

Akustická studie pro projekt Rekonstrukce střechy, dostavba učeben, výtahu a šaten

**Základní škola Černošice
Komenského 77, Černošice**

Září 2023

Zpráva číslo 388-SP-23

1. Zadání práce

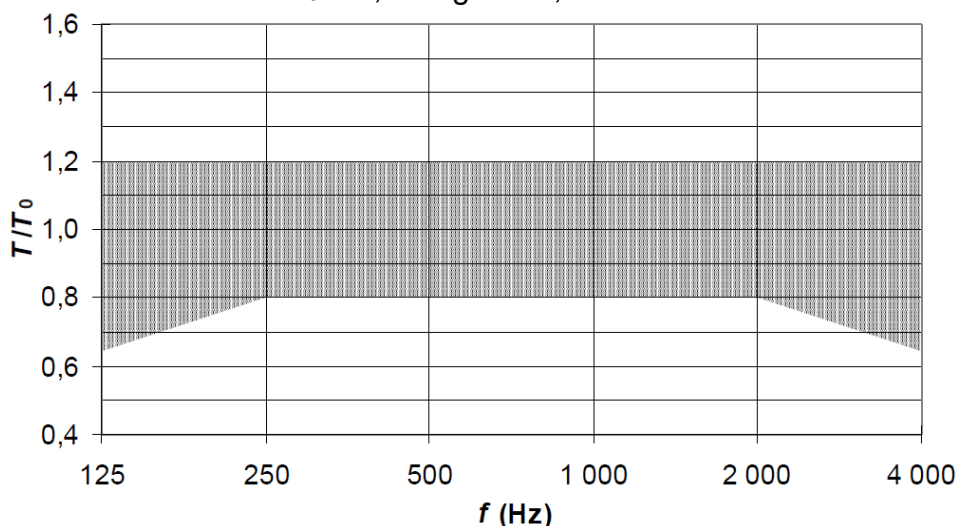
Studie byla vypracována na objednávku společnosti CEDE Studio, s.r.o., Mašanova 808/17, 182 00 Praha 8 – Kobylisy, IČO: 26764822, DIČ: CZ26764822.

Cílem studie je vyhodnocení hluku z provozu původních i nových stacionárních zdrojů v chráněných venkovních prostorech staveb a návrh vhodných akustických úprav učeben pro splnění požadavků stanovených v ČSN 73 0527 a zajištění kvalitních poslechových podmínek pro výuku. Jako zadání poskytl objednatel potřebnou projektovou dokumentaci pro vydání společného povolení a údaje o původních i navržených technických zařízeních budovy.

2. Požadavky ČSN 73 0527

Optimální doby dozvuku pro prostory ve školách předepisuje ČSN 73 0527 „Akustika – projektování v oboru prostorové akustiky – Prostory pro kulturní účely – Prostory ve školách – Prostory pro veřejné účely“. Pro kmenové učebny, odborné učebny a posluchárny je hodnota optimální doby dozvuku T_0 v obsazeném stavu stanovena v závislosti na objemu uzavřeného prostoru V podle vztahu:

$$T_0 = 0,342 \lg V - 0,185.$$



Obrázek 1 Přípustné toleranční pásmo poměru dob dozvuku T/T_0 obsazeného prostoru určeného k přednesu řeči v závislosti na středním kmitočtu oktávového pásma

Chodby, schodiště, vstupní haly a další obdobné prostory ve školách jsou zařazeny mezi prostory kategorie 1 s provozní potřebou snížení hlučnosti a zajištění akustického pobytového komfortu s definovaným poměrem celkové ekvivalentní pohltivé plochy A v prostoru k jeho objemu V (v oktávových kmitočtových pásmech od 250 Hz do 2000 Hz v neobsazeném stavu):

$$A/V \geq \frac{1}{4,8 + 4,69 \log h}$$

pro výšku prostoru $h > 2,5$ m.

Poradnu, sborovnu a kabinet lze zařadit mezi prostory kategorie 2, pro které platí:

$$A/V \geq \frac{1}{2,49 + 4,69 \log h}$$

pro výšku prostoru $h > 2,5$ m.

3. Požadavky ČSN 73 0532

Nejnižší přípustné hodnoty zvukové izolace obvodového pláště a vnitřních dělicích konstrukcí budov stanoví ČSN 73 0532 „Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních konstrukcí a výrobků – Požadavky“.

Tabulka 1 Požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi ve školách a vzdělávacích institucích

<i>Chráněný prostor (místnost příjmu zvuku)</i>					
Řádka	Hlučný prostor (místnost zdroje zvuku)	Požadavky na zvukovou izolaci			
		Stropy		Stěny	Dveře
		$R'_{w, D_{nT,w}}$ dB	$L'_{n,w}, L'_{nT,w}$ dB	$R'_{w, D_{nT,w}}$ dB	R_w dB
Školy a vzdělávací instituce – učebny, výukové prostory, kabinety učitelů					
1	Učebny, výukové prostory, kabinety	≥ 53	≤ 55	≥ 47	≥ 37
2	Společné prostory, chodby, schodiště	≥ 53	≤ 58	≥ 47	$\geq 32^a$ $\geq 27^b$
3	Hlučné prostory (dílny, jídelny, herny, technická centra) $L_{Amax} \leq 85$ dB	≥ 55	≤ 48	≥ 52	-
4	Velmi hlučné prostory (hudební učebny, dílny, tělocvičny) $L_{Amax} \leq 90$ dB ^c	≥ 60	≤ 48	≥ 57	-

^a Platí pro vstupní dveře přímo do chráněného prostoru.

^b Platí pro vstupní dveře, je-li chráněný prostor oddělen předsíní nebo zádveřím s dalšími dveřmi.

^c Vzhledem k pravděpodobnému výskytu nízkých kmitočtů mohou být nutná i další opatření. Situace obvykle vyžaduje zvláštní posouzení.

4. Hygienické limity hluku

Hygienické limity hluku a vibrací pro pracoviště, chráněný vnitřní prostor staveb, chráněný venkovní prostor staveb a chráněný venkovní prostor stanoví Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací ve znění pozdějších předpisů.

Určujícím ukazatelem hluku v chráněných venkovních prostorech staveb a v chráněném venkovním prostoru je, s výjimkou vysokoenergetického impulsního hluku, ekvivalentní hladina akustického tlaku $A_{L_{Aeq,T}}$ a odpovídající hladiny v kmitočtových pásmech. V denní době se stanoví pro 8 souvislých a na sebe navazujících nejhlučnějších hodin ($L_{Aeq,8h}$), v noční době pro nejhlučnější 1 hodinu ($L_{Aeq,1h}$). Pro hluk z dopravy na pozemních komunikacích a drahách a pro hluk z leteckého provozu se ekvivalentní hladina akustického tlaku $A_{L_{Aeq,T}}$ stanoví pro celou denní ($L_{Aeq,16h}$) a celou noční dobu ($L_{Aeq,8h}$).

Hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku A , s výjimkou hluku z leteckého provozu a vysokoenergetického impulsního hluku, se stanoví součtem základní hladiny akustického tlaku $A_{L_{Aeq,T}} = 50$ dB a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného prostoru a denní a noční době, které jsou uvedeny v tabulce části A přílohy č. 3 k tomuto nařízení. Pro hluk z provozu stacionárních zdrojů je stanovena korekce 0 dB. Pro noční dobu se pro chráněný venkovní prostor staveb přičítá další korekce -10

dB. V případě hluku s tónovými složkami, s výjimkou hluku z dopravy na pozemních komunikacích, drahách a z leteckého provozu, se přičte další korekce -5 dB.

Určujícími ukazateli hluku v chráněných vnitřních prostorech staveb jsou ekvivalentní hladina akustického tlaku $A_{L_{Aeq,T}}$ a maximální hladina akustického tlaku $A_{L_{Amax}}$, případně odpovídající hladiny v kmitočtových pásmech. Ekvivalentní hladina akustického tlaku $A_{L_{Aeq,T}}$ se v denní době stanoví pro 8 souvislých a na sebe navazujících nejhluchnějších hodin ($L_{Aeq,8h}$), v noční době pro nejhluchnější 1 hodinu ($L_{Aeq,1h}$). Pro hluk z dopravy na pozemních komunikacích a drahách a pro hluk z leteckého provozu se ekvivalentní hladina akustického tlaku $A_{L_{Aeq,T}}$ stanoví pro celou denní ($L_{Aeq,16h}$) a celou noční dobu ($L_{Aeq,8h}$). V případě hluku z leteckého provozu se hygienický limit v chráněných vnitřních prostorech staveb vztahuje na charakteristický letový den.

Hygienický limit maximální hladiny akustického tlaku A se stanoví pro hluk šířící se ze zdrojů uvnitř objektu součtem základní maximální hladiny akustického tlaku $A_{L_{Amax}}$ se rovná 40 dB a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného vnitřního prostoru a denní a noční době podle přílohy č. 2 k tomuto nařízení. Pro obytné místnosti a denní dobu je korekce 0 dB, pro noční dobu -10 dB. Pro učebny a pobytové místnosti škol je po dobu užívání platná korekce +5 dB. V případě hluku s tónovými složkami, s výjimkou hluku z dopravy na pozemních komunikacích, drahách a z leteckého provozu, se přičte další korekce -5 dB. Za hluk ze zdrojů uvnitř objektu, s výjimkou hluku ze stavební činnosti, se pokládá i hluk ze zdrojů umístěných mimo tento objekt, který do tohoto objektu proniká jiným způsobem než vzduchem, zejména konstrukcemi nebo podlažím.

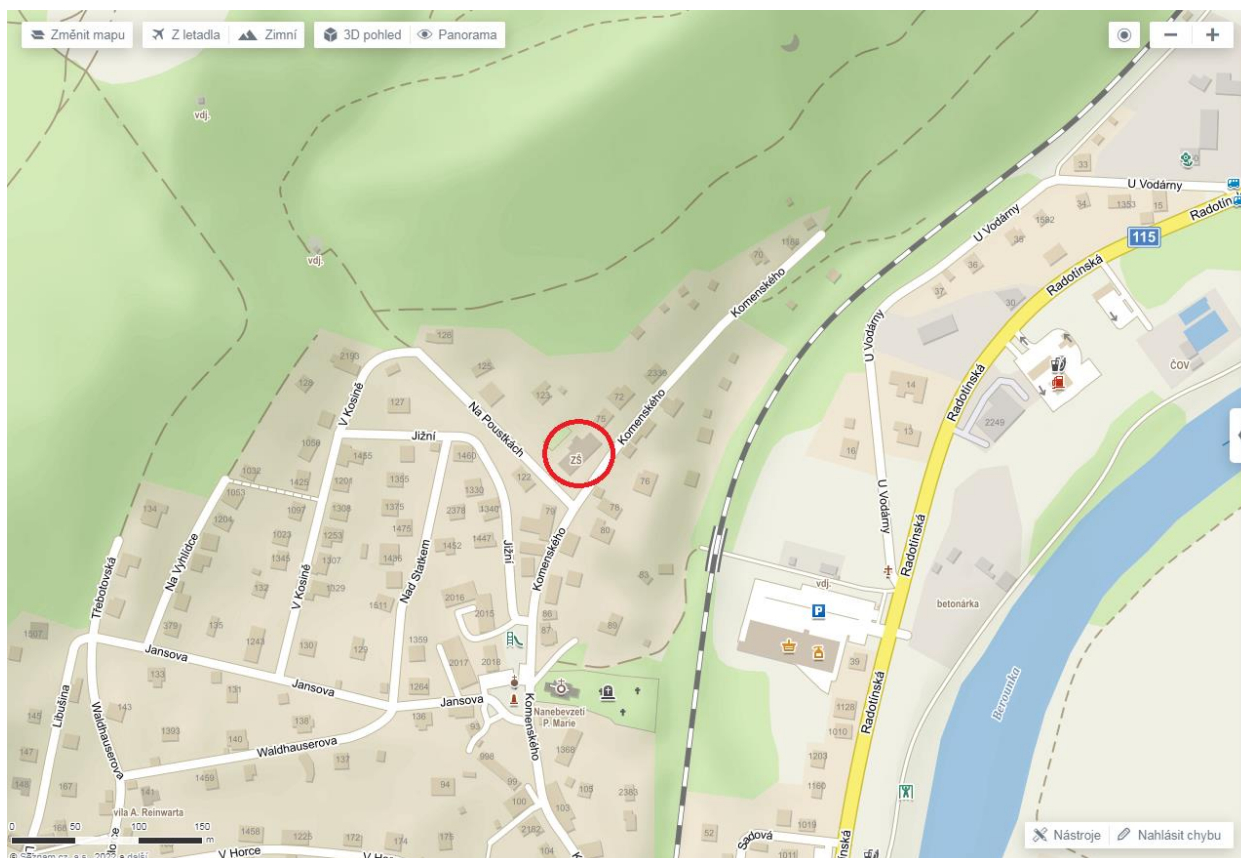
5. Stručný popis záměru

Předmětem projektu jsou stavební úpravy budovy základní školy spočívající v rekonstrukci střechy a dostavbě učeben ve 3. NP, šaten v 1. NP a výtahu. Objekt stojí na svažitém pozemku na nároží ulic Komenského a Na Poustkách na severním okraji města.

Rekonstrukcí vzniknou ve 3. NP počítačová učebna, klasická učebna, učebna-herna-družina, kabinet, poradna, sklad a hygienická zázemí pro žáky i učitele. Nová valbová střecha bude doplněna o vikýře a střešní okna. Nové obvodové stěny vestavby budou z keramických tvarovek, vnitřní příčky mezi učebnami budou lehké dvojité sádkokartonové konstrukce. Šikminy a rovné části stropu místností ve 3. NP budou oplášťeny plnými protipožárními SDK deskami. V jižní části 2. nadzemního podlaží bude odstraněn původní podhled a po zesílení trámového stropu bude nahrazen novým plným SDK podhledem. V přízemí dojde na obou stranách budovy k rozšíření o šatny.

Stávající systém vytápění absorpčním tepelným čerpadlem s doplňkovým plynovým kotlem je dostatečný i pro nově vzniklé prostory, vyhovující a bude zachován. Venkovní jednotka tepelného čerpadla je umístěna na terénu ve výklenku ve sníženém dvorku u severní fasády. Nové i původní pobytové prostory školy budou větrány přirozeně. Nucené odvětrání je navrženo pouze pro hygienická zázemí v 1. NP až 3. NP, odvod odpadního vzduchu bude vyveden na severní fasádu a nad střechu. Pro učebny a poradnu ve 3. NP jsou navrženy multisplit systémy chlazení se dvěma venkovními jednotkami umístěnými u severní fasády v přízemí vedle původního tepelného čerpadla.

Nejbližší okolní chráněnou zástavbou jsou dvoupodlažní rodinné domy stojící na severovýchodní, severozápadní a západní straně od budovy školy ve vzdálenosti 25 m až 80 m.



Obrázek 2 Lokalita stavebního záměru (mapy.cz)

6. Prostorová akustika

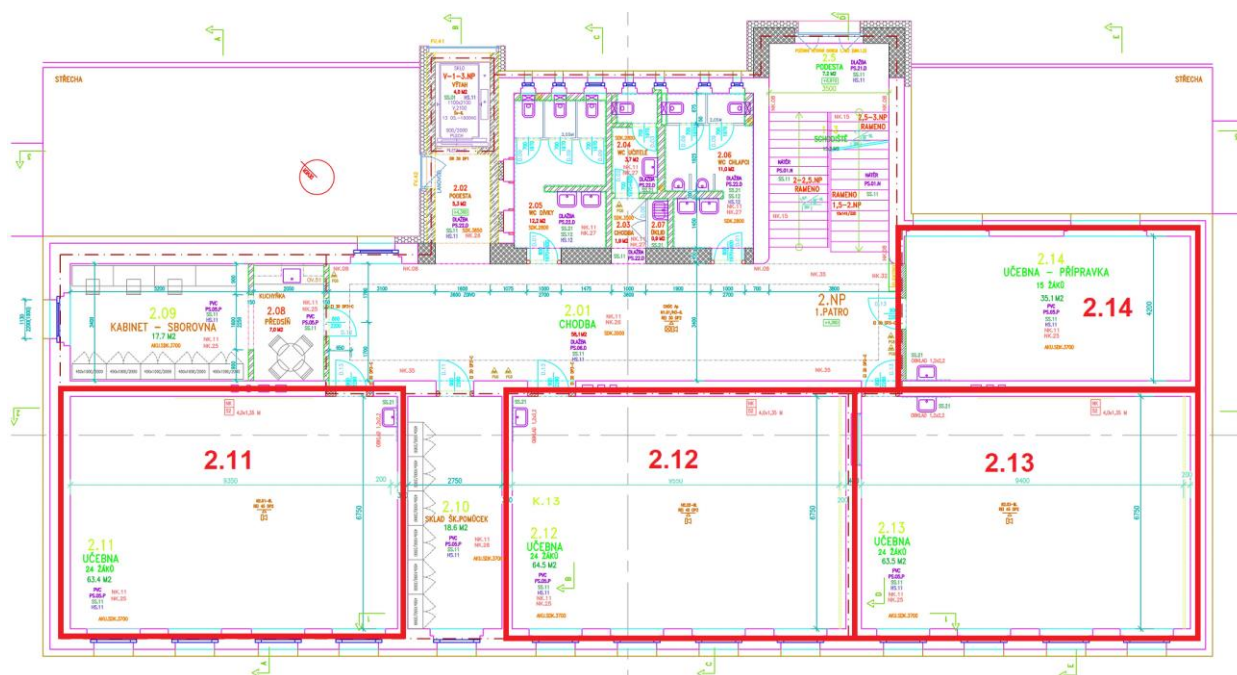
Bez jakýchkoli úprav by byla doba dozvuku v učebnách nepřiměřeně dlouhá a nebyly by dodrženy požadavky ČSN 73 0527 v žádném kmitočtovém pásmu. Akustické úpravy musí v učebnách zajistit přiměřeně krátkou dobu dozvuku s vyrovnaným průběhem v celém kmitočtovém rozsahu oktávových pásem 125 Hz až 4000 Hz. Zpravidla si proto v obdobných případech nelze vystačit pouze s porézním širokopásmově pohltivým obkladem účinným až v oblasti středních a vyšších kmitočtů.

Navrženy jsou proto akustické úpravy kombinující představené děrované sádkartonové desky účinné již v oblasti nízkých kmitočtů a pohltivé stěnové panely pro úpravu doby dozvuku zejména na středních a vysokých kmitočtech.

6.1 Učebny 2.11, 2.12 a 2.13 ve 2. NP

Rekonstrukcí budou dotčeny učebny ve 2. NP, kde dojde k zesílení trémového stropu a výměně podhledu. Jedná se o téměř identické pravoúhlé místnosti o půdorysných rozměrech přibližně 9,6 m x 6,8 m a výšce 3,7 m. Objem uzavřeného prostoru je $V \sim 240 \text{ m}^3$, plocha vnitřních ohraničujících povrchů $S \sim 250 \text{ m}^2$. Optimální doba dozvuku je dle ČSN 73 0527 $T_0 = 0,63 \text{ s}$.

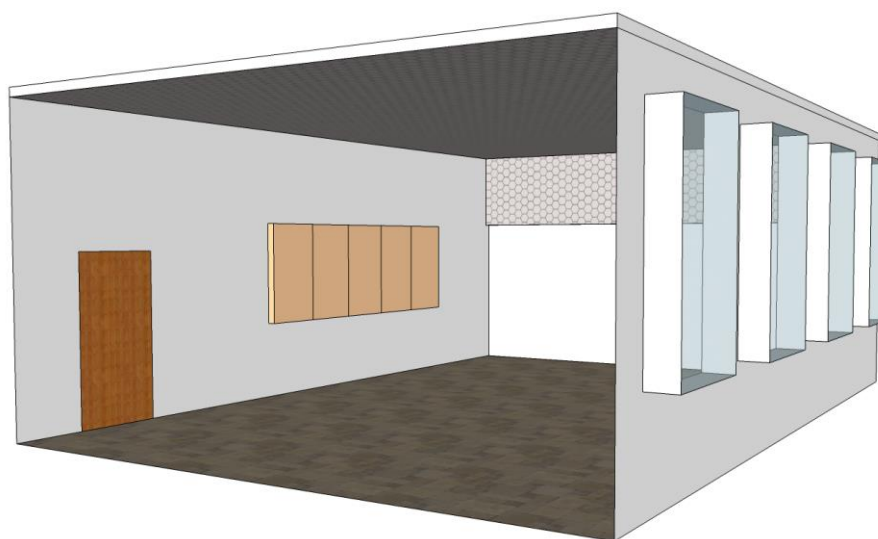
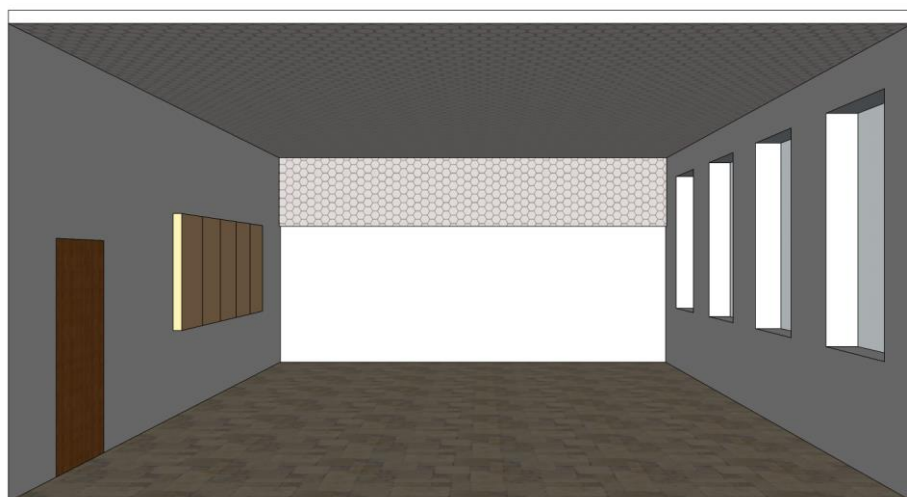
Obvodové stěny učeben tvoří omítnuté zdivo. Podhled bude realizován z plných protipožárních SDK desek s vloženou minerální izolací. Na podlaze je celoplošně položena povlaková PVC krytina. V jedné delší obvodové stěně jsou osazena vždy 4 okna o rozměru 1,3 m x 2,2 m s izolačním zasklením. Kapacita učeben je 24 žáků. Místnosti budou vybaveny běžným zařízením interiéru, jako jsou stoly a židle, skřínky, tabule apod.



Obrázek 3 Navrhovaný stav 2. NP s vyznačením řešených učeben

Navržené akustické úpravy (identické pro všechny tři učebny):

- Celoplošný svěšený podhled z velkoformátových děrovaných sádkartonových desek Rigips Gyptone Big Quattro 40 nebo Gyptone Big Quattro 41 nebo Gyptone Big Quattro 44, výška svěšení pod základním protipožárním podhledem ≥ 100 mm, v mezeře vložena pohltivá minerální vlna Isover Piano tl. 50 mm;
- Předsazená konstrukce z děrovaných SDK desek Rigips Gyptone Big Quattro 40, Gyptone Big Quattro 41 nebo Gyptone Big Quattro 44 v horní části zadní stěny (pás výšky 1,2 m kladený od stropu, plocha 8 m²), předsazení ≥ 60 mm od zděné stěny, v dutině bude za perforované SDK desky vložena pohltivá minerální izolace Isover Piano tl. 50 mm;
- Dodatečný širokopásmově pohltivý stěnový obklad o ploše přibližně 5 m². Vhodné je umístit obklad na plnou boční stěnu s dveřmi. Doporučit lze například Eurocoustic Acoustiroc tvořený lícovými kovovými perforovanými panely, akustickou vložkou z minerální vlny a hliníkovými lemovacími profily. Panely budou instalovány na stěně v pásu o rozměru 4 m x 1,35 m (5 přisazených panelů 0,8 m x 1,35 m, celková plocha cca 5,4 m²). Mechanicky odolné panely lze využít jako magnetické nástěnky.



snížený pohled a předsazený obklad horní části zadní stěny z děrovaných SDK desek



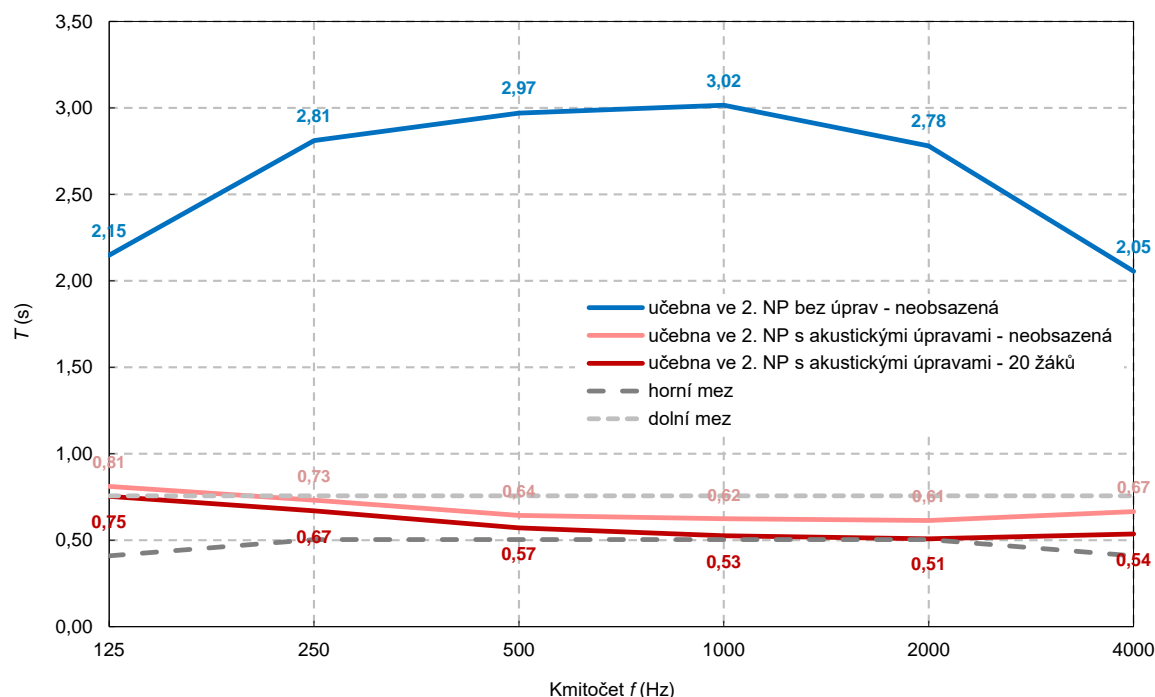
širokopásmově pohltivý stěnový obklad

Obrázek 4 Navržené úpravy učeben ve 2. NP

Predikované doby dozvuku učeben ve 2. NP bez úprav a s navrženými akustickými úpravami jsou uvedeny v následující tabulce a grafu.

Tabulka 2 Doba dozvuku učeben ve 2. NP

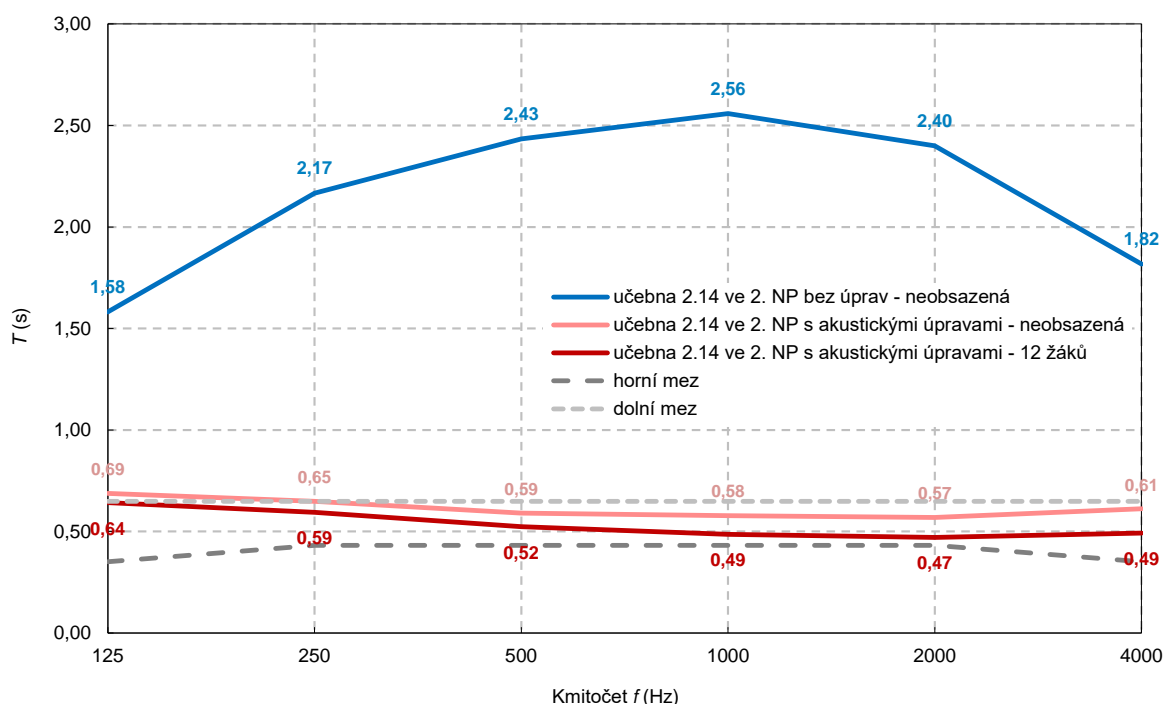
Kmitočet f (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Učebna bez akustických úprav – neobsazená	2,15	2,81	2,97	3,02	2,78	2,05
Učebna s navrženými akustickými úpravami – neobsazená	0,81	0,73	0,64	0,62	0,61	0,67
Učebna s navrženými akustickými úpravami – obsazenost 20 žáků	0,75	0,67	0,57	0,53	0,51	0,54



6.2 Učebna-přípravka 2.14 ve 2. NP

Jedná se o menší učebnu pravoúhlého tvaru o rozměrech 8,4 m x 4,2 m x 3,7 m, objem $V \sim 130 \text{ m}^3$, plocha vnitřních ohraničujících povrchů $S \sim 160 \text{ m}^2$. Optimální doba dozvuku je dle ČSN 73 0527 $T_0 = 0,54 \text{ s}$. Kapacita učebny je 15 žáků.

Akustické úpravy jsou koncepčně shodné jako v případě ostatních větších učeben ve 2. NP, tj. celoplošný svěšený podhled z děrovaných SDK desek (cca 35 m^2), pás předsazeného obkladu z děrovaných SDK desek v horní části zadní stěny (cca 5 m^2) a doplňkový širokopásmově pohltivý stěnový obklad (4 přisazené panely 0,8 m x 1,35 m, plocha cca 4,3 m^2).



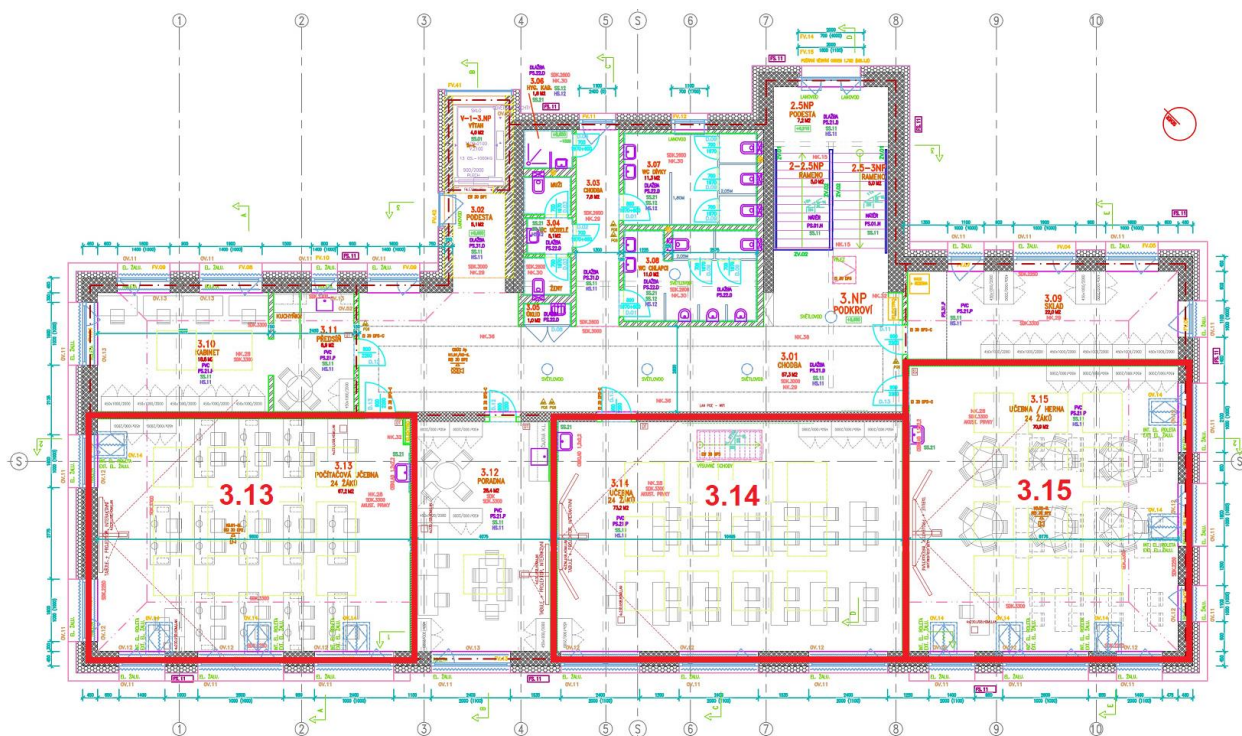
Tabulka 3 Doba dozvuku učebny 2.14 ve 2. NP

Kmitočet f (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Učebna bez akustických úprav – neobsazená	1,58	2,17	2,43	2,56	2,40	1,82
Učebna s navrženými akustickými úpravami – neobsazená	0,69	0,65	0,59	0,58	0,57	0,61
Učebna s navrženými akustickými úpravami – obsazenost 20 žáků	0,64	0,59	0,52	0,49	0,47	0,49

6.3 Učebna 3.14 ve 3. NP

V úrovni 3. NP vzniknou 3 nové učebny. Učebna 3.14 bude pravoúhlého tvaru o půdorysných rozměrech přibližně 10,5 m x 7 m a výšce 3,3 m. Objem uzavřeného prostoru je $V \sim 240 \text{ m}^3$, plocha vnitřních povrchů $S \sim 260 \text{ m}^2$. Optimální doba dozvuku je dle ČSN 73 0527 $T_0 = 0,63 \text{ s}$. Kapacita učebny je 24 žáků.

Delší obvodové stěny budou omítnutým zdivem, kratší stěny budou lehké SDK příčky. Podhled bude realizován z plných protipožárních SDK desek s vloženou minerální izolací. Na podlaze bude celoplošně položena povlaková PVC krytina. V jedné delší obvodové stěně jsou osazena 3 okna o rozměru 2,4 m x 1,9 m s izolačním zasklením. Místnost bude vybavena běžným zařízením interiéru, jako jsou stoly a židle, skříňky, tabule apod.



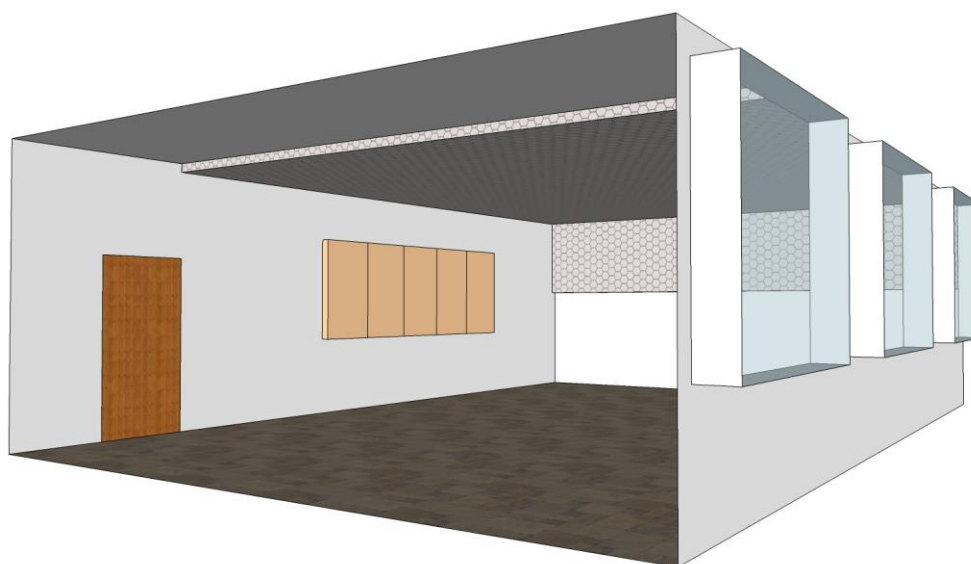
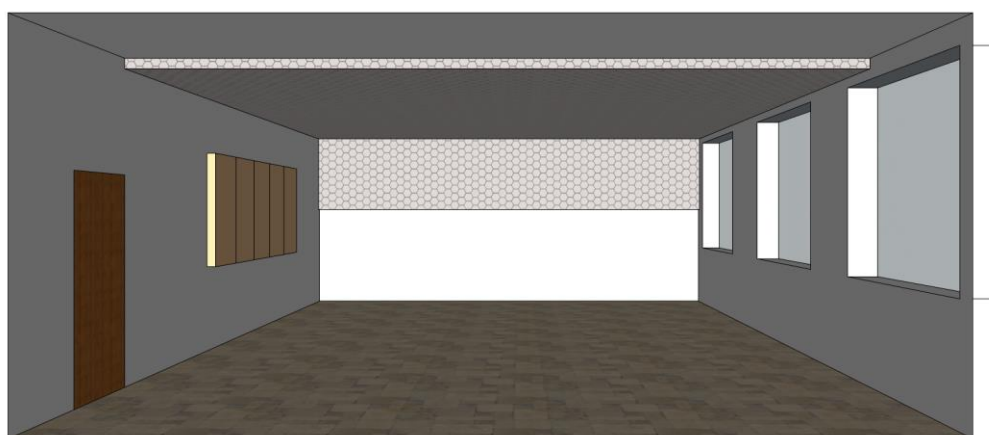
Obrázek 5 Navrhovaný stav 3. NP s vyznačením řešených učeben

Navržené akustické úpravy jsou koncepčně obdobné s učebnami ve 2. NP:

- Svěšený podhled z velkoformátových děrovaných sádkartonových desek pokrývající přibližně 80 % plochy stropu ve střední a zadní části učebny (pás šířky 2 m v přední části může být ponechán základní plný protipožární SDK podhled), vhodnými typy desek jsou opět Rigips Gyptone Big Quattro 40 nebo Gyptone Big Quattro 41 nebo Gyptone Big Quattro 44, výška svěšení pod

základním protipožárním podhledem ≥ 60 mm, v mezeře vložena pohltivá minerální vlna Isover Piano tl. 50 mm;

- Předsazená konstrukce z děrovaných SDK desek Rigips Gyptone Big Quattro 40, Gyptone Big Quattro 41 nebo Gyptone Big Quattro 44 v horní části zadní stěny (pás výšky 1,2 m kladený od stropu, plocha 8 m^2), předsazení ≥ 60 mm od stěny, v dutině bude za perforované SDK desky vložena pohltivá minerální izolace Isover Piano tl. 50 mm;
- Dodatečný širokopásmově pohltivý stěnový obklad o ploše přibližně 5 m^2 . Vhodné je umístit obklad na boční stěnu s dveřmi. Doporučit lze například Eurocoustic Acoustiroc tvořený lícovými kovovými perforovanými panely, akustickou vložkou z minerální vlny a hliníkovými lemovacími profily. Panely budou instalovány na stěně v pásu o rozměru $4 \text{ m} \times 1,35 \text{ m}$ (5 přisazených panelů $0,8 \text{ m} \times 1,35 \text{ m}$, celková plocha cca $5,4 \text{ m}^2$). Mechanicky odolné panely lze využít jako magnetické nástěnky.



snížený podhled a předsazený obklad horní části zadní stěny z děrovaných SDK desek

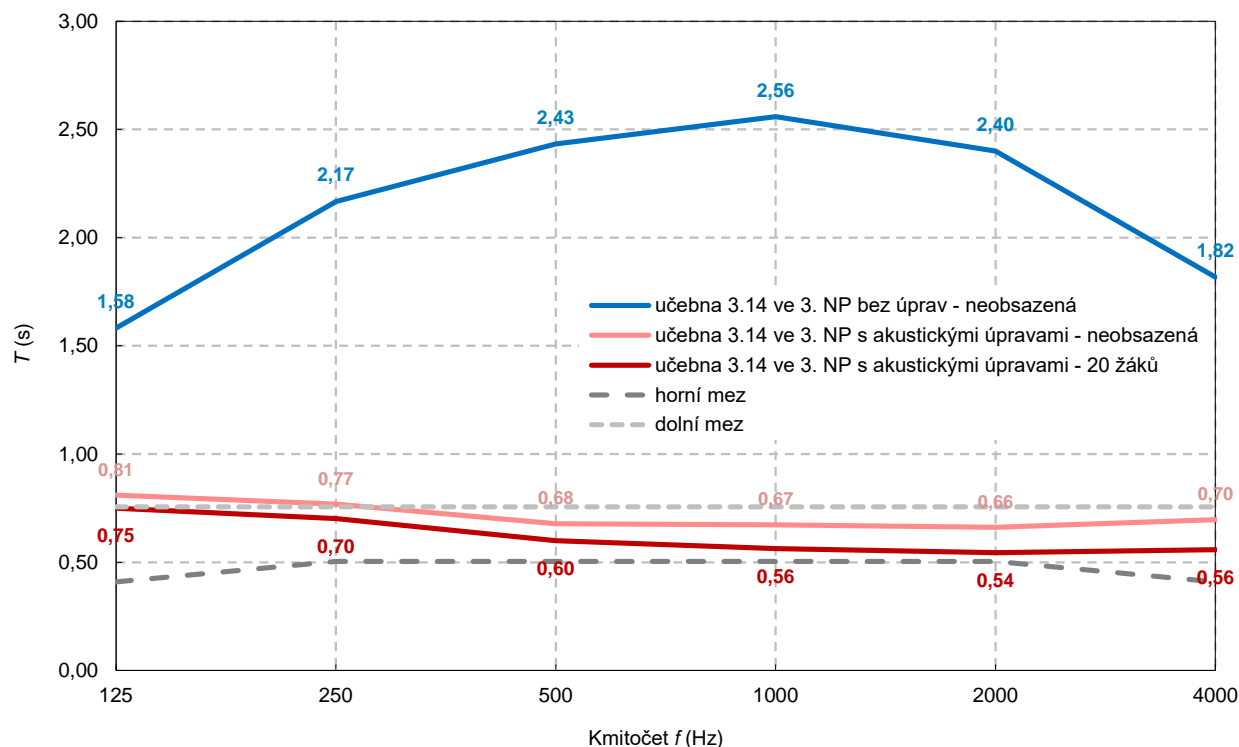


šírokopásmově pohltivý stěnový obklad

Obrázek 6 Navržené úpravy učebny 3.14 ve 3. NP

Tabulka 4 Doba dozvuku učebny 3.14 ve 3. NP

Kmitočet f (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Učebna bez akustických úprav – neobsazená	1,58	2,17	2,43	2,56	2,40	1,82
Učebna s navrženými akustickými úpravami – neobsazená	0,81	0,77	0,68	0,67	0,66	0,70
Učebna s navrženými akustickými úpravami – obsazenost 20 žáků	0,75	0,70	0,60	0,56	0,54	0,56



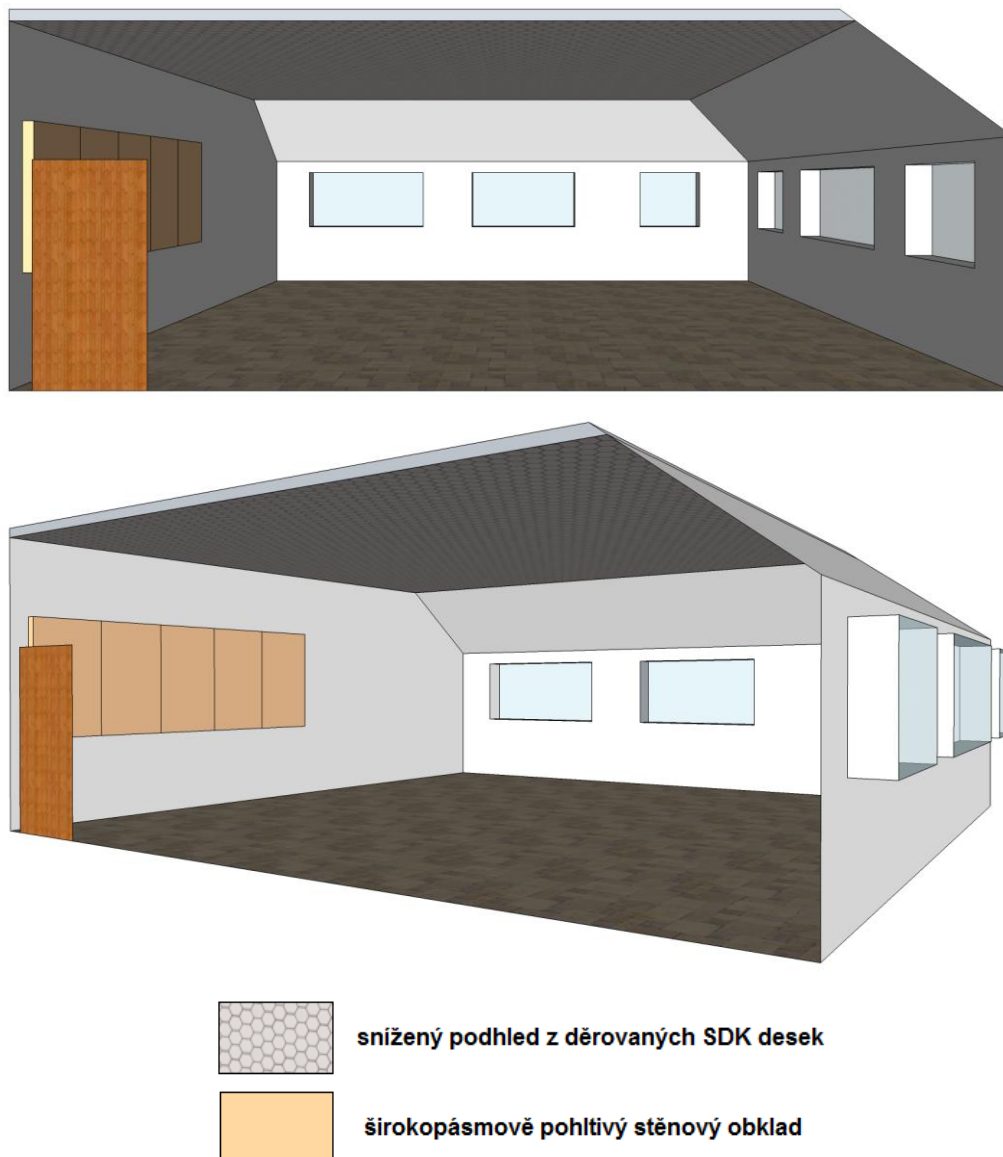
6.4 Počítačová učebna 3.13 a učebna/herna 3.15 ve 3. NP

Rohové učebny srovnatelných rozměrů a stavebního řešení budou vystavěny v západní a východní části podlaží. Objem uzavřeného prostoru je $V \sim 220 \text{ m}^3$, plocha vnitřních ohraničujících povrchů $S \sim 245 \text{ m}^2$. Optimální doba dozvuku je dle ČSN 73 0527 $T_0 = 0,62 \text{ s}$. Kapacita učebny je 24 žáků. Svislé nadezdívky obvodových stěn výšky 2,25 m budou provedeny z keramických tvarovek, vnitřní příčky budou lehké SDK konstrukce. Šikminy a podhled budou realizovány z plných protipožárních SDK desek s vloženou minerální izolací. Na podlaze učeben bude celoplošně položena povlaková PVC krytina (v počítačové učebně bude provedena zdvojená podlaha na stavitelných terčích). Ve střešním plášti bude osazeno celkem 4 nebo 5 střešních oken o rozměru 0,8 m x 1,2 m, v obvodových stěnách budou klasická okna výšky 1 m. Místnosti budou vybaveny běžným zařízením interiéru, jako jsou stoly a židle, skříňky, tabule apod.

Navržené akustické úpravy (identické pro obě učebny):

- Celoplošný svěšený podhled rovné části stropu z velkoformátových děrovaných sádkartonových desek Rigips Gyptone Big Quattro 40 nebo Gyptone Big Quattro 41 nebo Gyptone Big Quattro 44 (plocha cca 45 m^2), výška svěšení pod základním protipožárním podhledem $\geq 60 \text{ mm}$, v mezeře vložena pohltivá minerální vlna Isover Piano tl. 50 mm;

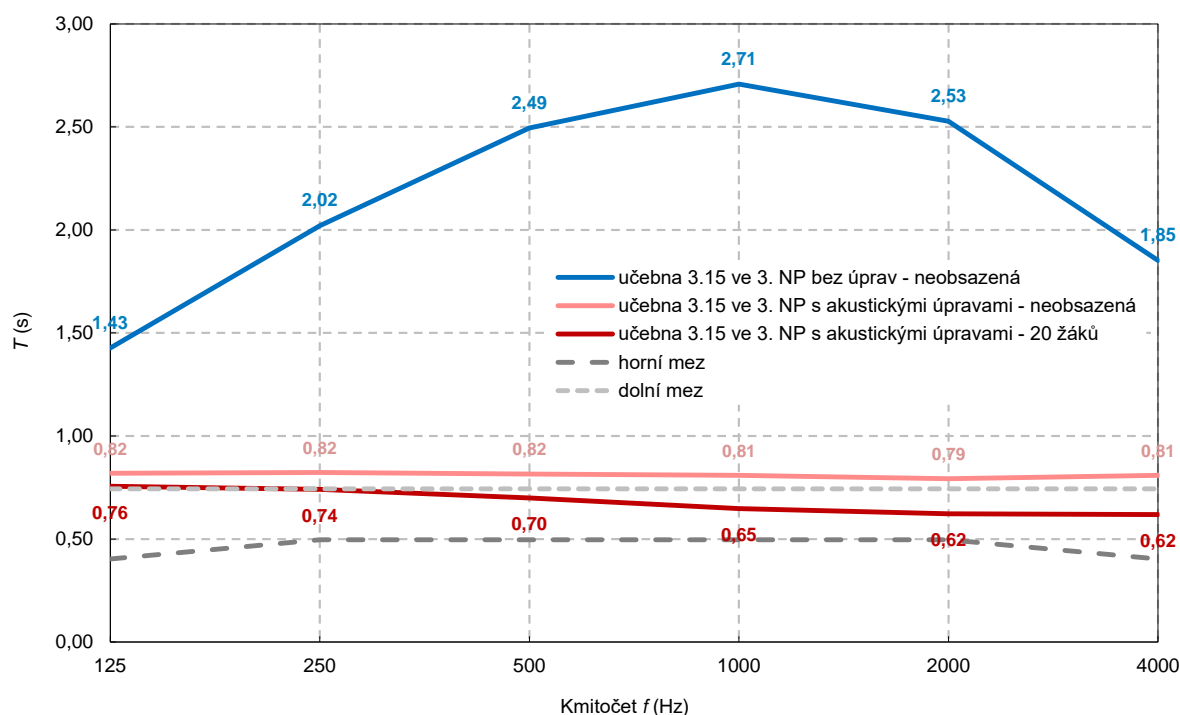
- Dodatečný širokopásmově pohltivý stěnový obklad o ploše přibližně 5 m². Vhodné je umístit obklad na boční nebo zadní stěnu. Doporučit lze například Eurocoustic Acoustiroc tvořený lícovými kovovými perforovanými panely, akustickou vložkou z minerální vlny a hliníkovými lemovacími profily. Panely budou instalovány na stěně v pásu o rozměru 4 m x 1,35 m (5 přisazených panelů 0,8 m x 1,35 m, celková plocha cca 5,4 m²). Mechanicky odolné panely lze využít jako magnetické nástěnky.



Obrázek 7 Navržené úpravy učebny 3.15 ve 3. NP

Tabulka 5 Doba dozvuku učebny 3.15 ve 3. NP

Kmitočet f (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Učebna bez akustických úprav – neobsazená	1,43	2,02	2,49	2,71	2,53	1,85
Učebna s navrženými akustickými úpravami – neobsazená	0,82	0,82	0,82	0,81	0,79	0,81
Učebna s navrženými akustickými úpravami – obsazenost 20 žáků	0,76	0,74	0,70	0,65	0,62	0,62



6.5 Kabinety/sborovna 2.09 ve 2. NP, kabinet 3.10 a poradna 3.12 ve 3. NP

V místnostech s PVC podlahou se předpokládá celoplošná instalace svěšeného podhledu z děrovaných SDK desek (typy a výška svěšení stejně jako v učebnách). Tato úprava zajistí dodržení doporučení normy pro minimální hodnotu poměru celkové pohltivosti prostoru ku jeho objemu.

6.6 Chodby 2.01 ve 2. NP a 3.01 ve 3. NP

Na podlaze bude položena keramická dlažba, stěny budou omítnutým zdivem. Ve střední části stropu chodeb bude instalován plný SDK podhled a po obvodu minerální kazetový podhled. Osazeny by měly být akustické kazety spadající do nejvyšší třídy zvukové pohltivosti A, tj. podhled vykazující v daném uspořádání hodnotu váženého činitele zvukové pohltivosti $\alpha_w \geq 0,90$. Pro splnění doporučení normy na hodnotu poměru A/V by plochy obou typů podhledu měly být přibližně rovnocenné, tj. polovinu plochy stropu na chodbách by měl tvořit pohltivý minerální podhled a polovinu plochy plný SDK podhled.

7. Stavební akustika

Ve 2. NP budou mezi učebnami a mezi učebnami a okolními prostory (chodba, kabinet, sklad) příčky z omítnutých keramických bloků tloušťky minimálně 300 mm, u nichž je předpoklad dodržení normového požadavku $R'_w \geq 47$ dB.

7.1 Nové příčky mezi učebnami ve 3. NP

Navrženy jsou lehké montované příčky celkové tloušťky 200 mm tvořené dvojitém vnitřním nosným rastrem, minerální vlnou v mezeře a oboustranným opláštěním dvěma cementovláknitými deskami tl. 15 mm s deklarovanou hodnotou vážené laboratorní neprůzvučnosti $R_w = 62$ dB. Při správném provedení případných prostupů, osazení zásuvek apod. bude požadavek normy taktéž bezpečně dodržen.

7.2 Stropní konstrukce mezi 1. NP až 3. NP

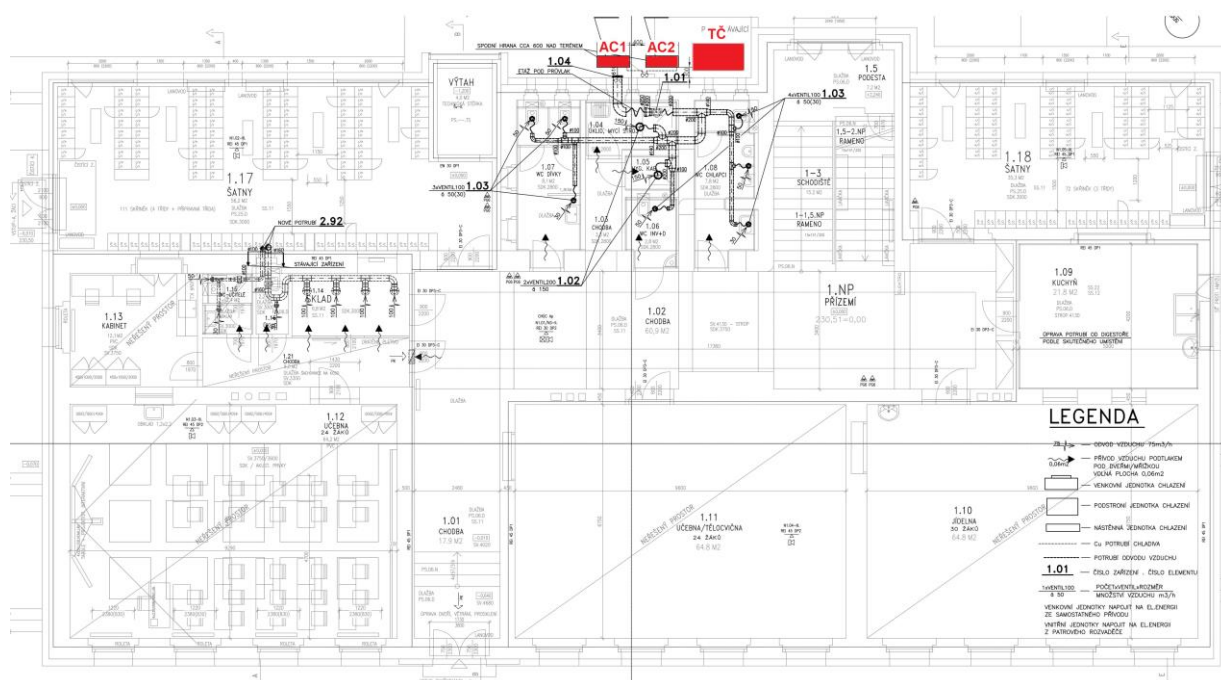
Nosnou konstrukci budou tvořit ocelové válcované profily s plechobetonovou deskou (trapézový plech s vlnou 35 mm a nabetonávkou 85 mm nad vlnu). Shora bude provedeno souvrství těžké plovoucí podlahy v tloušťce 125 mm (instalační vrstva 50 mm, minerální kročejová izolace 25 mm, anhydrit/cementový potěr 40 mm, vrchní nášlapná vrstva). Ze spodní strany je předpokládán plný sádkartonový protipožární podhled s vloženou minerální vlnou ve vzduchové mezeře.

Výpočtem dle zásad ČSN EN ISO 12354-1,2 byly vypočítány hodnoty stavební neprůzvučnosti stropu $R'_w = 55$ dB a $L'_{n,w} = 51$ dB. Korekce zohledňující vliv šíření zvuku vedlejšími cestami, tj. rozdíl mezi laboratorní a stavební neprůzvučností, jsou uvažovány $k_1 = 3$ dB a $k_2 = 2$ dB. Normové požadavky $R'_w \geq 53$ dB a $L'_{n,w} \leq 55$ dB budou dodrženy. Předpokladem je využití poddajné kročejové izolace v souvrství těžké plovoucí podlahy s výrobcem deklarovanou dynamickou tuhostí $s' \leq 25$ MN/m³ a důsledná obvodová dilatace roznášecí vrstvy anhydritu či potěru od svislých konstrukcí.

8. Šíření hluku z provozu stacionárních zdrojů

8.1 Stacionární zdroje hluku

Způsob vytápění objektu se nemění, zachováno zůstává původní plynové absorpční tepelné čerpadlo Robur GAHP A osazené na terénu ve sníženém dvorku u severní fasády. Nově vzniklé pobytové prostory školy ve 3. NP budou větrány přirozeně okny. Nuceně odvětrávána budou pouze hygienická zázemí v 1. NP až 3. NP diagonálními ventilátorem instalovanými v podhledech větraných prostor. Výdech odpadního vzduchu bude ohebným potrubím s útlumem zvuku vyveden na severní fasádu a nad střechu ve střední části budovy. Navržen je systém chlazení počítačové učebny, klasické učebny, poradny a družiny se dvěma venkovními chladicími jednotkami umístěnými ve sníženém dvorku vedle tepelného čerpadla, viz obrázek 8. Žádná další technická zařízení budovy nejsou projektem uvažována.



Obrázek 8 Půdorys přízemí s umístěním venkovních jednotek TČ a chlazení ve sníženém dvorku u severní fasády

Tabulka 6 Emise hluku zadaných stacionárních zdrojů

Zařízení	Účel	Umístění zařízení	Emise hluku	Provozní doba
Původní absorpční plynové tepelné čerpadlo Robur GAHP A	Vytápění objektu školy	Výklenek ve sníženém dvorku u severní fasády	Ak. výkon (max) $L_{WA} = 80$ dB Ak. tlak $L_{pA,5m} = 58$ dB	Denní i noční provoz
Zař. 1 – diagonální ventilátor 610 m ³ /h	Podtlakové odvětrání hygienických zázemí v 1. NP	Výdech přes žaluzii na severní fasádě v úrovni 1. NP	Ak. výkon (výtlak) $L_{WA} = 65$ dB	Pouze denní provoz
Zař. 2 – diagonální ventilátor 530 m ³ /h	Podtlakové odvětrání hygienických zázemí ve 2. NP	Výdech přes žaluzii na severní fasádě v úrovni 2. NP	Ak. výkon (výtlak) $L_{WA} = 65$ dB	Pouze denní provoz
Zař. 3 – 2x diagonální ventilátor 450 m ³ /h a 310 m ³ /h	Podtlakové odvětrání hygienických zázemí ve 3. NP	Výdechy nad střechou	Ak. výkon (výtlak) $L_{WA} = 65$ dB	Pouze denní provoz
Zař. 5 – venkovní chladicí jednotka Multi V S (17,5 kW)	Chlazení počítačové učebny ve 3. NP	Výklenek ve sníženém dvorku u severní fasády	Ak. výkon $L_{WA} = 75$ dB Ak. tlak $L_{pA,1m} = 60$ dB	Pouze denní provoz
Zař. 6 – venkovní chladicí jednotka Multi V S (17,5 kW)	Chlazení učebny, družiny a poradny ve 3. NP	Výklenek ve sníženém dvorku u severní fasády	Ak. výkon $L_{WA} = 75$ dB Ak. tlak $L_{pA,1m} = 60$ dB	Pouze denní provoz

8.2 Hluk v chráněných venkovních prostorech staveb

K výpočtům hluku ve venkovním prostoru byl použit predikční software iNoise V2024 Enterprise, DGMR Software B.V. Šíření hluku ze stacionárních zdrojů je modelováno v souladu s ČSN ISO 9613-1 „Akustika – Útlum při šíření zvuku ve venkovním prostoru. Část 1: Výpočet pohlcování zvuku v atmosféře“ a ČSN ISO 9613-2 „Akustika – Útlum při šíření zvuku ve venkovním prostoru – Část 2: Obecná metoda výpočtu“ a splňuje doporučení ISO 17534-3 „Acoustics – Software for the calculation of sound outdoors – Part 3: Recommendations for quality assured implementation of ISO 9613-2 in software according to ISO 17534-1“. Při výpočtu hladin akustického tlaku je respektována sférická divergence, pohlcování zvuku při šíření ve vzduchu, pohlcování zvuku při šíření nad pohltivým povrchem, odrazy zvuku a ohyb zvuku.

Do výpočetního modelu byly zadány stávající budovy s příslušnými výškami a terén s indexem pohltivosti $G = 0$ (odrazivý) na komunikacích a jejich blízkém okolí a $G = 0,5$ (smíšený) mimo komunikace (travnatý terén, zahrady apod.). Doplněna byla projektovaná dostavba 1. NP a vestavba 3. NP a zdroje hluku s emisními hladinami akustického výkonu v oktávových kmitočtových pásmech podle tabulky 6 (uvažován současný a trvalý provoz všech zařízení). Vypočteny jsou hodnoty hluku šířeného před fasády nejbližších okolních obytných domů. Původní učebny v 1. NP a 2. NP i nové učebny ve 3. NP mají chráněné venkovní prostory stavby, tj. okna umožňující přirozené větrání, na jižní fasádě, kde se hluk stacionárních zdrojů s jistotou neuplatní. Místa výpočtu hluku jsou patrná z hlukových map uvedených v příloze 2. Hodnoty hluku v chráněných venkovních prostorech staveb jsou vypočítány jako hodnoty hluku dopadajícího na fasády posuzovaných staveb, tj. bez odrazu hluku od posuzované

fasády. Vypočítané hodnoty hluku jsou zaokrouhlené na celá čísla, protože přesnost predikce nedosahuje řádu desetin decibelu.

Tabulka 7 Vypočítané hodnoty hluku z provozu stacionárních zdrojů

Označení	Podlaží, výška	$L_{Aeq,T}$ (dB)		Hygienický limit hluku	Porovnání
		Denní doba	Noční doba		
R1 Rodinný dům Komenského 75	2. NP	35	31	$L_{Aeq,8h} = 50$ dB v denní době $L_{Aeq,1h} = 40$ dB v noční době	Vyhovuje
R2 Rodinný dům Na Poustkách 123	2. NP	38	35		
R3 Rodinný dům Na Poustkách 124	2. NP	30	27		
R4 Rodinný dům Jižní 1460	2. NP	29	26		
R5 Rodinný dům Jižní 1330	2. NP	32	29		
R6 Objekt k bydlení Na Poustkách 122	1. NP	41	39		
R7 Objekt k bydlení Na Poustkách 122	1. NP	39	37		
R8 Venkovní hřiště na pozemku ZŠ	1,5 m	48	45	$L_{Aeq,8h} = 50$ dB v denní době	

Pro názornost jsou vypočítány hlukové mapy pro denní a noční dobu ve výšce 5 m nad zemí, viz přílohu 2. Hlukové mapy zobrazují celkovou situaci imise hluku a jsou proto prezentovány včetně odrazů hluku od všech budov.

8.3 Hluk v chráněných vnitřních prostorech stavby

Relevantními zdroji hluku jsou venkovní jednotky tepelného čerpadla a chlazení osazené na terénu ve sníženém dvorku u severní fasády, vnitřní jednotky chlazení instalované v učebnách a družině ve 3. NP, odvodní ventilátory pro větrání hygienických zázemí umístěné v podhledech větraných prostor a výtah v přístavbě na severní fasádě.

Místo instalace venkovních chladicích jednotek a výtahu je před severní obvodovou stěnou, za níž se v úrovni 1. NP až 3. NP nachází hygienická zázemí, šatny a schodiště. Učebny, kabinet a poradna jsou od zdrojů hluku odděleny přinejmenším ještě chodbou. Hluk šířený vzduchem se tedy v chráněných vnitřních prostorech stavby nikterak neuplatní. Pro zabránění přenosu a šíření strukturálního hluku je nezbytné obě nové venkovní jednotky chlazení pružně uložit vůči základu a stavební konstrukci budovy přes vhodné a účinné izolátory chvění. Současně je potřeba pružně ošetřit i prostupy potrubí stavebními konstrukcemi a rozvody kotvit pomocí závěsů s pružnými prvky. Pružné uložení platí i pro odvodní ventilátor hygienických zázemí.

Vnitřní jednotky chlazení je třeba zvolit takové, aby jejich provozní hluk nezpůsobil v učebnách ve 3. NP překročení hygienického limitu $L_{Amax} \leq 45$ dB.

9. Závěr

Koncepce akustických úprav učeben je založena na kombinaci sníženého podhledu a představeného obkladu stěn z děrovaných SDK desek a dodatečného stěnového širokopásmově pohltivého obkladu. Realizací navržených akustických úprav bude doba dozvuku v jednotlivých učebnách dostatečně zkrácena s vyrovnaným kmitočtovým průběhem. Úpravy tak zajistí dodržení požadavků ČSN 73 0532 ve všech oktavových kmitočtových pásmech a tím kvalitní poslechové podmínky pro výuku s dobrou srozumitelností řeči. Případné závěrečné ověřovací měření doby dozvuku musí být provedeno až ve stavu celkové stavební dokončenosti (osazená okna a dveře, hotové všechny povrchy, instalované veškeré obklady, umístění konečného interiéru – stoly, židle, skříňky, tabule aj.).

Navržené skladby vnitřních stavebních konstrukcí vyhovují z hlediska zvukové izolace požadavkům ČSN 73 0532.

Projekt chlazení a větrání vytváří za podmínky pružného uložení zařízení předpoklady pro dodržení příslušných hygienických limitů hluku v chráněných venkovních i vnitřních prostorech stavby v denní i noční době.

V Praze dne 19. září 2023

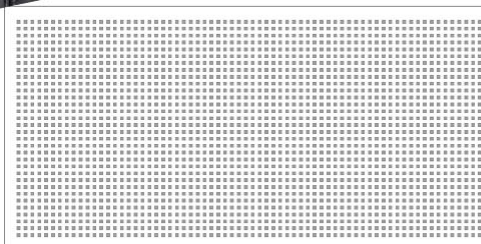


Ing. Milan Pospíšil

Příloha 1



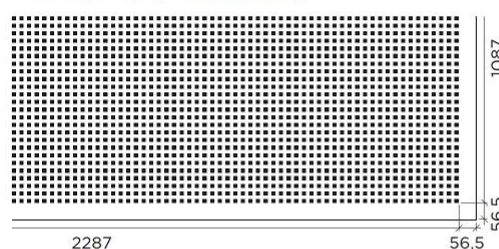
GYPTONE BIG QUATTRO 44



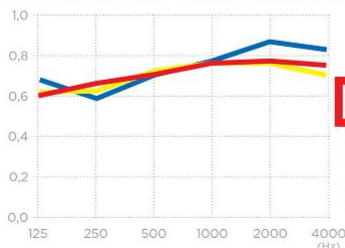
Základní vlastnosti desek Gyptone BIG Quattro 44

Rozměry desky (š x d x tl.)	1200 x 2400 x 12,5 mm
Hrany desky	všechny zploštělé B1
Děrování	pravidelné
Velikost otvorů	12 x 12 mm
Podíl děrované plochy	20 %
Hmotnost	cca 8 kg/m ²
Třída reakce na oheň	A2-s1,d0
Odolnost proti relativní vzdušné vlhkosti	70 %

Umístění a velikost perforací [mm]



Činitel zvukové pohltivosti α_p



Výška svěšení [mm]	Minerální izolace [mm]	Činitel zvukové pohltivosti α_p /Hz						α_w	NRC	Třída zvukové pohltivosti ¹⁾
		125	250	500	1000	2000	4000			
60	50*	0,60	0,64	0,75	0,78	0,79	0,76	0,80	0,75	B
200	0	0,61	0,61	0,76	0,68	0,68	0,67	0,75	0,70	C
400	50*	0,67	0,60	0,71	0,79	0,84	0,81	0,80	0,75	B

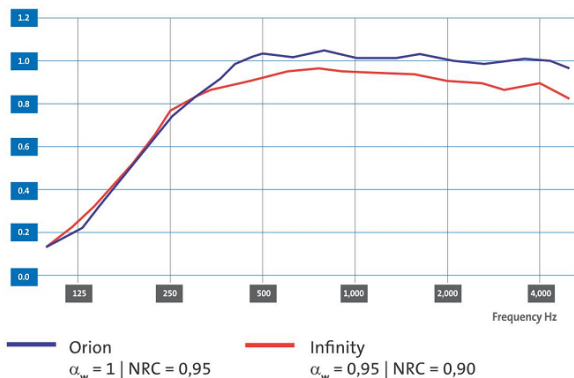
* Isover Piano

Acoustiroc®

Akustický kovový systém stěnových panelů vyrobený z perforovaných lakovaných kovových panelů s akustickou vložkou z minerální vlny a lemovacích profilů.



Akustická absorpce



Reakce na oheň

■ Třída A2-s1, d0 dle ČSN EN 13501-1



Odolnost proti nárazu

- Panely Acoustiroc® byly testovány dle standardu NF P 08-301.
- Test nárazu měkkého tělesa (pytel 50kg): testováno až do 400 J
- Test nárazu tenisovým míčkem: testováno až do rychlosti 180 km/h



Životní prostředí a zdraví

■ Životní prostředí

Ocel a hliník jsou 100% recyklovatelné. Minerální vlna je recyklovatelná a většina výrobního odpadu je recyklována. Výsledky analýzy životního cyklu (LCA) panelů Acoustiroc® jsou k dispozici na našich internetových stránkách. Kontaktujte nás pro více informací.

■ Zdraví

Panely z minerální vlny jsou tvořeny vlákny bez požadavku na karcinogenní klasifikaci (EU Směrnice 1272/2008 v pozdějším znění EU Směrnice 790/2009). Tato výjimka je potvrzena Evropskou certifikační radou (EUCEB - www.euceb.org). Organizace IARC (The International Agency for Research on Cancer) uvádí, že minerální vlna není klasifikovaná jako karcinogen pro člověka (skupina 3).

■ Kvalita vnitřního prostředí

Produkty Acoustiroc® jsou zařazeny do skupiny A+ systému posuzování kvality vzduchu vnitřního prostředí.

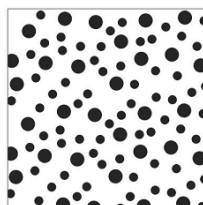


Údržba a čištění

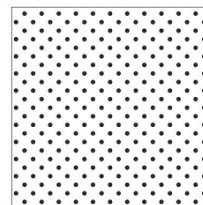
Svou povahou vyžadují panely Acoustiroc® minimální údržbu.

- Mohou být čištěny několika způsoby, viz. pokyny k instalaci a údržbě.
- Nikdy nepoužívejte k čištění abrazivní přípravky.

Typy perforace



ORION
25% Ø3 to 7
(kruhová, nesouměrná)
 $\alpha_w = 1$
NRC: 0.95



INFINITY
11% Ø1.5
(kruhová, souměrná)
 $\alpha_w = 0.95$
NRC: 0.90

Barevná škála

The Essentials



BLANC PUR



BLANC ARCTIQUE



GRIS ARGENT



GRIS ASPHALTE

The Minerals



SABLE QUARTZ



ORANGE CUIVRÉ



ROUGE BRIQUE



BLEU AZURITE

The Tonics



BLEU DRAGÉE



VERT ANIS



JAUNE D'OR



ORANGE VERMILLON

- **Nestandardní barvy:** lze dle vzorníku RAL
- **Minimální množství:** 1 paleta (8 balíků/16 panelů)

Rozměry

Šířka	790 mm
Výška	2,700 mm
Tloušťka	40 mm
Tloušťka plechu	0.8 mm

Příloha 2

