



Rekonstrukce a stavební úpravy ZŠ a MŠ v Liberci pro navýšení kapacit: ZŠ Náměstí Míru

Akustická studie

Zpracoval: Mgr. Radomír Smetana
člen České asociace akustiků, o.s.

Datum: 1. 12. 2016

Zakázka číslo: 16/1205

Počet stran: 14

Výtisk číslo:

Obsah

1. ÚVOD.....	3
2. PODKLADY	3
2.1 Podklady předané objednatelem.....	3
2.2 Podklady zhotovitele	3
2.3 Literatura.....	3
2.4 Legislativa	3
3. LEGISLATIVA.....	4
3.1 Hluk v chráněných vnitřních prostorech staveb	4
3.2 Hluk v chráněných venkovních prostorech staveb	4
4. PŘEDPOKLADY ŘEŠENÍ	4
4.1 Umístění a popis školy.....	4
4.2 Vzduchotechnika – budova A	5
4.3 Vzduchotechnika – budova B	7
4.4 Instalovaná VZT zařízení.....	9
4.5 Akustické parametry VZT jednotek.....	9
5. HODNOCENÍ HLUKU VE VNITŘNÍM PROSTŘEDÍ ŠKOLY	11
5.1 Hluk ze vzduchotechnických jednotek.....	11
5.2 Hluk v učebnách z rozvodů vzduchotechniky	12
6. HODNOCENÍ HLUKU V CHRÁNĚNÉM VENKOVNÍM PROSTORU	13
7. ZÁVĚR	15

1. Úvod

V rámci projektu navýšení kapacity ZŠ na Náměstí Míru v Liberci je kromě zateplení a stavebních úprav objektů ZŠ navrženo nucené větrání učeben s rekuperací tepla. Projekt VTZ navazuje na projekt stavební části, která řeší zejména výměnu výplní stávajících otvorů, zateplení fasády a úpravu tvarů střech.

Předkládaná akustická studie řeší požadavky na vzduchotechnické rozvody v budově pro dodržení hygienických limitů v dotčených učebnách a místnostech školy.

Dále posuzuje vliv hluku vzduchotechnických zařízení na akustickou situaci ve vnitřních chráněných prostorech školy a vliv hluku těchto zařízení na hlukovou situaci v nejbližší chráněné obytné zástavbě.

Studie byla zpracována na základě objednávky projektanta záměru, společnosti Energy Benefit Centre a.s., Praha.

2. Podklady

2.1 Podklady předané objednatelem

- [1] Rekonstrukce a stavební úpravy ZŠ a MŠ v Liberci pro navýšení kapacity: ZŠ Náměstí Míru. D 1.4.3 – Vzduchotechnika Budova „A“. Dokumentace DSP. Energy Benefit Centre, Praha 12/2016.
- [2] Rekonstrukce a stavební úpravy ZŠ a MŠ v Liberci pro navýšení kapacity: ZŠ Náměstí Míru. D 1.4.3 – Vzduchotechnika Budova „B“. Dokumentace DSP. Energy Benefit Centre, Praha 12/2016.
- [3] Akustické parametry navržených vzduchotechnických jednotek.

2.2 Podklady zhotovitele

- [4] Program HLUKplus profi11, ver. 11.10. Licence 5902.
- [5] Program NEPrůzvučnost verze 2010.

2.3 Literatura

- [6] Kaňka J.: Akustika stavebních objektů. ERA group spol. s r.o., Brno 2009.
- [7] Nový R.: Hluk a chvění. ČVUT, Praha 2000.

2.4 Legislativa

- [8] Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů.
- [9] Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

3. Legislativa

3.1 Hluk v chráněných vnitřních prostorech staveb

Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. [9], stanoví v § 11 hygienické limity pro hluk v chráněných vnitřních prostorech staveb.

Určujícími ukazateli hluku jsou ekvivalentní hladina akustického tlaku $A L_{Aeq,T}$ a maximální hladina akustického tlaku $A L_{Amax}$, případně odpovídající hladiny v kmitočtových pásmech. Ekvivalentní hladina akustického tlaku $A L_{Aeq,T}$ se v denní době stanoví pro 8 souvislých a na sebe navazujících nejhluchnějších hodin ($L_{Aeq,8h}$), v noční době pro nejhluchnější 1 hodinu ($L_{Aeq,1h}$). Hygienický limit maximální hladiny akustického tlaku A se stanoví pro hluk šířící se ze zdrojů uvnitř objektu součtem základní maximální hladiny akustického tlaku $A L_{Amax}$ se rovná 40 dB a korekcí přihlížející ke druhu chráněného prostoru a denní a noční době podle přílohy č. 2 k tomuto nařízení.

Korekce pro přednáškové síně, učebny a pobytové místnosti škol, jeslí, mateřských škol a školských zařízení po dobu používání těchto místností ze zdrojů uvnitř objektu je + 5 dB. **Hygienický limit pro učebny $L_{Amax} = 45$ dB.**

Dle doručení studií sledujících nepříznivý účinek chronické hlukové expozice dětí ve školách na jejich kognitivní schopnosti budou navržena taková opatření, aby bylo dosaženo nižších hodnot, než je požadavek nařízení vlády.

3.2 Hluk v chráněných venkovních prostorech staveb

Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. [9] stanoví v § 12 hygienické limity pro hluk v chráněných venkovních prostorech staveb takto:

Určujícím ukazatelem hluku, s výjimkou vysokoenergetického impulsního hluku, je ekvivalentní hladina akustického tlaku $A L_{Aeq,T}$ a odpovídající hladiny v kmitočtových pásmech. V denní době se stanoví pro 8 souvislých a na sebe navazujících nejhluchnějších hodin ($L_{Aeq,8h}$). Hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku A se stanoví součtem základní hladiny akustického tlaku $A L_{Aeq,T}$ 50 dB a korekcí přihlížejících k druhu chráněného prostoru a denní a noční době, které jsou uvedeny v tabulce č. 1 části A přílohy č. 3 k uvedenému nařízení. Pro chráněný venkovní prostor budov v denní době ze stacionárních zdrojů hluku (jednotky a vyústky vzduchotechniky) je **hygienický limit $L_{Aeq,8h} = 50$ dB.** V noční době nebude vzduchotechnika v provozu.

4. Předpoklady řešení

4.1 Umístění a popis školy

Budovy základní školy na náměstí Míru č. p. 175 a 212 jsou situovány v centru městské části Ruprechtice na severním okraji Liberce. Objekty jsou zasazeny do rovinného pozemku. Budovy jsou přístupné od severu z přilehlé místní komunikace (ulice Věkova) a od východu z náměstí Míru. V okolí objektu se nachází zástavba rodinných a bytových domů, místní komunikace a plochy se zelení (obr.č. 1).

Budova A č. p. 212 (hlavní budova) je čtyřpodlažní částečně podsklepený objekt s půdorysem ve tvaru písmene E. Budova je rozšířena o jednopodlažní nepodsklepenou přístavbu se stravovacím provozem. Původní budova školy je zastřešena valbovou střechou, přístavba má střechu plochou. Hlavní přístupy do objektu jsou od východu z náměstí Míru, od jihu ze dvora mezi budovou A a B, od západu ze dvora za budovou školy a od severu z místní komunikace (ulice Věkova).

Budova B č. p. 175 (budova družiny) je dvoupodlažní částečně podsklepený objekt s půdou v podkroví. Objekt má obdélníkový půdorys rozšířený o dvě jednopodlažní přístavby s plynovou kotelnou a šatnami s hygienickým zázemím. Původní budova školy je zastřešena sedlovou střechou, přístavby mají střechy ploché. Hlavní přístupy do objektu jsou od severu ze dvora mezi budovou A a B a od západu ze zastřešené terasy.



Obr.č. 1 ZŠ Náměstí Míru v Liberci – objekty školy, nejbližší obytná zástavba

4.2 Vzduchotechnika – budova A

4.2.1 Koncepce vzduchotechniky

Sání čerstvého vzduchu bude z fasád objektu. Čerstvý vzduch bude přiveden do VZT jednotky přes tlumič hluku. Výtlak upraveného vzduchu z VZT jednotky bude přes tlumič hluku, do centrálního VZT rozvodu. Z centrálního VZT rozvodu budou odbočky do jednotlivých prostor učeben. Každá odbočka bude osazena regulátorem proměnného průtoku vzduchu. Regulátor je zdroj hluku a bude za ním osazen kruhový tlumič hluku. Do prostoru třídy/pracovny bude vzduch přiváděn pod stropem výústkami na potrubí případně jinými distribučními elementy.

Z prostoru třídy/pracovny bude vzduch odváděn výústkami pod stropem místnosti a veden přes tlumič hluku do regulátoru proměnného průtoku vzduchu na odvodu. Dále pak bude odváděný vzduch centrálním potrubím veden přes tlumič hluku do VZT jednotky. Z VZT jednotky bude vyfukován přes tlumič hluku a protidešťovou žaluzii na fasády objektu.

4.2.2 Ochrana proti hluku

Vzduchotechnická zařízení budou vybavena tlumiči hluku tak, aby hlučnost vyhovovala ustanovení Nařízení vlády 272/2011 Sb., to je limit pro chráněný vnitřní prostor škol $L_{A,max} = 45$ dB. Dle doručení studií sledujících nepříznivý účinek chronické hlukové expozice dětí ve školách na jejich kognitivní schopnosti budou navrženy taková opatření, aby bylo dosaženo nižších hodnot, než je požadavek vyhlášky.

Zdrojem hluku jsou zejména ventilátory vzduchotechnických větracích jednotek a distribuční části pak regulátory průtoku vzduchu instalované v potrubí.

Opatření proti šíření hluku VZT zařízením:

- VZT jednotky a regulátory průtoku budou instalované mimo pobytové prostory (sklady, chodby, nad podhledem atd.),
- pohyblivé elementy (ventilátory) budou pružně uloženy,
- VZT jednotky budou mít dvojitý plášť s tepelnou a protihlukovou izolací z minerální vlny,
- první stupeň tlumení hluku od VZT bude tlumičem za VZT jednotkou,
- druhý stupeň tlumení hluku bude kruhovým tlumičem hluku za regulátorem proměnného průtoku vzduchu VAV,
- potrubní rozvody v pobytových prostorách budou navrženy na nižší rychlost proudění vzduchu.

4.2.3 Zařízení č.1.01 – 1. NP

Učebny: 1.03, 1.15, 1.15, 1.18

Pro větrání prostor je použita kompaktní přívodní a odvodní VZT jednotka ve vertikálním provedení s rotačním rekuperátorem. Bude umístěna v chodbě vedle šaten v 1.NP. Slouží pro větrání učeben č. 1.03, 1.15, 1.17 a 1.18. Sání a výfuk vzduchu bude na východní fasádě objektu. Přívod do učeben je prostorem chodby v 1.NP. Pro dohřev přiváděného vzduchu je navržen vodní ohřívač vzduchu integrovaný ve VZT jednotce.

4.2.4 Zařízení č.2.01 – 2. NP

Učebny: 2.03, 2.05, 2.14, 2.16, 2.17 a místnosti 2.02 (kuchyňka)

Pro větrání prostor je použita kompaktní přívodní a odvodní VZT jednotka ve vertikálním provedení s rotačním rekuperátorem. Bude umístěna ve strojovně VZT v 2.NP. Sání vzduchu bude ze západní fasády a výfuk na jižní fasádu objektu. Přívod do učeben je prostorem chodby v 2.NP. Pro dohřev přiváděného vzduchu je navržen vodní ohřívač vzduchu integrovaný ve VZT jednotce.

4.2.5 Zařízení č.3.01 – 4. NP

Učebny: 3.02, 3.03, 3.04, 3.11, 3.12, 3.13, 4.21 (multimediální učebna)

Pro větrání prostor je použita kompaktní přívodní a odvodní VZT jednotka ve vertikálním provedení s rotačním rekuperátorem. Bude umístěna ve strojovně VZT ve 4.NP. Sání vzduchu bude ze západní fasády a výfuk na severní fasádu objektu. Přívod do učeben je prostorem chodby v 3.NP. Pro dohřev přiváděného vzduchu je navržen vodní ohřívač vzduchu integrovaný ve VZT jednotce.

4.2.6 Zařízení č.10.01 – Větrání kuchyně v 1. NP

Stávající VZT jednotka bude nahrazena novým zařízením s rekuperací tepla. VZT zařízení zajišťuje větrání prostor kuchyně v 1.NP. Pro větrání prostor je použita přívodní a odvodní VZT jednotka s deskovým rekuperátorem. Jednotka bude umístěna ve stávající strojovně VZT v 1.NP objektu. Zařízení je navrženo jako mírně podtlakové.

Sání čerstvého vzduchu bude ze severní fasády objektu. Čerstvý vzduch bude přiveden do VZT jednotky přes tlumič hluku. Výtlak upraveného vzduchu z VZT jednotky bude přes tlumič hluku do VZT rozvodu. Z VZT rozvodu budou odbočky do jednotlivých prostor.

Odváděný vzduch bude veden pod stropem místnosti přes tlumič hluku do VZT jednotky. Ze VZT jednotky bude vyfukován přes tlumič hluku a protidešťovou žaluzii nad střechu objektu, kam bude přiveden potrubím po fasádě.

4.3 Vzduchotechnika – budova B

4.3.1 Koncepce vzduchotechniky

Větrání učeben v objektu budovy B bylo rozděleno do 6 zařízení s ohledem na prostorové možnosti instalace vzduchotechnických jednotek a rozvodů potrubí v objektu. Pro dohřev přiváděného vzduchu jsou navrženy elektrické ohřívače integrované v jednotkách. VZT jednotky jsou umístěny přímo ve třídách.

Sání čerstvého vzduchu bude z fasády objektu. Čerstvý vzduch bude přiveden do VZT jednotky. Výtlak upraveného vzduchu z VZT jednotky bude přes integrovaný tlumič hluku do VZT rozvodu. Do prostoru třídy/pracovny bude vzduch přiváděn pod stropem výústkami na potrubí případně jiným distribučními elementy.

Z prostoru třídy/pracovny bude vzduch odváděn výústkou u podlahy místnosti. Dále pak bude odváděný vzduch veden do jednotky. Z VZT jednotky bude vyfukován přes tlumič hluku a protidešťovou žaluzii na fasádu popř. střechu objektu. Na sání čerstvého vzduchu a výtlaku znehodnoceného vzduchu budou osazeny uzavírací těsné klapky se servopohonem.

4.3.2 Ochrana proti hluku

Vzduchotechnická zařízení budou vybavena tlumiči hluku tak, aby hlučnost vyhovovala ustanovení Nařízení vlády 272/2011 Sb., to je limit pro chráněný vnitřní prostor škol $L_{Amax} = 45$ dB. Dle doručení studií sledujících nepříznivý účinek chronické hlukové expozice dětí ve školách na jejich kognitivní schopnosti budou navrženy taková opatření, aby bylo dosaženo nižších hodnot, než je požadavek vyhlášky.

Zdrojem hluku jsou zejména ventilátory vzduchotechnických větracích jednotek a distribuční části pak regulátory průtoku vzduchu instalované v potrubí.

Opatření proti šíření hluku VZT zařízením:

- pohyblivé elementy (ventilátory) budou pružně uloženy,
- VZT jednotky budou mít dvojitý plášť s tepelnou a protihlukovou izolací z minerální vlny,
- tlumení hluku od VZT bude integrovaným tlumičem za ventilátorem VZT jednotky,
- potrubní rozvody v pobytových prostorech budou navrženy na nižší rychlost proudění vzduchu.

4.3.3 Zařízení č. 4.01 – 1. NP

Učebna: 1.01

Pro větrání je použita VZT jednotka ve vertikálním provedení. Bude umístěna přímo v učebně (1.01) v 1. NP. Sání vzduchu bude z jižní fasády a výfuk na západní fasádu objektu. Pro dohřev přiváděného vzduchu je navržen elektrický ohřívač vzduchu integrovaný ve VZT jednotce.

4.3.4 Zařízení č. 5.01 – 1. NP

Učebny: 1.03, 1.04

Pro větrání je použita VZT jednotka ve vertikálním provedení. Bude umístěna ve výklednku u učebny (1.03 + 1.04) v 1. NP. Sání a výfuk vzduchu bude z východní fasády. Pro dohřev přiváděného vzduchu je navržen elektrický ohřívač vzduchu integrovaný ve VZT jednotce.

4.3.5 Zařízení č. 6.01 – 2. NP

Učebna: 2.01

Pro větrání je použita VZT jednotka ve vertikálním provedení. Bude umístěna přímo v učebně (2.01) v 2. NP. Sání a výfuk vzduchu bude ze západní fasády objektu. Pro dohřev přiváděného vzduchu je navržen elektrický ohřívač vzduchu integrovaný ve VZT jednotce.

4.3.6 Zařízení č. 7.01 – 2. NP

Učebna: 2.05

Pro větrání je použita VZT jednotka ve vertikálním provedení. Bude umístěna přímo v učebně (2.05) v 2. NP. Sání a výfuk vzduchu bude ze severní fasády objektu. Pro dohřev přiváděného vzduchu je navržen elektrický ohřívač vzduchu integrovaný ve VZT jednotce.

4.3.7 Zařízení č. 8.01 – 3. NP

Učebna: 3.02

Pro větrání je použita VZT jednotka ve vertikálním provedení. Bude umístěna přímo v učebně (3.02) v 2. NP. Sání bude z východní fasády, výfuk nad střechu u východní fasády. Pro dohřev přiváděného vzduchu je navržen elektrický ohřívač vzduchu integrovaný ve VZT jednotce.

4.3.8 Zařízení č. 9.01 – 3. NP

Učebna: 3.02

Pro větrání je použita VZT jednotka ve vertikálním provedení. Bude umístěna přímo v učebně (3.03) v 2. NP. Sání bude z východní fasády, výfuk nad střechu u východní fasády. Pro dohřev přiváděného vzduchu je navržen elektrický ohřívač vzduchu integrovaný ve VZT jednotce.

4.4 Instalovaná VZT zařízení

Tabulka 1 Přehled instalovaných vzduchotechnických zařízení

Č. zařízení	budova, podlaží	umístění	výkon	sání, výfuk	č. zdroje (obr.č. 1)
			m ³ /h		
1.01	A - 1. NP	chodba vedle šaten	2600	sání 1.NP, V fasáda, 800x400 výfuk 1.NP, V fasáda, 800x400	P1 P2
2.01	A - 2. NP	chodba	2000	sání 2.NP, Z fasáda, 800x500 výfuk 2.NP, J fasáda, 800x500	P3 P4
3.01	A - 4. NP	strojovna VZT	4550	sání 4.NP, Z fasáda, 1000x500 výfuk 4.NP, S fasáda, 1000x500	P5 P6
4.01	B - 1.NP	učebna 1.01	650	sání 1.NP, J fasáda, 315x250 výfuk 1.NP, Z fasáda, 315x250	P7 P8
5.01	B – 1.NP	u učeben 1.03+1.04	650	sání 1.NP, V fasáda, 315x250 výfuk 1.NP, V fasáda, 315x250	P9 P10
6.01	B – 2.NP	učebna 2.01	650	sání 2.NP, Z fasáda, 315x250 výfuk 2.NP, Z fasáda, 315x250	P11 P12
7.01	B – 2.NP	učebna 2.05	650	sání 2.NP, S fasáda, 315x250 výfuk 2.NP, S fasáda, 315x250	P13 P14
8.01	B – 3.NP	učebna 3.02	650	sání 3.NP, V fasáda, 315x250 výfuk nad střechu, Ø 250	P15 P16
9.01	B – 3.NP	učebna 3.03	650	sání 3.NP, V fasáda, 315x250 výfuk nad střechu, Ø 250	P17 P18
10.01	A – 1.NP	strojovna VZT	9100	sání 1.NP, S fasáda, 1800x850 střecha, po S fasádě, 1800x850	P19 P20

4.5 Akustické parametry VZT jednotek

Tabulka 2 Akustické parametry VZT jednotek – hladina akustického výkonu L_{Aw}

Číslo zařízení	provedení	přívod	sání	výfuk	odvod	okolí ¹⁾
		dB				
1.01	vertikální	78	66	82	70	61
2.01	vertikální	86	73	87	74	66
3.01	horizontální	82	69	84	71	61
4.01	vertikální	41	-	-	39	43
5.01	vertikální	41	-	-	39	43
6.01	vertikální	41	-	-	39	43
7.01	vertikální	41	-	-	39	43
8.01	vertikální	41	-	-	39	43
9.01	vertikální	41	-	-	39	43
10.01	horizontální	79	70	86	70	56

¹⁾ L_{Ap} ve vzdálenosti 1 m od jednotky



Obr.č. 2 Umístění výústek VZT jednotek na objektu školy

5. Hodnocení hluku ve vnitřním prostředí školy

5.1 Hluk ze vzduchotechnických jednotek

5.1.1 Jednotky umístěné mimo učebny

Vnitřní chráněné prostory školních místností budou ovlivněny kromě hluku z vyústek vzduchotechniky také hlukem ze vzduchotechnických jednotek v prostoru školy.

Hluk vyzařovaný do okolí vzduchotechnických jednotek umístěných mimo učebny (zařízení 1 – 3, 10) se pohybuje v hodnotách $L_{Ap} = 56 - 63$ dB ve vzdálenosti 1 m (tabulka 2).

Jednotky jsou umístěny mimo pobytové místnosti školy (strojovna vzduchotechniky, na chodbě).

Vnitřní stavební konstrukce (příčky) musí dosahovat mezi učebnami a společnými prostory minimální vážené vzduchové neprůzvučnosti $R_w = 47$ dB, stavební vzduchová neprůzvučnost bude vyšší než $R'_w = 40$ dB.

Hluk přestupující přes oddělující stavební prvek (příčka) nepřekročí v místnosti příjmu hladinu akustického tlaku $L_{Aeq,T} = 40$ dB.

Tabulka 3 Přehled dotčených místností (chráněných prostorů)

Zařízení	umístění	L_{Ap} [dB]	sousedící dotčené místnosti	$L_{Aeq,T}$ [dB] v posuzované místnosti
1.01	chodba	61	učebna 1.03	< 40
2.01	chodba	66	učebna 2.05	< 40
3.01	strojovna VZT	61	-	
10.01	strojovna VZT	56	-	

Hodnocení:

Hluk v chráněných vnitřních prostorech školní budovy (učebny) ze zdrojů vzduchotechniky, pronikající z míst kde budou instalovány, nepřekročí s velikou rezervou hodnotu hygienického limitu $L_{Amax} = 45$ dB.

5.1.2 Jednotky umístěné v učebnách

Vzduchotechnické jednotky (zařízení 4.01 – 9.01) budou umístěny v učebnách. Jednotky budou mít dvojitý plášť s tepelnou a protihlukovou izolací z minerální vlny. Potrubní rozvody v učebnách budou navrženy na nižší rychlost proudění vzduchu. Hladina akustického tlaku v okolí jednotky (ve vzdálenosti 1 m od jednotky) je $L_{Ap} = 43$ dB (tabulka 2).

Hluk v chráněném vnitřním prostoru učeben z VZT jednotky nepřekročí s velikou rezervou hodnotu hygienického limitu $L_{Amax} = 45$ dB.

5.2 Hluk v učebnách z rozvodů vzduchotechniky

Pro dodržení hygienického limitu v učebnách je nutno dodržet následující požadavky pro hluk z vyústek vzduchotechniky, jak je uvedeno v následující tabulce.

Tabulka 4 Požadavky na vzduchotechnické zařízení v budovách školy

Podlaží	místnost		plocha	výška	požadavek na ak. výkon ve vyústce [dB]	
			m²	m	odvod	přívod
Budova A						
1. NP	1.03	učebna	45,85	3,75	41	40
	1.15	učebna	46,23	3,75	41	41
	1.17	učebna	48,96	3,75	41	40
	1.18	učebna	61,76	3,75	42	41
2. NP	2.03	učebna	64,60	3,80	42	41
	2.05	učebna	66,24	3,80	42	41
	2.14	učebna	46,23	3,80	41	40
	2.16	učebna	48,98	3,80	41	40
	2.17	učebna	61,27	3,80	42	42
3. NP	3.02	učebna	62,56	3,25	41	40
	3.03	učebna	67,53	3,25	41	40
	3.04	učebna	44,16	3,25	40	40
	3.11	učebna	44,16	3,25	40	40
	3.12	učebna	68,15	3,25	40	40
	3.13	učebna	62,56	3,25	41	40
4. NP	4.21	multimed. učebna	78,00	3,00	42	41
Budova B						
1. NP	1.01	učebna	51,60	3,33	42	41
	1.03	učebna - dílny	32,20	3,37	43	42
	1.04	učebna - dílny	35,60	3,39	43	42
2. NP	2.01	učebna	72,10	3,30	43	41
	2.05	učebna	47,50	3,30	42	41
3. NP	3.02	učebna	73,80	3,30	43	41
	3.03	učebna	73,70	3,30	43	41

¹⁾ akustický výkon VZT jednotek umístěných v učebnách v budově B na přívodu a odvodu vzduchu je stejný nebo nižší než požadované hodnoty

6. Hodnocení hluku ze zdrojů záměru v chráněném venkovním prostoru

Zdrojem hluku na objektech školy budou po realizaci záměru a instalaci VZT jednotek výduchy těchto jednotek na fasádě školní budovy (obr.č. 2).

Výpočet byl proveden pro body v chráněném venkovním prostoru budovy školy a v chráněném venkovním prostoru nejbližší obytné budovy v blízkosti školy.

Body výpočtu jsou popsány v tabulce s výsledky výpočtu (tabulka 5) a jejich umístění je na mapě hlukových pásem na obr.č. 3.

Body výpočtu č. 1 – 8 představují nejbližší chráněné venkovní prostory v obytné zástavbě v okolí školy, body 9 – 14 v chráněném venkovním prostoru školní budovy v místech, kde jsou chráněné vnitřní prostory (učebny).

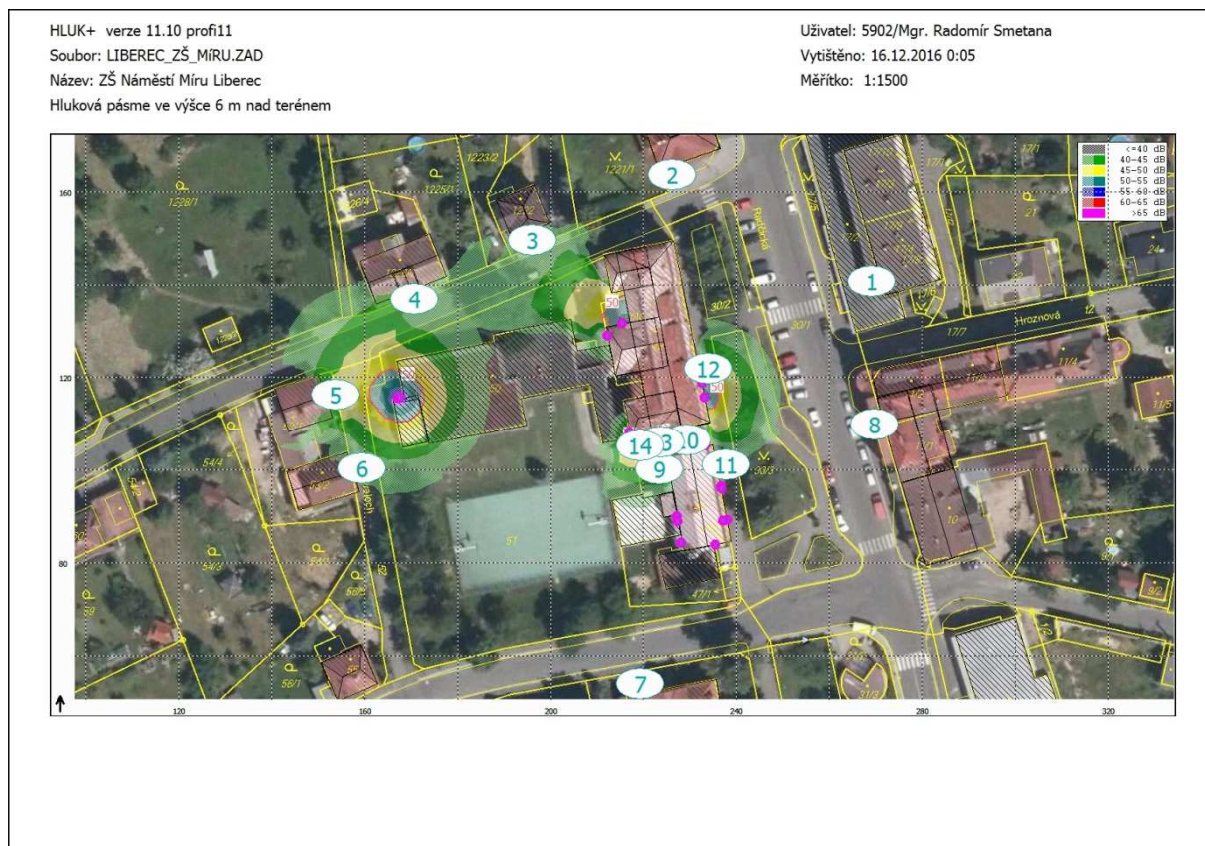
Tabulka 5 Hladina ekvivalentního tlaku $L_{Aeq,8h}$ v chráněném venkovním prostoru budov

Bod výpočtu	objekt	podlaží	$L_{Aeq,8h}$ [dB]
1	Hroznová č.p. 847/3	3. NP	32,2
2	Radčická č.p. 314/1	2. NP	30,7
3	Věkova č.p. 371/2	2. NP	40,4
4	Věkova č.p. 241/4	2. NP	42,6
5	Věkova č.p. 211/7	2. NP	45,0
6	Na Valech č.p. 1279/35	2. NP	41,9
7	Vrchlického č.p. 366	2. NP	31,7
8	Hroznová č.p. 781/2	3. NP	35,3
9	budova B	1. NP	43,4
		2. NP	43,9
		3. NP	43,4
10	budova B	1. NP	41,8
		2. NP	42,0
		3. NP	41,7
11	budova B	1. NP	39,7
		2. NP	39,5
		3. NP	39,1
12	budova A	1. NP	48,0
		2. NP	46,5
		3. NP	44,0
13	budova A	2. NP	48,1
14	budova A	3. NP	48,8

Hodnocení:

Hladina akustického tlaku v chráněném venkovním prostoru budovy školy a nejbližších obytných domů ze stacionárních zdrojů vzduchotechniky školy bude s rezervou pod limitní hodnotou pro

denní dobu $L_{Aeq,8h} = 50$ dB. V noční době nebude vzduchotechnika v provozu, školní prostory budou využívány pouze v denní době.



Obr.č. 3 Hluková pásma ve výšce 6 nad terénem

7. Akustické řešení vnitřního prostoru místností školy

Záměrem je zlepšení akustického prostředí v učebnách v rekonstruované části školní budovy. Jde o instalaci akustických pohledů do některých místností v 2. a 3. NP budovy B a učebny č. 421 ve 4. NP budovy A. Jejich přehled je v následující tabulce.

Tabulka 6 Přehled místností s navrženým akustickým podhledem

Budova, místnost		plocha místnosti	výška	plocha stěn bez dveří a oken	plocha oken a dveří
		m ²	m	m ²	m ²
B – 2.01	učebna	72,10	3,30	96,03	16,24
B – 2.05	učebna	47,50	3,30	85,09	6,61
B – 3.02	učebna	73,80	3,30	105,35	13,78
B – 3.03	učebna	73,70	3,30	103,53	15,27
A – 4.21	multimediální učebna	78,00	3,00	91,30	16,10

Norma ČSN 73 0527 řeší požadavky na kvalitu akustického prostředí školních prostor.

Tabulka 7 Požadavky na dobu dozvuku ve školních prostorách (ČSN 73 0527) - výběr

Prostor	objem	doba T_0
	m^3	s
učebna	do 250	0,7
učebna	přes 250 (270 – 300)	0,7
hudebna (nástroje, zpěv, reprodukováná hudba)	do 200	0,5

Tabulka 8 Minimální požadavky na kvalitu akustického podhledu (zvukovou pohltivost)

Místnost		doba T_0	požadovaný činitel zvukové pohltivosti α_w
		s	
B – 2.01	učebna	0,7	0,5
B – 2.05	učebna	0,7	0,5
B – 3.02	učebna	0,7	0,55
B – 3.03	učebna	0,7	0,55
A – 4.21	multimediální učebna	0,5	0,7

8. Závěr

V rámci stavebních úprav za účelem snížení energetické náročnosti budovy ZŠ Náměstí Míru v Liberci je navržena instalace nuceného větrání s rekuperací do učeben ve školních budovách A (hlavní budova) a B (družina).

V noční době nebude systém vzduchotechniky v provozu, školní prostory budou využívány pouze v denní době.

Byly stanoveny požadavky na VZT instalaci tak, aby byly splněny hygienické limity pro hluk na pracovišti a pro hluk v chráněném vnitřním prostoru učeben.

Výsledky výpočtu v této akustické studii prokázaly, že:

1. hluk v chráněných vnitřních prostorech školní budovy (učebny) ze zdrojů vzduchotechniky pronikající z míst jejich umístění a z vyústek vzduchotechniky nepřekročí s rezervou hodnotu hygienického limitu $L_{Amax} = 45$ dB,
2. hladina akustického tlaku v chráněném venkovním prostoru budovy školy a nejbližších obytných domů ze stacionárních zdrojů vzduchotechniky školy bude i v nejexponovanějších místech pod limitní hodnotou pro denní dobu $L_{Aeq,8h} = 50$ dB.

Dále byly stanoveny požadavky na kvalitu akustických podhledů, které budou instalovány v některých učebnách školy, ve kterých budou realizovány stavební úpravy.