

EKOLA group, spol. s r.o.

Držitel certifikátů:

ČSN EN ISO 9001:2009

ČSN EN ISO 14001:2005

ČSN OHSAS 18001:2008

Chomutov
ZŠ Březenecká, Písečná,
Beethovenova, Na Příkopech
(5 učeben, 2x školní dílna)

**Hodnocení doby dozvuku ve stávajícím stavu,
studie akustických úprav**

Číslo zakázky: 17.0010-05

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

Leden-únor 2017



1. Úvod

Předmětem této studie je zhodnocení akustických parametrů (doba dozvuku) ve stávajícím stavu v 5 vybraných učebnách s různým zaměřením výuky a ve 2 školních dílnách v budovách 4 základních škol v Chomutově – ZŠ Beethovenova, ZŠ Březenecká, ZŠ Na Příkopěch a ZŠ Písečná. Konkrétně se jedna o tyto místnosti:

ZŠ Beethovenova:

Jazyková učebna (též s výukou IT - m.č. 2.01 – dle projektu)

ZŠ Březenecká:

Jazyková učebna (též s výukou IT - m.č. 2.02 – dle projektu)

Jazyková učebna (též s výukou IT - m.č. 3.01 – dle projektu)

Dílny (učebna pracovního vyučování - m.č. 1.01 – dle projektu)

ZŠ Na Příkopěch:

Učebna jazyků (též s výukou IT - m.č. 1.01 – dle projektu)

Učebna fyziky (m.č. 2.01 – dle projektu)

ZŠ Písečná:

Dílny (učebna pracovního vyučování - m.č. 1.01 – dle projektu)

Obsahem prací je změření doby dozvuku v daných místnostech ve stávajícím stavu a porovnání s požadavky ČSN 730527, které by měly být dle platné legislativy splněny ve výukových prostorách nových staveb nebo u staveb po rekonstrukci.

Závěry z tohoto porovnání zároveň poslouží (bude-li to podle zhodnocení výsledků nutné) jako podklad pro optimalizaci návrhu akustických úprav (obkladů či podhledů) v další části studie.

Studie byla vypracována na základě objednávky č. 94-bro-201202034 statutárního města Chomutov, Zborovská 4602, 430 28 Chomutov ze dne 19.12.2016.

2. Všeobecný popis

Parametry jednotlivých místností (objem a celková plocha obklopujících stěn vč. podlahy a stropu) jsou uvedeny v následujícím přehledu. U objemu V a plochy S jsou uvedeny stávající hodnoty a za lomítkem stav po úpravách, tj. se sníženým akustickým podhledem, v případě jazykové učebny 2.01 v ZŠ Beethovenova po zvětšení místnosti (vybourání stávající příčky mezi učebnou a přilehlým kabinetem). Dále je zde uveden počet míst pro žáky ve stávajícím stavu a ve stavu plánovaném po rekonstrukci.

ZŠ	Název místnosti, max. počet žáků (stáv./plán)	Míst. č.	Objem V (m ³)	Plocha S (m ²)
Beethovenova	Jazyková učebna (20/30)	2.01	145/192 *	187/236 *
Březenecká	Jazyková učebna (17/24)	2.02	200/191	238/236
Březenecká	Jazyková učebna (19/24)	3.01	196/185	233/231
Březenecká	Dílny (20/neuvedeno)	1.01	261/250	295/293
Na Příkopěch	Učebna jazyků (30/30)	1.01	256/243	277/274
Na Příkopěch	Učebna fyziky (30/30)	2.01	321/304	315/308
Písečná	Dílny (14/16)	1.01	282/264	304/296

Poznámka (): Místnost bude při rekonstrukci zvětšena o přilehlý kabinet.*

ZŠ Beethovenova - Jazyková učebna (2.01)

Výška stropu je cca 3,2 m. Učebna byla v době měření zařízena obvyklým způsobem pro IT učebnu – 20 stolků s PC pro žáky + 1 pro učitele, 3 dřevěné lavice, 1 stolek, cca 30 tvrdých židlí (dřevo nebo plast), tabule, několik nástěnek a plakátů, umývadlo apod. Stěny a strop byly bez speciální akustické úpravy, omítnuté, na jedné delší stěně byla 3 okna. Podlaha byla tvrdá, zvukově odrazivá (PVC na parketách).

V rámci rekonstrukce se počítá s instalací nového nábytku - 7 stolů po 4 žácích s PC, 1 stolu pro 2 žáky s PC a katedry, dále instalací interaktivní tabule s projektořem. Místnost bude zvětšena o přilehlý kabinet vybouráním dělicí příčky. Bude instalován akustický podhled, na část zadní stěny vedle dveří akustický obklad.

ZŠ Březenecká - Jazykové učebny (2.02 a 3.01)

Výška stropu je cca 3,2 m. Učebny byly v době měření zařízeny obvyklým způsobem pro IT učebnu – 17 resp. 19 stolků s PC pro žáky + 1 pro učitele, 4 školní lavice, cca 25 židlí s čalouněnými sedáky, tabule, projektor, několik nástěnek a plakátů, umývadlo apod. V rohu místnosti 3.01 byl umístěn rack se serverem. Stěny a strop byly bez speciální akustické úpravy, omítnuté, na jedné delší stěně byla 3 okna. Na podlaze byl položen zátěžový koberec.

V rámci rekonstrukce se počítá s instalací nového nábytku - 6 stolů po 4 žácích s PC, a katedry, dále instalací interaktivní tabule s projektořem. Bude instalován akustický podhled, na část jedné stěny akustický obklad.

ZŠ Březenecká - Dílny (1.01)

Výška stropu resp. podhledu je cca 3,2 m. Učebna byla v době měření zařízena obvyklým způsobem pro učebnu pracovního vyučování chlapců – 20 pracovních stolků se svěrákem a plechovou skříňkou pro žáky + 1 pro učitele, 2 školní lavice, cca 25 dřevěných stoliček, tabule, několik skříní a skříňek na nářadí a materiál, několik nástěnek a plakátů, umývadlo apod. Stěny byly bez speciální akustické úpravy, omítnuté, na jedné delší stěně byla 4 okna. Na stropu byl instalován obklad z děrovaných kazet Akulit ED. Podlaha byla tvrdá, zvukově odrazivá (PVC nebo stěrka).

V rámci rekonstrukce se počítá s instalací nového nábytku a katedry, dále instalací interaktivní tabule s projektořem. Bude instalován akustický podhled s vysokou zvukovou pohltivostí.

ZŠ Na příkopech – Učebna jazyků (1.01)

Výška stropu je cca 3,5 m. Učebna byla v době měření zařízena obvyklým způsobem pro IT učebnu – 30 stolků s PC pro žáky + 1 pro učitele, 1 stolek, cca 35 většinou tvrdých židlí, tabule, nad ní 3 role látky (bílá, zelená, modrá), několik nástěnek a plakátů, skříň, umývadlo apod. Stěny a strop byly bez speciální akustické úpravy, omítnuté, na jedné delší stěně byla 4 okna. Pouze na stěně do chodby byl nad úrovní dveří na stěně připevněn pás tenkého koberce a šířce cca 97 cm. Podlaha byla tvrdá, zvukově odrazivá (PVC).

V rámci rekonstrukce se počítá s instalací nového nábytku - 30 stolů s PC a katedry, dále instalací interaktivní tabule s projektořem. Bude instalován akustický podhled, na část zadní stěny akustický obklad.

ZŠ Na příkopech – Učebna fyziky (2.01)

Výška stropu je cca 4,45 m. Učebna byla v době měření zařízena obvyklým způsobem pro odbornou učebnu – 10 lavic pro žáky po dvou, 10 stolků pro žáky po jednom + 1 pro učitele, 1 stolek, 30 tvrdých židlí, tabule, promítací plátno, projektor, několik nástěnek a plakátů, umývadlo apod. Před zadní stěnou byla řada skříní na pomůcky o výšce cca 160 cm. V přední

části učebny byl instalován zvýšený stupínek o rozměrech cca 6,3 x 1,8 m a výšce cca 22 cm. Stěny a strop byly bez speciální akustické úpravy, omítnuté, na jedné delší stěně byla 4 okna. Podlaha byla tvrdá, zvukově odrazivá (PVC na parketách).

V rámci rekonstrukce se počítá s instalací nového nábytku - 10 lavic pro žáky po třech, katedry s laboratorním stolem, dále instalací interaktivní tabule s projektorem. Bude instalován akustický podhled. Před zadní stěnu budou postaveny nové skříně na pomůcky s nástavci o celkové výšce cca 2,6 m.

ZŠ Písečná - Dílny (1.01)

Výška stropu resp. podhledu je cca 3,2 m. Učebna byla v době měření zařízena obvyklým způsobem pro učebnu pracovního vyučování chlapců – 14 pracovních plechových stolků pro žáky se svěrákem a zásuvkami, 1 stůl pro učitele, 6 školních lavic, cca 25 dřevěných židlí, stůl s vrtačkou, tabule, skříň na nářadí a materiál, několik nástěnek a plakátů, projektor, umývadlo apod. Stěny a strop byly bez speciální akustické úpravy, omítnuté, na jedné delší stěně byla 4 okna. Podlaha byla tvrdá, zvukově odrazivá (PVC nebo stěrka).

V rámci rekonstrukce se počítá s instalací nového nábytku – 16 stolků s PC pro žáky, 8 větších pracovních stolků po 2 žácích, katedry, dále s instalací interaktivní tabule s projektorem. Před zadní stěnu budou postaveny nové skříně na pomůcky, nářadí apod. Bude instalován akustický podhled s vysokou zvukovou pohltivostí.

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. Tuto problematiku v prostorách pro kulturní, školní a veřejné účely řeší ČSN 730527.

Dle Vyhlášky č. 343/2009 Sb. musí být v zařízeních a provozovnách pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých (tedy v našem případě v učebnách) dodrženy požadavky na dobu dozvuku dle příslušné technické normy (ČSN 730527). Jde o prostory, kde je nutno provést speciální akustickou úpravu pro dosažení požadované doby dozvuku.

V některých méně náročných prostorách není normou stanovena optimální doba dozvuku, ale požadavek na způsob akustické úpravy – např. širokopásmový akustický obklad stropu resp. podhled.

Konkrétní požadavky na učebny dle ČSN 730527 jsou v našem případě tyto:

Jazykové učebny

Objem (orientačně): $V = \text{cca } 130 \text{ až } 180 \text{ m}^3$

Optimální doba dozvuku: **$T_0 = 0,45 \text{ s}$**

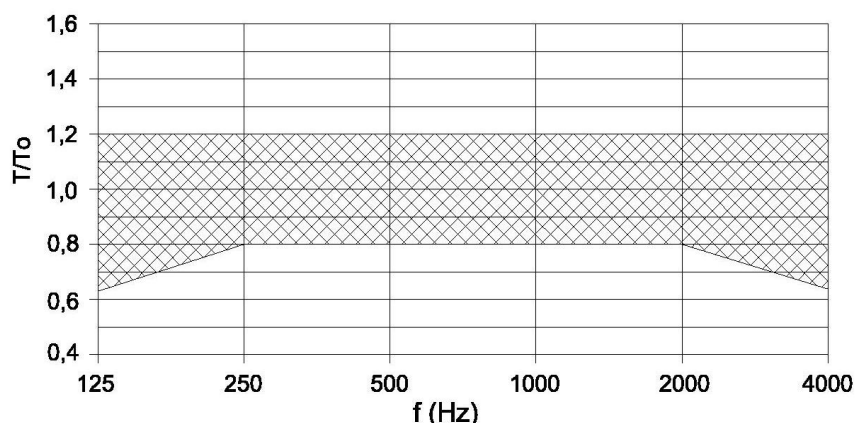
Učebny (klasické – našem případě učebna fyziky 2.01 v ZŠ Na Příkopěch)

Objem (orientačně): $V \leq 250 \text{ m}^3$

Optimální doba dozvuku: **$T_0 = 0,7 \text{ s}$**

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

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



Přípustné rozmezí poměru dob dozvuku T/T_0 obsazeného prostoru určeného k přednesu řeči v závislosti na středním kmitočtu oktařového pásma

Dílň lze z hlediska ČSN 73 0527 zařadit do kategorie učebny pracovní výchovy. Pro ně není v normě ČSN 73 0527 stanovena požadovaná doba dozvuku. Je zde uveden požadavek na širokopásmový obklad stropu, tj. nejčastěji v podobě akustického podhledu s vysokou zvukovou pohltivostí. Účelem těchto úprav je primárně snížit hladiny hluku, který zde při provozu vzniká (manipulace a práce s nářadím a materiálem, hovor a chůze osob, posun židlí atd.), dále též dosažení přijatelné srozumitelnosti řeči.

4. Naměřené doby dozvuku a dopočet zvukové pohltivosti žáků

Pro zhodnocení stávajícího stavu bylo provedeno orientační měření doby dozvuku. Měření bylo provedeno dle ČSN EN ISO 3382-1 v 6 různých polohách zdroje zvuku a mikrofonu metodou integrované impulzní odezvy. Jako zdroj impulzního zvuku byl použit výstřel ze startovací pistole, signál byl vyhodnocen analyzátořem zvuku Norsonic NOR 140. Vyhodnocení bylo provedeno v oktařových pásmech se středními kmitočty 125 Hz až 4 kHz. Hodnoty naměřené v jednotlivých měřicích polohách byly zprůměrovány.

Naměřené hodnoty byly použity jako podklad pro výpočty doby dozvuku v učebnách v obsazeném stavu, tj. při přítomnosti žáků, jejichž zvuková pohltivost byla připočítána k naměřené. Při tomto výpočtu byl uvažován takový počet žáků, který odpovídá zamýšlenému stavu po rekonstrukci při obsazení 80-90% plného počtu míst. Výpočet doby dozvuku v obsazeném stavu byl použit dle ČSN 73 0525 podle Eyringova vztahu (blíže viz kap. 8). Zvukové pohltivosti žáků byly použity z ČSN EN 12354-6 příloha C.

Naměřené hodnoty doby dozvuku ve stávajícím stavu a vypočítané doby dozvuku jsou uvedeny v tabulkách a grafech v přílohách 1 až 7.

5. Zhodnocení doby dozvuku ve stávajícím stavu

ZŠ Beethovenova - Jazyková učebna (2.01)

Naměřené hodnoty doby dozvuku ve stávajícím stavu a vypočítané doby dozvuku jsou uvedeny v tabulce a grafu v příloze 1.

Z grafu je patrné, že hodnoty doby dozvuku jsou i v obsazeném stavu vyšší, než požaduje ČSN 730527 pro jazykovou učebnu. Kdyby šlo o klasickou učebnu, byly by požadavky ČSN 730527 téměř splněny.

Je ale nutno mít na paměti, že učebna bude při rekonstrukci zvětšena vybouráním přičky o přilehlý kabinet, tj. zhruba o třetinu původního objemu. Tedy i doba dozvuku by se za těchto podmínek adekvátně zvýšila.

ZŠ Březenecká - Jazykové učebny (2.02 a 3.01)

Naměřené hodnoty doby dozvuku ve stávajícím stavu a vypočítané doby dozvuku jsou uvedeny v tabulkách a grafech v příloze 2 a 3.

Z grafů v uvedených přílohách je patrné, že hodnoty doby dozvuku jsou i v obsazeném stavu vyšší, než požaduje ČSN 730527 pro jazykovou učebnu. Překročení je nejvýraznější na nízkých kmitočtech do 500 Hz, doba dozvuku je značně nevyrovnaná kvůli koberci na podlaze, který tlumí především vysoké frekvence. S kobercem se ale po rekonstrukci v učebnách už nepočítá.

ZŠ Na příkopech – Učebna jazyků (1.01)

Naměřené hodnoty doby dozvuku ve stávajícím stavu a vypočítané doby dozvuku jsou uvedeny v tabulce a grafu v příloze 4.

Z grafu je patrné, že hodnoty doby dozvuku jsou i v obsazeném stavu výrazně vyšší, než požaduje ČSN 730527 pro jazykovou učebnu. Doba dozvuku je poměrně vyrovnaná, pás koberce na stěně do chodby nezpůsobí významný pokles doby dozvuku na vyšších frekvencích.

ZŠ Na příkopech – Učebna fyziky (2.01)

Naměřené hodnoty doby dozvuku ve stávajícím stavu a vypočítané doby dozvuku jsou uvedeny v tabulce a grafu v příloze 5.

Z grafu je patrné, že hodnoty doby dozvuku jsou i v obsazeném stavu výrazně vyšší, než požaduje ČSN 730527 i pro klasickou učebnu. Překročení je nejvýraznější na nižších kmitočtech v pásmech 250 a 500 Hz.

ZŠ Březenecká - Dílny (1.01)

Naměřené hodnoty doby dozvuku ve stávajícím stavu jsou uvedeny v tabulce a grafu v příloze 6.

Hodnoty doby dozvuku jsou poměrně nízké díky stávajícímu podhledu pod stropem z kazet Akulit. Tento podhled je ale zastaralý a poškozený a má být v rámci rekonstrukce nahrazen novým.

ZŠ Písečná - Dílny (1.01)

Naměřené hodnoty doby dozvuku ve stávajícím stavu jsou uvedeny v tabulce a grafu v příloze 7.

Hodnoty doby dozvuku jsou vysoké – na středních frekvencích nad 2 s. V místnosti nejsou provedeny žádné akustické úpravy. Z porovnání s naměřenými hodnotami doby dozvuku v dílnách ZŠ Březenecká (příloha 6), která je co do objemu i zařízení srovnatelná, je patrný zásadní rozdíl. Hodnoty doby dozvuku jsou v dílnách ZŠ Písečná více než 4x vyšší, což zásadně zhoršuje srozumitelnost řeči a vede k výrazně vyšším hladinám hluku při provozu.

Z výše uvedeného rozboru je patrné, že splnění požadavků ČSN 730527 se bez akustických úprav neobejde. Jedinou místností, kde jsou požadavky splněny, jsou dílny v ZŠ Březenecká, kde je akustický podhled, který se bude měnit kvůli zastaralosti a špatnému stavu.

Proto bude v další části studie vypracován rámcový návrh akustických úprav, který stanoví potřebné množství a umístění akustických materiálů, aby bylo zajištění splnění požadavků

ČSN 730527 po realizaci úprav. Zejména bude nutno se zaměřit na tlumení nízkých frekvencí v učebnách, zejména jazykových.

6. Materiály pro akustickou úpravu

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

Akustické obklady a materiály, které jsou navrženy pro úpravy stropu, jsou tyto:

Akustické podhledy

ŠMP+MV

širokopásmový zvukově pohltivý minerální podhled v rastru 600x600 mm, tl. desek min. 15 mm, vážený činitel zvukové pohltivosti $\alpha_w=1,0$ (při svěšení podhledu 200 mm), hrana desek A, přiznaný rastr T24, vše v bílé barvě, pohledově identický s podhledem NMP+MV. Pro zvýšení zvukové pohltivosti na nízkých frekvencích je na podhled položena vložka z minerální vaty tl. 50 mm zabalená do tenké PER fólie s mikropeforací. Výška svěšení podhledů pod stropem dle aktuální situace 15-20 cm - viz výkresy.

Příklad: Ecophon Gedina A, minerální vložka Ecophon Extra Bass,

NMP+MV

nízkofrekvenční minerální podhled v rastru 600x600 mm, tl. desek min. 15 mm, vážený činitel zvukové pohltivosti $\alpha_w \approx 0,3$, činitel zvukové pohltivosti v oktávo-
vých pásmech při svěšení podhledu 200 mm přibližně: 125Hz – 0,5; 250Hz – 0,40; 500Hz – 0,30; 1kHz – 0,45; 2kHz – 0,25; 4 kHz – 0,20), hrana desek A, přiznaný rastr T24, vše v bílé barvě, pohledově identický s podhledem ŠMP+MV. Pro zvýšení zvukové pohltivosti na nízkých frekvencích je na podhled položena vložka z minerální vaty tl. 50 mm zabalená do tenké PER fólie s mikropeforací. Výška svěšení podhledů pod stropem dle aktuální situace 15-20 cm - viz výkresy.

Příklad: Ecophon Gedina A/gamma, minerální vložka Ecophon Extra Bass

Důležitá poznámka: Pro správnou funkci kombinovaného akustického podhledu z podhledů typů ŠMP+MV a NMP+MV je nutné pravidelně střídat oba typy desek – např. po pásech o šířce rastru nebo ve stylu šachovnice.

ŠMP

širokopásmový zvukově pohltivý minerální podhled v rastru 600x600 mm, tl. desek min. 15 mm, vážený činitel zvukové pohltivosti $\alpha_w=1,0$ (při svěšení podhledu 200 mm), hrana desek A, přiznaný rastr, vše v bílé barvě. Výška svěšení podhledů pod stropem cca 20 cm.

Příklad: Ecophon Gedina A

Akustické obklady stěn (pouze jazykové učebny)

Na části jedné stěny jazykových je navržen kombinovaný akustický obklad, který se skládá z 3 níže uvedených typů. Obklad začíná v úrovni cca 90 cm nad podlahou pásem obkladu NO o výšce cca 60 cm. Nad ním je pás minerálního obkladu ŠMO o výšce 90 cm. Zbytek výšky pod podhledem zaujímá nízkofrekvenční rezonátor NFR.

NFR

nízkofrekvenční rezonátor – obklad s vysokým činitelem zvukové pohltivosti především na nízkých kmitočtech. Čelní deska SDK 12,5 mm na nosném roštu, bílá interiérová barva, otvory

o průměru 60 mm se vsazenými plastovými průchodkami s lemem, rozteč 150 mm, akustická minerální vložka tl. 50 mm (např. Ecophon Extra bass), celková tloušťka skladby cca 110-120 mm.

ŠMO

širokopásmový minerální obklad s vysokým činitelem zvukové pohltivosti především na středních a vysokých kmitočtech. Minerální stěnové panely tl. 40 mm na nosném roštu, 600x900 mm, bílá barva (např. Ecophon Akusto Wall C Super G), akustická minerální vložka tl. 50 mm (např. Ecophon Extra bass), celková tloušťka skladby cca 110-120 mm.

NO

nízkofrekvenční obklad s vyšším činitelem zvukové pohltivosti na nízkých kmitočtech. Čelní deska SDK 12,5 mm na nosném roštu, bílá omyvatelná barva, otvory prům.60mm, rozteč 150 mm, akustická minerální vložka tl. 50 mm (např. Ecophon Extra bass), celková tloušťka skladby cca 110-120mm

Důležitá poznámka: Pro správnou funkci kombinovaného akustického obkladu z typů NFR, ŠMO a NO (vysoká zvuková pohltivost na nízkých frekvencích) je nutné zajistit, aby vzduchová mezera za těmito obklady byla propojená ve svislém směru.

7. Stručný popis a množství akustických úprav

ZŠ Beethovenova - Jazyková učebna (2.01)

V učebně je navržen celoplošný kombinovaný minerální akustický podhled z typů **ŠMP+MV a NMP+MV v poměru cca 1:2**. Oba typy podhledů jsou prostřídány po pásech kolmých na delší stěnu. Výška svěšení podhledu pod stropem je cca 15 cm kvůli zachování několika cm viditelné stěny nad vrcholem nadpraží oken.

Na části zadní stěny napravo od dveří je umístěn kombinovaný akustický obklad z obkladů typů **NFR, ŠMO a NO** v celkové šířce 3,0 m. Obklad začíná v úrovni cca 90 cm nad podlahou pásem obkladu NO o výšce cca 60 cm. Nad ním je pás minerálního obkladu ŠMO o výšce 90 cm. Zbytek výšky pod podhledem zaujímá nízkofrekvenční rezonátor NFR.

Podlaha se uvažuje tvrdá (PVC).

ZŠ Březenecká - Jazykové učebny (2.02 a 3.01)

V obou učebnách je navržen kombinovaný minerální akustický podhled z typů **ŠMP+MV a NMP+MV v poměru cca 1:1**. Oba typy podhledů jsou prostřídány po pásech kolmých na delší stěnu. Výška svěšení podhledu pod stropem je cca 20cm. Kvůli možnosti otevření oken je podhled zakončen ve vzdálenosti cca 120 cm od nich svislým SDK čelem.

Na části jedné stěny napravo od dveří je v obou učebnách umístěn kombinovaný akustický obklad z obkladů typů **NFR, ŠMO a NO** v celkové šířce 4,8 m. Obklad začíná v úrovni cca 90 cm nad podlahou pásem obkladu NO o výšce cca 60 cm. Nad ním je pás minerálního obkladu ŠMO o výšce 90 cm. Zbytek výšky pod podhledem zaujímá nízkofrekvenční rezonátor NFR.

Podlaha se uvažuje tvrdá (PVC), stávající koberec bude odstraněn.

ZŠ Březenecká - Dílny (1.01)

V dílnách je navržen širokopásmový minerální akustický podhled typu **ŠMP**. Výška svěšení podhledu pod stropem je cca 20cm. Kvůli možnosti otevření oken je podhled zakončen ve vzdálenosti cca 120 cm od nich svislým SDK čelem.

Akustický obklad na stěnách se neuvažuje.

ZŠ Na příkopech – Učebna jazyků (1.01)

V učebně je navržen kombinovaný minerální akustický podhled z typů **ŠMP+MV a NMP+MV v poměru cca 1:1**. Oba typy podhledů jsou prostřídány po pásích kolmých na delší stěnu. Výška svěšení podhledu pod stropem je cca 20cm. Kvůli možnosti otevření oken je podhled zakončen ve vzdálenosti cca 50 cm od sloupů mezi okny svislým SDK čelem.

Na části zadní stěny mezi technologickým rackem a umývadlem je umístěn kombinovaný akustický obklad z obkladů typů **NFR, ŠMO a NO** v celkové šířce 4,8 m. Obklad začíná v úrovni cca 90 cm nad podlahou pásem obkladu NO o výšce cca 60 cm. Nad ním je pás minerálního obkladu ŠMO o výšce 90 cm. Zbytek výšky pod podhledem zaujímá nízkofrekvenční rezonátor NFR.

Podlaha se uvažuje tvrdá (PVC). Stávající pás koberce na stěně do chodby není uvažován, předpokládá se, že bude při rekonstrukci odstraněn.

ZŠ Na příkopech – Učebna fyziky (2.01)

V učebně je navržen celoplošný kombinovaný minerální akustický podhled z typů **ŠMP+MV a NMP+MV v poměru cca 1:2**. Oba typy podhledů jsou prostřídány po pásích kolmých na delší stěnu. Výška svěšení podhledu pod stropem je cca 20 cm.

Akustický obklad na stěnách se neuvažuje. Pro dosažení požadované doby dozvuku není potřeba.

Podlaha se uvažuje tvrdá (PVC).

ZŠ Písečná - Dílny (1.01)

V dílnách je navržen celoplošný širokopásmový minerální akustický podhled typu **ŠMP**. Výška svěšení podhledu pod stropem je cca 20cm.

Akustický obklad na stěnách se neuvažuje.

Výkresy s podrobnostmi o umístění akustických obkladů a podhledů jsou uvedeny jako zvláštní přílohy mimo zprávu.

Výměry jednotlivých typů akustických podhledů a obkladů jsou uvedeny v soupisu prací v příloze zprávy.

8. 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 (m^2)

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. Při výpočtech byl uvažován takový počet žáků, který odpovídá zamýšlenému stavu po rekonstrukci při obsazení 80-90% plného počtu míst, tedy obvyklému obsazení učeben.

Vypočítané doby dozvuku v učebnách jsou uvedeny ve výpočetních přílohách v příloze, kde je graficky znázorněn frekvenční průběh vypočítané doby dozvuku v porovnání s průběhem doby dozvuku ve stávajícím stavu a tolerančním polem pro frekvenční průběh doby dozvuku dle ČSN 730527.

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.

9. Závěr

Navrženou akustickou úpravou bude dosaženo požadovaných hodnot doby dozvuku ve všech řešených učebnách. Vypočítané hodnoty doby dozvuku v jazykových učebnách se pohybují uvnitř tolerančního pásma dle ČSN 730527 vztaženého k hodnotě $T_0 = 0,45$ s. Vypočítané hodnoty doby dozvuku v učebně fyziky 2.01 (ZŠ Na Příkopěch) se pohybují uvnitř tolerančního pásma dle ČSN 730527 vztaženého k hodnotě $T_0 = 0,7$ s.

V dílnách se očekává po instalaci akustických podhledů doba dozvuku na středních a vysokých frekvencích 0,4 až 0,45 s, tedy i v dílnách v ZŠ Březenecká dojde k mírnému poklesu oproti stávajícímu stavu. Díky těmto úpravám bude dosaženo nižších hladin hluku při provozu a dobré srozumitelnosti řeči.

Před vlastní realizací doporučujeme provést přesnější zaměření rozměrů upravovaných místností a vypracování podrobného projektu, který zpřesní upravované plochy, vyřeší koordinace v návaznosti na rozmístění svítidel, případně dalších prvků v podhledech a na stěnách atd.

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.

Zprávu vypracoval:

Ing. Václav MOULÍK
EKOLA group, spol. s r.o.



V Praze 7.2. 2017

Použité podklady

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

Přílohy v rámci zprávy:

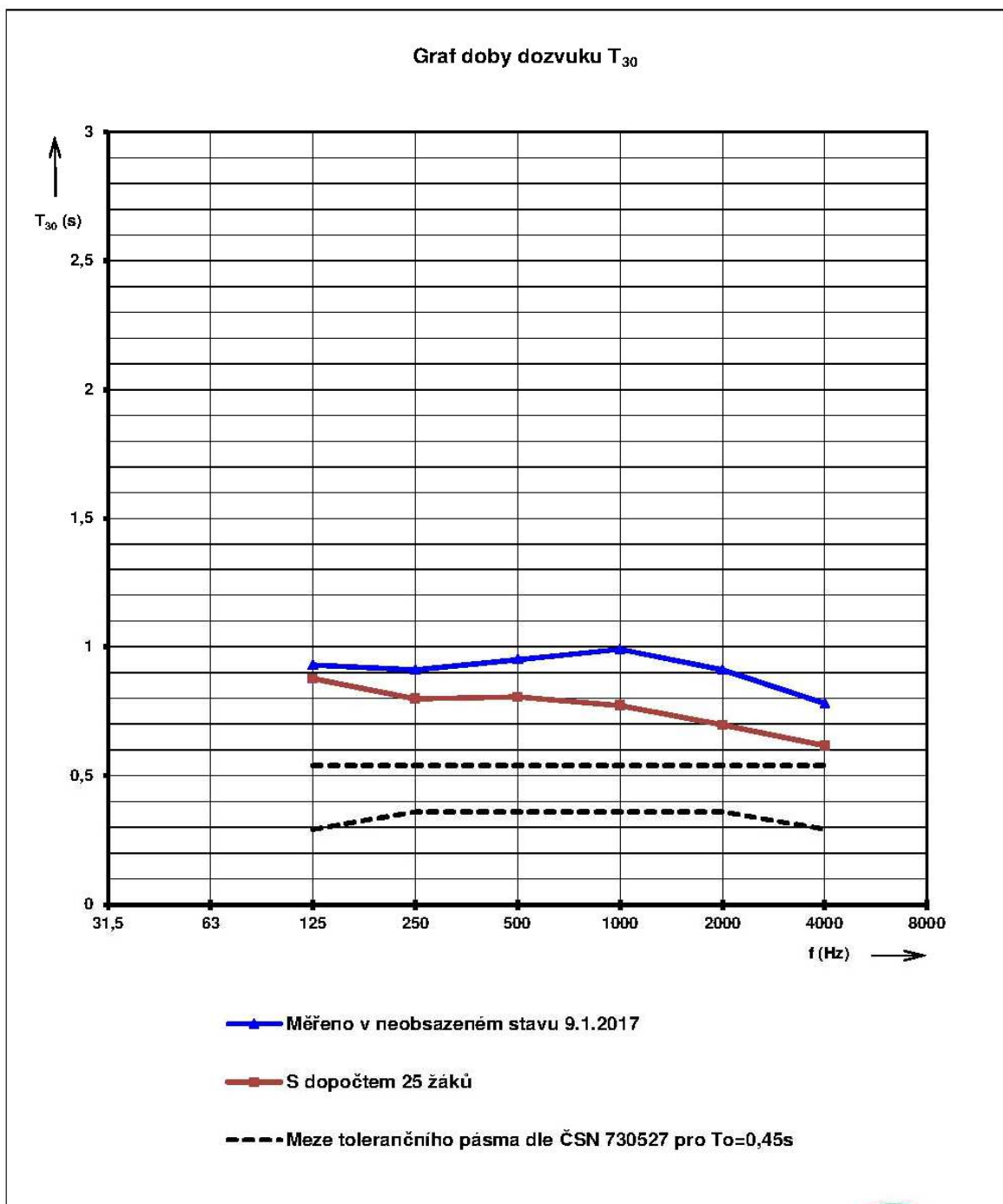
- Obr.1 – ZŠ Beethovenova - jazyková učebna 2.01 - naměřené doby dozvuku (stávající stav)
- Obr.2 – ZŠ Březenecká - jazyková učebna 2.02 - naměřené doby dozvuku (stávající stav)
- Obr.3 – ZŠ Březenecká - jazyková učebna 3.01 - naměřené doby dozvuku (stávající stav)
- Obr.4 – ZŠ Na Příkopěch - učebna jazyků 1.01 - naměřené doby dozvuku (stávající stav)
- Obr.5 – ZŠ Na Příkopěch - učebna fyziky 2.01 - naměřené doby dozvuku (stávající stav)
- Obr.6 – ZŠ Březenecká - dílny 1.01 - naměřené doby dozvuku (stávající stav)
- Obr.7 – ZŠ Písečná - dílny 1.01 - naměřené doby dozvuku (stávající stav)
- Obr.8 – ZŠ Beethovenova - jazyková učebna 2.01 - výpočet doby dozvuku po úpravách
- Obr.9 – ZŠ Březenecká - jazyková učebna 2.02 - výpočet doby dozvuku po úpravách
- Obr.10 – ZŠ Březenecká - jazyková učebna 2.02 - výpočet doby dozvuku po úpravách
- Obr.11 – ZŠ Na Příkopěch - učebna jazyků 1.01 - výpočet doby dozvuku po úpravách
- Obr.12 – ZŠ Na Příkopěch - učebna fyziky 2.01 - výpočet doby dozvuku po úpravách
- Obr.13 – ZŠ Březenecká - dílny 1.01 - výpočet doby dozvuku po úpravách

Obr.14 – ZŠ Písečná - dílny 1.01 - výpočet doby dozvuku po úpravách
Příloha 15 - Soupis akustických obkladů a podhledů

Přílohy mimo zprávu (výkresy):

Výkres 1 – ZŠ Beethovenova - Jazyková učebna 2.01 – návrh akustických úprav
Výkres 2 – ZŠ Březenecká - Jazykové učebny 2.02 a 3.01 - návrh akustických úprav
Výkres 3 – ZŠ Březenecká - Dílny 1.01 - návrh akustických úprav
Výkres 4 – ZŠ Na Příkopech - Učebna jazyků 1.01 - návrh akustických úprav
Výkres 5 – ZŠ Na Příkopech - Učebna fyziky 2.01 - návrh akustických úprav
Výkres 6 – ZŠ Písečná - Dílny 1.01 - návrh akustických úprav

frekvence(Hz)	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Měřeno v neobsazeném stavu 9.1.2017			0,93	0,91	0,95	0,99	0,91	0,78	
S dopočtem 25 žáků			0,88	0,80	0,80	0,77	0,70	0,62	
dolní mez tolerance			0,29	0,36	0,36	0,36	0,36	0,29	
horní mez tolerance			0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	



Tento list nenahrazuje měřicí protokol doby dozvuku.

Datum měření : 9.1.2017

Měření provedli :

Ing.V.Moulík, Bc.O.Simon

EKOLA group, spol.s r.o.

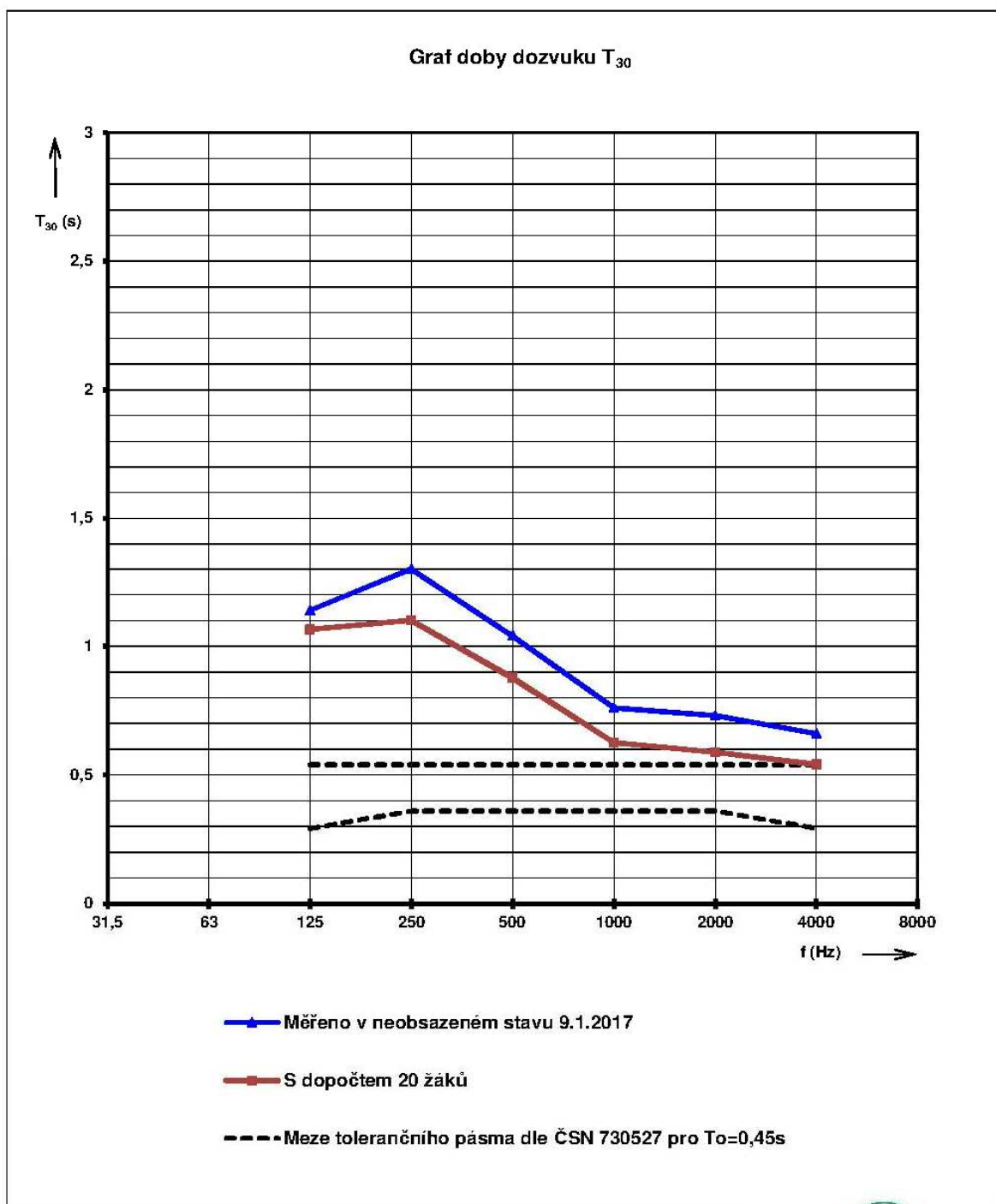
Mistrovská 4,

108 00 Praha 10



Obr.1 – ZŠ Beethovenova - jazyková učebna 2.01 - naměřené doby dozvuku (stávající stav)

frekvence(Hz)	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Měřeno v neobsazeném stavu 9.1.2017			1,14	1,30	1,04	0,76	0,73	0,66	
S dopočtem 20 žáků			1,07	1,10	0,88	0,63	0,59	0,54	
dolní mez tolerance			0,29	0,36	0,36	0,36	0,36	0,29	
horní mez tolerance			0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	



Tento list nenahrazuje měřicí protokol doby dozvuku.

Datum měření : 9.1.2017

Měření provedli :

Ing.V.Moulík, Bc.O.Simon

EKOLA group, spol.s r.o.

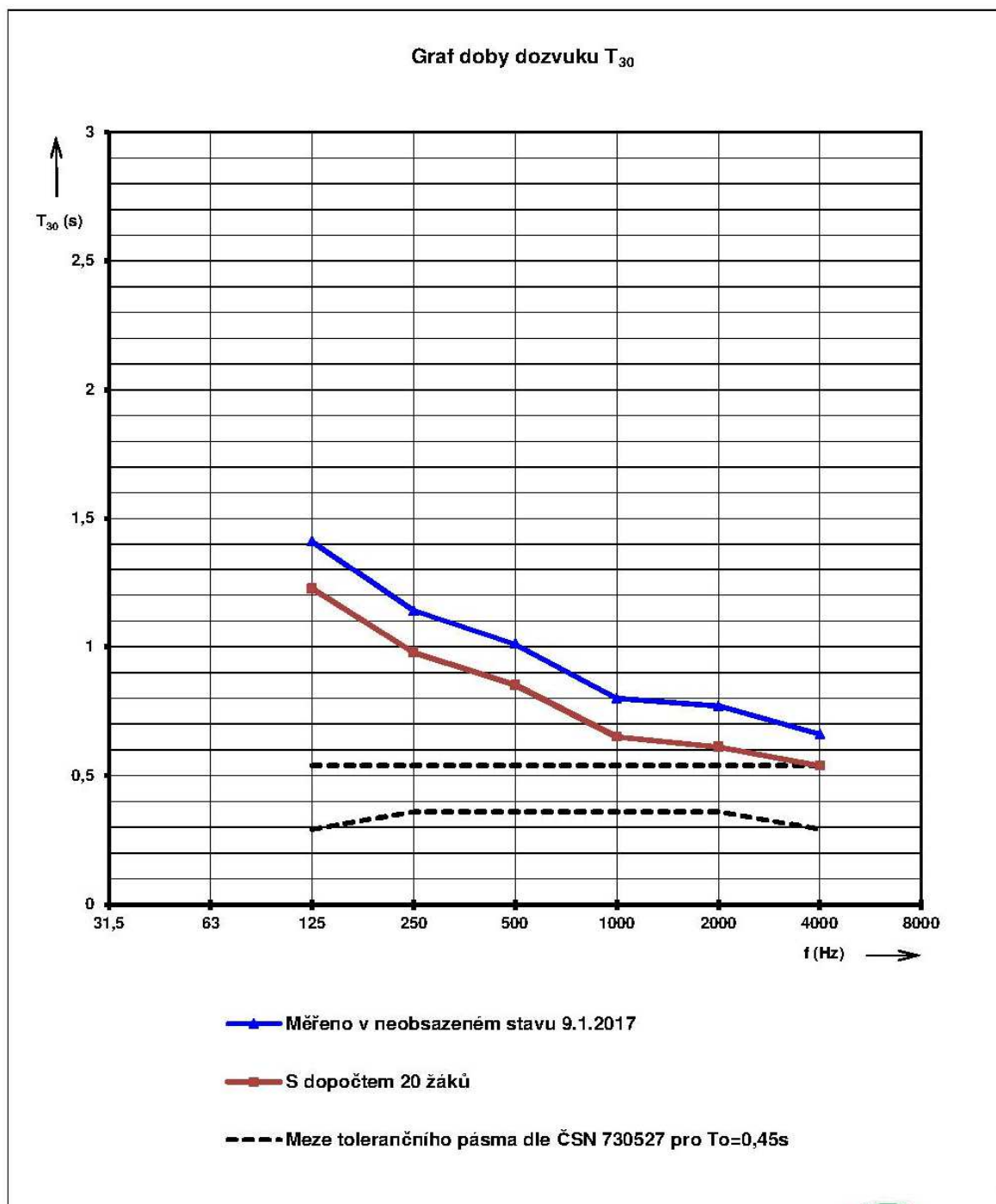
Mistrovská 4,

108 00 Praha 10



Obr.2 – ZŠ Březenecá - jazyková učebna 2.02 - naměřené doby dozvuku (stávající stav)

frekvence(Hz)	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Měřeno v neobsazeném stavu 9.1.2017			1,41	1,14	1,01	0,80	0,77	0,66	
S dopočtem 20 žáků			1,23	0,98	0,85	0,65	0,61	0,54	
dolní mez tolerance			0,29	0,36	0,36	0,36	0,36	0,29	
horní mez tolerance			0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	



Tento list nenahrazuje měřicí protokol doby dozvuku.

Datum měření : 9.1.2017

Měření provedli :

Ing.V.Moulík, Bc.O.Simon

EKOLA group, spol.s r.o.

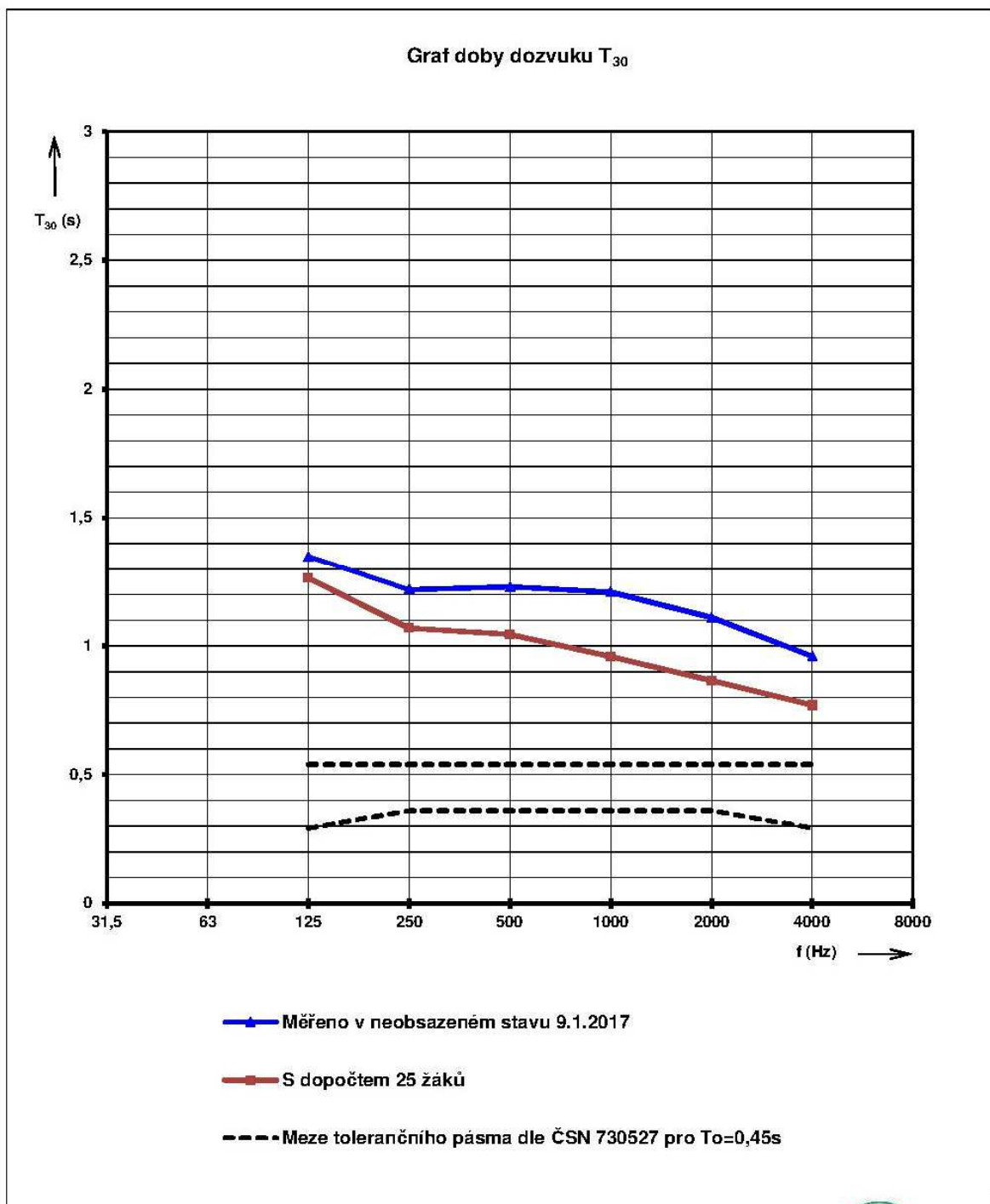
Mistrovská 4,

108 00 Praha 10



Obr.3 – ZŠ Březenecká - jazyková učebna 3.01 - naměřené doby dozvuku (stávající stav)

frekvence(Hz)	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Měřeno v neobsazeném stavu 9.1.2017			1,35	1,22	1,23	1,21	1,11	0,96	
S dopočtem 25 žáků			1,27	1,07	1,05	0,96	0,86	0,77	
dolní mez tolerance			0,29	0,36	0,36	0,36	0,36	0,29	
horní mez tolerance			0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	



Tento list nenahrazuje měřicí protokol doby dozvuku.

Datum měření : 9.1.2017

Měření provedli :

Ing.V.Mouřík, Bc.O.Simon

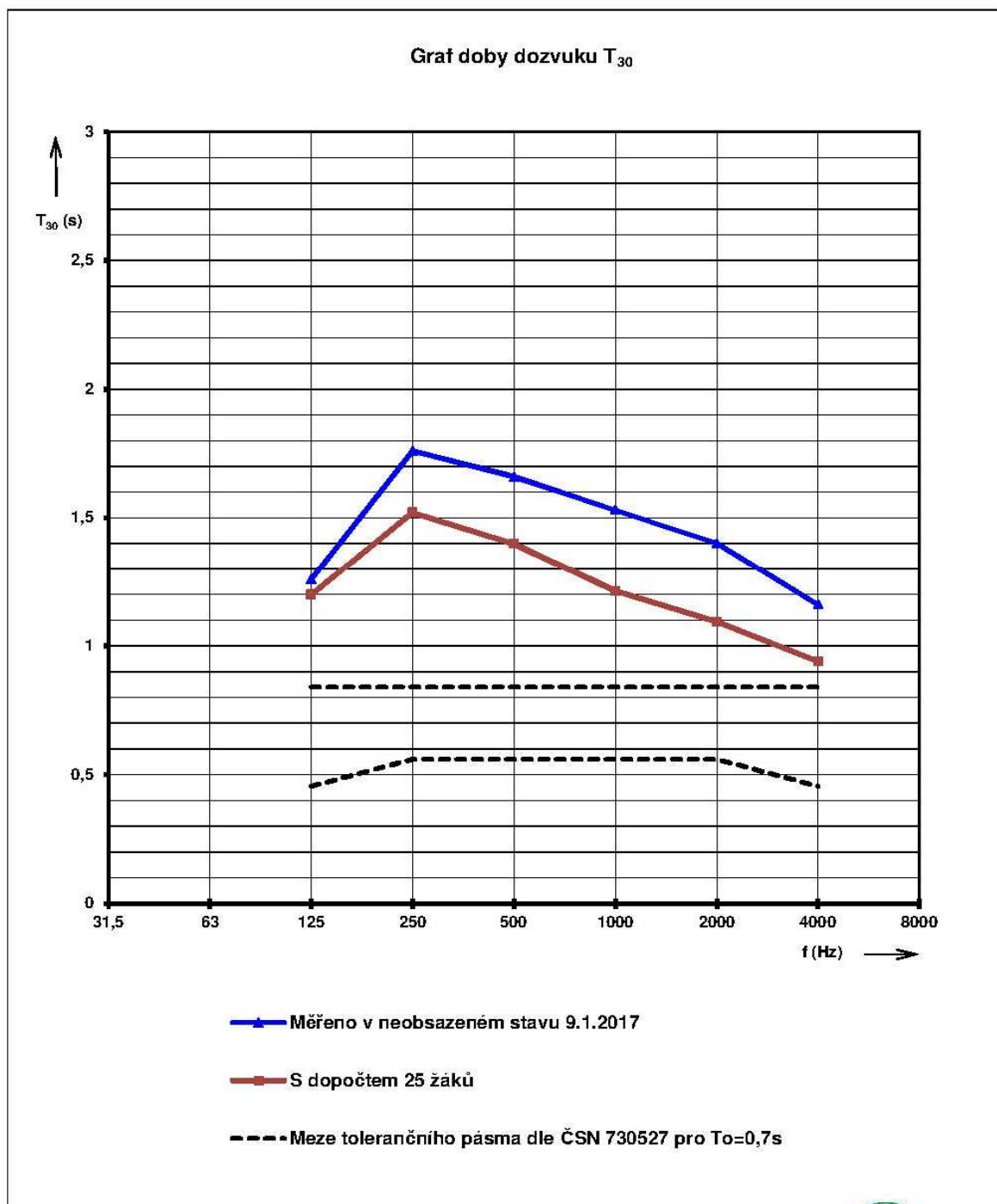
EKOLA group, spol.s r.o.

Mistrovská 4,

108 00 Praha 10



frekvence(Hz)	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Měřeno v neobsazeném stavu 9.1.2017			1,26	1,76	1,66	1,53	1,40	1,16	
S dopočtem 25 žáků			1,20	1,52	1,40	1,21	1,09	0,94	
dolní mez tolerance			0,46	0,56	0,56	0,56	0,56	0,46	
horní mez tolerance			0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	



Tento list nenahrazuje měřicí protokol doby dozvuku.

Datum měření : 9.1.2017

Měření provedli :

Ing.V.Moulík, Bc.O.Simon

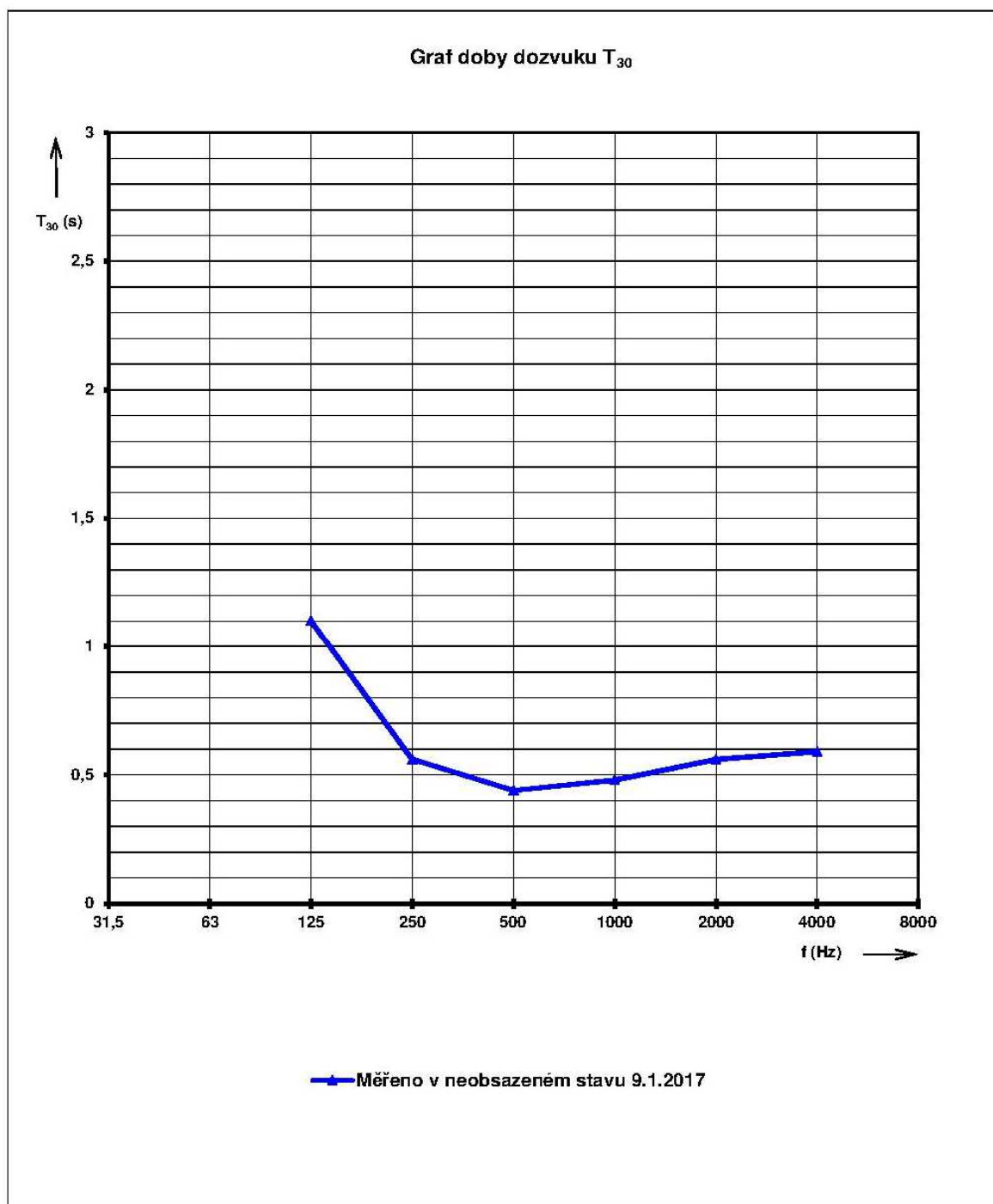
EKOLA group, spol.s r.o.

Mistrovská 4,
108 00 Praha 10



Obr.5 – ZŠ Na Příkopech - učebna fyziky 2.01 - naměřené doby dozvuku (stávající stav)

frekvence(Hz)	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Měřeno v neobsazeném stavu 9.1.2017			1,10	0,56	0,44	0,48	0,56	0,59	



Tento list nenahrazuje měřicí protokol doby dozvuku.

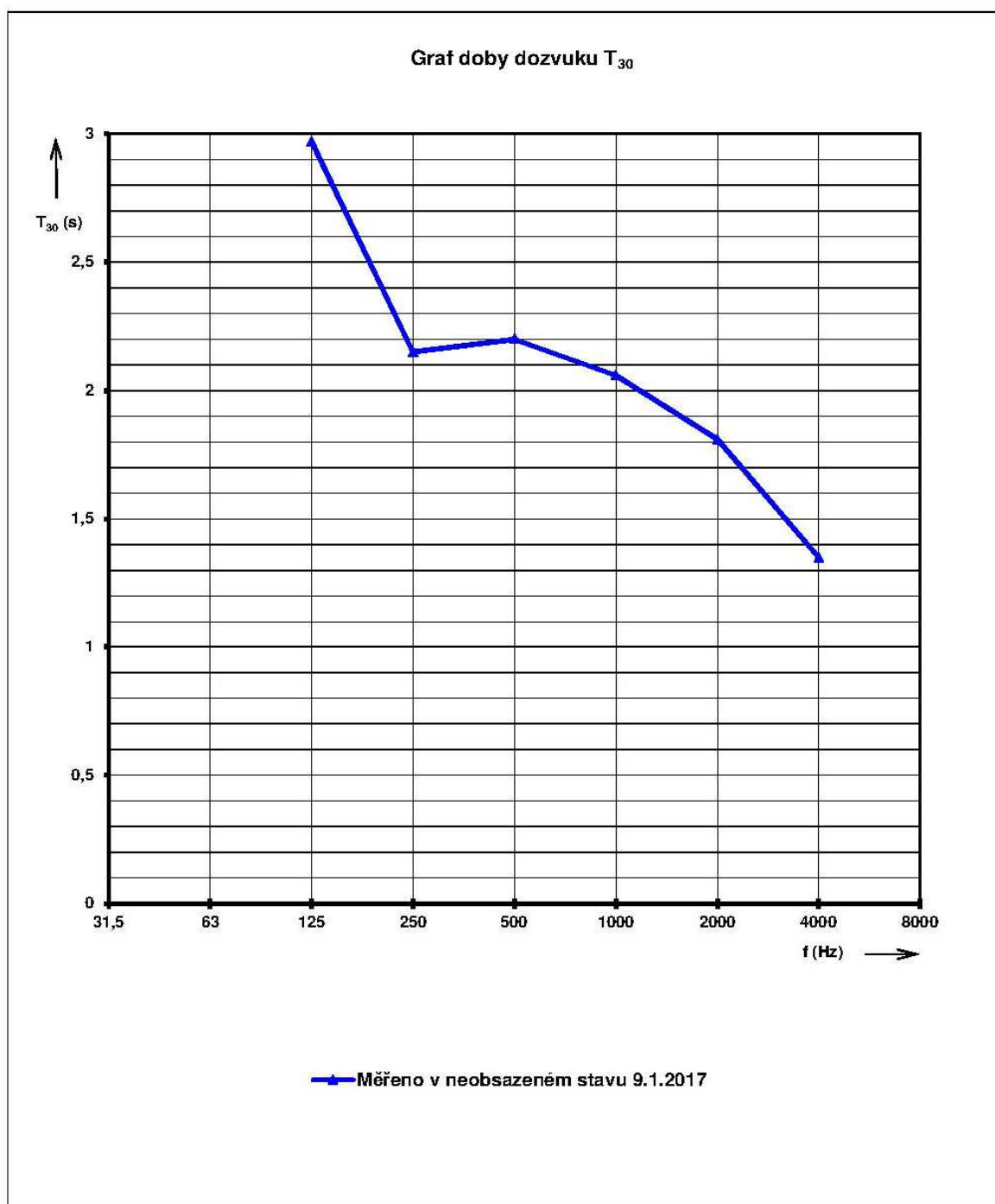
Datum měření : 9.1.2017
Měření provedli :
Ing.V.Mouřík, Bc.O.Simon

EKOLA group, spol.s r.o.
Mistrovská 4,
108 00 Praha 10



Obr.6 – ZŠ Březenecká - dílny 1.01 - naměřené doby dozvuku (stávající stav)

frekvence(Hz)	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Měřeno v neobsazeném stavu 9.1.2017			2,97	2,15	2,20	2,06	1,81	1,35	



Tento list nenahrazuje měřicí protokol doby dozvuku.

Datum měření : 9.1.2017
Měření provedli :
Ing.V.Moulík, Bc.O.Simon

EKOLA group, spol.s r.o.
Mistrovská 4,
108 00 Praha 10



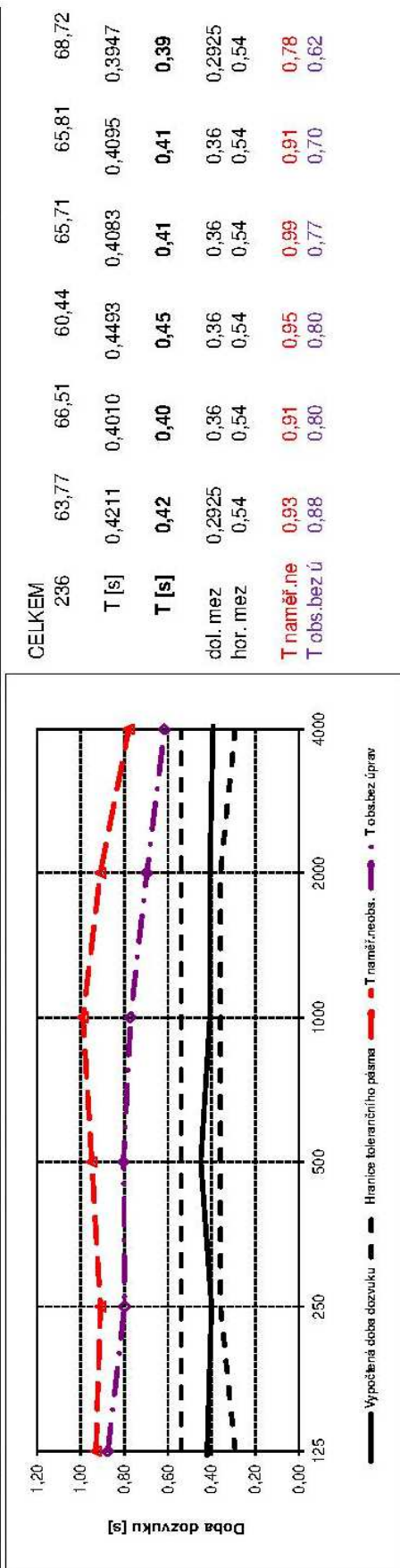
Obr.7 – ZŠ Písečná - dílny 1.01 - naměřené doby dozvuku (stávající stav)

V= 192 m3
S= 236 m2

0,45 s

Cílová doba dozvuku

MAT.	alfa						Plocha	pohltivost					
	125	250	500	1000	2000	4000		125	250	500	1000	2000	4000
vzd. stav. Pohltivost	6,60E-05	2,50E-04	6,83E-04	1,27E-03	2,52E-03	6,41E-03	236	0,0507	0,1916	0,5242	0,9717	1,9323	4,9254
Komb.obklad NFR/ŠMO/NO tl. cca 12cm	0,09678	0,10389	0,10263	0,10091	0,10627	0,11881	6,5	22,84092	24,51863	24,22043	23,81549	25,08024	28,03978
Zed' hladká (beton, cihla, podlaha)	0,7	0,6	0,55	0,5	0,45	0,45	-92,5	4,55	3,9	3,575	3,25	2,925	2,925
Komb.podhled Gedina a/g 1:2 + EB hl.15cm	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	61	-2,775	-3,7	-4,625	-4,625	-4,625	-4,625
děti v lavicích 1/m2	0,6	0,6	0,5	0,55	0,5	0,45	25	36,6	36,6	30,5	33,55	30,5	27,45
	0,1	0,2	0,25	0,35	0,4	0,4		2,5	5	6,25	8,75	10	10



Obr.8 – ZŠ Beethovenova - jazyková učebna 2.01 - výpočet doby dozvuku po úpravách

ZŠ Březenecká Chomutov
Jazyková učebna 2.02 (1.patro)

Výpočet doby dozvuku

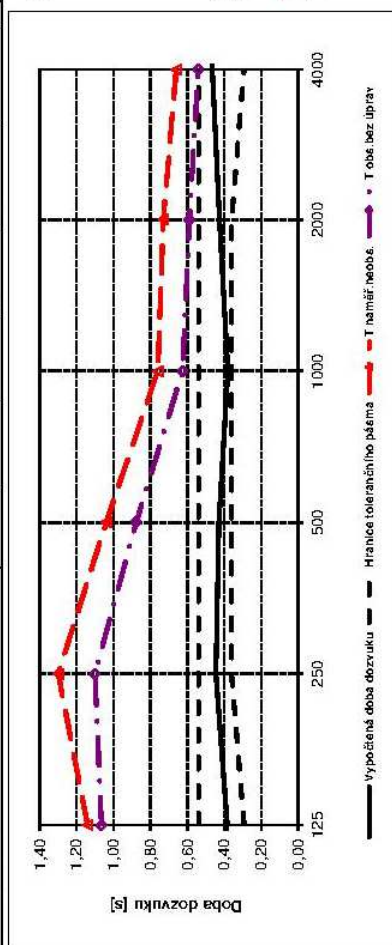
V= 191 m3
S= 236 m2

0,45 s

Cílová doba dozvuku

MAT.	alfa						Plocha	pohltivost					
	125	250	500	1000	2000	4000		125	250	500	1000	2000	4000
	6,60E-05	2,50E-04	6,83E-04	1,27E-03	2,52E-03	6,41E-03	-	0,0504	0,1906	0,5215	0,9666	1,9222	4,8998
stáv. Pohltivost	0,11302	0,09925	0,12139	0,16135	0,16403	0,16972	238	26,89847	23,62093	28,8901	38,40115	39,03985	40,39317
Komb.obklad NFR/ŠMO/NO tl. cca12cm	0,7	0,6	0,55	0,5	0,45	0,45	10,1	7,07	6,06	5,555	5,05	4,545	4,545
Zed' hladká (beton, cihla, podlaha)	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	-22,6	-0,678	-0,904	-1,13	-1,13	-1,13	-1,13
Koberac	0,05	0,1	0,16	0,23	0,32	0,45	-63	-3,15	-6,3	-10,08	-14,49	-20,16	-28,35
SDK podklad	0,25	0,15	0,1	0,08	0,08	0,08	1,8	0,45	0,27	0,18	0,144	0,144	0,144
Komb.podklad Gadiná a/g 1:1 + EB tl.20cm	0,7	0,65	0,65	0,65	0,6	0,6	51,7	36,19	33,605	33,605	33,605	31,02	31,02
děti v lavicích 1/m2	0,1	0,2	0,25	0,35	0,4	0,4	20	2	4	5	7	8	8

120cm od oken



CELKEM

236 68,83 60,54 62,54 69,55 63,38 59,52

T [s] 0,3827 0,4454 0,4296 0,3797 0,4258 0,4645

T [s] 0,38 0,45 0,43 0,38 0,43 0,46

dol. mez 0,2925 0,36 0,36 0,36 0,36 0,2925

hor. mez 0,54 0,54 0,54 0,54 0,54 0,54

T naměř.ne 1,14 1,30 1,04 0,76 0,73 0,66

T obs.bez ú 1,07 1,10 0,88 0,63 0,59 0,54

Obr.9 – ZŠ Březenecká - jazyková učebna 2.02 - výpočet doby dozvuku po úpravách

ZŠ Březenecká Chomutov
Jazyková učebna 3.01 (2.patro)

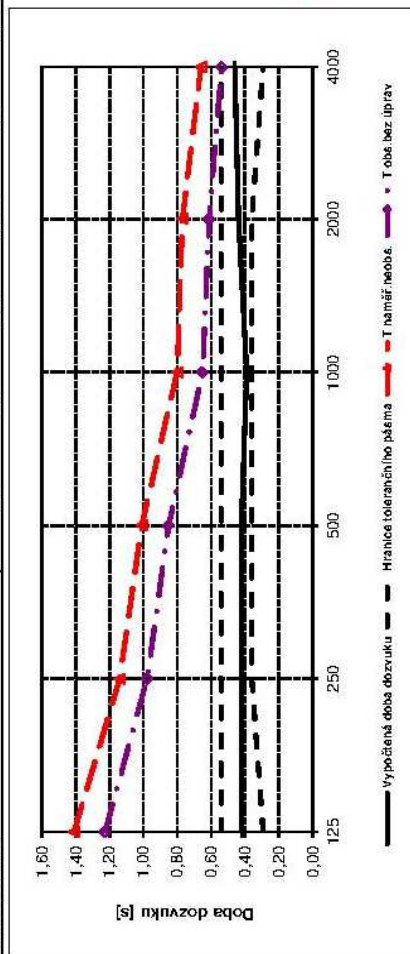
Výpočet doby dozvuku

V= 185 m3
S= 231 m2

Cílová doba dozvuku

0,45 s

MAT.	alfa						Plocha	pohltivost							
	125	250	500	1000	2000	4000		125	250	500	1000	2000	4000		
vzduch	6,60E-05	2,50E-04	6,83E-04	1,27E-03	2,52E-03	6,41E-03	-	0,0488	0,1846	0,5051	0,9362	1,8618	4,7458		
střev. Pohltivost	0,09247	0,11258	0,12494	0,1539	0,15599	0,16988	233	21,54436	26,23093	29,11047	35,85945	36,34613	39,58164		
Komb.obklad NFR/ŠMO/NO II. cca12cm	0,7	0,6	0,55	0,5	0,45	0,45	10,1	7,07	6,06	5,555	5,05	4,545	4,545		
Zed' hladká (beton, cihla, podlaha)	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	-22,2	-0,666	-0,888	-1,11	-1,11	-1,11	-1,11		
Kobarec	0,05	0,1	0,16	0,23	0,32	0,45	-61,3	-3,065	-6,13	-9,808	-14,099	-19,616	-27,585		
SDK podhled	0,25	0,15	0,1	0,08	0,08	0,08	1,7	0,425	0,255	0,17	0,136	0,136	0,136		
Komb.podhled Gafina a/g 1:1 + EB hl.20cm	0,7	0,65	0,65	0,65	0,6	0,6	49,7	34,79	32,305	32,305	32,305	29,82	29,82		
děti v lavicích 1/m2	0,1	0,2	0,25	0,35	0,4	0,4	20	2	4	5	7	8	8		



CELKEM

231 62,15 62,02 61,73 66,08 59,98 58,13

T [s] 0,4166 0,4180 0,4209 0,3893 0,4382 0,4607

T [s] 0,42 0,42 0,42 0,39 0,44 0,46

dol. mez 0,2925 0,36 0,36 0,36 0,36 0,2925

hor. mez 0,54 0,54 0,54 0,54 0,54 0,54

T naměř.ne 1,41 1,14 1,01 0,80 0,77 0,66

T obs.bez ú 1,23 0,98 0,85 0,65 0,61 0,54

Obr.10 – ZŠ Březenecká - jazyková učebna 2.02 - výpočet doby dozvuku po úpravách

ZŠ Na Příkopech Chomutov
Učebna jazyků 1.01

Výpočet doby dozvuku

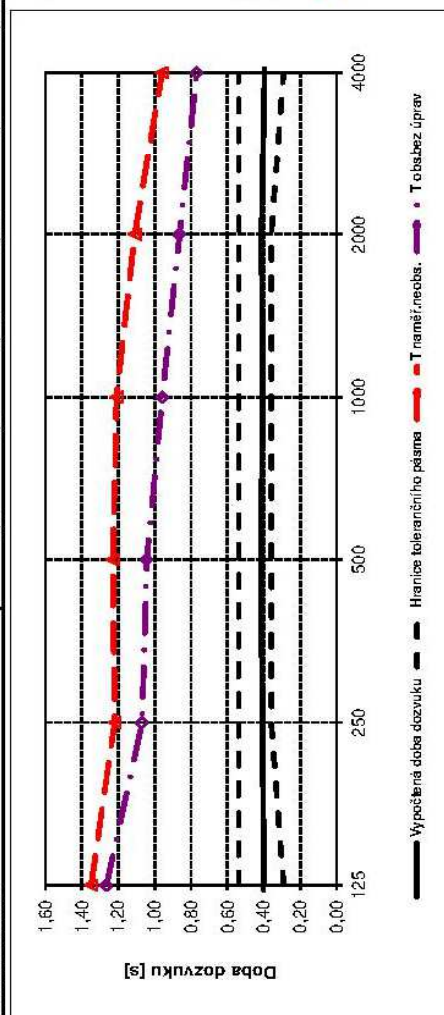
V= 243 m³
S= 274 m²

0,45 s

Cílová doba dozvuku

MAT.	alfa						Plocha	pohltivost					
	125	250	500	1000	2000	4000		125	250	500	1000	2000	4000
vzduch	6,60E-05	2,50E-04	6,83E-04	1,27E-03	2,52E-03	6,41E-03	—	0,0642	0,2425	0,6634	1,2298	2,4456	6,2337
stáv. Pohltivost	0,10537	0,11534	0,11303	0,1129	0,11874	0,12473	277	29,18701	31,94954	31,31045	31,27467	32,88992	34,55029
Komb.obklad NFR/ŠVO/NO tl. cca 12cm	0,7	0,55	0,5	0,45	0,4	0,4	11,5	8,05	6,325	5,75	5,175	4,6	4,6
Zed' hladká (beton, cihla, podlaha)	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	-97,2	-2,916	-3,888	-4,86	-4,86	-4,86	-4,86
Koberec	0,05	0,1	0,16	0,23	0,32	0,45	-10,2	-0,51	-1,02	-1,632	-2,346	-3,264	-4,59
SDK čelo podhledu	0,25	0,15	0,1	0,08	0,08	0,08	2,1	0,525	0,315	0,21	0,168	0,168	0,168
Komb.podhled Gedina a/g 1:1 + EB hl.20cm	0,7	0,65	0,65	0,65	0,6	0,6	65,8	46,06	42,77	42,77	42,77	39,48	39,48
děti v lavicích 1/m ²	0,1	0,2	0,25	0,35	0,4	0,4	25	2,5	5	6,25	8,75	10	10

CELKEM	274	82,96	81,69	80,46	82,16	81,46	85,58
T [s]	0,4009	0,4087	0,4170	0,4077	0,4141	0,3964	
T [s]	0,40	0,41	0,42	0,41	0,41	0,40	
dol. mez	0,2925	0,36	0,36	0,36	0,36	0,2925	
hor. mez	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	
T naměř.ne	1,35	1,22	1,23	1,21	1,11	0,96	
T obs.bez ú	1,27	1,07	1,05	0,96	0,86	0,77	

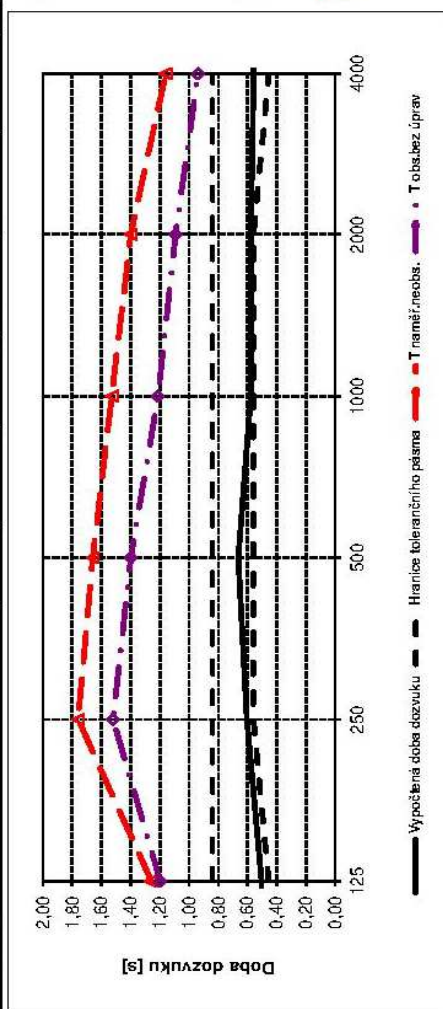


Obr.11 – ZŠ Na Příkopech - učebna jazyků 1.01 - výpočet doby dozvuku po úpravách

V= 304 m³
S= 292 m²

Cílová doba dozvuku 0,7 s

MAT.	alfa						Placha	pohltivost					
	125	250	500	1000	2000	4000		125	250	500	1000	2000	4000
vzduch	6,60E-05	2,50E-04	6,83E-04	1,27E-03	2,52E-03	6,41E-03	-	0,0803	0,3034	0,8300	1,5385	3,0595	7,7986
stáv. Pohltivost	0,12577	0,09097	0,0946	0,10024	0,10481	0,11272	292	36,72352	26,56361	27,62462	29,26959	30,60446	32,91516
Zed' hladká (beton, cihla, podlaha)	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	-97,4	-2,922	-3,896	-4,87	-4,87	-4,87	-4,87
Komb.podhled Gedina a/g 1:2 + EB hl.20cm	0,65	0,6	0,5	0,55	0,5	0,45	72,4	47,06	43,44	36,2	39,82	36,2	32,58
děti v lavicích 1/m2	0,1	0,2	0,25	0,35	0,4	0,4	25	2,5	5	6,25	8,75	10	10



CELKEM

292 83,44 71,41 66,03 74,51 74,99 78,42

T [s] 0,5044 0,6058 0,6641 0,5795 0,5786 0,5589

T [s] 0,50 0,61 0,66 0,58 0,58 0,56

dol. mez 0,455 0,56 0,56 0,56 0,56 0,455

hor. mez 0,84 0,84 0,84 0,84 0,84 0,84

T naměř.ne 1,26 1,76 1,66 1,53 1,40 1,16

T obs.bez ú 1,20 1,52 1,40 1,21 1,09 0,94

Obr.12 – ZŠ Na Příkopech - učebna fyziky 2.01 - výpočet doby dozvuku po úpravách

ZŠ Březenecká Chomutov
Dílny (1.01)

Výpočet doby dozvuku

V= 250 m3
S= 293 m2

MAT.	alfa								plocha	pohltivost							
	125	250	500	1000	2000	4000				125	250	500	1000	2000	4000		
vzduch	6,60E-05	2,50E-04	6,83E-04	1,27E-03	2,52E-03	6,41E-03			–	0,0660	0,2495	0,6825	1,2652	2,5160	6,4133		
stáv. Pohltivost	0,12267	0,22635	0,27772	0,25618	0,22011	0,19888			293	35,94169	66,3214	81,37166	75,05948	64,49305	58,27192		
Zed' hladká (beton, cihla, podlaha)	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05			5,4	0,162	0,216	0,27	0,27	0,27	0,27		
Podhled z panelů Akutit ED na roštu z prken?	0,33	0,7	0,9	0,85	0,7	0,6			-75	-24,75	-52,5	-67,5	-63,75	-52,5	-45		
Podhled ŠMP Gedlina A hl.20cm bez MV	0,45	0,8	0,95	0,95	0,95	0,95			67,3	30,285	53,84	63,935	63,935	63,935	63,935		
SDK podhled	0,25	0,15	0,1	0,08	0,08	0,08			2,3	0,575	0,345	0,23	0,184	0,184	0,184		

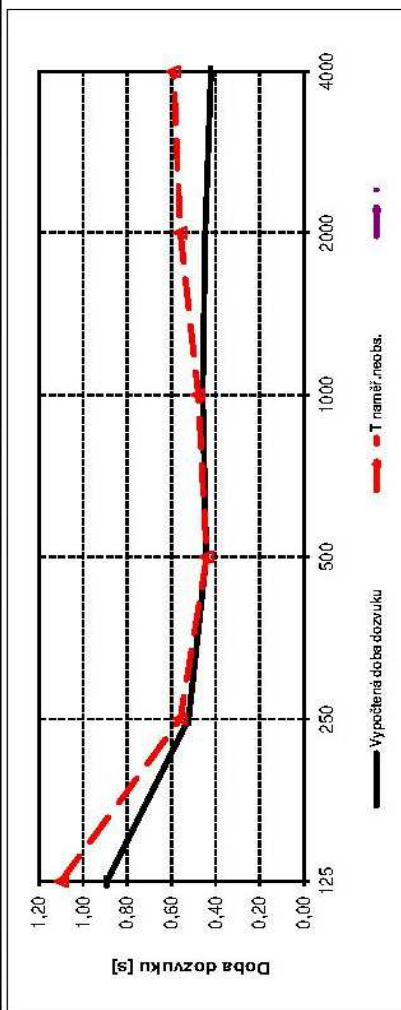
CELKEM

293 42,28 68,47 78,99 76,96 78,90 84,07

T [s] 0,8927 0,5230 0,4439 0,4587 0,4477 0,4216

T [s] 0,89 0,52 0,44 0,46 0,45 0,42

T naměř.ne 1,10 0,56 0,44 0,48 0,56 0,59



Obr.13 – ZŠ Březenecká - dílny 1.01 - výpočet doby dozvuku po úpravách

ZŠ Písečná Chomutov
Dílňy (1.01)

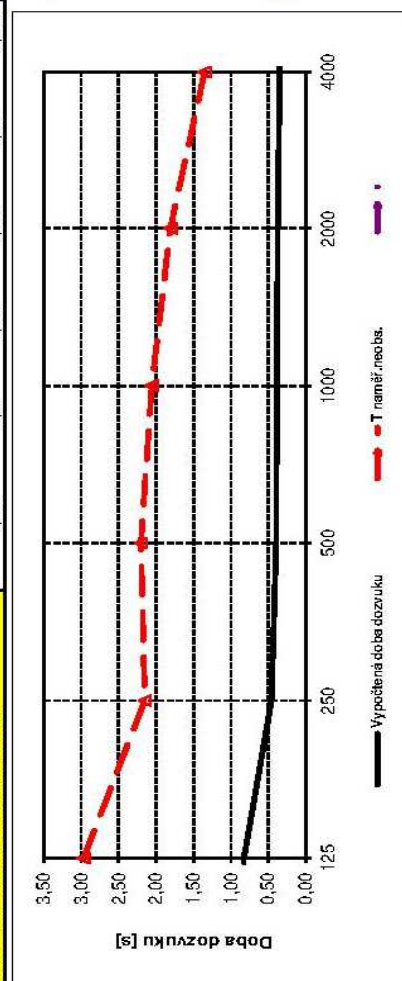
Výpočet doby dozvuku

V= 264 m³
S= 296 m²

MAT.	alfa						pohltivost					
	125	250	500	1000	2000	4000	125	250	500	1000	2000	4000
vzduch	6,60E-05	2,50E-04	6,83E-04	1,27E-03	2,52E-03	6,41E-03	0,0697	0,2635	0,7208	1,3361	2,6569	6,7724
stáv. Pohltivost	0,04755	0,06455	0,06166	0,06391	0,06884	0,08132	14,07362	19,10635	18,25178	18,91669	20,37805	24,07131
Zed' hladká (beton, cihla, podlaha)	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	-2,415	-3,22	-4,025	-4,025	-4,025	-4,025
Podhled ŠWP Gedina A hl.20cm bez MV	0,45	0,8	0,95	0,95	0,95	0,95	36,225	64,4	76,475	76,475	76,475	76,475

CELKEM

296	47,95	80,55	91,42	92,70	95,48	103,29
T [s]	0,8228	0,4582	0,3947	0,3891	0,3773	0,3482
T [s]	0,82	0,46	0,39	0,39	0,38	0,35
T naměř.ne	2,97	2,15	2,20	2,06	1,81	1,35



Obr.14 – ZŠ Písečná - dílny 1.01 - výpočet doby dozvuku po úpravách

Chomutov - ZŠ Beethovenova, Březenecká, Na Příkopech a Písečná
5 učeben a 2 dílny

**AKUSTICKÉ OBKLADY A PODHLEDY
SOUPIS DODÁVEK A PRACÍ**

6.2.2017

P.č.	Označení	Místnost	Popis, příklad řešení	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Cena celková
Akustické obklady							
1	NFR	Učebny jazyků - horní část obkladů	nízkofrekvenční rezonátor - čelní deska SDK 12,5 mm na nosném roštu, bílá interiérová barva, otvory ø 60 mm (vsazené plastové průchodky s lemem), rozeř 150 mm, akustická minerální vložka tl. 50 mm (např. Ecophon Extra bass), celková tl.skladby cca 110-120 mm, vč. montáže. Další informace k provedení viz technická zpráva.	m ²	12,10		0,-
2	ŠMO	Učebny jazyků - střední část obkladů	širokopásmový minerální obklad - minerální stěnové panely tl. 40 mm na nosném roštu, 600x900, bílá barva (např. Ecophon Akusto Wall C Super G), akustická minerální vložka tl. 50 mm (např. Ecophon Extra bass), celková tl.skladby cca 110-120 mm, vč. montáže. Další informace k provedení viz technická zpráva.	m ²	15,60		0,-
3	NO	Učebny jazyků - střední část obkladů	nízkofrekvenční obklad - čelní deska SDK 12,5 mm na nosném roštu, bílá omyvatelná barva, akustická minerální vložka tl. 50 mm (např. Ecophon Extra bass), celková tl.skladby cca 110-120 mm, vč. montáže. Další informace k provedení viz technická zpráva.	m ²	10,50		0,-
4	Obložky (lemování obkladů)	Učebny jazyků okolo obkladů	Obvodové lemování obkladů NFR, ŠMO a NO, kde obklad není zakryt stěnou nebo podhledem - obložka o šířce cca 120 mm z SDK desek nebo desek na bázi dřeva s povrchem lamino, bílá barva, vč. montáže.	bm	34,90		0,-
Akustické podhledy							
5	ŠMP+MV	Učebny jazyků a fyziky	širokopásmový zvukově pohltivý minerální podhled v rastru 600x600 mm, tl. desek min. 15 mm, vážený čísel zvukové pohltivosti $\alpha_w=1,0$ (při svěšení podhledu 200 mm), hrana desek A, přiznaný rastr T24, vše v bílé barvě, pohledově identický s podhledem NMP+MV. Pro zvýšení zvukové pohltivosti na nízkých frekvencích ne na podhled položena vložka z minerální vaty tl. 50 mm zabalená do tenké PER fólie s mikroperforací. Výška svěšení podhledů pod stropem dle aktuální situace 15-20 cm - viz výkresy. Příklad: Ecophon Gedina A, minerální vložka Ecophon Extra Bass, vč. montáže.	m ²	129,10		0,-
6	NMP+MV	Učebny jazyků a fyziky	nízkofrekvenční minerální podhled v rastru 600x600 mm, tl. desek min. 15 mm, vážený čísel zvukové pohltivosti α_w cca 0,3, čísel zvukové pohltivosti v oktaóvových pásmech při svěšení podhledu 200 mm přibližně: 125Hz – 0,5; 250Hz – 0,40; 500Hz – 0,30; 1kHz – 0,45; 2kHz – 0,25; 4 kHz – 0,20, hrana desek A, přiznaný rastr T24, vše v bílé barvě, pohledově identický s podhledem ŠMP+MV. Pro zvýšení zvukové pohltivosti na nízkých frekvencích ne na podhled položena vložka z minerální vaty tl. 50 mm zabalená do tenké PER fólie s mikroperforací. Výška svěšení podhledů pod stropem dle aktuální situace 15-20 cm - viz výkresy. Příklad: Ecophon Gedina A/gamma, minerální vložka Ecophon Extra Bass, vč. montáže.	m ²	171,50		0,-
7	ŠMP	Dílny	širokopásmový zvukově pohltivý minerální podhled v rastru 600x600 mm, tl. desek min. 15 mm, vážený čísel zvukové pohltivosti $\alpha_w=1,0$ (při svěšení podhledu 200 mm), hrana desek A, přiznaný rastr, vše v bílé barvě. Výška svěšení podhledů pod stropem cca 20 cm. Příklad: Ecophon Gedina A, vč. montáže.	m ²	147,80		0,-
8	SDK čela podhledů svislá	různě	zakončení podhledů u oken - svislá čela z SDK desek tl. 12,5 mm, bílá interiérová barva, vč. montáže.	m ²	7,90		0,-
Akustická měření							
9	Akustické měření	Učebny jazyků a fyziky	Měření doby dozvuku T podle ČSN EN ISO 3382-1 po dokončení akustických úprav v 5 učebnách (4x jazyků a fyziky) provedené k tomu akreditovanou nebo autorizovanou firmou, včetně vypracování protokolu z měření a vyhodnocení dle ČSN 730527 - porovnání naměřených a požadovaných hodnot.	kpl	1,00		0,-
CELKEM (bez DPH)							0,-

Poznámky:

1) Ceny jsou bez DPH

2) V ceně nejsou zahrnuty práce elektro - demontáž svítidel, nastavení kabelů, montáž svítidel, revize elektro atd.