SketchUp 2017 a AFMG EASE 4.4. Byla použita metoda ray tracing a šíření signálu bylo sledováno do odrazů třetího řádu.

Grafické výstupy proběhlé analýzy znázorňuje příloha 2. Z těch je zřejmé, že oproti variantě s rovným stropem je v případě využití prvků SPAP a jejich správného natočení zajištěna výrazně lepší distribuce signálu do vzdálenějších míst sálu. Zvuk tak dorazí dále od zdroje pomocí menšího počtu odrazů, a tedy s vyšší energií, což zajistí výrazné zlepšení vnímané srozumitelnosti.

Současně prvky SPAP zajistí eliminaci možných vznikajících třepotavých ozvěn mezi odrazivými a rovnoběžnými plochami podlahy a plného SDKP, které by způsobily nežádoucí lokální nárůst doby dozvuku.

8. Závěr

Realizace výše uvedených akustických opatření v multifunkčním sále Národního zemědělského muzea by měla zajistit dostatečný akustický komfort pro všechny uvažované funkce využití prostoru.

Výsledná **doba dozvuku** po provedení úprav se očekává frekvenčně vcelku vyrovnaná v rozmezí cca 0,7 – 1,3 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** (oproti stavu 0) až o 7 dB.

Poloměr doby dozvuku – tedy vzdálenost od zdroje, ve které převládá energie přímého zvuku oproti odrazům – by měl být s navrhovanými úpravami téměř zdvojnásoben na cca 5,0 m.

Distribuce zvukového signálu do prostoru sálu by měla být na základě provedené počítačové simulace díky navrhovanému rozmístění a natočení podstropních prvků SPAP výrazně lepší než v případě rovného stropu. Instalace těchto prvků rovněž zajistí omezení vzniku třepotavých ozvěn mezi podlahou a stropem, které by mohly nežádoucně lokálně zvýšit dobu dozvuku a tím snížit srozumitelnost a zvýšit vnímanou hlučnost.

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 jejích 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:

Ing. Ondřej SIMON

Ing. arch. Milan NESMĚRÁK, Ph.D.

Ing. Petr NOVÁK

V Praze 18.6.2018

Použité podklady

- /1/ Podklady poskytnuté objednatelem (půdorysy objektu)
- /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 :

Příloha 1 – vypočtený průběh doby dozvuku v multifunkčním sále

Příloha 2 – EASE 4.4 – výstupy analýzy distribuce signálu

Příloha 3 – výkresová příloha: koncept prostorové akustiky

Příloha 4 – akustické materiály – výkaz výměr a projektantský odhad cen

EKOLA group, spol. s r.o.

Držitel certifikátů:

ČSN EN ISO 9001:2009

ČSN EN ISO 14001:2005

ČSN OHSAS 18001:2008

Národní zemědělské muzeum

Multifunkční sál – projekt PA

Příloha 1:

Vypočtený průběh doby dozvuku v multifunkčním sále

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

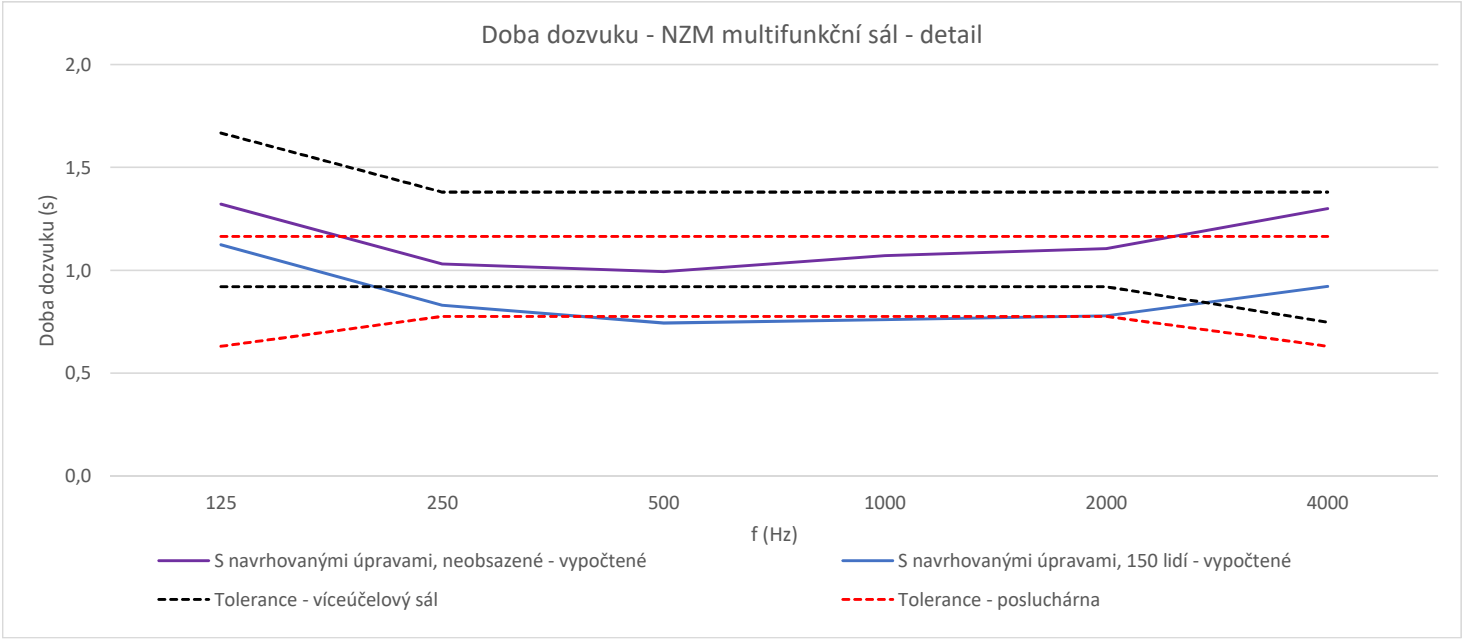
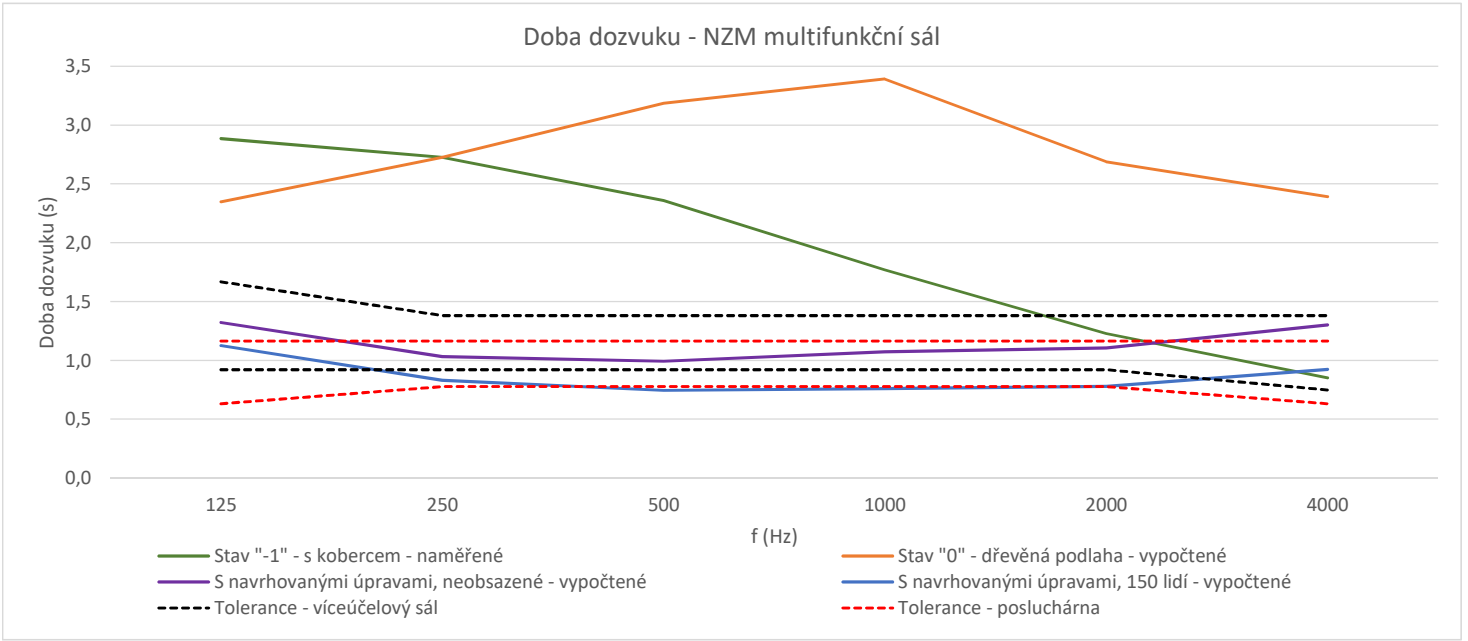
E-mail: ekola@ekolagroup.cz

www.ekolagroup.cz

Červen 2018



Porovnání doby dozvuku - NZM multifunkční sál	f (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Stav "-1" - s kobercem - naměřené		2,89	2,73	2,36	1,77	1,23	0,85
Stav "0" - dřevěná podlaha - vypočtené		2,35	2,73	3,19	3,39	2,69	2,39
S navrhovanými úpravami, neobsazené - vypočtené		1,32	1,03	0,99	1,07	1,11	1,30
S navrhovanými úpravami, 150 lidí - vypočtené		1,12	0,83	0,74	0,76	0,78	0,92
Tolerance MIN - víceúčelový sál		0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,75
Tolerance MAX - víceúčelový sál		1,67	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38
Tolerance MIN - posluchárna		0,63	0,78	0,78	0,78	0,78	0,63
Tolerance MAX - posluchárna		1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16



EKOLA group, spol. s r.o.

Držitel certifikátů:

ČSN EN ISO 9001:2009

ČSN EN ISO 14001:2005

ČSN OHSAS 18001:2008

Národní zemědělské muzeum

Multifunkční sál – projekt PA

Příloha 2: EASE 4.4 – výstupy analýzy distribuce signálu

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

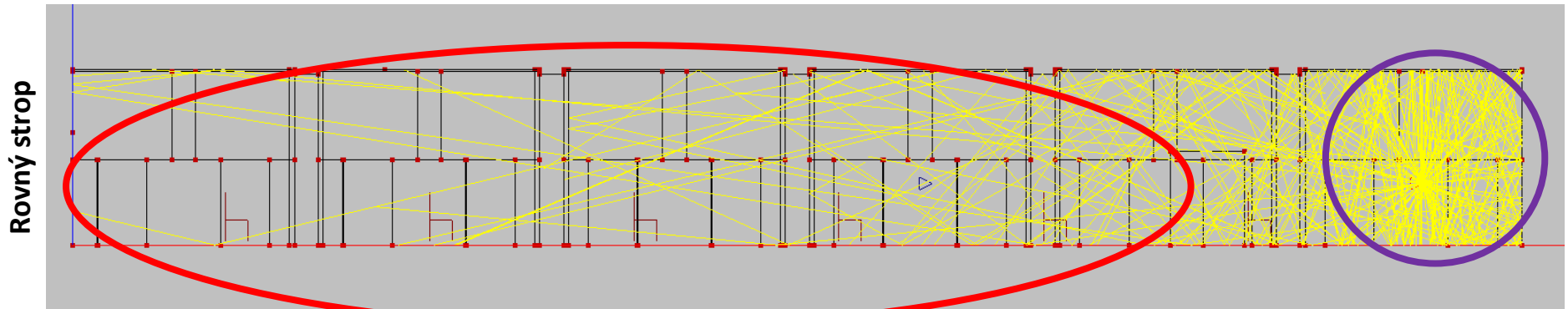
www.ekolagroup.cz

Červen 2018

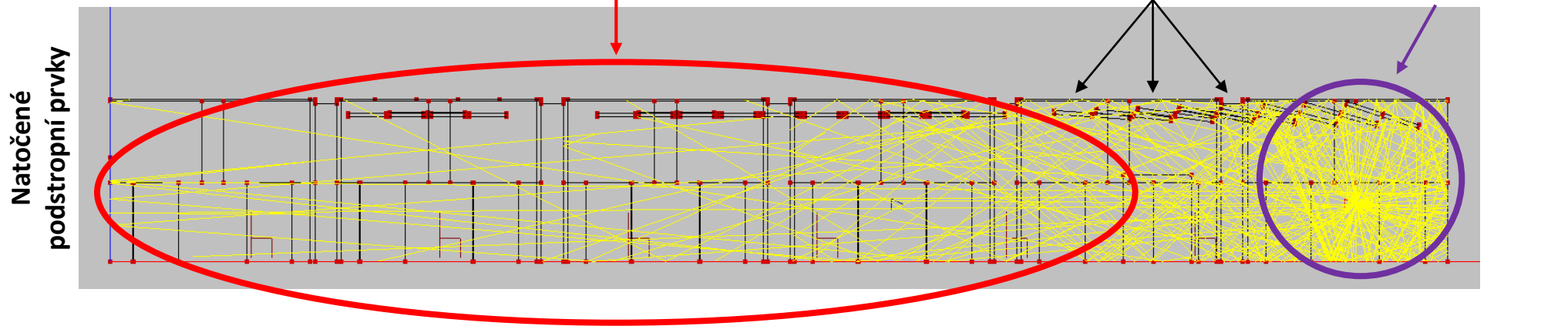


NZM – multifunkční sál

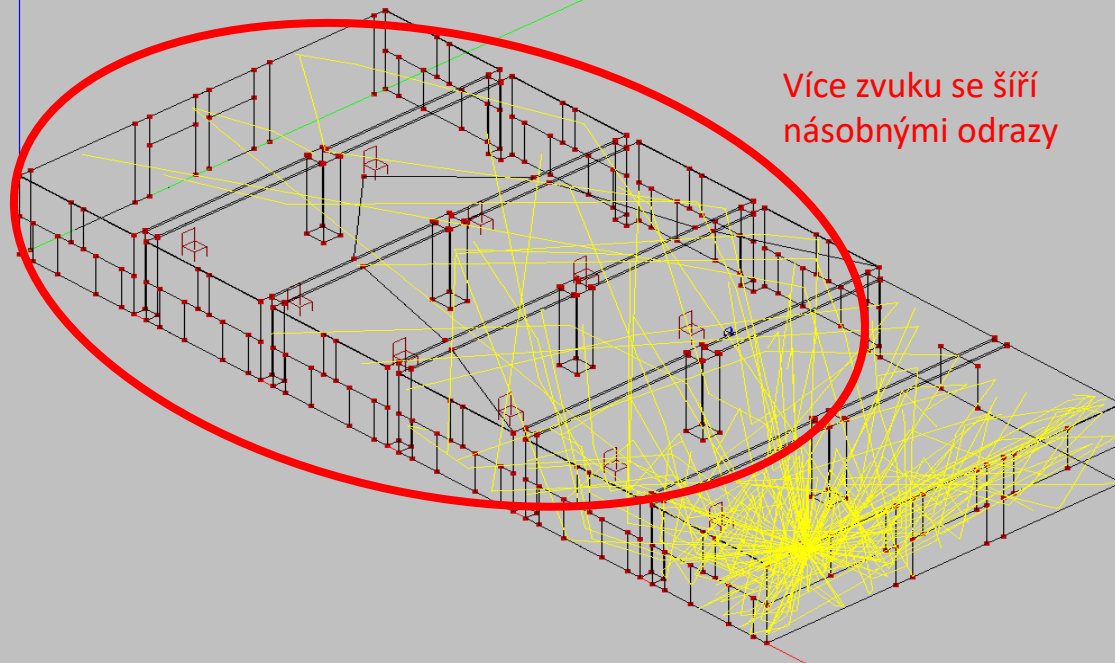
výstupy 3D simulace EASE 4.4



Zlepšení distribuce zvuku dále do sálu



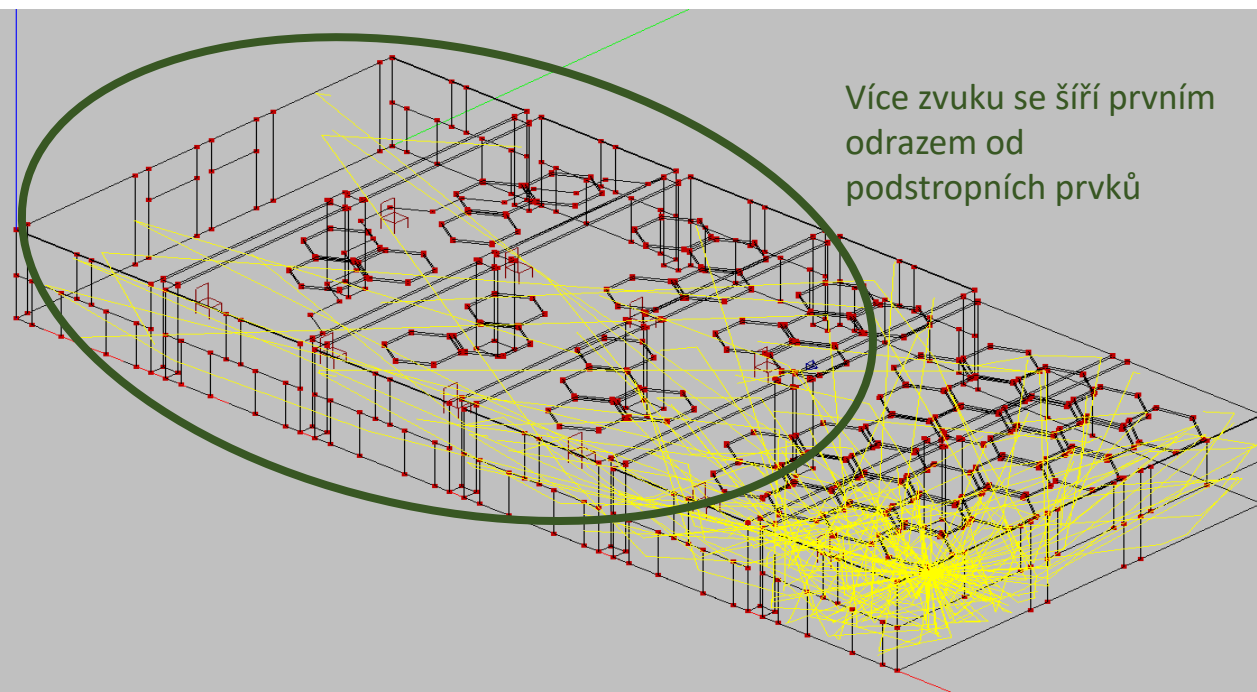
Rovný strop



NZM – multifunkční sál

výstupy 3D simulace EASE 4.4

Natočené podstropní prvky



EKOLA group, spol. s r.o.

Držitel certifikátů:

ČSN EN ISO 9001:2009

ČSN EN ISO 14001:2005

ČSN OHSAS 18001:2008

Národní zemědělské muzeum

Multifunkční sál – projekt PA

Příloha 3:

Výkresová příloha – koncept prostorové akustiky

EKOLA group, spol. s r.o.

Mistrovská 4

108 00 Praha 10

IČ: 63981378

DIČ: CZ63981378

Telefon: +420 274 784 927-9

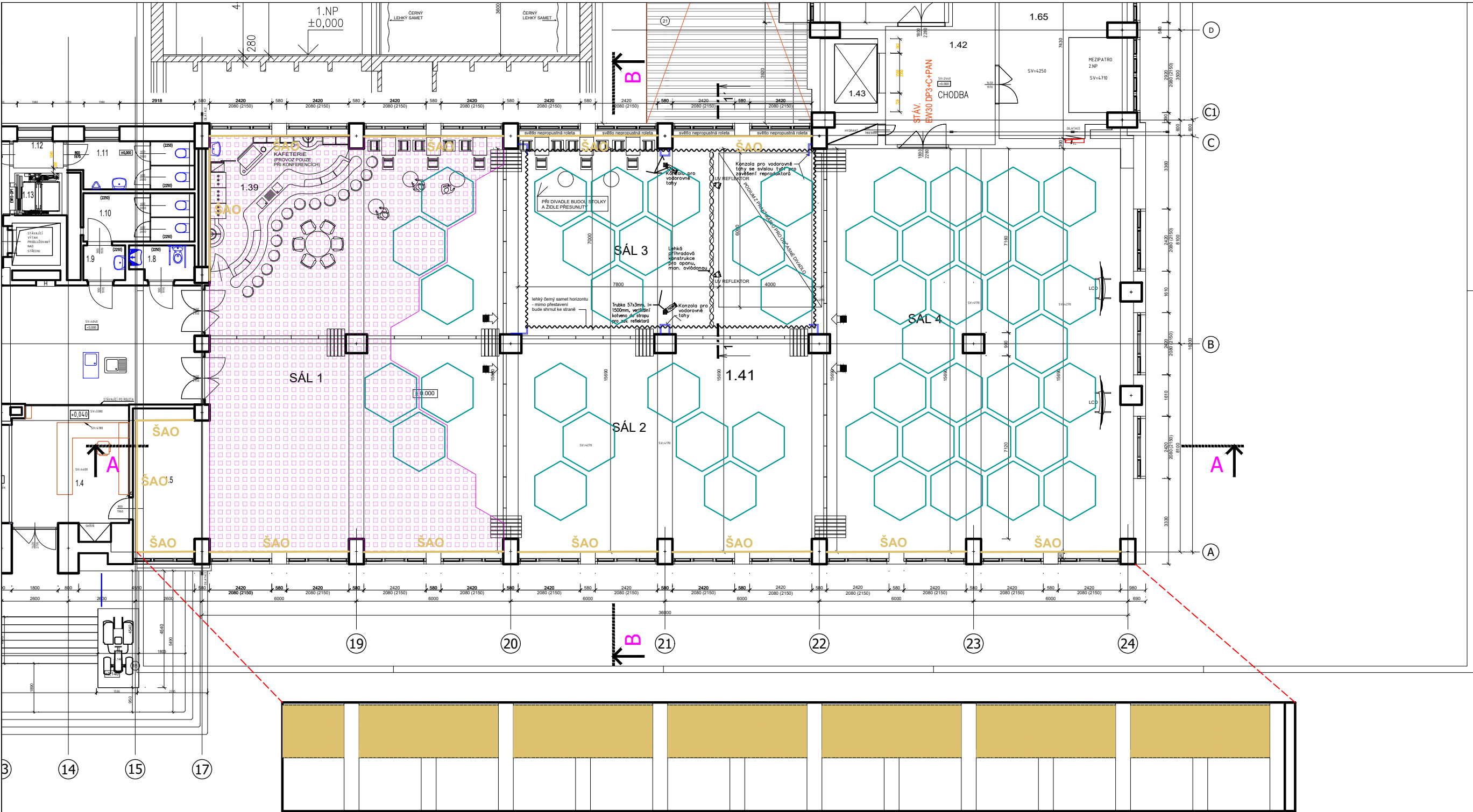
Fax: +420 274 772 002

E-mail: ekola@ekolagroup.cz

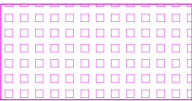
www.ekolagroup.cz

Červen 2018

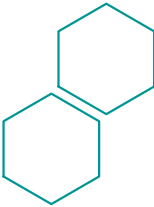




Legenda akustických materiálů



SDKP - perť
Perforovaný SDK pohled, rastr perforace 8/18, otvory kruhové nebo čtvercové, 40-60 mm akustické izolace, svěšení min. 150 mm



SPAP - solitérní podstropní akustické prvky
Speciální AKU prvky pro lepší distribuci signálu.
Desky na bázi dřeva tl. 18 - 24 mm, lokálně vystužené žebry z nepohledové strany. Instalace na přímé stavitelné závěsy s možností natočení, svěšení spodní hrany max. 300 - 400 mm, natočení oproti horizontální rovině max. 30°.

ŠAO



ŠAO - širokopásmový akustický obklad stěn
Desky na bázi dřeva tl. 18 - 22 mm s perforací evokující lán obilí. Na rubové straně akustický absorbent tl. 50 mm s difúzní černou tkaninou, zabalený do vysoce průzvučné folie. Vzduchová mezera min. 100 mm pro správnou AKU funkci + fungování otopných těles

Veškeré rozměry jsou orientační a je nutné je ověřit před zahájením prací přímo na místě.

PROJEKT : Národní zemědělské muzeum - multifunkční sál - prostorová akustika				
STUPEŇ : OBSAH/VÝKRES : MĚŘÍTKO :		koncepte PA půdorys sálu rozvržení akustických materiálů 1:150		ČÁST/PROFESE : KÓD/ČÍSLO VÝKRESU/PŘÍLOHY : PA_01 DATUM : 18.6.2018
PROJEKTANT ČÁSTI/PROFESE : EKOLA group, spol. s r.o. Mistrovská 4, Praha 10, 108 00 TEL. +420 274 784 927 - 9 AUTOR NÁVRHU: ING.ARCH. MILAN NESMĚRÁK SPOLUPRÁCE : ING. ONDŘEJ SIMON				

EKOLA group, spol. s r.o.

Držitel certifikátů:

ČSN EN ISO 9001:2009

ČSN EN ISO 14001:2005

ČSN OHSAS 18001:2008

Národní zemědělské muzeum

Multifunkční sál – projekt PA

Příloha 4:

Akustické materiály – výkaz výměr a projektantský odhad cen

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

Červen 2018



Národní zemědělské muzeum						
Multifunkční sál						
Akustické materiály - výkaz výměr a projektantský odhad cen						
Prvek	SDKP-perf - akustický SDK podhled, perforovaný, širokopásmový	SDKP-plný - akustický SDK podhled, plný, nízkofrekvenční	SPAP - solitérní podstropní akustické prvky EKOS-H		ŠAO - širokopásmový akustický obklad stěn	
Rozměr	-	-	cca 2000 x 2300	mm	-	mm
Plocha modulu	-	-	3,46	m2	-	m2
Počet	-	-	48	ks	-	ks
Celková plocha (m2)	151	397	166,08	m2	111	m2
Jednotka	m2	m2	ks		m2	
Cena za jednotku včetně montáže (bez DPH)	1 180 Kč	1 180 Kč	24 250 Kč		8 930 Kč	
Cena celkem (bez DPH)	178 180 Kč	468 460 Kč	1 164 000 Kč		991 230 Kč	
CELKEM (bez DPH)	2 801 870 Kč					

EKOLA group, spol. s r.o.