

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ**

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**NÁVRH VYTÁPĚNÍ REVITALIZOVANÉ
(REKONSTRUOVANÉ) ŠKOLY**

**THE HEATING SYSTEM DESIGN FOR PRIMARY
SCHOOL**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

EVGENIA ULANOVA

Vedoucí diplomové práce : Ing. Roman Musil, Ph. D.

2017



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta stavební
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Ulanova</u>	Jméno: <u>Evgenia</u>	Osobní číslo: <u>381240</u>
Zadávací katedra: <u>125</u>		
Studijní program: <u>Budovy a prostředí</u>		
Studijní obor: <u>Budovy a prostředí</u>		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:	Návrh vytápění revitalizované (rekonstruované) školy	
Název diplomové práce anglicky:	The heating system design for primary school	
Pokyny pro vypracování: Diplomová práce se bude skládat ze 2 částí:		
Teoretická část bude o konceptu větrání a jeho jednotlivých variantách základní školy Postřekov. Práce bude pojednávat o legislativních aspektech, terminologii, systémech větrání a typech použitelných distribučních elementů.		
Projektová část bude řešit vytápění základní školy Postřekov. Projektová dokumentace bude ve stupni rozšířeného stavebního povolení bez výkazu výměr. Dokumentace bude obsahovat půdorysy M1:50, schéma otopné soustavy, schéma zapojení zdroje tepla, hydraulický výpočet otopné soustavy včetně výpočtů tepelných výkonů a technickou zprávu. V technické zprávě budou uvedeny základní požadavky na ostatní profese.		
Seznam doporučené literatury: ČSN EN 12831, ČSN EN ISO 13790, ČSN EN 12828+A1, ČSN 06 0830, Topenářská příručka		
Jméno vedoucího diplomové práce:	Ing. Roman Musil, Ph.D.	
Datum zadání diplomové práce:	1.3.2017	Termín odevzdání diplomové práce: DP práce z ZS 21.5.2017 (dopracování 2016/2017)
		<i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
_____	Podpis vedoucího práce	_____
		Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

Datum převzetí zadání 1.3.2017	Podpis studenta(lev)
-----------------------------------	----------------------

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Praze dne 15.5.2017

Poděkování:

Ráda bych zde poděkovala vedoucímu diplomové práce Ing. Romanu Musilovi, Ph.D. za jeho rady a čas, který mi věnoval při zpracování dané práce.

Abstrakt

Ve své diplomové práci se věnuji návrhu vytápění základní školy. Cílem práce bude vytvoření projektové dokumentace vytápění rekonstruované základní školy. Teoretická část diplomové práce bude zaměřena na problematiku větrání ve školních učebnách, obzvláště po zateplení objektu a výměně otvorových výplní. Praktická část bude zaměřena na samotný výpočet a návrh otopné soustavy řešeného objektu. Výsledkem diplomové práce bude prováděcí projektová dokumentace vytápění objektu a koncepční varianta nuceného větrání základní školy.

Klíčová slova

Ústřední vytápění; návrh otopného systému; nucené větrání; vzduchotechnické systémy; koncové prvky vzduchotechniky; kvalita vnitřního prostředí; oxid uhličitý; Základní škola; rekonstrukce.

Abstract

In my thesis I deal with the design of heating for the elementary school. The goal will be to create the heating project documentation for the reconstructed elementary school. The theoretical part will focus on the issue of ventilation in classrooms, especially after insulation of the building and exchange of fillings. The practical part will focus on the actual calculation and design of the heating system of the solved object. The thesis results will be implementing the project documentation of building heating and the alternative concept of forced ventilation of the elementary school.

Key words

Central heating; heating system design; forced ventilation; ventilation systems; terminal elements of ventilation systems; carbon dioxide; elementary School; reconstruction.

Obsah

1.	Úvod a cíl práce.....	8
2.	Teoretická část.....	9
2.1.	Terminologie	9
2.2.	Proč větráme.....	10
2.3.	Legislativní požadavky	10
2.4.	Vliv oxidu uhličitého na výkon a soustředěnost žáků.....	14
2.5.	Systemy větrání	15
2.5.1.	Nucené větrání.....	16
2.6.	Koncové elementy – distribuční prvky	17
2.6.1.	Prvky pro směšovací (difuzní) proudění	17
2.6.2.	Prvky pro zaplavovací proudění.....	21
2.6.3.	Prvky pro kompaktní (proudové) proudění	21
2.6.4.	Indukční jednotky.....	22
3.	Řešený objekt.....	23
4.	Metodika práce	24
	Seznam použitých zdrojů	25
	Seznam obrázků	26

1. ÚVOD A CÍL PRÁCE

V poslední době jsme svědky rekonstrukce a modernizace stávajících staveb, které mají za účel snížení energetické náročnosti budov. Většinou se provádí výměna stávajících oken za nová, zateplení obvodových stěn, někde i zateplení stropů a střech, případně podlah nad suterénem. Realizované změny mají vliv na snížení energetické náročnosti budov, dost často se k nim ale nepřistupuje komplexně a nebere se v úvahu celkový dopad změn. Nová těsná okna ve školských objektech nemohou zajistit infiltraci vzduchu, a přirozené větrání otevíráním oken v chladném období se stává problematickým. Tyto změny mají však i negativní dopady, např. nesplnění podmínek na kvalitu vnitřního prostředí. Jednou z hlavních škodlivin v učebnách je oxid uhličitý. Během výuky při absenci nuceného a přirozeného větrání nastává rapidní nárůst koncentrace CO_2 . Výsledkem je vydýchaný vzduch. Vysoká koncentrace oxidu uhličitého ve školních učebnách má negativní vliv na zdraví dětí. Zvyšuje se jejich únava, snižuje se pozornost. Větrání okny nezaručuje v současné době splnění kvality vnitřního prostředí, proto je nutností řešit větrání škol komplexně. Jednou z možností je návrh nuceného větrání ve školách.

Má diplomová práce si klade za cíl navrhnout novou účinnější otopnou soustavu pro stávající objekt základní školy, který byl rekonstruován. V teoretické části se zaměřím na větrání školy. Práce bude obsahovat textovou část, která stručně popisuje problematiku větrání, přehled jednotlivých systémů, legislativní požadavky, a zdůvodňuje nutnost řešení větrání u rekonstruovaných objektů. Dále dodám výkresovou a výpočtovou přílohu. Ve výpočtech se zaměřím na návrh a dimenzování otopné soustavy.

2. TEORETICKÁ ČÁST

Táto část obsahuje odborné termíny, popis jednotlivých systémů nuceného větrání, přehled koncových prvků vzduchotechniky, legislativní požadavky a normy pro školy, popis vlivu škodlivin na zdraví. Následně budou uvedeny příklady zdůrazňující instalace nuceného větrání v učebnách po zlepšení obálky budovy.

2.1. Terminologie

Infiltrace – vnikání venkovního vzduchu do budovy spárami oken a dveří vlivem podtlaku v budově. [1]

Intenzita větrání – poměr objemového průtoku čerstvého venkovního vzduchu přiváděného do prostoru k objemu tohoto prostoru. [1]

Intenzita výměny vzduchu – poměr objemového průtoku vzduchu přiváděného do prostoru k objemu tohoto prostoru. [1]

Kvalita vzduchu – subjektivní sensorické posouzení vzduchu nebo objektivní údaje podle koncentrací škodlivých příměsí. [1]

Škodlivina – látka, která působí nepříznivě na živé organismy, objekty a technická zařízení. [1]

Odérové látky (odéry) – plynné látky anorganického nebo organického původu v ovzduší vnímané jako pachy (vůně nebo zápachy). [1]

Systém větrací – způsob uspořádání vzduchotechnických zařízení k větrání prostoru. [1]

Provětrávání – větrání občasným otevíráním otvorů. [1]

Větrání nucené – využívá nucené dopravy vzduchu ventilátorem [1]

Větrání přirozené – pohyb vzduchu je vyvolán rozdílem hustot vzduchu vně a uvnitř objektu a působením větru. [1]

2.2. Proč větráme

Větrání zajišťuje odvádění škodlivin ze vzduchu, přivádění čerstvého vzduchu a dodržení určité kvality vnitřního prostředí.

Hlavní škodliviny v učebnách: oxid uhličitý, těkavé organické sloučeniny (formaldehyd), pevné částice, vodní pára atd.

2.3. Legislativní požadavky

- Minimální množství větracího vzduchu, rychlost proudění vzduchu stanovuje:

Vyhláška č. 343/2009 Sb. o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých

Tab. 1 Množství přiváděného čerstvého vzduchu v učebnách, tělocvičnách, šatnách a hygienických zařízeních v zařízeních pro výchovu a vzdělávání a provozovnách pro výchovu a vzdělávání:

Typ prostoru	Množství vzduchu (m ³ /h)
Učebny	20-30 na 1 žáka
Tělocvičny	20-90 na 1 žáka *
Šatny	20 na 1 žáka
Umývárny	30 na 1 umývadlo
Sprchy	150-200 na 1 sprchu
Záchody	50 na 1 kabinu, 25 na 1 pisoár

* s ohledem na konkrétní využití (dle druhu prováděného cvičení) a kapacitu tělocvičny

Tab. 2 Celoročně přípustné parametry mikroklimatických podmínek: Průměrné hodnoty výsledných teplot, rychlostí proudění a relativní vlhkosti vzduchu

Typ prostoru	Výsledná teplota			Rychlost proudění va [m.s-1]	Relativní vlhkost rh [%]
	t g min [°C]	t g opt [°C]	t g max [°C]		
Učebny, pracovny, místnosti určené k dlouhodobému pobytu	20	22+/-2	28	0,1-0,2	30-65
Tělocvičny	18	20 +/-2	28		
Šatny	20	22+/-2	28		
Sprchy	24	-	-		
Záchody	18	-	-		
Chodby	18	-	-		

- Minimální množství vzduchu na osobu, minimální intenzitu větrání, maximální hodnotu oxidu uhličitého, limitní koncentrace chemických ukazatelů a prachu stanovuje:

Vyhláška 20/2012 Sb. o technických požadavcích na stavby

§ 11, Denní a umělé osvětlení, větrání a vytápění

*(5) Pobytové místnosti musí mít zajištěno dostatečné přirozené nebo nucené větrání a musí být dostatečně vytápěny s možností regulace vnitřní teploty. Pro větrání pobytových místností musí být zajištěno v době pobytu osob minimální množství vyměňovaného venkovního vzduchu **25 m³/h** na osobu, nebo minimální intenzita větrání **0,5 l/h**. Jako ukazatel kvality vnitřního prostředí slouží oxid uhličitý CO₂, jehož koncentrace ve vnitřním vzduchu nesmí překročit hodnotu **1 500 ppm**.*

§ 37 Vzduchotechnická zařízení

(4) Vzduchotechnická zařízení v provozech s vysokou výměnou vzduchu musí mít zajištěno zpětné získávání tepla z odváděného vzduchu zařízením s ověřenou dostatečnou účinností, pokud se neprokáže například energetickým auditem, že takové řešení není v daných podmínkách vhodné.

- Požadavky na mikroklimatické podmínky a větrání, chemické látky a prašnost řeší:

Vyhláška č. 6/2003 Sb. kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb

Příl.2 Limitní koncentrace chemických ukazatelů ve vnitřním prostředí staveb

Tab. 3 Limitní hodinové koncentrace chemických ukazatelů a prachu

Ukazatelé	jednotka	limit 4)
oxid dusičitý	mikrog.m-3	100
frakce prachu PM10 1)	mikrog.m-3	150
frakce prachu PM2,5 2)	mikrog.m-3	80
oxid uhelnatý	mikrog.m-3	5000
ozón	mikrog.m-3	100
azbestová a minerální vlákna 3)	počet vláken.m3	1000
amoniak	mikrog.m-3	200
benzen	mikrog.m-3	7
toluen	mikrog.m-3	300
suma xylenu	mikrog.m-3	200
styren	mikrog.m-3	40
etylbenzen	mikrog.m-3	200
formaldehyd	mikrog.m-3	60
trichloretylen	mikrog.m-3	150
tetrachloretylen	mikrog.m-3	150

Vysvětlivky: 1) Frakce prachu PM10 – prachové částice s převládající velikostí částic o průměru 10 mikrom, které projdou speciálním selektivním filtrem s 50% účinností. 2) Frakce prachu PM2,5 – prachové částice s převládající velikostí částic o průměru 2,5 mikrom, které projdou speciálním selektivním filtrem s 50% účinností. 3) Průměr vlákna /=5mikrom, poměr délky a průměru vlákna je >3:1. 4) Limity jsou stanoveny pro koncentrace látek vztažené na standardní podmínky.

Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví v platném znění

§ 13 – Vnitřní prostředí staveb a hygienické požadavky na venkovní hranici plochy – čl. 1

Uživatelé staveb a zařízení pro výchovu a vzdělávání, vysokých škol, škol v přírodě, staveb pro zotavovací akce, staveb zdravotnických zařízení, ústavů sociální péče, ubytovacích zařízení, staveb pro obchod a shromažďování většího počtu osob jsou povinni zajistit, aby vnitřní prostředí pobytových místností v těchto stavbách odpovídalo hygienickým limitům chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů, upravených prováděcími předpisy. Tím

není dotčena povinnost vlastníka stavby podle zvláštních právních předpisů udržovat stavby v dobrém stavebním stavu.

- Minimální množství vzduchu na osobu, teplotu vzduchu, rozdíl mezi úrovní hlavy a kotníků stanovuje:

Nařízení vlády č. 68/2010 Sb., kterým se stanovují podmínky ochrany zdraví při práci v platném znění nařízení vlády **č. 93/2012 Sb.**

- Intenzitu větrání, množství vzduchu na osobu:

ČSN EN 15665/Z1 – Větrání budov – Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov

ČSN EN 15251 (příloha B) – Vstupní parametry prostředí pro návrh a posouzení energetické náročnosti budov a ohledem na kvalitu vnitřního prostředí vzduchu, teplotního prostředí, osvětlení a akustiky

ČSN 73 0540-2 – Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky

Tab. 4 – Porovnání norem

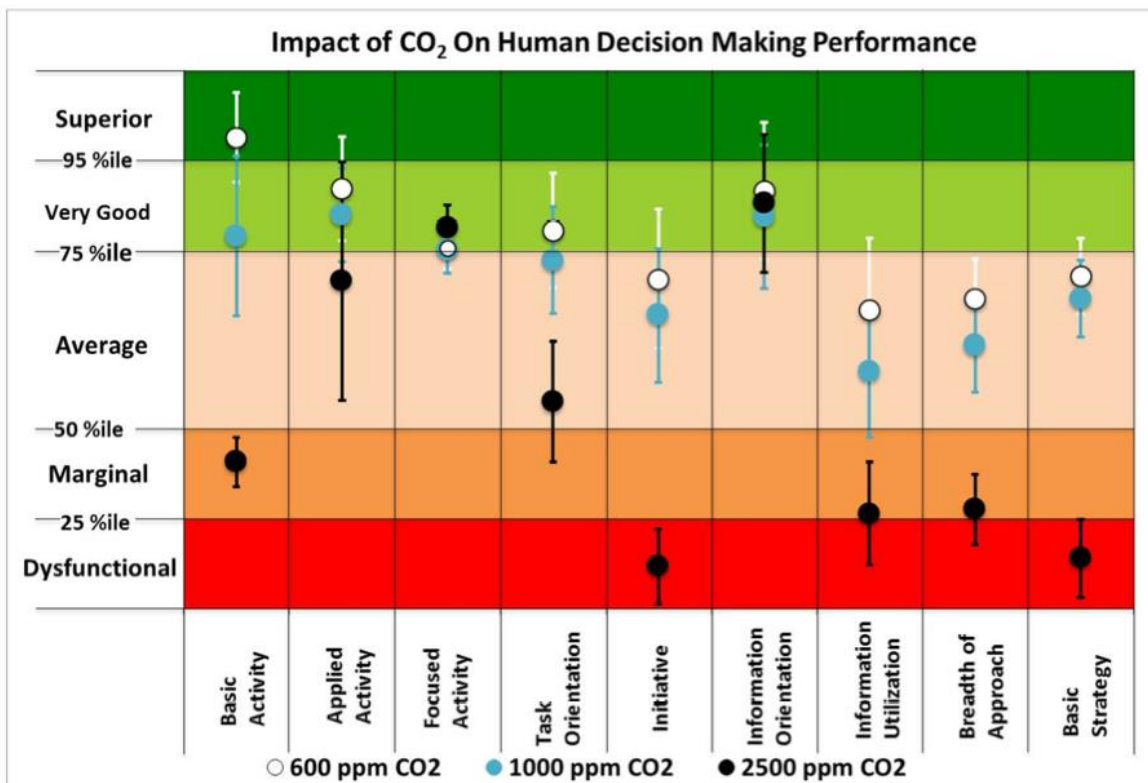
Norma		intenzita větrání neobsazené místnosti	intenzita větrání	dávka na osobu
		[h ⁻¹]	[h ⁻¹]	[m ³ /h]
ČSN EN 15665/Z1	minimální hodnota	0,3	0,3	15
	doporučená hodnota		0,5	25
ČSN EN 15251	1.třída	0,1-0,2	0,7	36
	2.třída		0,6	25
	3.třída		0,5	15
ČSN 73 0540-2		0,1	0,3-0,6	20-30

2.4. Vliv oxidu uhličitého na výkon a soustředěnost žáků

Špatná kvalita vnitřního prostředí v učebnách má významný negativní vliv na duševní výkonnost a schopnost drobného soustředění. Zaměříme se na vliv koncentrace CO₂ na osoby v prostorách učeben.

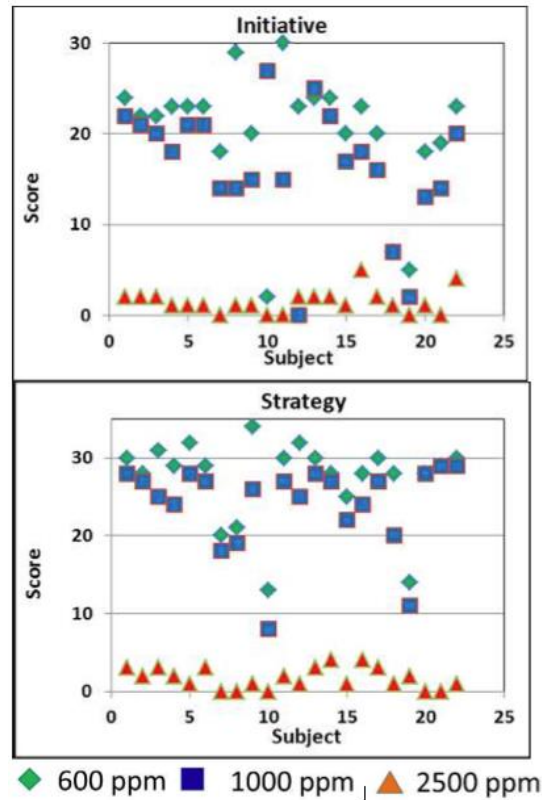
Výzkumný tým Berkeley National Laboratory provedl experiment, kde bylo zjištěno, že vysoká vnitřní koncentrace oxidu uhličitého může významně ovlivnit rozhodovací schopnosti lidí. Výsledky byly neočekávané a mohou mít konkrétní důsledky ve školách a jiných prostorech s velkou koncentrací osob.

Bylo sledováno 9 různých typů rozhodovacích schopností při proměnné koncentraci CO₂. Při koncentraci 1000 ppm bylo konstatováno snížení 6 z 9 sledovaných schopností. Při koncentraci 2500 ppm to bylo již 7 z 9.



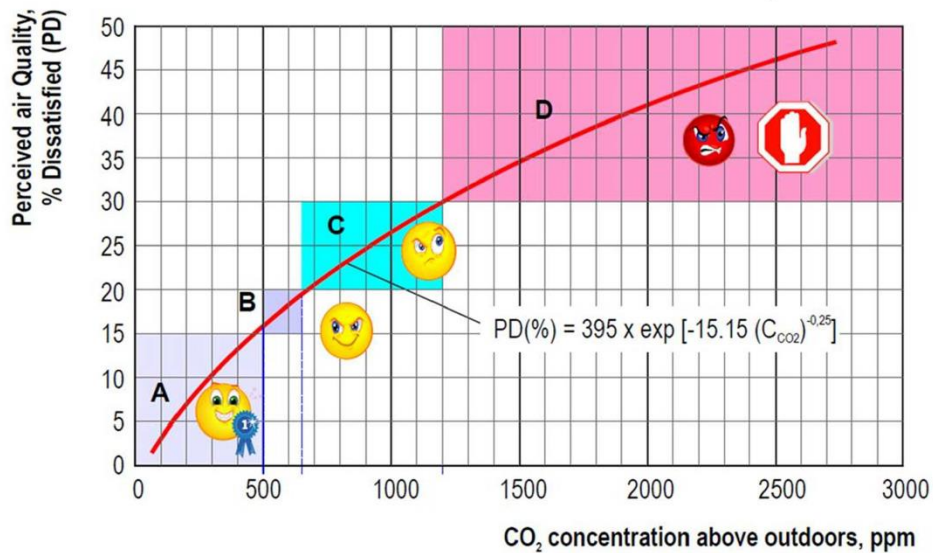
Obr. 1 – Dopad koncentrace CO₂ na rozhodovací schopnosti člověka

Zdroj: <http://newscenter.lbl.gov/2012/10/17/elevated-indoor-carbon-dioxide-impairs-decision-making-performance/>



Obr. 2 – Závislost aktivity a výsledků na koncentraci CO₂

Zdroj: <http://newscenter.lbl.gov/2012/10/17/elevated-indoor-carbon-dioxide-impairs-decision-making-performance/>



Obr. 3 – Vnímaná kvalita vzduchu a koncentrace CO₂ [2]

2.5. Systémy větrání

Větrání představuje výměnu znehodnoceného vzduchu v prostoru za čerstvý venkovní vzduch, event. znehodnocený vzduch z jiných prostorů. [1]

- Přirozené
- Nucené
- Hybridní – kombinace přirozeného a nuceného

Přirozené větrání je výměna vzduchu účinkem rozdílu měrných hmotností vnitřního a venkovního vzduchu o různé teplotě a působením větru.

Nucené větrání je výměna vzduchu v prostoru, založená na změně dynamického tlaku pomocí mechanického zařízení – ventilátoru.

2.5.1. Nucené větrání

Rozdělení systémů

podle tlaku vzduchu ve větraném prostoru:

- **rovnotlaký** – do větraného prostoru přivádíme stejné množství vzduchu jako odvádíme. V prostoru nevzniká tlakový rozdíl. [2]
- **podtlakový** – do větraného prostoru přivádíme méně vzduchu, než z něj odvádíme. [2] Používá se k zabránění vnikání škodlivin do přilehlých prostor.
- **přetlakový** – do větraného prostoru přivádíme více vzduchu, než z něj odvádíme. [2] Používá se k zamezení vnikání vzduchu z okolí.

podle účelu:

- větrání
- teplovzdušné vytápění
- klimatizace

dále se dá rozdělit:

podle hlediska prostoru – vztah VZT zařízení a větrané budovy:

- centrální
- místní

podle průtoku vzduchu:

- konstantní
- proměnný

podle tlaku:

- nízkotlaké
- vysokotlaké

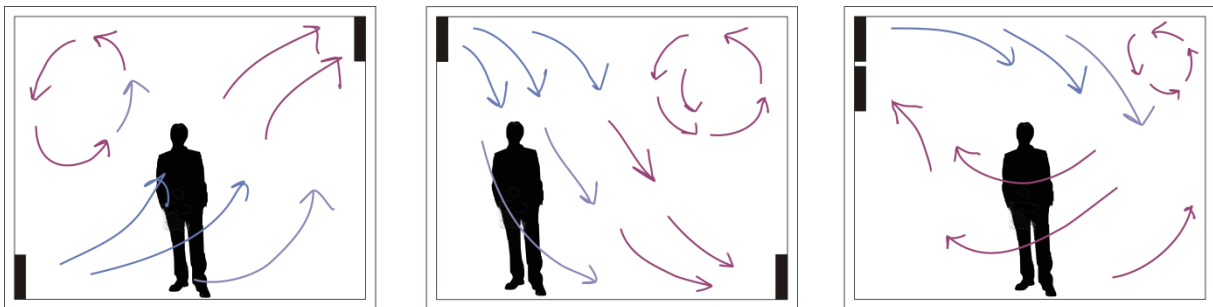
2.6. Koncové elementy – distribuční prvky

Typů koncových elementů je velké množství, liší se zejména obrazem proudění, který vyvolávají. Jsou určeny pro zabudování do stropu, stěny, příp. podlahy. [1]

2.6.1. Prvky pro směšovací (difuzní)

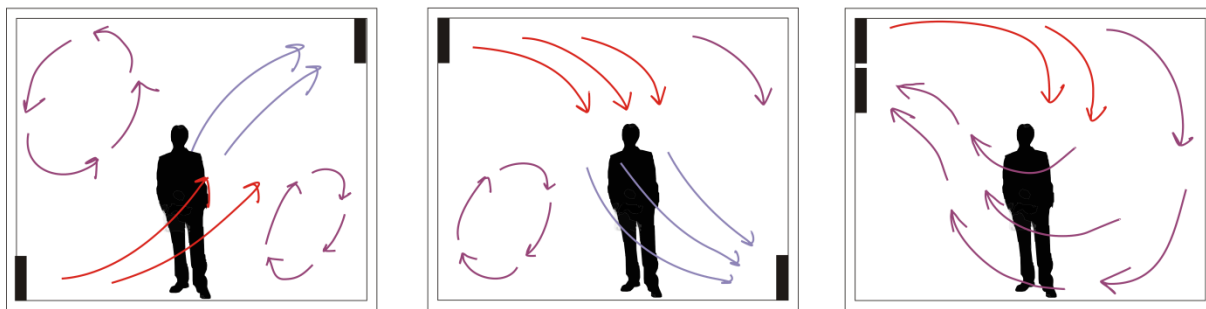
proudění

Tyto koncové elementy zajišťují rychlé promísení přiváděného vzduchu se vzduchem v místnosti. Celý prostor je teplotně stejnorodý. Rychlost přívodního proudu: 2-6 m/s. Výška větraného prostoru do 4-5 m. Vhodné společně s odvodem velké tepelné zátěže. Pracovní rozdíl teplot: $\Delta 6$ K. Použití: větrání, chlazení, vytápění.



Obr. 4 – Směšovací proudění s kruhovým nebo plochým proudem s výraznou turbulencí – režim chlazení

Zdroj: vlastní obrázky autora



Obr. 5 – Směšovací proudění s kruhovým nebo plochým proudem s výraznou turbulencí – režim topení

Zdroj: vlastní obrázky autora

➤ Obdélníkové vyústky



Obr. 6 – Difuzní vyústka

Zdroj: http://klimatshop.cz/87-390-thickbox_default/stenova-vyustka-na-hranate-potrubi.jpg



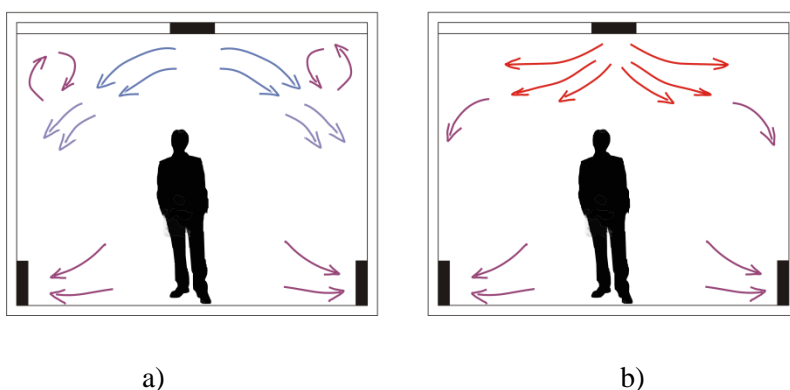
Obr. 7 – Obdélníková žaluziová vyústka

Zdroj: <http://www.elektrodesign.cz/web/data-1/hlavni-obrazky/VKEhlavni.jpg>



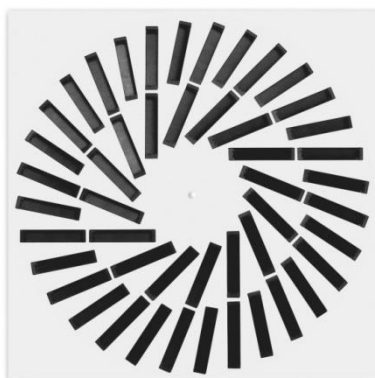
Obr. 8 – Štěrbínová výústka

Zdroj: <http://flair.cz/images/produkty/emco/image017.jpg>



Obr. 9 – Směšovací proudění s radiálním prouděním a) chlazení b) topení
Zdroj: vlastní obrázky autora

➤ Vířivé výústě



Obr. 10 – Vířivá výúst'

Zdroj: http://klimatshop.cz/69-454-thickbox_default/anemostat-hranaty-s-cernymi-nastavitelnymi-lamelami.jpg

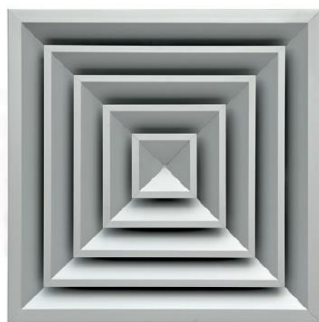
➤ Dralová výust'



Obr. 11 – Dralová výust'

Zdroj: http://www.ecoair.cz/spravce/pics/x_produkty/x_produkty-9450282-obrazek.jpg

➤ Anemostaty



Obr. 12 – Anemostat

Zdroj: <http://www.elektrodesign.cz/web/data-1/hlavni-obrazky/DFR-Uhlovni.jpg>



Obr. 13 – Talířový ventil

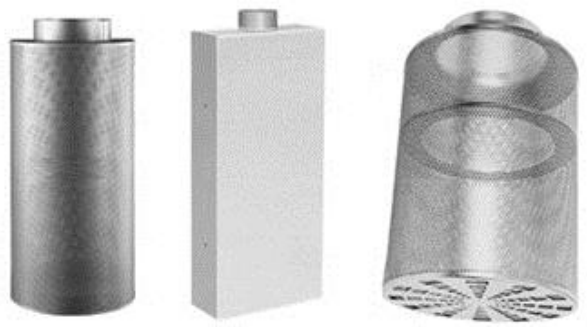
Zdroj: <http://img.ielektra.cz/commodityDetailZoom/images/orig/008-335.jpg>

2.6.2. Prvky pro zaplavovací proudění

Tyto prvky přivádějí čerstvý vzduch, který vytlačuje z pracovní zóny vzduch již spotřebovaný. Vzduch je přiváděn s malou rychlostí do 0,5 m/s a teplotou o 1-3 K chladnější než vzduch v pracovní zóně. Umístění v blízkosti podlahy. Použití: větrání, chlazení.

Koncentrace škodlivin a teplota není v prostoru rovnoměrná, stoupá směrem vzhůru a nejvyšší je v odváděném vzduchu. [1]

- Velkoplošné výustě



Obr. 14 – Velkoplošné výustě

Zdroj: <http://istavinfo.dumabyt.cz/17/product/38/89/37/veleuste.jpg>

2.6.3. Prvky pro kompaktní (proudové) proudění

Prvky s kompaktním proudem vzduchu pro přívod vzduchu na dlouhou vzdálenost. Použití: větrání, chlazení, vytápění.

- Dýzy, trysky

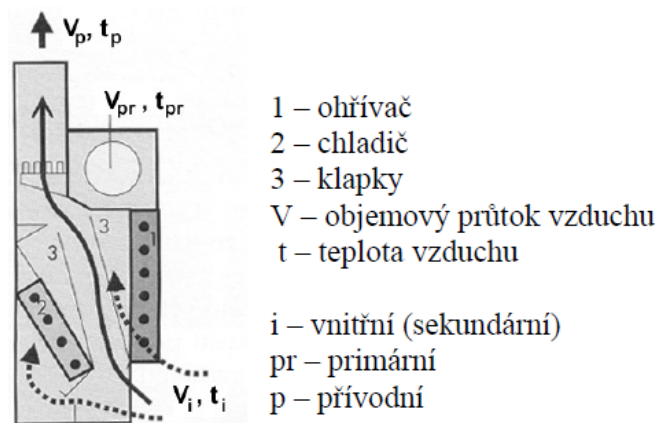


Obr. 15 – Dýza

Zdroj: http://www.multivac.cz/editor/image/produkty1/obrazek_143.jpg

2.6.4. Indukční jednotky

Jsou prvky vysokotlaké klimatizace. Obsahují jeden nebo dva výměníky. Neobsahují ventilátor. Vysoká hlučnost. Provedení: parapetní, stropní.



Obr. 16 – Schéma indukční jednotky

Zdroj: http://tzb.fsv.cvut.cz/files/vyuka/tz2/cviceni_4_podklad_pro_studenty.pdf

3. Řešený objekt

Budova:

ZŠ Postřekov

Zastavěná plocha stávající: 1 389,4 m²

Obestavěný prostor: 6 220 m³

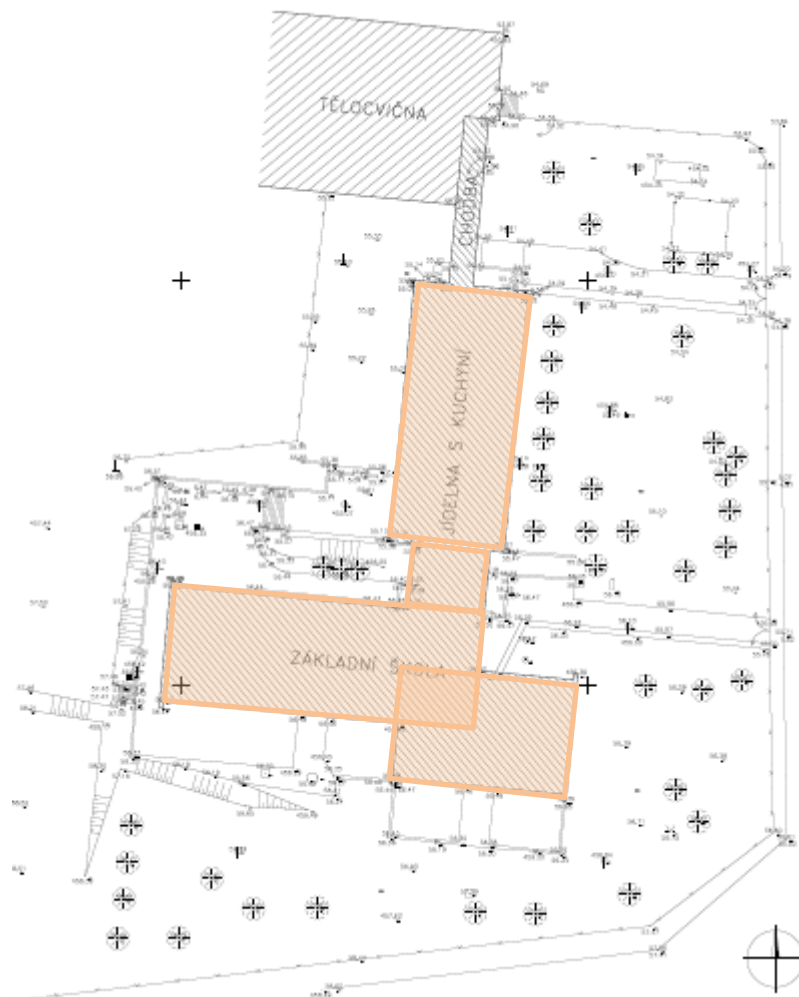
1. NP

Kapacita:

počet žáků - 43

počet pedagogických pracovníků - 7

počet ostatních zaměstnanců - 5



Obr. 17 – Řešený objekt

4. Metodika práce

V praktické části bude navrženo několik koncepčních variant nuceného větrání učeben a následně bude doporučena nejvhodnější varianta pro řešený objekt.

Dále bude zpracována projektová dokumentace nové otopné soustavy, vypočítány tepelné ztráty objektu, a proveden návrh a dimenze otopné soustavy pomocí softwaru Protech dle platných norem. Součástí práce bude výkresová příloha. Ve výpočtové příloze pak budou uvedeny výstupy z použitého odborného softwaru společně s ručními výpočty.

Seznam použitých zdrojů

1. GEBAUER, Günter, RUBINOVÁ, Olga, HORKÁ Olga. Vzduchotechnika; Era Group, spol. s.r.o., 2005, 262 s.; ISBN: 80-7366-027-X
2. ADAMOVSKEÝ, Daniel, přednášky
3. Vyhláška č. 343/2009 Sb. o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých
4. Vyhláška 20/2012 Sb. o technických požadavcích na stavby
5. Vyhláška č. 6/2003 Sb. kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb
6. Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví v platném znění
7. Nařízení vlády č. 68/2010 Sb., kterým se stanovují podmínky ochrany zdraví při práci v platném znění nařízení vlády č. 93/2012 Sb.
8. ČSN EN 15665/Z1 – Větrání budov – Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov
9. ČSN EN 15251 (příloha B) – Vstupní parametry prostředí pro návrh a posouzení energetické náročnosti budov a ohledem na kvalitu vnitřního prostředí vzduchu, teplotního prostředí, osvětlení a akustiky
10. ČSN 73 0540-2 – Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky
11. Autor - Julie Chao, In: newscenter.lbl.gov [online]. 2012. [cit. 26.6.2016]. Dostupné z: <http://newscenter.lbl.gov/2012/10/17/elevated-indoor-carbon-dioxide-impairs-decision-making-performance/>
12. Projektová dokumentace ZŠ Postřekov

Seznam obrázků

Obr. 1 – Dopad koncentrace CO ₂ na rozhodovací schopnosti člověka	14
Obr. 2 – Závislost aktivity a výsledků na koncentraci CO ₂	15
Obr. 3 – Vnímaná kvalita vzduchu a koncentrace CO ₂ [2]	15
Obr. 4 – Směšovací proudění s kruhovým nebo plochým proudem s výraznou turbulencí – režim chlazení	17
Obr. 5 – Směšovací proudění s kruhovým nebo plochým proudem s výraznou turbulencí – režim topení.....	18
Obr. 6 – Difuzní vyústka	18
Obr. 7 – Obdélníková žaluziová vyústka	18
Obr. 8 – Štěrbínová vyústka	19
Obr. 9 – Směšovací proudění s radiálním prouděním a) chlazení b) topení	19
Obr. 10 – Vířivá výust'	19
Obr. 11 – Dralová výust'	20
Obr. 12 – Anemostat.....	20
Obr. 13 – Talířový ventil	20
Obr. 14 – Velkoplošné výustě	21
Obr. 15 – Dýza	22
Obr. 16 – Schéma indukční jednotky	22
Obr. 17 – Řešený objekt	23