

Akustická studie

Posouzení hluku z provozu stacionárních zdrojů, stavební činnosti při realizaci objektu a zvukové izolace

ZŠ a MŠ Petra Strozziho – nový učebnový pavilon
Za Invalidovnou 3
186 00 Praha 8 – Karlín

Vypracovala

Ing. Lenka Vacková

Zpracováno v období

Prosinec 2016

Verze dokumentu

První vydání

Obsah

| | |
|--|-----------|
| 1. VŠEOBECNĚ..... | 3 |
| 1.1 Předmět..... | 3 |
| 1.2 Úkol..... | 3 |
| 1.3 Objednatel..... | 3 |
| 1.4 Dodavatel..... | 3 |
| 1.5 Vypracovala..... | 3 |
| 1.6 Kontroloval..... | 3 |
| 1.7 Zpracováno v období..... | 3 |
| 2. PODKLADY..... | 3 |
| 3. SITUACE..... | 4 |
| 4. POŽADAVKY..... | 4 |
| 5. POSOUZENÍ HLUKU ZE STACIONÁRNÍCH ZDROJŮ..... | 6 |
| 5.1 Vstupní data..... | 6 |
| 5.2 Výpočet..... | 7 |
| 5.2.1 Nejistota výpočtu..... | 8 |
| 5.2.2 Posouzení..... | 8 |
| 6. POSOUZENÍ HLUKU ZE STAVEBNÍ ČINNOSTI..... | 8 |
| 6.1 Vstupní data..... | 8 |
| 6.2 Algoritmus výpočtu..... | 9 |
| 6.3 Stavební mechanizace a její hlučnost..... | 9 |
| 6.4 Definování chráněných prostor staveb..... | 9 |
| 6.5 Nejistota výpočtu..... | 10 |
| 6.6 Výpočet..... | 10 |
| 6.7 Shrnutí..... | 12 |
| 7. POSOUZENÍ ZVUKOVÉ IZOLACE KONSTRUKCÍ..... | 13 |
| 7.1 Posuzované skladby..... | 13 |
| 7.2 Požadavky..... | 13 |
| 7.3 Posouzení konstrukcí..... | 14 |
| 7.3.1 Výpočet..... | 14 |
| 7.3.2 Porovnání vypočtených hodnot s požadavky normy..... | 15 |
| 7.3.3 Další opatření..... | 15 |
| 7.4 Stanovení požadavku na zvukovou izolaci obvodového pláště..... | 16 |
| 8. ZÁVĚR..... | 17 |

1. VŠEOBECNĚ

1.1 Předmět ZŠ a MŠ Petra Strozziho – nový učebnový pavilon

1.2 Úkol Akustická studie

1.3 Objednatel **VIADIMOS a.s.**

Bohdalecká 1490/25
101 00 Praha 10 - Michle
IČO: 24172235

zastoupen
D-PLUS PROJEKTOVÁ A INŽENÝRSKÁ a.s.
IČO: 26760312

1.4 Dodavatel **DEKPROJEKT s.r.o.**

Tiskařská 10/257
budova TTC TECHKOM CENTRUM
108 00 Praha 10 - Malešice
tel.: +420 234 054 284
fax.: +420 234 054 291

IČO: 27 64 24 11

bankovní spojení:
35-7899980247/0100
KB Praha 9

Zapsáno v obchodním rejstříku, vedeném Městským soudem v Praze
oddíl C., vložka 120996

1.5 Vypracovala Ing. Lenka Vacková

1.6 Kontroloval Ing. Jan Pešta, Ing. Tomáš Kupsa

1.7 Zpracováno v období prosinec 2016

2. PODKLADY

- [1] Zákon 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví ve znění pozdějších předpisů
- [2] Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací ve znění pozdějších předpisů
- [3] Objednávka ze dne 14.11.2016 dle nabídky D2016-018627
- [4] Projektová dokumentace a informace o provozu, umístění a hlukových parametrech zařízení dodané objednatelem
- [5] Stavební fyzika 10 – Akustika stavebních konstrukcí – Doc. Ing. Jiří Čechura, CSc. - Vydavatelství ČVUT – 1999
- [6] Stavební fyzika 1 – Akustika - Ing. Jan Kaňka, Ph.D. - Nakladatelství ČVUT 2007
- [7] Výpočtový program HLUK+ verze 11.10 Profi
- [8] Stavební fyzika 1 – Urbanistická, stavební a prostorová akustika – Prof. Ing. Jiří Vaverka DrSc., Ing. Václav Kozel, Ing. Libor Ládyš, RNDr. Miloš Liberko, Doc., Ing. Josef Chybík CSc. - Vysoké učení technické v Brně – Nakladatelství VUTIUM 1998
- [9] Rindel J. H., Kristensen J., Bygningakustik, Teori og Praksis, Statens Byggeforskiningsinstitut, 1989
- [10] ČSN 730532 Akustika - Ochrana proti hluku v budovách a posouzení akustických vlastností stavebních výrobků - Požadavky

Pozn.: Všechny uvedené předpisy jsou v aktuálním znění (včetně změn platných ke dni zpracování posudku).

3. SITUACE

Předmětem hlukové studie je nový pavilon školy v areálu ZŠ a MŠ Petra Strozziho v Praze 8 – Karlín. Jedná se o objekt s plochou střechou se 2 nadzemními a 1 podzemním podlažím.

V 1.PP budou umístěny centrální šatny, strojovna VZT a další technologie a skladovací prostory. V nadzemních podlažích pak po 4 učebnách na každém patře, kabinety a hygienické zázemí.

Úkolem akustické studie je posouzení přenosu hluku z provozu stacionárních zdrojů a výstavby objektu do chráněných venkovních prostor nejbližších staveb a porovnání s hygienickým limitem hluku dle nařízení vlády č. 272/2011 Sb.

Dále bude posouzena zvuková izolace vybraných konstrukcí v objektu vůči požadavku ČSN 730532 a stanoven požadavek na zvukovou izolaci obvodového pláště objektu.



Obr./1/ Pohled západní

4. POŽADAVKY

Hygienické limity hluku v chráněném venkovním prostoru staveb, chráněném venkovním prostoru a chráněném vnitřním prostoru staveb jsou uvedeny v nařízení vlády č. 272/2011 Sb.[2].

Tyto prostory jsou definovány v zákoně 258/2000 Sb. [1]

Chráněným venkovním prostorem se rozumí nezastavěné pozemky, které jsou užívány k rekreaci, lázeňské léčbě rehabilitační péči a výuce, s výjimkou lesních a zemědělských pozemků a venkovních pracovišť. Chráněným venkovním prostorem staveb se rozumí prostor do vzdálenosti 2 m před částí jejich obvodového pláště, významný z hlediska pronikání hluku zvenčí do chráněného vnitřního prostoru bytových domů, rodinných domů, staveb pro předškolní a školní výchovu a vzdělávání, staveb pro zdravotní a sociální účely, jakož i funkčně obdobných staveb. Chráněným vnitřním prostorem staveb se rozumí pobytové místnosti ve stavbách zařízení pro výchovu a vzdělávání, pro zdravotní a sociální účely a ve funkčně obdobných stavbách a obytné místnosti ve všech stavbách. Rekreace pro účely podle věty první zahrnuje i užívání pozemku na základě vlastnického, nájemního nebo podnájemního práva souvisejícího s vlastnictvím bytového nebo rodinného domu, nájmem nebo podnájemem bytu v nich. Co se považuje za prostor významný z hlediska pronikání hluku, stanoví prováděcí právní předpis.

Prostorem významným z hlediska pronikání hluku se dle nařízení vlády č. 272/2011 Sb. rozumí prostor před výplní otvoru obvodového pláště stavby zajišťující přímé přirozené větrání, za níž se nachází chráněný vnitřní prostor stavby, pokud tento chráněný prostor nelze přímo větrat jinak.

Chráněný venkovní prostor staveb a chráněný venkovní prostor

Hodnoty hluku, s výjimkou vysokoenergetického impulsního hluku, se vyjadřují ekvivalentní hladinou akustického tlaku $A_{L_{Aeq,T}}$. V denní době se 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, s výjimkou účelových komunikací, 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 v ekvivalentní hladině akustického tlaku A, s výjimkou hluku z leteckého provozu a vysokoenergetického impulsního hluku, se stanoví součtem základní hladiny akustického tlaku $A_{L_{Aeq,T}}$ se rovná 50 dB a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného prostoru a denní a noční době podle přílohy č. 3 k nařízení vlády [2]. Pro vysoce impulsní hluk se přičte další korekce -12 dB. V případě hluku s tónovými složkami, s výjimkou hluku z dopravy na pozemních komunikacích a drahách, a hluku s výrazně informačním charakterem se přičte další korekce -5 dB.

| Druh chráněného prostoru | Hygienický limit $L_{Aeq,T}$ [dB] | | | |
|---|-----------------------------------|----|----|----|
| | 1) | 2) | 3) | 4) |
| Chráněný venkovní prostor staveb lůžkových zdravotnických zařízení včetně lázní | 45 | 50 | 55 | 65 |
| Chráněný venkovní prostor lůžkových zdravotnických zařízení včetně lázní | 50 | 50 | 55 | 65 |
| Chráněný venkovní prostor ostatních staveb a ostatní chráněný venkovní prostor | 50 | 55 | 60 | 70 |

Tab. /1/ Hygienické limity hluku v chráněném venkovním prostoru a chráněném venkovním prostoru staveb

Korekce uvedené v tabulce se nesčítají. Pro noční dobu se pro chráněný venkovní prostor staveb přičítá další korekce -10 dB, s výjimkou hluku z dopravy na železničních drahách, kde se použije korekce -5 dB.

1) Použije se pro hluk z provozu stacionárních zdrojů a hluk ze železničních stanic zajišťujících vlakotvorné práce, zejména rozřadování a sestavu nákladních vlaků, prohlídku vlaků a opravy vozů. Pro hluk ze železničních stanic zajišťujících vlakotvorné práce, které byly uvedeny do provozu přede dnem 1. listopadu 2011, se přičítá pro noční dobu další korekce +5 dB.

2) Použije se pro hluk z dopravy na drahách, silnicích III. třídy, místních komunikacích III. třídy a účelových komunikacích ve smyslu § 7 odst. 1 zákona č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů.

3) Použije se pro hluk z dopravy na dálnicích, silnicích I. a II. třídy a místních komunikacích I. a II. třídy v území, kde hluk z dopravy na těchto komunikacích je převažující nad hlukem z dopravy na ostatních pozemních komunikacích. Použije se pro hluk z dopravy na drahách v ochranném pásmu dráhy.

4) Použije se pro stanovení hodnoty hygienického limitu staré hlukové zátěže.

Hluk ze stavební činnosti v chráněném venkovním a vnitřním prostoru stavby

Hygienický limit v ekvivalentní hladině akustického tlaku A pro hluk ze stavební činnosti $L_{Aeq,s}$ se stanoví tak, že se k hygienickému limitu v ekvivalentní hladině akustického tlaku $A_{L_{Aeq,T}}$ stanovenému podle odstavce 3 přičte další korekce podle části B přílohy č.3 k tomuto nařízení.

| Posuzovaná doba | Hygienický limit hluku $L_{Aeq,T}$ [dB] |
|-----------------|---|
| 6:00 – 7:00 | 60 |
| 7:00 – 21:00 | 65 |
| 21:00 – 22:00 | 60 |
| 22:00 – 6:00 | 45 |

Tab./2/ Hygienické limity hluku ze stavební činnosti v chráněném venkovním prostoru stavby

5. POSOUZENÍ HLUKU ZE STACIONÁRNÍCH ZDROJŮ**5.1 Vstupní data**

V objektu budou instalovány vzduchotechnické jednotky pro větrání učeben, hygienického zázemí a centrálních šaten. Jednotky budou umístěny ve strojovně VZT v 1.PP objektu a na střeše.

Zařízení č.1 – Větrání centrální šaten

VZT jednotka 1.01 je umístěna ve strojovně vzduchotechniky. Sání čerstvého vzduchu je ze společné sací žaluzie se zařízením č.2. Sací žaluzie je umístěna na fasádě objektu. Odpadní potrubí s tlumiči a výfuk jsou také společné se zařízením č. 2. Výfuk odpadního vzduchu je nad střechou objektu. Provoz zařízení bude pouze v denní době v čase využívání šaten.

Jednotka 1.01 má na straně venkovního vzduchu společnou sací komoru s jednotkou 2.01 velikosti 800x1000x1500, ve které je osm buňkových tlumičů hluku 200x500x1500. Na straně odpadního vzduchu má jednotka 1.01 společnou výfukovou komoru velikosti 500x1500x1500, ve které je šest buňkových tlumičů hluku 250x500x1500. Hlukové parametry zařízení se zohledněním útlumu tlumičů jsou uvedeny v následující tabulce.

Zařízení č.2 – Větrání hygienického zázemí

VZT jednotka 2.01 je umístěna ve strojovně vzduchotechniky. Sání i odtah shodný se zařízením č.1. Provoz zařízení bude pouze v denní době v čase využívání školy.

Zařízení č.3 – Větrání učeben

VZT jednotka 3.01 je ve venkovním provedení a je umístěna na střeše objektu. Jednotka je s integrovanými tlumiči. Součástí jednotky je přímý výparník – chladič, na který je připojena kondenzační jednotka 3.02 umístěná také na střeše objektu. Provoz zařízení bude pouze v denní době v čase provozu školy.

Zařízení č.5 – Odsávání skladu

Radiální ventilátor 5.01 je umístěn v podhledu skladu a odpadní potrubí je napojeno do výfukového potrubí od zařízení č.1 a 2. Provoz zařízení bude pouze v denní době v čase provozu školy.

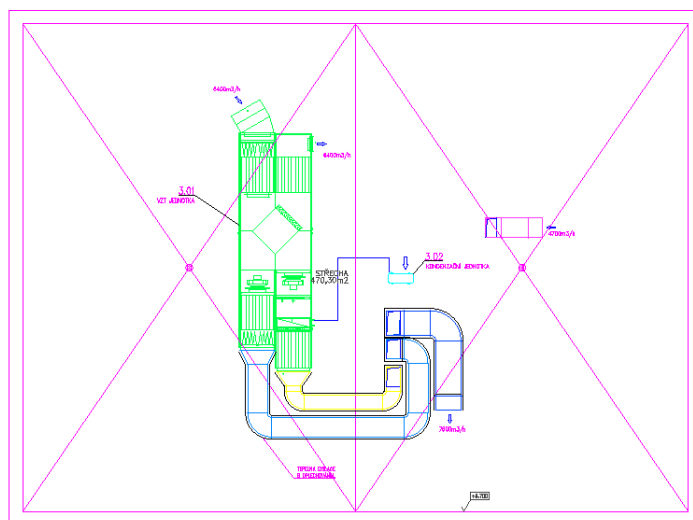
Soupis zařízení a jejich hlukové parametry včetně zohlednění útlumu navržených buňkových tlumičů hluku jsou uvedeny v následující tabulce.

- Vzduchotechnika a chlazení

| Zařízení | Umístění | Výdechy do exteriéru | Počet | Hlukové parametry zařízení | Provoz |
|--|---------------------------|--------------------------------------|-------|--|---------------|
| VZT jednotka 1.01 větrání centrální šaten | strojovna VZT v 1.PP | sání fasáda 1.PP odtah na střechu | 1 ks | sání $L_{WA} = 44$ dB odtah $L_{WA} = 65$ dB | denní doba |
| VZT jednotka 2.01 větrání hygienického zázemí | strojovna VZT v 1.PP | sání fasáda 1.PP odtah na střechu | 1 ks | sání $L_{WA} = 40$ dB odtah $L_{WA} = 57$ dB | denní doba |
| VZT jednotka 3.01 větrání učeben | střecha | střecha | 1 ks | Přívod - sání $L_{WA} = 44$ dB Přívod - okolí $L_{WA} = 54,3$ dB Odvod - výtlač $L_{WA} = 50$ dB Odvod - okolí $L_{WA} = 53,9$ dB | denní doba |
| Kondenzační jednotka 3.02 | střecha | střecha | 1 ks | $L_{pA} = 54$ dB v 1 m při chlazení | denní doba |
| Radiální ventilátor 5.01 odsávání skladu | podhled místnosti 1.14 | sání fasáda 1.PP odtah na střechu | 1 ks | $L_{pA} = 46$ dB v 1,5 m | denní doba |

Tab./3/ Navržená zařízení

Výpočet je proveden pro případ nepřetržitého souběhu provozu všech zařízení po celý posuzovaný interval 8 hodin v denní době. Vyústění jednotlivých zdrojů do exteriéru a lokalizace zařízení na střeše je zřejmá z následujícího obrázku.



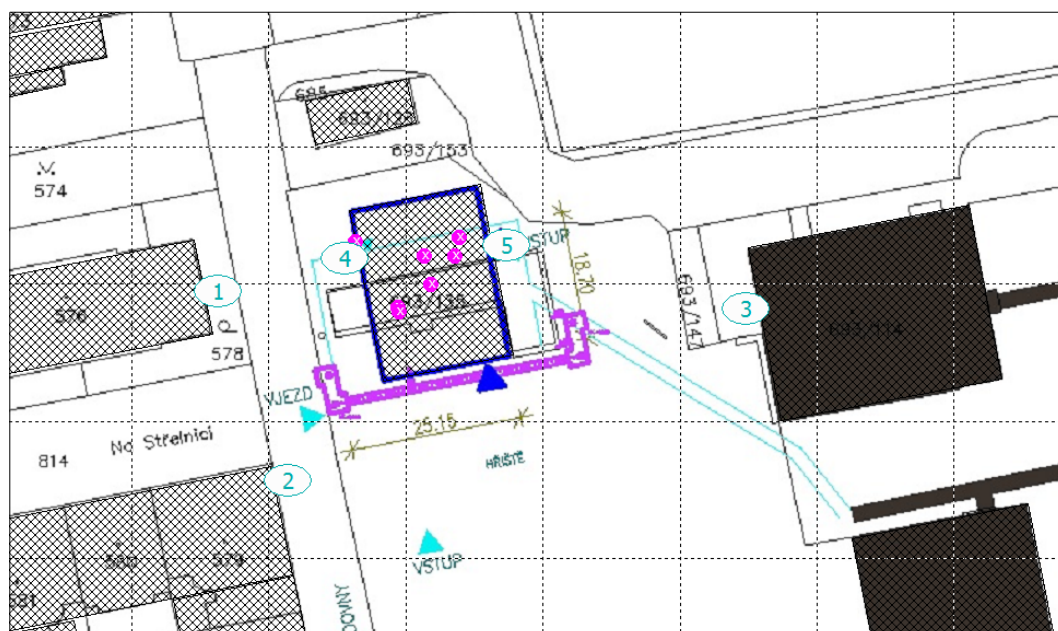
Obr./2/ Lokalizace stacionárních zdrojů v úrovni střechy

5.2 Výpočet

Výpočet byl proveden v programu HLUK+ verze 11.10 Profi11. Výpočtové body byly zvoleny před fasádou nejbližších obytných objektů a před nejbližšími fasádami vlastních objektů školy. Jednotlivé výpočtové body jsou popsány v následující tabulce a vyznačeny na obrázku 3.

| Číslo bodu | Výšky nad terénem [m] | Popis bodu |
|------------|-----------------------|--|
| 1 | 3 a 6 | 2 m před fasádou bytového domu na p.č. 576 k.ú. Karlín |
| 2 | 3 a 6 | 2 m před fasádou objektu k bydlení na p.č. 579 k.ú. Karlín |
| 3 | 3 a 6 | 2 m před fasádou objektu školy na p.č. 693/114 k.ú. Karlín |
| 4 a 5 | 6 | 2 m před fasádou nového pavilonu školy |

Tab./4/ Popis bodů výpočtu



Obr./3/ Výpočtové body

Na obrázku /3/ je vyznačena poloha jednotlivých bodů výpočtu. Do výpočtu není v souladu s platnou právní úpravou zahrnut vliv odrazu od fasády před kterou je umístěn výpočtový bod.

5.2.1 Nejistota výpočtu

Vzhledem k algoritmu výpočtového programu, možnostem namodelování situace, přesnosti vstupních dat a dalších vlivům byla odhadnuta nejistota výpočtu na hodnotu $\varepsilon = 2$ dB. Při posuzování výsledné hodnoty $L_{Aeq,T}$ a jejího vztahu k hygienickému limitu hluku L_{lim} stanovených dle nařízení vlády č. 272/2011 Sb. [2] se vychází z těchto podmínek:

- hygienický limit je výpočtově překročen, pokud je $L_{Aeq,T} - 2 > L_{lim}$
- hygienický limit je výpočtově dodržen, pokud $L_{Aeq,T} + 2 \leq L_{lim}$
- hodnota neumožňuje jednoznačný závěr o dodržení hygienického limitu hluku v případech, kdy $L_{Aeq,T} - 2 \leq L_{lim}$ a zároveň $L_{lim} < L_{Aeq,T} + 2$.

5.2.2 Posouzení

Vypočtené hodnoty hladin hluku v jednotlivých bodech jsou uvedeny v následující tabulce. Výpočet je proveden pro denní dobu, uvažováno je s nepřetržitým souběhem provozu všech zařízení po celou dobu hodnocení. Pro hodnocení bude předpokládána přítomnost tónové složky v kmitočtovém spektru, přítomnost tónové složky lze ověřit až měřeními in situ, tento postup je tedy na straně bezpečnosti. Hygienický limit hluku pro denní dobu je $L_{Aeq,8h} = 45$ dB, do posuzování je zahrnuta nejistota výpočtu.

| Bod | Výška [m] | Vypočtené hodnoty hladiny akustického tlaku A L _{Aeq,T} [dB] | Hodnocení |
|-----------------------|-----------|---|---------------|
| | | VZT + Chlazení | Denní doba |
| Okolní bytové domy | | | |
| 1 | 3,0 | 28,4 | limit dodržen |
| | 9,0 | 33,8 | limit dodržen |
| 2 | 3,0 | 26,9 | limit dodržen |
| | 9,0 | 32,8 | limit dodržen |
| | 15,0 | 32,3 | limit dodržen |
| Vlastní objekty školy | | | |
| 3 | 3,0 | 23,4 | limit dodržen |
| | 6,0 | 26,5 | limit dodržen |
| 4 | 6,0 | 30,6 | limit dodržen |
| 5 | 6,0 | 22,6 | limit dodržen |

Tab./5/ Vypočtené hodnoty hluku

Z tabulky je zřejmé, že hygienický limit hluku pro provoz stacionárních zdrojů v denní době $L_{Aeq,8h} = 45$ dB dle nařízení vlády č. 272/2011 je dodržen ve všech výpočtových bodech před fasádami okolních objektů i vlastních objektů školy.

6. POSOUZENÍ HLUKU ZE STAVEBNÍ ČINNOSTI

6.1 Vstupní data

Posouzen bude hluk stavební činnosti vznikající při realizaci nového učebnového pavilonu základní školy vůči chráněným venkovním prostorům nejbližších staveb.

Jedná se o objekt s plochou střechou s železobetonovou konstrukcí a zděnými stěnami s jedním podzemním a dvěma nadzemními podlažními.

Stavební práce budou probíhat v intervalu 7.00 - 21.00 hod, zemní práce a práce na nosné konstrukci objektu budou probíhat ve zkrácené pracovní době 8.00 – 19.00 hod.

Průběh stavebních prací je rozdělen do následujících etap, při provádění prací bude uvažováno s použitím níže uvedeného zařízení.

Stavební práce budou rozděleny do následujících etap:

- I. Zemní a základové práce
- II. Práce HSV - betonáž a zdění nosných konstrukcí
- III. Práce PSV a dokončovací práce

Před zahájením prací musí být kolem staveniště umístěno plné oplocení výšky 2 m.

6.2 Algoritmus výpočtu

Výpočet v exteriéru je provedený v programu HLUK+ verze 11.10 profi11. Ve výpočtech je uváděna ekvivalentní hladina akustického tlaku A dle [5]:

$$L_{Aeq,T} = 10 \cdot \log \left[\sum (t_i/t) 10^{L_{Aeq,i}/10} \right]$$

kde :

t_i ... je časový interval trvání stavební činnosti [h. nebo min.]

$L_{Aeq,i}$... je ekvivalentní hladina akustického tlaku A při jednotlivých stavebních procesech [dB]

6.3 Stavební mechanizace a její hlučnost

V následující tabulce je uvedeno předpokládané nasazení zařízení a jejich hlukové parametry.

| Zařízení | Ekvivalentní hladina akustického tlaku A ve vzdálenosti 10m $L_{Aeq-10m}$ /dB/ |
|---|--|
| Nákladní automobil | 95* ($L_{ASEL-7,5m}$) |
| Rypadlo | 80 |
| Autodomíchávač betonu | 65 (vypouštění betonu) 95* ($L_{ASEL-7,5m}$) |
| Čerpadlo betonu | 73 |
| Ruční elektrické nářadí (pila, vrtačka, bruska) | $L_{WA} = 95$ dB |
| Vrtná souprava | 84 |
| Mísící zařízení | 63 |
| Stavební výtah | 52 |
| Běžné ruční nářadí | 60 |

Tab./6/ Hlukové parametry zařízení

Pozn.: Hodnoty jsou převzaty z podkladu [5] a databáze zpracovatele.

Pozn.: *Hladina hluku L_{ASEL} (hluková expoziční úroveň) jednoho průjezdu je celková ekvivalentní hladina akustického tlaku A od průjezdu sloučená do časového intervalu 1 s. Hodnota byla stanovena pro vzdálenost referenčního bodu 7,5 m a rychlost 15 km/h (včetně startování). Tento cyklus lze považovat za příjezd, resp. odjezd nákladního automobilu.

6.4 Definování chráněných prostor staveb

Pro hodnocení vlivu hluku ze stavební činnosti na chráněné venkovní prostory nejbližších staveb byly definován tzv. kritické body, které se nacházejí neblíže místu stavby. Tyto body jsou vyznačeny na následujícím obrázku a popsány v tabulce. Jedná se o body 2 m před fasádami nejbližších obytných objektů a nejbližší budovy školy, výška bodu je vztažena k úrovni terénu.

| Číslo bodu | Výšky [m] | Popis |
|------------|-----------|--|
| 1 | 3; 9 | 2 m před fasádou bytového domu na p.č. 576 k.ú. Karlín |
| 2 | 3; 9; 15 | 2 m před fasádou objektu k bydlení na p.č. 579 k.ú. Karlín |
| 3 | 3; 6 | 2 m před fasádou objektu školy na p.č. 693/114 k.ú. Karlín |

Tab./7/ Výpočtové body



Obr./4/ Body výpočtu

6.5 Nejistota výpočtu

Vzhledem k algoritmu výpočtového programu, možnostem namodelování situace, přesnosti vstupních dat a dalších vlivům byla odhadnuta nejistota výpočtu na hodnotu min. $\varepsilon = 3$ dB.

6.6 Výpočet

Při odstranění objektu se předpokládá následující postup prací a nasazení mechanismů o hlukových parametrech uvedených v Tab./6/.

- I. Zemní a základové práce

Pro provádění zemních prací se předpokládá použití rypadla (6 hodin denně) a nákladních automobilů pro odvoz zeminy v intenzitě (10 vozidel za den). Pro realizaci základů se předpokládá použití vrtné soupravy (4 hodin denně).

Pro provádění základových konstrukcí se předpokládá nasazení automixu pro dopravu betonu na stavbu (6 vozidel za den), provoz čerpadla betonu (6 hodin denně) a dále použití ručního nářadí po celou pracovní dobu. V rámci jednoho pracovního dne lze provádět vždy jen samostatně zemní práce rypadlem / vrtnou soupravou nebo základové práce.

Zemní a základové práce je vzhledem k blízkosti obytných budov nutné provádět pouze v omezené pracovní době (8 - 19 hod).

Ve výpočtu je dále zohledněn vliv hluku pozadí v dané lokalitě hodnotou 50 dB přičtenou v jednotlivých výpočtových bodech k hlukové zátěži vyvolané stavební činností.

Vypočtené hodnoty hluku ze stavební činnosti v této fázi jsou uvedeny v následující tabulce.

| Označení bodu | Výška nad terénem | Ekvivalentní hladina akustického tlaku A $L_{Aeq,T}$ [dB] | | Hodnocení | Ekvivalentní hladina akustického tlaku A $L_{Aeq,T}$ [dB] | Hodnocení |
|---------------|-------------------|---|----------------|-----------------|---|---------------|
| | | Zemní práce rypadlo | Vrtná souprava | | Základové práce | |
| 1 | 3,0 | 67,8 | 68,8 | Limit překročen | 63,0 | Limit dodržen |
| | 9,0 | 67,3 | 68,3 | Limit překročen | 62,7 | Limit dodržen |
| 2 | 3,0 | 67,1 | 68,1 | Limit překročen | 60,0 | Limit dodržen |
| | 9,0 | 67,2 | 68,2 | Limit překročen | 64,5 | Limit dodržen |
| | 15,0 | 66,9 | 67,9 | Limit překročen | 63,9 | Limit dodržen |
| 3 | 3,0 | 61,9 | 62,9 | Limit dodržen | 61,3 | Limit dodržen |
| | 6,0 | 67,2 | 68,2 | Limit překročen | 61,0 | Limit dodržen |

Tab./8/ Vypočtené hodnoty hluku

Z tabulky je zřejmé, že při provádění zemních prací (rypadlo v provozu 6 hodin denně) a použití vrtné soupravy (3 hodiny denně) je hygienický limit hluku překročen. Dodržení limitu by znamenalo zkrácení provozu obou zařízení v rámci dne na cca 1/3 – 1/2. Použití clony není vzhledem k výšce okolních bytových objektů dostatečně účinné. Při výše uvažované délce provozu zařízení je nutné požádat o časově omezené povolení nadlimitního zdroje hluku. Při betonáži základů je hygienický limit hluku ve všech výpočtových bodech dodržen, práce budou prováděny v omezené pracovní době mezi 8 – 19 hodinou, hodnoty ekvivalentní hladiny akustického tlaku A jsou závislé na lokalizaci činnosti na staveništi.

- II. Práce HSV - betonáž a zdění nosných konstrukcí

Pro provádění prací se předpokládá použití automixů v intenzitě 4 vozidel za den pro dopravu betonu na stavbu, nákladních automobilů pro dopravu materiálu v intenzitě 2 vozidla za den. Dále použití stavebního výtahu (8 hodin denně), mísícího zařízení (4 hodiny denně) a ručního nářadí po celou pracovní dobu.

Práce na nosné konstrukci objektu je vzhledem k blízkosti obytných budov nutné provádět pouze v omezené pracovní době (8 - 19 hod).

Ve výpočtu je dále zohledněn vliv hluku pozadí v dané lokalitě hodnotou 50 dB přičtenou v jednotlivých výpočtových bodech k hlukové zátěži vyvolané stavební činností.

Vypočtené hodnoty hluku ze stavební činnosti v této fázi jsou uvedeny v následující tabulce.

| Označení bodu | Výška nad terénem | Ekvivalentní hladina akustického tlaku A $L_{Aeq,T}$ [dB] | Hodnocení |
|---------------|-------------------|---|---------------|
| 1 | 3,0 | 58,2 | Limit dodržen |
| | 9,0 | 58,3 | Limit dodržen |
| 2 | 3,0 | 57,8 | Limit dodržen |
| | 9,0 | 58,9 | Limit dodržen |
| | 15,0 | 58,5 | Limit dodržen |
| 3 | 3,0 | 55,2 | Limit dodržen |
| | 6,0 | 56,7 | Limit dodržen |

Tab./9/ Vypočtené hodnoty hluku

Z tabulky je zřejmé, že hygienický limit hluku je ve všech výpočtových bodech dodržen, práce budou prováděny v omezené pracovní době mezi 8 – 19 hodinou, hodnoty ekvivalentní hladiny akustického

tlaku A jsou závislé na lokalizaci činnosti na staveništi.

- III. Práce PSV

Pro provádění prací se předpokládá použití nákladních automobilů pro dopravu materiálu na stavbu v intenzitě 2 vozidla za den. Dále použití stavebního výtahu (8 hodin denně) a ručního nářadí ve větším počtu po celou pracovní dobu.

Ve výpočtu je dále zohledněn vliv hluku pozadí v dané lokalitě hodnotou 50 dB přičtenou v jednotlivých výpočtových bodech k hlukové zátěži vyvolané stavební činností.

Vypočtené hodnoty hluku ze stavební činnosti v této fázi jsou uvedeny v následující tabulce.

| Označení bodu | Výška nad terénem | Ekvivalentní hladina akustického tlaku A $L_{Aeq,T}$ [dB] | Hodnocení |
|---------------|-------------------|---|---------------|
| 1 | 3,0 | 55,5 | Limit dodržen |
| | 9,0 | 57,5 | Limit dodržen |
| 2 | 3,0 | 56,0 | Limit dodržen |
| | 9,0 | 57,5 | Limit dodržen |
| | 15,0 | 57,2 | Limit dodržen |
| 3 | 3,0 | 54,6 | Limit dodržen |
| | 6,0 | 56,5 | Limit dodržen |

Tab./10/ Vypočtené hodnoty hluku

Z tabulky je zřejmé, že hygienický limit hluku je ve všech výpočtových bodech dodržen, hodnoty ekvivalentní hladiny akustického tlaku A jsou závislé na lokalizaci činnosti na staveništi.

6.7 Shrnutí

Hygienický limit hluku pro stavební činnost je překročen při provádění zemních a základových prací s použitím vrtné soupravy. Pro tyto práce je nutné zažádat o časově omezené povolení nadlimitního zdroje hluku nebo výrazně omezit dobu provozu vrtné soupravy a rypadla. V ostatních fázích výstavby je hygienický limit hluku dle nařízení vlády č. 272/2011 Sb. ve všech výpočtových bodech dodržen.

Při provádění prací je nutné dodržování následujících zásad:

- zemní, základové a práce na nosné konstrukci objektu provádět pouze v omezené pracovní době od 8.00 - 19.00 hodin
- stanovit v rámci hlučných prací tichou přestávku např. v době 12 – 13 hodin a informovat o této přestávce uživatele okolních objektů (možnost větrání)
- nejhlučnější zemní a základové práce je nutné koordinovat s provozem základní a mateřské školy
- informovat uživatele okolních objektů o provádění hlučných stavebních prací a o době jejich trvání, omezit chod hlučných strojů na rozumnou mez
- neponechávat hlučné stroje v chodu naprázdno, to se týká i nákladních automobilů při nakládce, používat pouze stroje a zařízení v dobrém technickém stavu a správně seřazené
- negenerovat v rámci staveniště zbytečně nadměrný hluk (například hlasitě puštěné rádio apod.)

7. POSOUZENÍ ZVUKOVÉ IZOLACE KONSTRUKCÍ

7.1 Posuzované skladby

Posouzeny byly dělicí konstrukce se stanoveným požadavkem na zvukovou izolaci, jedná se o skladby oddělující učebny od okolních prostor a stěnu mezi kabinety.

Skladba podlahy v učebnách/kabinetech:

| | |
|--|--------|
| Vinilová krytina | 5 mm |
| Lepidlo | 6 mm |
| Betonová mazanina + KARI síť 6/100x6/100 | 89 mm |
| Separční vrstva | |
| Kročejová izolace (např. RigiFloor 4000) | 50 mm |
| Železobetonová deska | 250 mm |
| Instalační prostor | |
| Minerální akustický podhled | |

Pozn.: Výpočet je proveden bez uvažování vlivu podhledu.

Stěny mezi učebnami, mezi učebnou a chodbou a mezi učebnou a kabinetem

Cihelné bloky Porotherm 30 300 mm oboustranně omítnuté

*Bloky zděné na obyčejnou maltu, výrobcem deklarované $R_w = 52$ dB.

Stěny mezi kabinety

Cihelné bloky Porotherm 14 140 mm oboustranně omítnuté

*Bloky zděné na obyčejnou maltu, výrobcem deklarované $R_w = 44$ dB.

7.2 Požadavky

Požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi v budovách stanovuje norma ČSN 73 0532 [10] z roku 2010. Vážené jednočíselné hodnoty vzduchové neprůzvučnosti mezi místnostmi v budovách, určené vážením podle ČSN EN ISO 717-1 z třetinooktávových hodnot veličin, změřených podle ČSN EN ISO 16283-1, **nesmí být nižší než hodnoty stanovené v následující tabulce.**

Vážené normalizované hladiny akustického tlaku kročejového zvuku určené podle ČSN EN ISO 717-2 z třetinooktávových hladin veličin, změřených podle ČSN EN ISO 16283-2, **nesmí v chráněných prostorech budov překročit nejvýše přípustné hodnoty stanovené v následující tabulce.**

| Chráněný prostor (přijímací) | | Požadavky na zvukovou izolaci | | | |
|------------------------------|--|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| Hlučný prostor (vysílací) | | stropy | | stěny | dveře |
| | | $R'_{w, D_{nTw}}$ dB | $L'_{n,w}, L'_{nTw}$ dB | $R'_{w, D_{nTw}}$ dB | R_w dB |
| F | Školy a vzdělávací instituce – učebny, výukové prostory | | | | |
| 15 | Učebny, výukové prostory | 52 | 58 | 47 | - |
| 16 | Společné prostory, chodby, schodiště | 52 | 58 | 47 | 32 27 ⁷⁾ |
| 17 | Hlučné prostory (dílny, jídelny); $L_{A,max} \leq 85$ dB | 55 | 48 | 52 | - |
| 18 | Velmi hlučné prostory (hudební učebny, dílny, tělocvičny) $L_{A,max} \leq 90$ dB | 60 ⁹⁾ | 48 ⁹⁾ | 57 ⁹⁾ | - |

Tab./11/ Požadavky na zvukovou izolaci dle ČSN 73 0532 – výňatek

Vysvětlivky:

⁷⁾ Platí pro vstupní dveře, je-li chráněný prostor oddělen předsíní nebo zádveřím s dalšími dveřmi.

⁹⁾ Vzhledem k možnému přenosu nízkých kmitočtů mohou být nutná další opatření. Situace obvykle vyžaduje individuální posouzení

| Chráněný prostor (přijímací) | | Požadavky na zvukovou izolaci | | | |
|------------------------------|---|-------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------|
| Hlučný prostor (vysílací) | | stropy | | stěny | dveře |
| | | $R'_{w, D_{nTw}}$ dB | $L'_{n,w}, L'_{nT,w}$ dB | $R'_{w, D_{nTw}}$ dB | R_w dB |
| G | Administrativní a správní budovy, firmy – kanceláře a pracovní | | | | |
| 19 | Kanceláře a pracovní s běžnou administrativní činností, chodby, pomocné prostory | 47 | 63 | 37 | 27 |
| 20 | Kanceláře a pracovní se zvýšenými nároky, pracovní vedoucích pracovníků ¹⁰⁾ | 52 | 58 | 45 | 32 |
| 21 | Kanceláře a pracovní pro důvěrná jednání nebo jiné činnosti vyžadující vysokou ochranu před hlukem ¹⁰⁾ | 52 | 58 | 50 | 37 |

Tab./12/ Požadavky na zvukovou izolaci dle ČSN 73 0532 – výňatek

¹⁰⁾ Požadavky platí rovněž mezi uvedenými pracovními a přilehlými chodbami, popř. pomocnými prostory.

7.3 Posouzení konstrukcí

7.3.1 Výpočet

Výpočet byl proveden ve výpočetním programu DEKSOFT Akustika dle postupu uvedeného v [5] a dle ČSN EN ISO 717-1 a ČSN EN ISO 717-2. Ve výpočtu byly uvažovány následující vlastnosti materiálů.

| Materiál | Objemová hmotnost ρ [kg/m ³] | Tloušťka [mm] | Rychlost podélných zvukových vln c [m/s] | Ztrátový činitel ξ [-] | Dynamický modul pružnosti E_d [MPa] |
|----------------------------------|---|---------------|--|----------------------------|---------------------------------------|
| Betonová mazanina | 2300 | 89 | 3162 | 0,080 | - |
| Železobeton | 2400 | 250 | 3227 | 0,080 | - |
| Kročejová izolace Rigifloor 4000 | 30 | 50 | - | 0,020 | 0,5 |

Tab./13/ Vlastnosti materiálů použité ve výpočtu

Pozn.: Pro realizaci lze použít materiály s výše uvedenými vlastnostmi a lepšími.

Požadavky na vzduchovou a kročejovou neprůzvučnost konstrukce jsou vyjádřeny hodnotami vážené stavební neprůzvučnosti R'_w a $L'_{n,w}$ [dB]. Výsledky veškerých výpočtů vzduchové a kročejové neprůzvučnosti a výsledky laboratorních měření jsou vyjádřeny pomocí laboratorní neprůzvučnosti R_w a $L_{n,w}$ [dB].

Mezi těmito hodnotami platí následující vztah: $R'_w = R_w - k_1$ a $L'_{n,w} = L_{n,w} + k_2$

kde k_1 a k_2 jsou korekce závislé na vedlejších cestách šíření zvuku. Pro masivní konstrukce a běžné uspořádání konstrukcí v objektu bude uvažována hodnota korekce $k_1 = 3$ dB a $k_2 = 2$ dB.

Výpočet neumožňuje zohlednit vliv nášlapné vrstvy podlahy.

Vypočtené hodnoty zvukové izolace skladeb jsou uvedeny v následující tabulce.

| Skladba | Vzduchová neprůzvučnost | |
|--|-------------------------|----------------------|
| | Laboratorní R_w [dB] | Stavební R'_w [dB] |
| Skladba podlahy v učebnách/kabinetech | 62 | 59 |
| Stěny mezi učebnami, mezi učebnou a chodbou a mezi učebnou a kabinetem | 52* | 49 |
| Stěny mezi kabinety | 44* | 41 |

Tab./14/ Vypočtené hodnoty zvukové izolace

*Jedná se o parametry zdiva udávané výrobcem, při realizaci je nutné dodržet tloušťku omítky pro kterou byly hodnoty deklarovány.

| Skladba | Vzduchová neprůzvučnost | |
|---------------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| | Laboratorní $L_{n,w}$ [dB] | Stavební $L'_{n,w}$ [dB] |
| Skladba podlahy v učebnách/kabinetech | 35 | 37 |

Tab./15/ Vypočtené hodnoty zvukové izolace

7.3.2 Porovnání vypočtených hodnot s požadavky normy

V následující tabulce je provedeno porovnání vypočtených hodnot vážené vzduchové neprůzvučnosti s požadavky ČSN 73 0532 [10].

| Skladba | Vzduchová neprůzvučnost R'_w [dB] | | Hodnocení |
|--|-------------------------------------|-----------|-----------|
| | Požadovaná | Vypočtená | |
| Skladba podlahy v učebnách/kabinetech | 52 | 59 | Vyhovuje |
| Stěny mezi učebnami, mezi učebnou a chodbou a mezi učebnou a kabinetem | 47 | 49 | Vyhovuje |
| Stěny mezi kabinety | 37* | 41 | Vyhovuje |

Tab./16/ Hodnocení vzduchové neprůzvučnosti konstrukcí

*Pozn.: Jedná se o požadavek stanovený pro běžné kanceláře, v případě vyšších nároků na zvukovou izolaci mezi kabinety $R'_w = 45$ dB nebo $R'_w = 50$ dB je nutné použít jiný typ zdiva např. Porotherm 19 Aku s $R'_w = 51$ dB.

V následující tabulce je provedeno porovnání vypočtených hodnot vážené kročejové neprůzvučnosti s požadavkem ČSN 73 0532 [10].

| Skladba | Kročejová neprůzvučnost $L'_{n,w}$ [dB] | | Hodnocení |
|---------------------------------------|---|-----------|-----------|
| | Požadovaná | Vypočtená | |
| Skladba podlahy v učebnách/kabinetech | 58 | 37 | Vyhovuje |

Tab./17/ Hodnocení kročejové neprůzvučnosti konstrukcí

Z tabulek je zřejmé, že navržené konstrukce splňují požadavky na zvukovou izolaci dle ČSN 73 0532, zvuková izolace stropní konstrukce je dostatečná i vůči technickým prostorům v 1.PP.

Pro učebny je kromě požadavku na dělicí konstrukce stanoven i požadavek na zvukovou izolaci vstupních dveří do učebny $R_w = 32$ dB.

7.3.3 Další opatření

Roznášecí a nášlapnou vrstvu podlahových souvrství je nutné účinně pružně oddělit od všech navazujících konstrukcí a případných prostupů. Při provádění roznášecí vrstvy je nutné provést separační vrstvu a zamezit zatečení pokládané roznášecí vrstvy do vrstvy kročejové izolace. Na kročejovou izolaci stropních konstrukcí má vliv i použitá nášlapná vrstva podlahy. Při použití tvrdých nášlapných vrstev (dlažba, laminátová podlaha) může dojít ke zhoršení kročejové izolace oproti vypočteným hodnotám.

Podlahové souvrství (roznášecí i nášlapná vrstva) musí být v rámci dvou sousedních místností, mezi kterými je požadavek na zvukovou izolaci, oddělená. Jedná se především o provedení separační mezery v místě dveří včetně detailu napojení podlahy na zárubeň dveří. Separaci je ale nutné provést obecně mezi všemi místnostmi, mezi kterými je kladen požadavek na zvukovou izolaci.

7.4 Stanovení požadavku na zvukovou izolaci obvodového pláště

Doplňkovým opatřením pro zajištění dodržení hygienických limitů hluku v chráněném vnitřním prostoru objektu je dostatečná vzduchová neprůzvučnost obalových konstrukcí a instalace oken s dostatečnou zvukovou izolací. Norma ČSN 730532 stanovuje požadavky na váženou neprůzvučnost obvodových plášťů budov v závislosti na účelu vnitřního prostoru budovy a v závislosti na hodnotě ekvivalentní hladiny akustického tlaku L_{Aeq} z dopravy před fasádou budovy (stanovené včetně odrazu od fasády).

Požadavky jsou uvedeny v následující tabulce.

| Požadovaná zvuková izolace obvodového pláště v R'_{w} , dB *) nebo $D_{nT,W}$, dB *) | | | | | | | |
|---|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Druh chráněného vnitřního prostoru | Ekvivalentní hladina akustického tlaku po dobu užívání ve vzdálenosti 2 m před fasádou $L_{Aeq,2m}$ dB **) | | | | | | |
| | ≤ 50 | 51 až 55 | 56 až 60 | 61 až 65 | 66 až 70 | 71 až 75 | 76 až 80 |
| Přednáškové sítě, učebny, pobytové místnosti škol, jeslí, MŠ | 30 | 30 | 30 | 30 | 33 | 38 | (43) |

Tab./18/ Požadavky jsou uvedeny v následující tabulce

*) Jednočíselné veličiny vážené podle ČSN EN ISO 717-1, odvozené z veličin v třetinooktávových pásmech definovaných v ČSN EN ISO 140-5.

**) Ekvivalentní hladina akustického tlaku A určená 2m před fasádou s přihlédnutím k 6.6.3 ČSN EN ISO 1410-5, zaokrouhlená na celé číslo.

Orientační hodnoty hlukové zátěže v lokalitě jsou převzaty ze strategické hlukové mapy Prahy.



Obr./5/ Strategická hluková mapa Prahy – den, večer, noc

Pro lokalitu výstavby je udávána hladina akustického tlaku A do 60 dB. Pro hlukovou zátěž do 65 dB před fasádou je stanoven shodný požadavek na zvukovou izolaci obvodového pláště pro školní budovy $R'_{w} = 30$ dB. Při výběru oken doporučujeme zohlednit korekci +2 dB na zabudování oken do konstrukce doporučená vzduchová neprůzvučnost oken je min. $R_{w} = 32$ dB.

8. ZÁVĚR

Předmětem hlukové studie je nový učebnový pavilon školy v areálu ZŠ a MŠ Petra Strozziho v Praze 8 – Karlín.

Hluková zátěž od provozu stacionárních zdrojů v objektu splňuje v nejbližších chráněných venkovních prostorech staveb hygienický limit hluku dle nařízení vlády č. 272/2011 Sb. Pro prokázání dodržení hygienických limitů hluku je rozhodující měření in situ.

Hygienický limit hluku pro stavební činnost je překročen při provádění zemních a základových prací s použitím vrtné soupravy. Pro tyto práce je nutné zažádat o časově omezené povolení nadlimitního zdroje hluku nebo výrazně omezit provozní dobu hlučných strojů. V ostatních fázích výstavby je hygienický limit hluku dle nařízení vlády č. 272/2011 Sb. ve všech výpočtových bodech dodržen. Stanovené zásady pro provádění prací jsou shrnuty v odstavci 6.7.

Dále byla posouzena zvuková izolace konstrukcí v objektu vůči požadavkům ČSN 730532, všechny navržené konstrukce splňují požadavky ČSN 730532 na zvukovou izolaci mezi učebnami a navazujícími prostory.

Stanovený požadavek na zvukovou izolaci obvodového pláště budovy je $R'_w = 30$ dB, doporučeno je použití oken s min. $R_w = 32$ dB.

V Praze dne 20.12.2016

za DEKPROJEKT s.r.o.

Ing. Lenka Vacková

Tel.: +420 733 168 452

e-mail: lenka.vackova@dek-cz.com