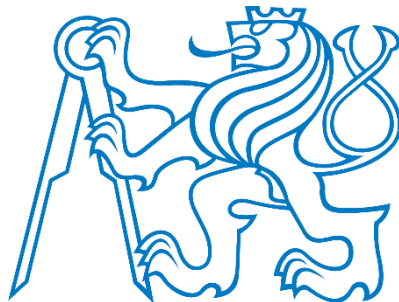


**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ**

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ BUDOVY ZÁKLADNÍ
ŠKOLY**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

ZUZANA PLOJHAROVÁ

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.

2016/2017



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Plojharová Jméno: Zuzana Osobní číslo: 423811
Zadávací katedra: K125 Technická zařízení budov
Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Vnitřní prostředí budovy základní školy

Název bakalářské práce anglicky: Indoor microclimate in the elementary school

Pokyny pro vypracování:

Studie na téma Vnitřní prostředí ve školních budovách.

Projekt větrání části základní školy.

Textová část - technická zpráva, návrh dimenzí rozvodů, základní výpočty.

Výkresová část - půdorysy, nezbytné řezy, detail technické místnosti, funkční schéma.

Seznam doporučené literatury:

Jokl, Miloslav: Zdravé obytné a pracovní prostředí. Academia. ISBN 80-200-0928-0.

Gebauer, Gunter: Vzduchotechnika. Era 2007. ISBN 8073660918

Papež, Karel: Energetické a ekologické systémy budov 2 : Vzduchotechnika, chlazení, elektroinstalace a osvětlení. ČVUT, Praha 2007.

Daniels, Klaus: Technika budov - Příručka pro architekty a projektanty. Jaga 2003. ISBN 80-88905-60-5.

MŽP: Metodický pokyn pro návrh větrání škol. Dostupné online: www.opzp.cz

Jméno vedoucího bakalářské práce: doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 22.2.2017 Termín odevzdání bakalářské práce: 28.5.2017

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutně uvést v bakalářské 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“.

22.2.2017

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Prohlášení

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

V Příbrami, 24.05.2017

Zuzana Plojharová

.....

Poděkování

Děkuji doc. Ing. Michalu Kabrhelovi Ph.D. za vedení, konzultace a rady během zpracování bakalářské práce. Dále děkuji svým rodičům za celoživotní podporu nejen ve studiu.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá tématem vnitřního prostředí v budově základní školy z hlediska větrání. Rešerše je zaměřena na obecnou problematiku vnitřního prostředí a na legislativní požadavky na vnitřní prostředí budov základních škol. Projekt se zabývá návrhem větrání do mnou navrženého školního projektu základní školy. Jedná se o třípodlažní objekt umístěný v Říčanech u Prahy určený pro výchovu a vzdělávání dětí od 6 do 15 let. Navrženo je nucené rovnotlaké větrání objektu se dvěma vzduchotechnickými jednotkami. Jedna obsluhuje prostory školy (učebny, chodby a šatny), druhá zajišťuje větrání jídelny a jejího zázemí. Projekt obsahuje návrh větrání s potřebnými výpočty, technickou zprávu, půdorysy a nezbytné řezy navržené vzduchotechniky.

Abstract

The thesis deals with the indoor microclimate in an elementary school from the point of view of ventilation. The research is focused on the general problems of indoor microclimate and the legislative requirements for the indoor microclimate of elementary school buildings. The subject of the project is the ventilation design in my school design of an elementary school project. It is a three-storey building situated in Říčany near Prague designated for the education of children from 6 to 15 years of age. The system of forced ventilation of the building is designed with two air-conditioners. One of the air-conditioners serves the school premises (classrooms, corridors, and cloakrooms), the other ensures the ventilation of lunchroom and its background facilities. The project contains a ventilation design and includes necessary calculations, a technical report, ground plans, and the cross-sections of the designed air-conditioning system.

Klíčová slova

Vnitřní prostředí, nucené větrání, vzduchotechnika, základní škola

Key words

Indoor microclimate, forced ventilation, air-conditioning system, elementary school

Obsah

1	Úvod.....	7
1.1	Analýza tématu	7
1.2	Cíl práce.....	7
2	Vnitřní prostředí	8
2.1	Úvod do problematiky	8
2.2	Složky vnitřního prostředí	9
2.2.1	Tepelně-vlhkostní mikroklima	9
2.2.2	Kvalita vnitřního vzduchu	10
2.2.3	Elektrostatické mikroklima	12
2.2.4	Elektromagnetické mikroklima	13
2.2.5	Akustické mikroklima	14
2.2.6	Světelné mikroklima.....	15
2.2.7	Psychické mikroklima	16
2.3	Optimalizace vnitřního prostředí	17
3	Požadavky na vnitřní prostředí základních škol.....	19
3.1	Požadavky na vnitřní prostředí školských zařízení poskytujících základní vzdělání dle vyhlášky č. 410/2005 Sb.	20
3.1.1	Základní prostorové požadavky	20
3.1.2	Základní požadavky na hygienická zařízení.....	20
3.1.3	Základní požadavky na osvětlení	21
3.1.4	Základní požadavky na větrání a vnitřní mikroklima.....	21
3.2	Požadavky na stavby škol dle vyhlášky č. 268/2009 Sb.....	23
3.2.1	Základní požadavky na větrání obytných místností	23
3.2.2	Zvláštní požadavky na stavby škol.....	23
3.3	Hygienické požadavky na pracoviště dle nařízení vlády č. 361/2007 Sb.....	23
3.4	Doporučení vyplývající z metodického pokynu pro návrh větrání škol.....	24
3.4.1	Větrání učeben.....	24
3.4.2	Větrání dalších prostorů školy.....	24
4	Zdroje	25
4.1	Seznam použité literatury	25
4.2	Seznam použitých zdrojů.....	25

1 ÚVOD

1.1 ANALÝZA TÉMATU

Tématem této bakalářské práce je vnitřní prostředí budovy základní školy, a to především ve spojitosti s větráním interiéru. První část je zaměřena obecně na teorii vnitřního prostředí a požadavky na vnitřní prostředí ve školních budovách. Druhou část tvoří projekt větrání dané základní školy, který se sestává z návrhu způsobu větrání objektu, základních výpočtů, výkresů vzduchotechniky a technické zprávy.

1.2 CÍL PRÁCE

Cílem studie je ucelený přehled tématu vnitřního prostředí, vystihnutí problematiky a obecný popis částí vnitřního prostředí. Definování základních hygienických požadavků na prostory určené pro výchovu a vzdělávání dětí na základě legislativy České republiky z hlediska větrání, ze kterých se bude vycházet při návrhu větrání základní školy v druhé části bakalářské práce.

Cílem projektu je návrh vhodného řešení větrání budovy základní školy Magic Hill v Říčanech u Prahy na základě informací z teoretické části práce. Návrh větrání vychází z projektové dokumentace, kterou jsem vytvořila během dřívějšího studia pod vedením doc. Ing. Jiřího Pazderky Ph.D. dle architektonické studie daného objektu. Projekt tvoří dvě dílčí části, návrh větrání a projektová dokumentace vzduchotechniky. V návrhu je definován systém větrání objektu, obsahuje schémata navrhované vzduchotechniky, výpočty stanovující množství větracího vzduchu, návrh distribučních prvků, výpočty dimenzí a tlakových ztrát potrubní sítě a návrh vzduchotechnických jednotek a ventilátorů. V části projektové dokumentace je zahrnuta technická zpráva, výkresy vzduchotechniky a v příloze technické listy navrhovaných prvků.

2 VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ

2.1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY

Vnitřní prostředí je životní prostředí uvnitř budovy. Uvnitř objektu člověk není vystaven přímému působení vnějšího prostředí. Je chráněn před působením přírodních živlů, především před větrem a srážkami. Na druhou stranu je konstrukcí objektu oddělen od přirozeného venkovního prostředí. Působí na něj nejenom konstrukce objektu, ale i vnitřní vybavení, technická zařízení a lidé, s kterými vnitřní prostor sdílí.

Důležitost dobrého vnitřního prostředí je zjevná z doby, který uvnitř budov trávíme. Pro člověka žijícího ve městě se uvádí 80 až 90 % času. Vzhledem k tomu, že vnitřní prostředí působí nejenom na fyzické zdraví člověka, ale i na jeho psychický stav, ovlivňuje tak celkovou pohodu, která je potřebná k pracovnímu výkonu a spokojenému životu.

Kvalita vnitřního prostředí je narušována vnějšími i vnitřními vlivy. Mezi vnější patří především kvalita venkovního ovzduší, množství a druh škodlivin, které se s vnějším vzduchem do vnitřního prostoru mohou dostat. Množství škodlivin vnikajících z vnějšího prostředí do interiéru je závislé na konstrukci a technickém stavu objektu (vzduchotěsnost budovy) a způsobu větrání objektu. Vnitřní prostředí je ale zpravidla více zatěžováno vnitřními zdroji znečištění. Ty zahrnují chemické látky, pachy a znečišťující částice uvolňované do prostředí při užívání objektu (hygienické a kosmetické prostředky, výpary a pachy vznikající při vaření), ale i látky, které se uvolňují ze samotné konstrukce objektu. Důležitým faktorem je také člověk samotný, který ovlivňuje své prostředí nejenom způsobem jeho užívání, ale i vlastní existencí (dýchání, pocení, olupování povrchových kožních buněk).

2.2 SLOŽKY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ

Vnitřní prostředí působí na člověka jako celek. Z tohoto důvodu je velmi obtížné stanovit v daném objektu příčiny nepohody působící na obyvatele interiéru. Vnitřní prostředí lze však rozdělit na základní složky, ze kterých je tvořeno, a tak je možné komplexní problém řešit jednodušeji po dílčích částech. Jednotlivé složky se od sebe liší svou podstatou, přenosem, působením na člověka i zdrojem.

2.2.1 TEPELNĚ-VLHKOSTNÍ MIKROKLIMA

Tepelně-vlhkostní mikroklima popisuje tepelné a vlhkostní toky uvnitř budovy. Je charakterizováno třemi základními faktory, které se vzájemně ovlivňují, teplotou, relativní vlhkostí a rychlostí proudění vzduchu.

Tepelně-vlhkostní mikroklima je ovlivňováno vytápěním, chlazením, vlhčením a větráním interiéru. Dále je závislé na vnějších klimatických podmínkách a vlastnostech budovy, především těch tepelně technických.

Výslednou teplotu vnitřního vzduchu lze jednoduše změřit teploměrem. Ani optimální teplota vzduchu v interiéru však nezaručí tepelnou pohodu. Tu totiž ovlivňuje, kromě teploty vnitřního vzduchu, i povrchová teplota stěn a podlahy včetně druhu materiálu podlahy, radiační teplota sálavých zdrojů tepla, průvan a rozložení teploty vzduchu po výšce místnosti. Lidé vnímají teplotu individuálně a subjektivní pocit chladu nebo naopak horka je závislý na zdravotním stavu, náladě a dalších parametrech. Vnitřní teplota vzduchu neovlivňuje jen pohodu obyvatele, ale i technický stav objektu (možnost kondenzace vodní páry na vnitřním povrchu konstrukce při její nízké povrchové teplotě a následný vznik plísní), proto je důležitým parametrem již při návrhu stavby.

Vlhkost a teplota vnitřního vzduchu ovlivňují zdraví a pocit pohody obyvatele interiéru, ale ve velké míře i vlastnosti konstrukce objektu. Nízká vlhkost v interiéru je typická pro zimní období v důsledku vysušování vzduchu vytápěním objektu. U lidí způsobuje vysoušení sliznic, a tak snižuje jejich ochrannou funkci před průnikem škodlivých látek dále do těla a k tomu navíc zvyšuje prašnost v interiéru. Naopak při nedostatečném větrání a vytápění budovy dochází k nárůstu relativní vlhkosti vnitřního ovzduší. Zdrojem vlhkosti v interiéru jsou především jeho obyvatelé. Člověk produkuje velké množství vzdušné vlhkosti běžnými činnostmi jako je vaření, sušení prádla a sprchování se. Vlhkost se však do vnitřního prostředí dostává i s každým

výdechem jedince. Zvýšená relativní vlhkost je problémem především ve spojení s nízkou teplotou interiéru. Pokud dojde k poklesu povrchové teploty vnitřní konstrukce pod teplotu rosného bodu, vodní pára na povrchu konstrukce zkondenzuje. Vlhké konstrukce jsou nejen napadány plísněmi, které degradují kvalitu vzduchu, ale mění i své tepelně technické (se vzrůstající vlhkostí materiálu zpravidla roste součinitel tepelné vodivosti materiálu) a mechanické parametry.

Posledním faktorem ovlivňujícím tepelně-vlhkostní mikroklima je rychlost proudění vzduchu. Tepelnou pohodu narušuje především proudění studeného vzduchu.

2.2.2 KVALITA VNITŘNÍHO VZDUCHU

Další důležitou součástí vnitřního prostředí je kvalita vnitřního vzduchu. Ta je definována jako parametr ukazující velikost a druh znečištění v ovzduší, které negativně působí na živé organismy (lidi, zvířata a rostliny). Ovzduší s přijatelnou kvalitou neobsahuje žádné znečišťující látky v koncentraci, která by negativně působila na živé organismy, a s kterým je většina obyvatel interiéru spokojená. Základní znečišťující látky, se kterými se ve vnitřním vzduchu setkáváme, jsou odéry, toxické plyny, aerosoly, mikroby a ionizační záření, které se do vnitřního vzduchu dostávají z exteriéru ale i interiéru objektu.

Odérové mikroklima tvoří plynné látky (odéry), které člověk vnímá a může je hodnotit jako příjemné vůně nebo nepříjemné zápachy. Odéry jsou vnímány čichem a jejich intenzita je ovlivněna stavem čichového smyslu daného jedince, teplotou a vlhkostí v interiéru (s vyšší teplotou a vlhkostí zpravidla roste nespokojenost obyvatel) a dobou expozice (díky adaptaci člověka klesá vnímaná koncentrace zhruba po 10 minutách, neplatí pro všechny odéry). Největším zdrojem oděrů je samotný člověk a jeho činnost. Odérové látky se uvolňují ale i z konstrukce objektu. Odéry narušující kvalitu vnitřního vzduchu z vnějšího prostředí se do interiéru objektu dostávají při větrání spolu s čerstvým venkovním vzduchem. Jedná se především o látky vypouštěné do ovzduší při spalování paliv (doprava, průmysl, vytápění) a látky uvolňované rostlinami. Mezi nebezpečné látky uvolňované do vnitřního vzduchu z konstrukcí a zařízení objektu patří formaldehydy, které jsou obsaženy v rozpouštědlech nátěrových hmot, dále jsou to látky uvolňované z lepidel a umělých hmot. Činností člověka vznikají v interiéru odéry spojené s vařením, kouřením a používáním čistících a kosmetických prostředků. Ale i člověk, který pouze obývá vnitřní prostor objektu,

uvolňuje do interiéru své tělesné pachy a s každým výdechem i oxid uhličitý CO₂. Právě koncentrace CO₂ je velmi sledovaným parametrem při posuzování kvality vnitřního vzduchu a vnitřního prostředí, protože je dobře měřitelná. V praxi se dodržением limitní koncentrace CO₂ zajišťuje, že ani jiné obtížně měřitelné škodliviny nepřesáhnou svou mez maximální přípustné koncentrace.

Toxické mikroklima je částí oděrového mikroklimatu, vyznačuje se přítomností toxických plynných látek v ovzduší. Do vnitřního vzduchu se toxické plyny dostávají z venku i zevnitř stejně jako oděry. Mezi hlavní toxické plyny patří oxidy síry a dusíku, ozon, oxid uhelnatý, formaldehyd a těkavé organické látky. Oxidy síry a dusíku a oxid uhelnatý vznikají při spalování paliv, hoření plynu a kouření cigaret. Ozon je obsažen ve výfukových plynech a v interiéru jsou jeho zdrojem laserové tiskárny a kopírky. Formaldehyd a těkavé organické látky se uvolňují hlavně z nátěrů, lepidel, kosmetiky, čisticích prostředků a koberců. Toxické látky nepříznivě ovlivňují zdraví a zneprůjemňují pobyt v interiéru, dráždí dýchací cesty a oči, některé mají až karcinogenní účinky.

Aerosolové mikroklima je tvořeno pevným a kapalným aerosolem. Prach běžně považujeme za pevný aerosol, kapalným se projevuje jako mlha. Pevný aerosol tvoří částice velkého množství druhů, například pyl, odpadávající části kožních derivátů, kovový a nekovový prach, roztoči a mnoho dalších. Kromě druhu prachových částic je při působení pevného aerosolu na člověka důležitá i jejich velikost. Částice o velikosti mezi 2,5 a 10 μm se dostanou pouze do horních cest dýchacích, menší částice mohou pronikat do dolních cest dýchacích a nejmenější částice o velikosti menší než 1 μm přestupují z dýchací soustavy až do krve člověka. Z tohoto důvodu je ve stavebnictví zvláště nebezpečný azbestový prach, který způsobuje karcinom plic, setkáváme se s ním hlavně při rekonstrukcích starých budov.

Mikrobiální mikroklima je tvořeno bakteriemi, viry, plísněmi a toxiny. Do vnitřního prostředí se mikroby dostávají jak spolu s venkovním vzduchem, tak je produkuje sám člověk, navíc jsou obsaženy i v konstrukcích a zařízeních objektu. Nezanedbatelným zdrojem mikrobů jsou nesprávně udržovaná vzduchotechnická zařízení. V interiérech je třeba zamezit kondenzaci vodní páry, tím je možné snížit množství mikroorganismů šířících se ve vnitřním vzduchu a zabránit růstu plísní. Také je nutná správná údržba vzduchotechnického zařízení, hlavně častá výměna filtrů. V objektech s vysokou koncentrací mikrobů lidé ve větší míře trpí vzduchem

přenášejícími se nemocemi, přičemž pro člověka jsou nebezpečné především určité druhy mikrobů než jejich zvýšená koncentrace.

Ionizační mikroklima je tvořeno volnými atmosférickými ionty (elektricky nabitými částicemi) vyskytujícími se ve vnitřním prostředí. Ionty ve vnitřním i vnějším ovzduší vznikají ionizací plynů obsažených v atmosféře, ta probíhá neustále, je totiž poháněna elektromagnetickým (směr k povrchu Země) a radioaktivním (směr zevnitř Země) zářením, přirozeně se tedy nikde nevyskytuje elektricky neutrální ovzduší. Ionty je možné dělit podle hmotnosti na lehké, ty neustále vznikají a zanikají, střední a těžké, které jsou tvořeny až tisíci molekul a jejich životnost dosahuje několika týdnů. Znečištěné ovzduší se pozná podle toho, že se lehké ionty přeměňují na střední a těžké. Pro zdravé vnitřní prostředí a kvalitní ovzduší je tedy nutné, aby vzduch obsahoval co největší množství lehkých iontů, ty pohltnou nejvíce nečistot, přemění se na těžké, a díky velké hmotnosti se usazují u podlahy, a tak čistí vzduch v pobytové zóně prostoru. Lidé však některými svými činnostmi lehké ionty obsažené ve vnitřním vzduchu ničí, jejich zánik v interiéru způsobuje cigaretový kouř, dlouhodobý pobyt velkého množství lidí v prostoru bez přísunu čerstvého vzduchu, úprava vzduchu klimatizací a také zapnuté obrazovky televizorů a počítačů. Nízkou koncentrací nebo nevyváženost pozitivních a negativních vzdušných iontů člověk vnímá jako pocit nepohody, vzduch se mu může zdát těžký, dusný nebo naopak řídký.

2.2.3 ELEKTROSTATICKÉ MIKROKLIMA

Elektrostatické mikroklima tvoří elektrostatické náboje vyskytující se na povrchu materiálů a elektrostatická pole ve vnitřním prostředí. Elektrostatický náboj vzniká při nárazu nebo rozkladu částic a v čase se vybíjí, na kovech se vybíjí díky jejich elektrické vodivosti a nízkému elektrickému odporu rychle, na plastech naopak pomalu.

Zdrojem elektrostatické energie je vzájemný pohyb pevných látek, tekutin, anebo jejich kombinace. V praxi vzniká elektrostatická energie například při pomalé chůzi v obuvi s gumovou podrážkou po podlaze s nášlapnou vrstvou z linolea nebo PVC, při česání suchých vlasů nebo při pohybu člověka v oděvu z vlny, hedvábí nebo syntetických materiálů.

Elektrostatická energie působí na člověka i zařízení a konstrukce objektů. Projevuje se přitahováním prachu povrchy s opačným nábojem a jeho následného usazování na nich, v krajním případě může dojít i k výbuchu statické elektřiny.

V optimálním vnitřním prostředí se nachází minimum elektrostatické energie, zcela odstranit ji však nelze. Vznikající elektrostatickou energii odvádíme z objektu pomocí uzemnění, omezujeme pole přenosu elektrostatické energie zvýšením relativní vlhkosti vzduchu na 60 až 70 % a snižujeme používáním vodivých (antistatických) povrchových úprav konstrukcí a vybavení objektu.

2.2.4 ELEKTROMAGNETICKÉ MIKROKLIMA

Elektromagnetické mikroklima je tvořeno elektromagnetickým polem působícím ve vnitřním prostoru objektů. Spadají do něj elektromagnetické vlny o vlnové délce 1 mm a větší.

Elektromagnetické pole vstupuje do vnitřního prostředí z exteriéru, ale vytváří ho i zařízení uvnitř objektu. V exteriéru jsou zdrojem elektromagnetického pole například vedení vysokého napětí a vysílače, přirozeně je vytvářeno například při bleskových výbojích. V interiéru se elektromagnetické záření uvolňuje při provozu počítačových monitorů, televizorů, mobilních telefonů, WiFi sítí, elektrických sporáků a mikrovlnných trub.

Elektromagnetická energie působí stejně jako energie elektrostatická na živé organismy i neživé objekty. Velikost ozáření je závislá na intenzitě pole, na jeho velikosti a vzdálenosti subjektu od zdroje, a na době, po kterou je subjekt záření vystaven. V lidském těle nejcitlivěji vnímají působení elektromagnetického záření pohlavní orgány, v krajním případě může dojít až k poruchám vývoje spermií. Dále u lidí elektromagnetické vlny ovlivňují funkci nervového a imunitního systému a zrakový smysl. Na lidské tkáň, primárně na nervovou soustavu, působí indukovaný elektrický proud okamžitě, škodlivým účinkům se tedy není možné vyhnout ani sníženou dobou expozice. Životnost a funkce neživých objektů (elektronických zařízení) jsou ohroženy elektromagnetickým zářením, pokud nejsou dostatečně chráněny odstíněním.

Pro zajištění optimálního elektromagnetického mikroklimatu je nejlepší co nejvíce snížit výskyt elektromagnetických vln v interiéru objektu. To lze zajistit odstraněním zdroje elektromagnetických vln nebo stíněním. Zastínění elektromagnetického záření se realizuje pomocí uzemněného měděného nebo hliníkového plechu zabudovaného do ohraničujících konstrukcí vnitřního prostoru.

2.2.5 AKUSTICKÉ MIKROKLIMA

Další důležitou součástí vnitřního prostředí je akustické mikroklima, které se vyznačuje působením velkého množství zvuků, a to především těch, které vnímáme jako nepříjemné, označujeme je za hluk. Zvuk lze obecně charakterizovat jako mechanické vlnění částic v prostředí, které vyvolává sluchový vjem. Hluky jsou typické svým neperiodickým průběhem a různou frekvencí, která je člověkem vnímána jako výška zvuku.

Hlavním zdrojem hluku v našem prostředí je dopravní provoz, především silniční doprava. Zdroje hluku z vnějšího prostředí tedy tvoří převážně provoz dopravních prostředků (silničních, železničních i leteckých), provoz strojů a zařízení a náhodné hluky vyvolané lidskou aktivitou, zvířaty a přírodními vlivy (déšť). Zdroje hluku v interiéru mohou být způsobeny technickým vybavením objektu (výťah, vzduchotechnická zařízení, čerpadla) i samotnými obyvateli (kročejevý hluk, hlasový projev, používání domácích spotřebičů, audiovizuální technika).

Působení zvuků ve vnitřním prostředí vnímá člověk subjektivně, zvuky někomu příjemné mohou druhému připadat jako rušivý hluk. V rámci subjektivního hodnocení hladiny hluku je možné rozlišit rušení, rozmrzelost, hlučnost a obtěžování. Při rušení daný zvuk znepříjemňuje lidský spánek nebo například komunikaci. Rozmrzelost je možné definovat už jako pocit nepohody, při kterém je jedinec nucen vnímat zvuk, ke kterému pociťuje odpor. Hlučnost se váže k nežádoucímu zvuku v konkrétním prostředí a působení obtěžování je považováno za nepřijatelné. Podle hladiny akustického tlaku udávané v decibelech [dB] je možné objektivně posoudit vliv zvuku na zdraví jedince. Podle Lehmannova schématu jsou zvuky s hladinou akustického tlaku nad 30 dB nebezpečné pro nervový systém a psychiku, zvuky nad 90 dB poškozují sluchový orgán a zvuky nad 120 dB znamenají nebezpečí pro samotné buňky. Lidský sluch není citlivý jen na hladinu akustického tlaku, ale i na frekvenci zvuku udávanou v hertzech [Hz]. Člověk nejlépe vnímá zvuky mezi 2 a 5 kHz. Při posuzování vnitřního prostředí z hlediska akustiky pomocí zvukoměru, je tedy třeba použít váhový filtr, který dokáže skutečnou hlasitost zvuku zhodnotit podle vnímání zvuku lidským sluchem.

Hluk, a to ani při dlouhodobé expozici jedince, z medicínského hlediska nezpůsobuje žádné nemoci. Prokazatelným nebezpečím vystavení hluku je tedy pouze poškození sluchového orgánu. Nicméně hluk zhoršuje fyzickou, psychickou i sociální pohodu člověka. Člověk se hluku nedokáže skutečně přizpůsobit, stává se náchylnějším k ostatním stresorům, a tak i hluk, který nezpůsobí poškození sluchového orgánu, představuje pro zdravý člověka značné riziko.

2.2.6 SVĚTELNÉ MIKROKLIMA

Světelné mikroklima je další neopominutelnou složkou vnitřního prostředí, ovlivňuje totiž parametry prostředí způsobující zrakový vjem (zrakem člověk získává až 90 % informací). Působí ale i obecně na psychické a fyzické lidské zdraví a na pocity z vnitřního prostředí interiéru. Kvalitní osvětlení musí zajistit zrakovou pohodu uživatele, zrakový výkon a bezpečnost lidí v prostoru. Je třeba, aby obyvatel interiéru mohl vnímat své prostředí dostatečně ostře, aby byl schopen rozlišovat detaily, a aby při co nejmenším výdeji energie dosáhl rychlého a kvalitního zrakového vjemu.

Vnitřní osvětlení objektů je možné rozdělit na denní, umělé (celkové a místní) a sdružené. Nejpřirozenější je osvětlení denním světlem, které je tvořeno celým spektrem elektromagnetického záření. Přirozené světlo má navíc hygienické účinky, a tak příznivě ovlivňuje mikrobiální mikroklima. Umělé osvětlení doplňuje nebo zcela nahrazuje denní světlo, není-li ho dostatek. Kvalita umělého osvětlení záleží na typu zdrojů světla, druhu svítidel a jejich umístění v interiéru a barevnosti světla.

Správné prostorové vnímání je závislé na směru a rovnoměrnosti světla. Pokud je v interiéru přítomno velké množství rozptýleného (difúzního) světla a malé množství světla přímého, nevznikají v prostoru stíny, obraz daného prostředí je pro člověka rozmazaný a nejasný. Naopak při nadměrném množství přímého světla se v prostoru vyskytují nepříjemné kontrasty. Kvalita osvětlení je také ovlivněna geometrií a barevnou úpravou prostoru.

Při pobytu lidí v prostředí s dobrým osvětlením roste jejich produktivita i kvalita odvedené práce, pomaleji se unavují a interiér je pro ně bezpečnější. Naopak špatně osvětlený interiér způsobuje únavu lidského zraku i celkovou únavu člověka, snižuje kvalitu práce a mezi obyvateli roste četnost úrazů.

2.2.7 PSYCHICKÉ MIKROKLIMA

Psychické mikroklima se vyznačuje účinky složek vnitřního prostředí na lidskou psychiku a podílí se na vytváření celkové pohody člověka. Na jedince obývajícího interiér působí v každé chvíli velké množství podnětů, nicméně psychické mikroklima je zpravidla nejdominantnějším z nich. Člověk je při posuzování, jak na něj vnitřní prostředí objektu působí, nejcitlivější na tepelně-vlhkostní mikroklima, poté na kvalitu vzduchu a osvětlení, a až následně vnímá akustické mikroklima. Na celkovém vjemu vnitřního prostředí se podílí všechna dílčí mikroklimata zmíněná výše. Psychické mikroklima je tedy ovlivněno nejenom technickými zařízeními objektu, která se starají o větrání, vytápění, osvětlení, elektroinstalaci objektu a další, ale i samotnou konstrukcí objektu, použitými materiály a umístěním budovy.

S tepelně-vlhkostním mikroklimatem uživatel není spokojen primárně, pokud pociťuje teplo nebo chlad. V tomto případě lidské tělo spotřebovává velké množství energie na zachování správné tělesné teploty, a tím klesá lidská produktivita i soustředěnost.

Nedostatečná kvalita vnitřního vzduchu může vyvolat bolesti hlavy i pocity úzkosti nebo vzteku. Nezáleží pouze na kvalitě vzduchu, ale i jeho pohybu v interiéru. Důležitá je rychlost a směr vzduchu, nemělo by docházet k průvanu.

Nevhodné akustické mikroklima může způsobit deprese, neurózy i vyvolat agresivní chování. Ovlivňuje výkonnost obyvatel interiéru i navazování sociálních kontaktů mezi sebou.

Světelné mikroklima ovlivňuje lidskou náladu, emoce a výkonnost. Nejvhodnější je pro člověka denní světlo, ale i to, stejně jako světlo umělé, může při nevhodném osvětlení interiéru způsobit bolest očí, hlavy až deprese.

Vliv na lidské zdraví a kvalitu života člověka má také architektura prostředí. Tento problém si uvědomovali již ve staré Číně, kde v rámci učení Feng Shui definovali základní principy, jak nastolit rovnováhu a harmonii energií v prostředí. Lidé vnímají prostor především zrakem, nicméně na celkovém vjemu se podílí i ostatní lidské smysly, hmat, sluch a čich i psychika jedince. Člověk vnímá velikost i umístění prostoru, jeho barevnost i kvalitu. V půdorysně malém prostoru nebo v prostoru s nízkými stropy se člověk cítí stísněně, na druhou stranu velké prostory nebo prostory s vysokými stropy mohou vyvolat pocit nejistoty. Optimální je prostor, kde se člověk cítí bezpečně a má dostatek soukromí. Vnímání velikosti lze ovlivnit barevností a dispozicí interiéru. Orientace v prostoru by měla být snadná, k tomu je potřeba zajistit přehlednou dispozici. Barevnost interiéru neovlivňuje jen psychiku člověka, ale i jeho fyziologické pochody. Teplé barvy navádějí člověka k činnosti, navozují chuť k jídlu, zrychlují metabolismus (zvyšují tlak, puls, nervovou činnost). Studené barvy naopak uklidňují a podporují soustředění.

2.3 OPTIMALIZACE VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ

Parametry vnitřního prostředí lze ovlivňovat již od samotného počátku návrhu objektu. Předpokladem pro vytvoření optimálního vnitřního prostředí je dodržení obecně stanovených pravidel zajišťujících takové vnitřní prostředí, aby v obyvateli vyvolalo celkový pocit pohody. Ideální vnitřní prostředí si člověk neuvědomuje, nemá důvod ho vnímat.

Optimální větrání interiéru by mělo být krátké a intenzivní. Rychlost vzduchu v pobytové zóně vnitřního prostoru by se při teplotě vzduchu do 26 °C měla pohybovat mezi 0,15 a 0,2 m/s, v případě vyšší teploty vzduchu je možná průměrná rychlost proudění vzduchu až 0,3 m/s.

V objektu je třeba přijmout taková opatření, aby koncentrace CO₂ ve vnitřním vzduchu pobytových místností nepřekročila 0,1 %.

Z hlediska vytápění v chladném období je třeba pokrýt tepelné ztráty objektu. V interiéru nesmí vznikat průvan, dodávané teplo do jednotlivých místností musí být možné individuálně regulovat, v neposlední řadě je třeba zajistit i zdroje sálavého tepla. Otopná tělesa se umisťují do nejchladnějších míst místnosti (pod okno), aby bránila pronikání chladu dále do prostoru. Teplý vzduch sloužící k vytápění objektu se zpravidla přivádí pod stropem a směřuje k podlaze. Teplota vnitřního vzduchu by měla být vyšší než střední teplota vyzařující z konstrukcí ohraničující daný prostor.

Relativní vlhkost vzduchu by se ideálně měla pohybovat mezi 40 a 60 %. Snížení relativní vlhkosti vzduchu na limitní hodnotu 30 % je zpravidla následkem přetápění interiéru, kterému musí být zabráněno. Ke snížení přebytečné vlhkosti vzduchu zpravidla stačí zajistit dostatečné větrání.

V teplém období je třeba interiér chladit do té míry, aby byla zajištěna tepelně-vlhkostní pohoda vnitřního prostředí. Stejně jako v případě vytápění nesmí v interiéru vznikat průvan a musí být možné chlazení individuálně regulovat. Zdroj chladu se umisťuje do bezprostřední blízkosti zdroje tepla, aby vníkaní tepla do prostoru co nejvíce omezil a snížil jeho nepříznivý vliv na pohodu vnitřního prostředí. Podobně jako u otopných těles se tedy zdroj chladu umisťuje pod okno. Je-li chladicí výkon do místnosti dodáván pomocí vzduchu, je vhodné vést chladný vzduch zdola nahoru.

Je vhodné používat konstrukční materiály a materiály zařízení objektů, které neuvolňují žádné odérové látky, případně volit ty, které jich uvolňují minimum. Dále je třeba eliminovat šíření oděrů po objektu pomocí větrání, přívodem dostatečného množství čerstvého venkovního vzduchu.

3 POŽADAVKY NA VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ ZÁKLADNÍCH ŠKOL

Požadavky na vnitřní prostředí jsou z důvodu zachování zdraví lidí zdržujících se uvnitř budov stanoveny legislativou České republiky. Požadovaná kvalita vnitřního prostředí se zajišťuje dodržením limitních hodnot fyzikálních, chemických i biologických ukazatelů vnitřního prostředí. Základním principem, jak je možné předepsané limity dodržet, je dostatečné větrání objektu. Základní hygienické požadavky obecně vychází z následujících zákonů:

- Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) v platném znění.
- Zákon č. 20/1966 Sb., o zdraví lidu, ve znění pozdějších předpisů – především zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, ve znění pozdějších předpisů.
- Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce v platném znění.
- Zákon č. 309/2006 Sb., o zajištění podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. [8]

Konkrétněji jsou požadavky na vnitřní prostředí stanoveny v jednotlivých nařízeních vlády a vyhláškách. Přestože jsou v legislativě podrobně řešeny jednotlivé typy prostorů (pracovní, stravovací, školské, pobytové), nejsou pro ně vždy stanovené veškeré limity potřebné ke kompletnímu zajištění kvality vnitřního prostředí.

Požadavky na vnitřní prostředí školských zařízení upravuje vyhláška č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých se změnami ve vyhláškách č. 343/2009 Sb. a č. 465/2016 Sb. Ve vyhlášce č. 410/2005 Sb. jsou stanoveny limitní hodnoty pro teplotu, relativní vlhkost, rychlost proudění vzduchu, osvětlení a větrání. Vyhláška také rozlišuje požadavky na zařízení pro výchovu a vzdělávání podle typu zařízení – zařízení určená pro pobyt a hry dětí předškolního věku, zařízení poskytující základní vzdělání a zařízení poskytující střední vzdělání.

Vyhláška č. 410/2005 Sb. bohužel nestanovuje maximální koncentraci CO₂ ve vnitřním vzduchu. Tu lze však dohledat ve vyhlášce č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby. V ní je možné nalézt i další požadavky na budovy školy.

3.1 POŽADAVKY NA VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ ŠKOLSKÝCH ZAŘÍZENÍ POSKYTUJÍCÍCH ZÁKLADNÍ VZDĚLÁNÍ DLE VYHLÁŠKY Č. 410/2005 SB.

3.1.1 ZÁKLADNÍ PROSTOROVÉ POŽADAVKY

Vyhláška stanovuje povinnost vzdělávacího zařízení mít k dispozici zpevněnou a travnatou plochu, kterou bude možné využívat žáky během přestávek, a také plochu pro tělovýchovu a sport. Pozemky musí být oploceny. Také upravuje požadavky na rostliny a dřeviny na daných pozemcích. [4]

Minimální velikost učeben se odvíjí od požadované plochy potřebné na 1 žáka, která je stanovena na 1,65 m², ve speciálních učebnách (počítačové, jazykové, laboratoře) jsou to 2 m² na žáka. [4]

Nášlapná vrstva podlahy ve výukových prostorech by měla být matná a světlá.

Školská zařízení musí být vybavena šatnami, pro jednoho žáka je třeba zajistit podlahovou plochu minimálně 0,25 m². [4]

Nábytek (stoly a židle) musí odpovídat různé výšce žáků a je třeba, aby podporoval správné držení těla dětí při práci v sedě. Povrch stolů má být matný a minimální vzdálenost prvních lavic od tabule jsou 2 m. [4]

3.1.2 ZÁKLADNÍ POŽADAVKY NA HYGIENICKÁ ZAŘÍZENÍ

Hygienické prostory (záchody a umývárny) musí být větrané a osvětlené a je třeba je zřizovat odděleně podle pohlaví. V předsíňkách záchodů se zřizuje 1 umyvadlo s tekoucí pitnou studenou a teplou vodou na 20 dětí. Dále je počet hygienických zařízení stanoven následovně, 1 záchod na 20 dívek, případně 1 pisoár na 20 chlapců, 1 záchod na 80 chlapců a 1 hygienická kabinka na 80 dívek. [4]

Výukové prostory musí být vybaveny alespoň jedním umyvadlem s přívodem studené pitné vody. Pokud je do učebny zavedena teplá voda, její teplota u výtoku nesmí přesáhnout teploty 45 °C. Ve výtvarných učebnách musí být osazen dřez s přívodem studené a teplé vody. [4]

3.1.3 ZÁKLADNÍ POŽADAVKY NA OSVĚTLENÍ

Denní osvětlení vnitřních prostor určených pro vzdělávání musí splňovat normové požadavky. Žáci nesmí být oslňováni denní světlem, ani si nesmí stínit. Zpravidla se upřednostňuje denní osvětlení přiváděné do prostoru zleva a shora. Je třeba zamezit zrcadlení svítidel na tabuli. [4]

3.1.4 ZÁKLADNÍ POŽADAVKY NA VĚTRÁNÍ A VNITŘNÍ MIKROKLIMA

Povrchová teplota obvodových stěn zevnitř objektu nemá být příliš odlišná od teploty vnitřního vzduchu a teplotní rozdíl mezi teplotou v úrovni kotníků a teplotou v úrovni hlavy nesmí překročit 3 °C. Všechny pobytové prostory vzdělávacích zařízení musí být možné větrat přímo, v případě, že není možné větrat prostory venkovní čerstvým vzduchem z důvodu velkého množství škodlivin, je třeba vnitřní prostory větrat nuceně pomocí vzduchotechnického zařízení. Je-li větrání pobytových prostor řešeno jako přirozené a objekt je vybaven těsnými okny, musí být k větrání použita mikroventilace nebo větrací štěrby. Rychlost proudění vzduchu by se měla pohybovat mezi 0,1 a 0,2 m/s. [4]

Požadavky na větrání škol a požadované parametry mikroklimatu v budovách škol jsou stanoveny následujícími tabulkami z přílohy č. 3 vyhlášky č. 410/2005 Sb.

Typ prostoru	Množství vzduchu [m ³ .hod ⁻¹]
Učebny	20-30 na 1 žáka
Tělocvičny	20-90 na 1 žáka*
Šatny	20 na 1 žáka
Umývárny	30 na 1 umyvadlo
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

Tabulka 1: Množství přiváděného čerstvého vzduchu v učebnách, tělocvičnách, šatnách a hygienických zařízeních v zařízeních pro výchovu a vzdělávání a provozovnách pro výchovu a vzdělávání [4]

Typ prostoru	Výsledná teplota			Rychlost proudění v _a [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	0,1-0,2	30-65
Šatny	20	22 ±2	28	0,1-0,2	30-65
Sprchy	24	-	-	-	-
Záchody	18	-	-	0,1-0,2	30-65
Chodby	18			0,1-0,2	30-65

Tabulka 2: Průměrné hodnoty výsledných teplot, rychlostí proudění a relativní vlhkosti vzduchu [4]

3.2 POŽADAVKY NA STAVBY ŠKOL DLE VYHLÁŠKY Č. 268/2009 SB.

3.2.1 ZÁKLADNÍ POŽADAVKY NA VĚTRÁNÍ POBYTOVÝCH MÍSTNOSTÍ

Vyhláška č. 268/2009 Sb. definuje pobytovou místnost jako takový vnitřní prostor, který umožňuje dlouhodobý pobyt lidí, proto je možné učebny chápat jako pobytové místnosti. V nich vyhláška stanovuje maximální koncentraci CO₂ ve vnitřním vzduchu na 1500 ppm. Větrání by mělo dosahovat intenzity minimálně 0,5 h⁻¹, nebo by mělo být přiváděno nejméně 25 m³/h čerstvého venkovního vzduchu na osobu při pobytu osob v místnosti. [6]

3.2.2 ZVLÁŠTNÍ POŽADAVKY NA STAVBY ŠKOL

Nejmenší světlá výška je vyhláškou stanovena na 3300 mm u základních škol, která může být snížena na 3000 mm při zachování podmínek na osvětlení a minimálního objemu vzduchu 5,3 m³ na žáka. [6]

Minimální světlá šířka chodby se odvíjí od toho, jsou-li třídy umístěny po obou, nebo po jedné straně chodby. V případě, že jsou třídy po obou stranách chodby, je stanovena na 3000 mm, pokud jsou třídy pouze na jedné straně, je možné snížení světlé šířky až na 2200 mm. Pokud se však jedná o hlavní komunikaci v objektu, musí být dodržena šířka alespoň 3000 mm. [6]

Dveře do učeben musí mít šířku minimálně 900 mm. Objekt nesmí být vybaven dveřmi kývavými nebo turniketovými. [6]

3.3 HYGIENICKÉ POŽADAVKY NA PRACOVÍŠTĚ DLE NAŘÍZENÍ VLÁDY Č. 361/2007 SB.

Do parametrů potřebných pro vhodný návrh větrání škol je třeba také zahrnout požadavky vztahující se na vyučující, pro které jsou učebny trvalým pracovištěm. Požadavky na ochranu zdraví při práci jsou stanoveny v nařízení vlády č. 361/2007 Sb. a jeho pozdějšími změnami (68/2010 Sb., 93/2012 Sb., 9/2013 Sb. a 32/2016 Sb.).

Práci učitele na základní škole je podle výše zmíněného nařízení vlády možné podle průměrného energetického výdeje zařadit do třídy práce IIa, kam spadá například i práce pokladní. Pro tuto třídu práce je požadováno minimálně 25 m³/h venkovního vzduchu na zaměstnance na pracovišti bez přítomnosti zdrojů znečištění (chemické látky, prach a jiné), nebo 50 m³/h na osobu na pracovišti, kde se vyskytuje znečištění. [5]

3.4 DOPORUČENÍ VYPLÝVAJÍCÍ Z METODICKÉHO POKYNU PRO NÁVRH VĚTRÁNÍ ŠKOL

V rámci Operačního programu Životní prostředí zašitovaného Ministerstvem životního prostředí České republiky byl v roce 2015 vydán, a následující rok aktualizován, metodický pokyn pro návrh větrání škol. Dokument má sloužit především projektantům ke správnému návrhu větrání školních budov. Jednou z priorit tohoto programu, díky které vznikl daný metodický pokyn, je snižování energetické náročnosti veřejných budov, to vede v první řadě ke zlepšení tepelně technických vlastností pláště budovy. Se zajištěním tepelné ochrany budovy je nutné navrhnout i vhodný způsob větrání objektu, aby byly zajištěny hygienické a provozní požadavky vyplývající z vyhlášky č. 410/2005 Sb. Splnění těchto požadavků je vždy upřednostňováno před možnou energetickou úsporou budovy. [10]

3.4.1 VĚTRÁNÍ UČEBEN

Množství přiváděného čerstvého vzduchu do učeben stanovené vyhláškou č. 410/2005 Sb. je možné snížit vzhledem k věku dětí, které budou v daném prostoru pobývat podle následující tabulky. [10]

Množství venkovního vzduchu [m ³ /h.žáka]			
3 - 6 let	6 - 10 let	10 - 15 let	15 - 18 let
Školka	1.stupeň ZŠ	2. stupeň ZŠ	SŠ
10	12	18	20

Tabulka 3: Minimální množství venkovního vzduchu [10]

Větrací systém v učebnách by měl umožňovat regulaci průtoku venkovního vzduchu, primárně podle koncentrace CO₂. V zimním období je třeba přiváděný větrací vzduch ohřívat tak, aby byla zajištěna požadovaná teplota ve vnitřním prostředí. V letním a přechodném období je nutné z prostoru odvádět tepelnou zátěž. To je možné zajistit otevřením oken. [10]

3.4.2 VĚTRÁNÍ DALŠÍCH PROSTORŮ ŠKOLY

Zázemí sloužící vyučujícím jako je sborovna nebo jednotlivé kabinety se nepovažují za trvalé pracoviště, je tedy možné je větrat pomocí provětrávání (přirozeně oknem). [10]

Pro větrání hygienického zázemí školy (toalety, umývárny) se upřednostňuje podtlakové nárazové nebo časové větrání. [10]

4 ZDROJE

4.1 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. Vnitřní prostředí budov: stavební kniha. Brno: Expo Data ve spolupráci s Českou komorou autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě a se Svazem podnikatelů ve stavebnictví v ČR, 2001. ISBN 80-7293-023-0.
2. PAPEŽ, Karel. Energetické a ekologické systémy budov 2: vzduchotechnika, chlazení, elektroinstalace a osvětlení. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007. ISBN 978-80-01-03622-8.
3. JOKL, Miloslav. Zdravé obytné a pracovní prostředí. 1. vyd. Praha: Academia, 2002. ISBN 80-200-0928-0.
4. Vyhláška č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých (změny: 343/2009 Sb., 465/2016 Sb.).
5. Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci (změny: 68/2010 Sb., 93/2012 Sb., 9/2013 Sb., 32/2016 Sb.).
6. Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby.

4.2 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

7. Feng Shui Bydlení [online]. Mangoinvest, s.r.o. [cit. 2017-03-10]. Dostupné z: <http://feng.shui.cz/>
8. MATHAUSEROVÁ, Zuzana. Hygienické požadavky na vnitřní prostředí staveb. In: TZB-info [online]. Topinfo s.r.o., © 2001-2017. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/9595-hygienicke-pozadavky-na-vnitri-prostredi-staveb>
9. Energetická agentura Zlínského kraje, o.p.s. Mikroklima ve školních budovách. In: Energetická agentura Zlínského kraje, o.p.s. [online]. Energetická agentura, © 2017. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <http://www.eazk.cz/wp-content/gallery/Mikroklima-skoly.pdf>
10. Operační program Životní prostředí. Metodický pokyn pro návrh větrání škol. In: Operační program Životní prostředí [online]. Státní fond životního prostředí, 2015. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <http://www.opzp.cz/dokumenty/274-metodicky-pokyn-pro-navrh-vetrani-skol?verze=1>
11. KABRHEL, Michal. Požadavky na provoz budov a kvalita prostředí, hygiena prostředí. In: BIOM [online]. CZ Biom – České sdružení pro biomasu, © 2001-2009. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <http://biom.cz/upload/6e01d6d4c4835ec93cda508772f3bf6e/07-legislativa.pdf>
12. RUBINOVA, Olga a Aleš Rubin. Vnitřní prostředí budov a tepelná pohoda člověka. In: TZB-info [online]. Topinfo s.r.o., © 2001-2017. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/2650-vnitri-prostredi-budov-a-tepelna-pohoda-cloveka>

13. KABELE, Karel, Zuzana VEVERKOVÁ a Pavla DVOŘÁKOVÁ. Vnitřní prostředí budov. In: ASB-portal [online]. JAGA GROUP, s.r.o. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/tzb/vetrani-a-klimatizace/vnitri-prostredi-budov>
14. MATHAUSEROVÁ, Zuzana. Význam větrání v budovách. Česká komora lehkých obvodových plášťů [online]. ČKLOP, © 2012-2015. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: http://www.cklop.cz/2014/02/Mathauserova_Vyznam_vetrani.pdf
15. ZIKÁN, Zdeněk. Větrání a kvalita vnitřního prostředí v českých školách. In: ASB-portal [online]. JAGA GROUP, s.r.o. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/tzb/vetrani-a-klimatizace/vetrani-akvalita-vnitriho-prostredi-vceskych-skolach>
16. JOKL, Miloslav. Teorie vnitřního prostředí budov [online]. Praha: Skripta ČVUT v Praze, 2011. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: https://ib.cvut.cz/sites/default/files/Studijni_materialy/TVPB/Teorie_vnitriho_prostredi.pdf
17. BLAŽKOVÁ, Klára. Teorie vnitřního prostředí. Brno, 2013. Diplomová práce. VUT v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Dostupné z: <https://dspace.vutbr.cz/handle/11012/29962>
18. MATHAUSEROVÁ, Zuzana. Požadavky na kvalitu vnitřního prostředí budov – mikroklimatické podmínky a větrání. In: TZB-info [online]. Topinfo s.r.o., © 2001-2017. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-vetrani-klimatizace/5593-pozadavky-na-kvalitu-vnitriho-prostredi-budov-mikroklimaticke-podminky-a-vetrani>
19. MATHAUSEROVÁ, Zuzana. Mikroklima a vzduchotechnika ve školách. In: Státní zdravotní ústav [online]. Státní zdravotní ústav, © 2015. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/documents/czsp/Konzultacni_den_hygieny_deti_a_mladistvych_2014/MKL_ve_skolach.pdf
20. KABELE, Karel. Úvod do teorie vnitřního prostředí budov. In: Katedra technických zařízení budov K11125 [online]. ČVUT v Praze, 2016. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/files/vyuka/125vpva/prednasky/125vpva-03.pdf>
21. DVOŘÁKOVÁ, Pavla. Kvalita vzduchu 1. In: Katedra technických zařízení budov K11125 [online]. ČVUT v Praze, 2016. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/files/vyuka/125vpva/prednasky/125vpva-05.pdf>
22. DVOŘÁKOVÁ, Pavla. Kvalita vzduchu 2. In: Katedra technických zařízení budov K11125 [online]. ČVUT v Praze, 2016. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/files/vyuka/125vpva/prednasky/125vpva-07.pdf>
23. DVOŘÁKOVÁ, Pavla. Světelné mikroklima. In: Katedra technických zařízení budov K11125 [online]. ČVUT v Praze, 2016. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/files/vyuka/125vpva/prednasky/125vpva-09.pdf>
24. KABRHELOVÁ, Hana. Elektrostatické, elektroiontové a elektromagnetické mikroklima. In: Katedra technických zařízení budov K11125 [online]. ČVUT v Praze, 2016. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/files/vyuka/125vpva/prednasky/125vpva-13.pdf>

25. VEVERKOVÁ, Zuzana. Psychické mikroklima. In: Katedra technických zařízení budov K11125 [online]. ČVUT v Praze, 2016. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/files/vyuka/125vpva/prednasky/125vpva-15.pdf>