

Ing. Petr Brutar, K Biřičce 1646, 500 08 Hradec Králové

IČO : 48646903

Technika prostředí staveb - TEPS

Tel.: 495268173

**Stavba: SUPŠ hudebních nástrojů a nábytku
Hradec Králové**

**Centrum odborného vzdělávání pro nejmodernější
technologie obrábění dřeva**

HLUKOVÁ STUDIE

Zpracoval: Ing. Petr Brutar

Osvědčení o autorizaci č.0600397 ČKAIT dle zákona č. 360/1992

Hradec Králové, květen 2009

arch. č. 38/2009

1. Úvod, popis situace

Na základě požadavku projektanta stavby " SUPŠ hudebních nástrojů a nábytku Hradec Králové - Centrum odborného vzdělávání pro nejmodernější technologie obrábění dřeva " je provedeno zhodnocení neprůzvučnosti stavebních konstrukcí a šíření hluku ve vztahu na chráněný vnitřní a venkovní prostor staveb s ohledem na provoz navrhované dílny v přízemí objektu A2. Dále je provedeno zhodnocení akustiky (doby dozvuku) v navrhovaných prostorech.

Dle PD firmy ADONIS PROJEKT spol. s r.o. jsou navrženy stavební úpravy č.p. 207, Brněnská ulice, Hradec Králové – objekt A2. V přízemí objektu je navržena dílna CNC (č.m. 2.129) a učebna (č.m. 2.129 a).

V prostoru dílny bude prováděna praktická výuka na stroji CNC ROUTECH CHRONOS a na soustruhu SH 1800 CNC-S (v činnosti bude vždy jen jeden stroj). Teoretická výuka bude probíhat v učebně (provoz učebny bude výhradně v době, kdy nebude probíhat praktická výuka).

Odsávání od strojů je umístěno ve vedlejším stavebně odděleném prostoru technologické strojovny (č.m. 2.133 - 1.+ 2. NP). V tomto prostoru bude umístěn i kompresor.

Nejbližší chráněný vnitřní a venkovní prostor staveb jsou učebny ve 2.N.P s okny nad střechu uvedené dílny. Vedle prostoru strojovny je umístěn ve 2.NP kabinet učitelů TV.

Umístění jednotlivých prostorů je zřejmé z PD.

Zdroje hluku

- CNC ROUTECH CHRONOS (m.č. 2.129)

běh naprázdno: $L_{Aeq} = 72$ dB

při práci: $L_{Aeq} = 81$ dB

- Soustruh SH 1800 CNC-S (m.č. 2.129)

běh naprázdno: $L_{Aeq} = 82,6$ dB

při práci $L_p A1$: $L_{Aeq} = 86,5$ dB

- Odsávání dřevního odpadu (m.č. 2.133)

$L_{Aeq} = 85$ dB (ve vzd. 1 m)

- Kompresor (m.č. 2.133)

$L_{Aeq} = 85$ dB (ve vzd. 1 m)

2. Hygienické limity

Provoz zdrojů hluku pro dílnu musí vyhovovat požadavkům Nařízení vlády č. 148/2006 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací k zákonu č.258/2000.

Nejvyšší přípustná ekvivalentní hladina akustického tlaku $A L_{Aeq,T}$ **v chráněném venkovním prostoru staveb** se podle nařízení vlády č. 148/2006 Sb. stanoví součtem základní hladiny hluku

$L_{Aeq,T} = 50$ dB a korekcí přihlížející k místním podmínkám a denní době.

základní hladina hluku

$$L_{Aeq,T} = 50 \text{ dB}$$

korekce na chráněný venkovní prostor staveb (pro hluk z provozoven) $K = 0$ dB

korekce na denní dobu 6.00 - 22.00 $K = 0$ dB

korekce na noční dobu 22.00 - 6.00 $K = -10$ dB

korekce na případné výrazné tónové složky $K = -5$ dB

Nejbližším chráněným venkovním prostorem staveb jsou okna učebny a kabinetu nad střechou dílny.

tedy limit (bez použití korekce -5 dB) : $L_{Aeq, 8h} = 50$ dB - pro den

(výskyt tónových složek nad prahem slyšení se nepředpokládá)

V denní době se posuzuje nejhlučnější 8 hodinový časový úsek vcelku.

Vnitřní chráněný prostor staveb

Dle nařízení vlády č. 148/2006 se stanoví nejvyšší přípustná ekvivalentní hladina akustického tlaku A **v chráněných vnitřních prostorech staveb** pro hluky pronikající ze zdrojů hluku vně objektu součtem základní hladiny akustického tlaku A $L_{Aeq,T} = 40 \text{ dB}$ a korekcí přihlížející k využití objektu a denní době:

korekce pro prostory typu učeben: $K = +5 \text{ dB}$

= tedy limit : $L_{Aeq,T} = 45 \text{ dB}$

- při pronikání hluku z vnitřních prostorů pak je limitní hodnota $L_{Aeq,max} = 45 \text{ dB}$

pro prostory typu kabinetů (kanceláří):

platí limitní hodnota pro náročnou duševní práci : $L_{Aeq,8h} = 50 \text{ dB}$

3. Výpočty šíření hluku do venkovního prostředí

Z prostoru dílny se hluk bude šířit obvodovým pláštěm (cihelná stěna tl. 450 mm + za-
teplení, zdvojená okna), střešním pláštěm a vstupními dveřmi. Z prostoru strojovny se hluk bude
šířit obvodovou stěnou ve 2.NP a oknem.

Pro výpočet bude uvažováno s odvětráním dílny větracím křídlem okna.

Provoz zdrojů hluku bude přerušovaný – pouze v době výuky v dílně (cca 50 % z posu-
zovaného 8 hod časového úseku)

Referenční bod výpočtu:

-bod R1 byl zvolen 2 m před oknem učebny ve 2.N.P. (okno nad střechou dílny).

Umístění referenčního bodu je zřejmé z přílohy č.1 a 2.

3.1. Příspěvek hladiny hluku od obvodového pláště (plošné zdroje hluku):

$$L_{Aeq2} = L_{Aeq1} - R_w + 10 \log \sum S_i + 10 \log \frac{Q}{4\pi \cdot r^2} - 6 - D \quad [\text{dB}],$$

kde L_{Aeq2} příspěvek hladiny ak. tlaku A v refer. bodě
 L_{Aeq1} ekvivalentní hladina hluku ve vnitřním prostoru
 $\sum S_i$ dělicí plocha
 r korigovaná vzdálenost
 R_w vzduchová neprůzvučnost
 Q směrový činitel
 D korekce- zastínění, směrový účinek,

$$D = 13,41 + 10,47 \log (z+0,18) - 2,67 \log^2 (z+0,18)$$

z - změna rozdílu dráhy

Výpočet neprůzvučností obvodových konstrukcí:

Výpočty neprůzvučností jsou provedeny výpočtovým programem NEPrůzvučnost 2001 dle metodiky ČVUT PRAHA a VÚT Brno.

- stěna tl. 450 mm $R_w = 55 \text{ dB}$
- okna (zavřená) $R_w = 32 \text{ dB}$
- okna (pootevřená) $R_w = 7 - 9 \text{ dB}$
- vrata (zateplená) $R_w = 27 \text{ dB}$

střešní plášť nad učebnou a dílnou CNC - skladba:

- střešní krytina
- celoplošné bednění
- krokve v. 180 mm (minerální izolace tl. 180 mm)
- dřevěný rošt z latí 60x40 mm (minerální izolace tl. 40 mm)
- záklop z desek CETRIS tl. 12 mm
- akustický podhled

Výpočet neprůzvučnosti uvedeného stropu:

$$R'_{\text{WCELK}} = R'_{\text{WS}} + \Delta R_{\text{W0}} + \Delta R_{\text{WP}}$$

kde..... R'_{WS} - neprůzvučnost stropu bez výplně a ak. podhledu (43 dB)

ΔR_{W0} - vliv akustického podhledu (2 dB)

ΔR_{WP} - vliv pohltivé výplně (12 dB)

$$R'_{\text{WCELK}} = 57 \text{ dB}$$

Hladina akustického tlaku A v dílně a strojovně

V prostoru dílny bude umístěn automat CNC ROUTECH CHRONOS s hladinou hluku na pracovním místě při obrábění $L_{\text{Aeq}} = 81 \text{ dB}$ (běh naprázdno: $L_{\text{Aeq}} = 72 \text{ dB}$) a soustruh SH 1800 CNC-S při práci $L_{\text{Aeq}} = 86,5 \text{ dB}$ (běh naprázdno: $L_{\text{Aeq}} = 82,6 \text{ dB}$). V provozu bude vždy pouze jeden stroj (přerušovaně). Prostor dílny bude vybaven akustickým podhledem a z tohoto důvodu bude v pásmu odražených zvukových vln zaznamenán pokles hladin hluku s odstupem od stroje. Pro další výpočty je uvažováno s ekvivalentní hladinou akustického tlaku A během pracovní činnosti v prostoru dílny (s technologickými přestávkami) před obvodovými konstrukcemi s rezervou s hodnotou $L_{\text{Aeq}} = 80 \text{ dB}$.

V prostoru strojovny bude umístěn filtr a kompresor (občasný provoz). Pro další výpočty je uvažováno s ekvivalentní hladinou akustického tlaku A během pracovní činnosti v prostoru strojovny před obvodovými konstrukcemi s rezervou s hodnotou $L_{\text{Aeq}} = 87 \text{ dB}$.

Vypočtený příspěvek hladiny hluku v referenčním bodě R1

- pro časový úsek pracovní činnosti $L_{\text{Aeq2}} = 47 \text{ dB}$

- pro časový úsek 8 hod (s pozadím hluku $L_{\text{Aeq}} = 42 \text{ dB}$) $L_{\text{Aeq2}} = 45,2 \text{ dB}$

4. Výpočet šíření hluku do chráněných vnitřních prostorů

4.1. Šíření hluku z vnitřních prostorů

Veškerá technologie v dílně i ve strojovně bude pružně uložena ve vztahu k okolním stavebním konstrukcím, podlaha je řešena jako těžká plovoucí s dilatačními spárami. Učebna pro dílnu (č.m. 2.119 a) bude využívána výhradně v době, kdy nebude technologie dílny v provozu. Hlučnost šířenou z dílny a strojovny je však nutno posoudit v učebně ve 2.NP a v kabinetu. Prostor dílny sousedí s učebnou ve 2.NP (č.m. 2.218) a kabinetem (č.m. 2.219) pouze v omezené ploše po stropem dílny, prostor kabinetu pak sousedí dělicí (sendvičovou) stěnou s prostorem dílny.

Kontrolní výpočet šíření hluku do chráněných vnitřních prostorů

Učebna (č.m. 2.218)

Hladina ak. tlaku A v učebně:

(pro předpokládanou hodnotu $L_{Amax1} = 88$ dB v dílně)

$$L_{Amax2} = L_{Amax1} - R'_w + 10 \log S - 10 \log A$$

kde: S = plocha dělicího prvku

A = pohltivost přijímací místnosti

Po výpočtu: $L_{Amax2} = 33$ dB - vyhovuje (dílčí příspěvek)

Kabinet (č.m. 2.219)

Hladina ak. tlaku A v kabinetu:

(pro předpokládanou hodnotu $L_{Aeq} = 80$ dB v dílně a $L_{Aeq} = 87$ dB ve strojovně)

$$L_{Aeq2} = L_{Aeq1} - R'_w + 10 \log S - 10 \log A$$

Po výpočtu: $L_{Aeq2} = 44$ dB - vyhovuje (dílčí příspěvek)

4.2 Šíření hluku z venkovního prostoru

Pro výpočet šíření hluku do vnitřních chráněných prostorů bude uvažováno s pootevřeným oknem v učebně i kabinetu (přirozené větrání) – pro výpočet bude brána hodnota hladiny hluku ve venkovním prostoru s časovým úsekem při práci v dílně ($L_{Aeq} = 47$ dB)

Ekvivalentní hladina ak. tlaku A v místnosti

$$L_{Aeq3} = L_{Aeq} - R_{Ws} + 10 \log S - 10 \log A + 6 \text{ [dB]}$$

kde L_{Aeq} - ekvivalentní hladina ak. tlaku A 2m před fasádou

R_{Ws} - střední stupeň vzduchové neprůzvučnosti obvodové stěny místnosti

A - pohltivost místnosti

Výpočet:

Učebna (č.m. 2.218)

Hladina ak. tlaku A v učebně

Po výpočtu: $L_{Aeq3} = 41$ dB - vyhovuje (dílčí příspěvek)

Kabinet (č.m. 2.219)

Hladina ak. tlaku A v kabinetu:

Po výpočtu: $L_{Aeq3} = 43$ dB - vyhovuje (dílčí příspěvek)

4.3 Celková hladina akustického tlaku A

Dále je proveden energetický součet dílčích příspěvků:

Učebna (č.m. 2.218)

Po výpočtu: $L_{Aeq,8h} = 41,6$ dB - vyhovuje

Kabinet (č.m. 2.219)

Po výpočtu: $L_{Aeq,8h} = 46,5$ dB - vyhovuje

5. Posouzení doby dozvuku

Požadavky

Dle ČSN 73 0527 "Projektování v oboru prostorové akustiky" je pro školní **učebny** (do objemu místnosti 250 m³) požadována doba dozvuku **T = 0,7 s**.

Přípustné rozmezí poměru dob dozvuku dle přílohy A4 normy :

pro frekvence 125, 4000 Hz $T/T_0 = 0,65 - 1,2$

pro frekvence 250 - 2000 Hz $T/T_0 = 0,8 - 1,2$

Dle ČSN 73 0527 "Projektování v oboru prostorové akustiky" je pro školní **učebny pracovní výuky (dílny)** požadován širokopásmový obklad stropu (bez specifikace konkrétní číselné doby dozvuku). Snížení doby dozvuku v dílně instalací pohltivého podhledu se projeví výrazně ve snížení hlučnosti v dílně od technologických zařízení (v pásmu odražených vln).

Orientační výpočet doby dozvuku v učebně

Výpočet pro učebnu byl proveden pro návrh s **podhledem ECOPHON MASTER B**, tl. 40 mm (instalace na rošt přímo pod strop)- kombinace pohltivých a odrazných panelů.

Pro ověření akustických parametrů je proveden výpočet doby dozvuku dle požadavků ČSN 73 0527. Činitele zvukové pohltivosti α v jednotlivých frekvenčních pásmech byly pro výpočet vzaty z hodnot experimentálně zjištěných činitelů zvukové pohltivosti uváděných v odborné literatuře - např. dle měření VÚZORT (katalog Akustické obklady) a katalogu VUT Brno - Akustika staveb. Tyto hodnoty je nutno však považovat pouze jako orientační - skutečné hodnoty se mohou částečně lišit.

Hodnoty zvukové pohltivosti akustických obkladů jsou použity z katalogu ECOPHON (viz tabulka výpočtů). Pro přiblížení teoretických výpočtů vzhledem k prováděným měřením při obdobných podmínkách je při výpočtu uvažováno s korigovanými hodnotami na středních frekvencích pro přiblížení reálného prostředí a podmínek při realizaci.

Při výpočtu je uvažováno se základním vybavením učebny a s obsazením cca 10 ti uční.

Výpočet doby dozvuku T

byl proveden dle vztahu (Eyringův vzorec) :

$$T = 0,164 \cdot V \frac{1}{s\alpha_E + 4mV} \quad (s)$$

kde V objem (m³)

m koeficient pohltivosti v závislosti na rel. vlhkosti

a platí $\alpha_E = - \ln (1 - \alpha)$

Vypočtené hodnoty s podhledem MASTER (v celé ploše stropu):

Frekvence (Hz)	-	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Povrch	plocha (m ²)	Činitel zvukové pohltivosti α (-)					
Podhled ECOPHON MASTER D/alpha	23	0,45	0,8	0,9	0,9	0,95	0,9
Obklad ECOPHON MASTER D/gamma	23	0,4	0,25	0,35	0,25	0,2	0,1
Beton	46	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
Prosklení	5	0,15	0,05	0,03	0,05	0,02	0,02
zeď – omítka, obklady	90	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04
Dřevěné zařízení	20	0,1	0,15	0,1	0,08	0,05	0,04
Učni	(10)	0,15	0,3	0,44	0,45	0,46	0,46
$\sum \alpha_i \cdot S_i$		29	33	38	37	37	34
α		0,13	0,15	0,18	0,17	0,17	0,16
T (s)	-	0,83	0,73	0,62	0,66	0,64	0,71

Zhodnocení: Vyhovuje v celém spektru pro přípustné rozmezí hodnot dle ČSN.

Skladba podhledu:

Vzhledem k výsledkům výpočtu vychází optimální poměr mezi pohltivými a odraznými deskami 50 : 50 (v % plochy). Instalace pohltivého podhledu ECOPHON MASTER / alpha 40 mm je vhodná na části plochy stropu v ploše u stěn a oken a v zadní části učebny, instalace odrazných ploch (ve středních a vyšších frekvencích) - ECOPHON MASTER / gamma 40 mm ve zbylé ploše - nad katedrou a ve střední části učebny.

Poznámka:

Vzhledem k charakteru učebny (pouze občasný pobyt učňů, mluvené slovo bez hudby) je možno podhled provést i z materiálů s nižší pohltivostí na nižších frekvencích – obdobný typ jako bude požit v dílně – např. materiály FOCUS a INDUSTRY. Doba dozvuku na rozhodujících frekvencích (500 – 2000 Hz) bude pro dané účely vyhovující.

Doba dozvuku v dílně

Dle ČSN 73 0527 je pro školní učebny pracovní výuky (dílny) požadován širokopásmový obklad stropu (bez specifikace konkrétní číselné doby dozvuku). Jako vhodný podhled v dílně je možno použít ECOPHON FOCUS, popř. typ INDUSTRY nebo MASTER (alpha). Předpokládaná doba dozvuku v dílně na středních frekvencích bude cca 1,0 s.

6. Zhodnocení, závěr

V hlukové studii je provedeno zhodnocení neprůzvučnosti stavebních konstrukcí a šíření hluku ve vztahu na chráněný vnitřní a venkovní prostor staveb (učebna, kabinet) s ohledem na provoz dílny CNC v přízemí v uvedeném objektu pro denní dobu.

Ve vnitřních chráněných prostorech budou dle výpočtu zabezpečeny limitní hodnoty dle NV 148/2006.

Ve venkovním chráněném prostoru (před okny učebny ve 2.NP) budou dle výpočtu (při uvažovaných předpokladech) zabezpečeny limitní hodnoty hladin akustického tlaku A dle NV 148/2006 v hodnotě $L_{Aeq, 8h} = 50$ dB - pro denní dobu (v noční době není areál školy v provozu).

V textu jsou dále uvedeny podmínky pro splnění vyhovující doby dozvuku v učebně a požadavky pro řešení akustiky pro dílnu.

Poznámka

Výsledné hodnoty hladin hluku výpočtů jsou zatíženy nejistotou danou výpočtovými metodami a vstupními hodnotami. Pro hodnocení (v souladu se stanoviskem MZČR vydané hlavním hygienikem pod. č.j. 40874/2008 – Ovz-32.1.6 – 7.11.08) lze uvažovat s celkovou nejistotou $\pm 2,0$ dB.

Konečné hodnocení náleží do kompetencí KHS.

Hradec Králové, květen 2009

Ing. P. Brutar