

# ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



## VĚTRÁNÍ ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Vypracoval:**

**Bc. Anastasiia Koltakova**

**Vedoucí práce:**

**prof. Ing. Karel Kabele, CSc.**

**2019/2020**



### **Prohlášení**

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

V Praze dne .....

\_\_\_\_\_  
Bc. Anastasiia Koltakova

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala vedoucímu mé diplomové práce prof. Ing. Karlu Kabelemu, CSc., za odborné vedení, příjemný přístup a cenné rady při zpracování této práce. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat rodičům za podporu ve studiu.

## OBSAH

### I. TEORETICKÁ ČÁST - POŽADAVKY NA VĚTRÁNÍ KANCELÁŘÍ

|  |    |
|--|----|
| 1. ÚVOD .....                                      | 7  |
| 2. POŽADAVKY NA KVALITU PRACOVNÍHO PROSTŘEDÍ ..... | 8  |
| 3. POŽADAVKY NA VĚTRÁNÍ V KANCELÁŘÍ .....          | 9  |
| 4. STANDARDY .....                                 | 10 |
| 5. ZÁVĚR .....                                     | 14 |
| 6. POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE INFORMACÍ .....     | 15 |
| 7. SEZNAM TABULEK .....                            | 16 |

## **Anotace**

Předmětem této diplomové práce se zabývá návrhem větrání konkrétní administrativní budovy. Výstupem projektové části je návrh systému vzduchotechniky včetně distribuce vzduchu. Projektová dokumentace je zpracována na úrovni rozšířené dokumentace pro vydání stavebního povolení. Součástí projektové dokumentace jsou technická zpráva, výpočet průtoku vzduchu a půdorysy. Pro vybrané zařízení navíc jsou vypracovány řezy vzduchotechnickou jednotkou, výkaz výměr, výpočty tepelných ztrát a tepelných zisků klimatizovaných prostorů. V teoretické části jsou rozebrány požadavky na větrání v kancelářích a srovnání v různých zemích.

## **Klíčová slova**

Administrativní budova, indukční jednotky, projekt vzduchotechniky

## **Annotation**

The subject of this thesis deals with the design of ventilation of a particular office building. The output of the project part is the design of the ventilation system including air distribution. Project documentation is elaborated on the level of extended documentation for building permit. The project documentation includes a technical report, air flow calculation and design of floors. For the selected unit there are respectively prepared sections of the air unit, specification of elements, calculations of heat losses and heat gains of air-conditioned rooms. In the theoretical part, requirements for ventilation system in offices are discussed and compared between different countries.

## **Key words**

Office building, induction units, project of a ventilation system

## 1. ÚVOD

Vdechují to lidé, všechny druhy zvířat, rostliny absorbují své tkáně a dokonce i obyvatelé pod vodou nějakým způsobem absorbují vzduch rozpuštěný ve vodě. Nepochybně skutečnost je, že bez vzduchu může člověk žít řádově méně času než bez světla, jídla nebo vody. Důležitou rolí pro lidský život hraje nejen přítomnost vzduchu, jeho množství, ale také jeho kvalitativní složení, s určitým podílem kyslíku, dusíku a dalších prvků, vodní páry. Skoro každý člověk stráví asi 90% svého času v interiéru. Odsud je velmi důležité, aby vzduch, který dýchá, byl čistý a svěží, bez škodlivin, bakterií a prachových částic.

V průběhu svého života člověk vdechuje plícemi vzduch, který absorbuje kyslík a další prvky a vydechuje ho již jinými sloučeninami, kde převládá oxid uhličitý. Průměrný dospělý člověk spotřebuje 8 litrů vzduchu za minutu při nízké fyzické aktivitě a vydechuje vzduch s obsahem 4 % CO<sub>2</sub>. Kromě toho může lidské tělo uvolňovat teplo, vlhkost v určitém množství a další plyny, pára, prach, kouř, různé aerosoly a pachy mohou být také produkty různých typů své činnosti. Také je nutné vzít v úvahu uvolňování ze stavebních konstrukcí, jako jsou formaldehydy, styreny a odpary z nátěrů. S určitou těsností místnosti se koncentrace všech výše uvedených škodlivin ve vzduchu zvyšuje a může dosáhnout hodnoty škodlivé nebo dokonce nebezpečné pro zdraví lidí v ní. Kromě toho, zvýšená koncentrace páry ve vzduchu, tj. jeho relativní vlhkost vede ke kondenzaci na oknech, svazích a dokonce i na stěnách a v důsledku toho k vývoji různých škodlivých bakterií a hub. [1]

Aby se škodlivé látky a vlhkost ve vzduchu rozpustily na přijatelnou koncentraci, je rovněž potřebujeme větrání - přívod čerstvého vzduchu do místnosti, který nahradí odstraněný kontaminovaný. Ve skutečnosti větrání místnosti je proces nahrazení odpadního vzduchu v něm čerstvým vzduchem z ulice.

V poslední době dostatečné množství vzduchu se dá zajistit jenom nuceným větráním. Současná praxe, kdy se do nových a rekonstruovaných objektů instalují těsná okna, neumožňuje použít k přívodu vzduchu infiltrací – okenní spáry. Čím se snižuje tepelnou ztrátu objektu, ale rostou požadavky na kvalitu vzduchu interiéru.

Tři základní důvody pro větrání:

- Zajistit čerstvý všem obyvatelům;
- Ředit a odvést škodliviny;
- Zajistit vytápění a/nebo chlazení, případně pasivní chlazení; [1]

Pohoda prostředí je ovlivněná především příjemným ovzduším a dalšími faktory. Kvalita pracovní schopnosti a zdraví člověka je přímo závislé na kvalitě ovzduší. V místech s nepříjemným ovzduším se hůře pracuje, nelze se soustředit na úkolech ani odpočívat. Odsud je velmi důležité zajistit kvalitní prostředí v kancelářích.[2]

## 2. POŽADAVKY NA KVALITU PRACOVNÍHO PROSTŘEDÍ

Základní faktory ovlivňující kvalitu vnitřního prostředí a spokojenost lidí, které se dá zlepšit větráním, jsou:

- teplotou vnitřního vzduchu;
- vlhkostí;
- obsah škodlivin (nejvíc CO<sub>2</sub>, vodní pára, pachy, prachové částice atd.);
- rychlostí proudění vnitřního vzduchu;

Operativní teplota  $t_o$  (°C) je tedy údaj, který je nezbytný ke stanovení podmínek tepelné pohody vyjádřených procentem nespokojených (PPD) s daným stavem tepelného prostředí charakterizovaným stupnicí tepelných pocitů (PMV), kde:

- PMV (Predicted Mean Vote) - předpokládaná průměrná volba=průměrný tepelný pocit člověka;
- PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied) - předpokládané procento nespokojených. [10]

Dle ukazatelů PMV a PPD se dá stanovit tepelný komfort vnitřního prostředí. Kvalitu vnitřního prostředí je přímo závislá na tepelném komfortu obyvatel.

Operativní teplota je počítána z výsledné teploty, teploty vzduchu a rychlosti proudění vzduchu pro jednotlivé pracovní činnosti, tj. pro jednotlivé třídy práce charakterizované energetickým výdejem zaměstnance (M) vyjádřeným v brutto hodnotách a ztrátou tekutin za osmihodinovou směnu. [6]

V tabulce č. 1 jsou uvedeny limitní hodnoty teplot pro jednotlivé třídy práce, při překročení kterých dojde k ohrožení zdraví zaměstnance.

*Tabulka 1 Celoročně a celosměnově přípustné mikroklimatické podmínky pro jednovrstvý až třívrstvý oděv. Operativní teplota je stanovena pro relativní vlhkost vzduchu 60 % - podle NV č. 361/2007 Sb. [6]*

| Třída práce | Ener.výdej M [W.m <sup>-2</sup> ] | Operativní teplota $t_o$ [°C] |           |           | Rych. proud. $v_a$ [m.s <sup>-1</sup> ] | Rel.vlhkost rh [%] |
|-------------|-----------------------------------|-------------------------------|-----------|-----------|---|--------------------|
|             |                                   | $t_o$ min                     | $t_o$ opt | $t_o$ max |   |                    |
| I           | ≤ 80                              | 20                            | 22 ± 2    | 28        | 0,1 až 0,2                              | 30 až 70           |
| IIa         | 81 až 105                         | 18                            | 20 ± 2    | 27        | 0,1 až 0,2                              |                    |
| IIb         | 106 až 130                        | 14                            | 16 ± 2    | 26        | 0,2 až 0,3                              |                    |
| IIIa        | 131 až 160                        | 10                            | 12 ± 2    | 26        | 0,2 až 0,3                              |                    |
| IIIb        | 161 až 200                        | 10                            | 12 ± 2    | 26        | 0,2 až 0,3                              |                    |



Optimální relativní vlhkost vzduchu je 40 až 60%, aby vzduch nebyl příliš suchý nebo vlhký, a rychlost proudění vzduchu v pobytové zóně je 0,1 až 0,25 m/s v závislosti na teplotě vzduchu pro komfort obyvatel.

Koncentrace znečišťujících látek ve vnitřním ovzduší je ovlivněna úrovní znečištění venkovního vzduchu, vnitřními zdroji, směnným kurzem mezi vnitřním a venkovním vzduchem, charakteristikami a vybavením budov. Koncentrace znečišťujících látek v ovzduší se liší v závislosti na lokalitě, ročním období a denní době. Důležitými zdroji chemických látek znečišťujících ovzduší v interiéru jsou vnější vzduch, lidské tělo a lidská činnost, emise ze stavebních materiálů, nábytku a domácích spotřebičů a další faktory. Mikrobiologická kontaminace je vysoce závislá na vlhkosti. Níže v tabulce jsou uvedeny limitní hodnoty emisí škodlivin pro pobytové místnosti staveb.[5]

Tabulka 2 Limitní hodinové koncentrace chemických ukazatelů a prachu dle vyhlášky č. 6/2003 Sb.

| Ukazatelé                                  | jednotka                          | limit <sup>4)</sup> |
|--|-----------------------------------|---------------------|
| oxid dusičitý                              | $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$   | 100                 |
| frakce prachu PM10 <sup>1)</sup>           | $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$   | 150                 |
| frakce prachu PM2,5 <sup>2)</sup>          | $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$   | 80                  |
| oxid uhelnatý                              | $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$   | 5000                |
| ozón                                       | $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$   | 100                 |
| azbestová a minerální vlákna <sup>3)</sup> | počet vláken $\cdot\text{m}^{-3}$ | 1000                |
| amoniak                                    | $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$   | 200                 |
| benzen                                     | $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$   | 7                   |
| toluen                                     | $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$   | 300                 |
| suma xylenů                                | $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$   | 200                 |
| styren                                     | $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$   | 40                  |
| etylbenzen                                 | $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$   | 200                 |
| formaldehyd                                | $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$   | 60                  |
| trichloretylen                             | $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$   | 150                 |
| tetrachloretylen                           | $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$   | 150                 |

### 3. POŽADAVKY NA VĚTRÁNÍ V KANCELÁŘÍ

Podle vyhlášky č. 268/2009 Sb., kterou se stanoví technické požadavky na stavby:

- Pobytové místnosti musí mít zajištěno dostatečné přirozené nebo nucené větrání a musí být dostatečně vytápěny s možností regulace vnitřní teploty.

- Pro větrání obytných místností musí být zajištěno v době pobytu osob minimální množství vyměňovaného venkovního vzduchu **25 m<sup>3</sup> /h** na osobu, nebo minimální intenzita větrání **0,5 1/h**.
- Jako ukazatel kvality vnitřního prostředí slouží oxid uhličitý CO<sub>2</sub> , jehož koncentrace ve vnitřním vzduchu nesmí překročit hodnotu **1 500 ppm**. [3]

Musíme však pochopit, zda je toto množství vzduchu dostatečné pro větrání kanceláří, aby zjistit pro každého zaměstnance kvalitní prostředí.

Podle nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, minimální množství venkovního vzduchu přiváděného na pracoviště musí být:

- **25 m<sup>3</sup>/h** na jednoho zaměstnance vykonávajícího práci zařazenou do třídy I nebo IIa na pracovišti bez přítomnosti chemických látek, prachů nebo jiných zdrojů znečištění,
- **50 m<sup>3</sup>/h** na jednoho zaměstnance vykonávajícího práci zařazenou do třídy I nebo IIa na pracovišti s přítomností chemických látek, prachů nebo jiných zdrojů znečištění,
- **70 m<sup>3</sup>/h** na jednoho zaměstnance vykonávajícího práci zařazenou do tříd IIb, IIIa nebo IIIb,
- **90 m<sup>3</sup>/h** na jednoho zaměstnance vykonávajícího práci zařazenou do tříd IVa, IVb nebo V. [4]

Práce v kancelářích patří do I třídy práce s minimální celotělovou pohybovou aktivitou. Což znamená, že máme uvažovat 25 m<sup>3</sup>/h až 50 m<sup>3</sup>/h na zaměstnance vzhledem k množství chemických látek, prachů nebo jiných zdrojů znečištění.

## 4. STANDARDY

Normy:

- EN 15251 je norma o vstupních parametrech vnitřního prostředí pro návrh a posouzení energetické náročnosti budov s ohledem na kvalitu vnitřního vzduchu, tepelného prostředí, osvětlení a akustiky. To je evropská norma, která platí pro členy CEN (Evropský výbor pro normalizaci). Členy CEN jsou národní normalizační orgány Belgie, Bulharska, České republiky, Dánska, Estonska, Finska, Francie, Chorvatska, Irska, Islandu, Itálie, Kypru, Litvy, Lotyšska, Lucemburska, Maďarska, Maltu, Německa, Nizozemska, Norska, Polska, Portugalska, Rakouska, Rumunska, Řecka, Slovenska, Slovinska, Spojeného království, Španělska, Švédska a Švýcarska. [7]
- ANSI / ASHRAE Standard 62.1-2019 je americká norma o větrání pro přijatelnou kvalitu vnitřního ovzduší, specifikuje minimální míru větrání a další opatření pro nové a stávající budovy, které mají poskytovat IAQ,

jsou přijatelné pro lidské obyvatele a minimalizují nepříznivé účinky na zdraví. [8]

- СП 60.13330.2016 je ruská norma o vytápění, větrání a klimatizace. [9]

Celé skupiny odborníků tvrdě pracují na kvalitě vnitřního ovzduší v Evropě a USA, ale žádný standard je dokonalý. EN 15251 je obecně uznávaný standard v evropských zemích, v USA je analogem ASHRAE 62.1. Tyto standardy při určování množství minimálního venkovního vzduchu berou v úvahu otázky zdraví a pohodlného pobytu v budově a také počet lidí a přítomnost vnitřních zdrojů znečištění.

V normě EN 15251 jsou tři kategorie kvality vnitřního prostředí, přičemž v každé kategorii bude určité procento návštěvníků, kteří budou vnímat kvalitu vnitřního ovzduší jako neuspokojivou.

*Tabulka 3 Kategorie vnitřního prostředí [7]*

|     |  |
|-----|--|
| I   | Vysoká úroveň očekávání a doporučuje se pro prostory užívané velmi senzitivními uživateli se speciálními požadavky, jako jsou tělesně postižení, nemocní, velmi malé děti a starší lidé. |
| II  | Normální úroveň očekávání a má být použita pro nové a rekonstruované budovy.   |
| III | Přípustná, průměrná úroveň očekávání a může být použita pro stávající budovy.  |
| IV  | Hodnoty parametrů mimo kritérií předtím zmíněných kategorií. Tato kategorie je přípustná pouze omezenou část roku.   |

Pro standardní kancelář bez zvláštních požadavků na kvalitu prostředí je dostatečná kategorie II. Pro porovnání minimálního množství vzduchu na pracovníka v dalších tabulkách se uvažuje kategorie II a velmi málo znečištěná budova.

*Tabulka 4 Minimální množství čerstvého vzduchu v kancelářích dle znečištění budovy a kategorie prostředí [7]*

| Znečištění ovzduší budovy         | Kategorie | Jednoduchá kancelář<br>[m <sup>3</sup> /h] | Kancelář s otevřenou dispozicí<br>[m <sup>3</sup> /h] |
|-----------------------------------|-----------|--|---|
| pro velmi málo znečištěnou budovu | I         | 54   | 65  |
|                                   | II        | 36   | 43  |
|                                   | III       | 22   | 27  |
| pro málo znečištěnou budovu       | I         | 72   | 92  |
|                                   | II        | 50   | 65  |
|                                   | III       | 29   | 38  |
| pro znečištěnou budovu            | I         | 108  | 146   |
|                                   | II        | 76   | 103   |
|                                   | III       | 43   | 59  |

Minimální průtok čerstvého vzduchu počítá dle normativní metody pro normy EN 15251 a ASHRAE 62.1. Na začátku je nutné stanovit minimální průtok vzduchu na osobu a pak minimální průtok vzduchu na metr čtvereční podlahové plochy. Tyto dvě

hodnoty sečtou. Množství vzduchu na osobu by měla asimilovat znečištění lidí (pachy a jiné biologické emise) a množství vzduchu na metr čtvereční podlahové plochy by měla asimilovat emise budovy, nábytku, systému HVAC atd.

Celkový průtok vzduchu potřebný pro dýchací zónu se stanoví podle následujícího vzorce:

$$V_{bz} = R_p P_z + R_a A_z,$$

kde  $A_z$  je plocha místnosti;

$P_z$  - počet lidí na jednotku plochy;

$R_p$  je požadovaný průtok čerstvého vzduchu na osobu;

$R_a$  - požadovaná dávka vzduchu na jednotku plochy místnosti. [8]

Podle nařízení vlády č. 361/2007 Sb. a СП 60.13330.2016 se stanoví jenom minimální průtok čerstvého vzduchu na osobu, který se může zvýšit v případě dalších požadavků místnosti.

V každé normě jsou uvedeny požadavky na minimální dávku čerstvého vzduchu na zaměstnance v kancelářích. Níže v tabulce jsou uvedeny porovnání množství čerstvého vzduchu, které jsou určeny dle odlišné plochy kanceláří pro jednoho zaměstnance.

Tabulka 5 Porovnání standardů dle množství čerstvého vzduchu na jednoho zaměstnance

| Standardy                                  |                     | Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. | СП 60.13330.2016               |                                  | Ansi/Ashrae Standard 62.1 - 2019 | EN 15251            |                                |
|--|---------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------|--------------------------------|
|  |                     |                                | s možností přirozeného větrání | bez možnosti přirozeného větrání |                                  | Jendoduchá kancelář | Kancelář s otevřenou dispozicí |
| Minimalní dávka čerstvého vzduchu na osobu | [m <sup>3</sup> /h] | 25-50                          | 40                             | 60                               | 30,6                             | 36                  | 43                             |
| Rychlost proudění vzduchu v pobytové zóně  | [m/s]               | 0,1-0,2                        | 0,2-0,3                        |                                  | 0,15-0,25                        |                     |                                |
| Plocha na 1 osobu                          | [m <sup>2</sup> ]   | 8                              | 6                              |                                  | 20                               | 10                  | 15                             |

Tabulka 6 Porovnání standardů dle množství čerstvého vzduchu vztážené na 8 m<sup>2</sup> pro jednoho zaměstnance

| Standardy                                  |                     | Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. | СП 60.13330.2016               |                                  | Ansi/Ashrae Standard 62.1 - 2019 | EN 15251            |
|--|---------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------|
|  |                     |                                | s možností přirozeného větrání | bez možnosti přirozeného větrání |                                  | Jendoduchá kancelář |
| Minimalní dávka čerstvého vzduchu na osobu | [m <sup>3</sup> /h] | 25-50                          | 40                             | 60                               | 18                               | 29                  |

Pro lepší porovnání minimálního množství vzduchu byly přepočítány celkové průtoky vzduchu dle podlahové plochy 8 m<sup>2</sup> pro jednoho zaměstnance. Výsledek je uveden v tabulce č. 6. Je vidět, že nejnižší požadavky na množství čerstvého vzduchu na zaměstnance je dle americké normy.

Hlavní rozdíly mezi normami EN15251 a ASHRAE 62.1:

- Pokud je v systému detekován únik vzduchu, musí být zvýšena intenzita větrání. Dle EN15251 tento bod nezohledňují, ale jasně se vyjadřuje v ASHRAE 62.1.
- EN 15251 neprobírá detailně čištění vzduchu, na rozdíl od ASHRAE 62.1. V dnešní době se stále více zajímá vývoj zařízení na čištění vzduchu. To může být přijatelný způsob, jak snížit spotřebu venkovního vzduchu, ušetřit energii a zároveň zajistit správnou kvalitu vzduchu v místnosti. To znamená, že dle ASHRAE 62.1 je menší potřeba množství vzduchu na zaměstnance.
- Dalším rozdílem je, že požadavky ASHRAE jsou minimální požadavky založené na přizpůsobených uživatelích prostředí, což znamená, že člověk si musí zvyknout na kvalitu ovzduší po dobu nejméně 15 minut, a EN15251 doporučení jsou pro nepřizpůsobené lidi. Takže dle ASHRAE jsou nižší požadavky na kvalitu prostředí. [7] [8]

Největší množství vzduchu na jednoho zaměstnance dle CΠ 60.13330.2016 je až 60 m<sup>3</sup>/h při neotevíratelných oknech. To je z důvodu toho, že nejsou definovány požadavky na stavební a dokončovací materiály na rozdíl od EN 15251 a také nejsou definovány přesně požadavky na kvalitu prostředí. Dalším důvodem většího množství vzduchu na zaměstnance je, že v případě však není optimální distribuce vzduchu v místnosti, v důsledku toho veškerý vzduch nedosahuje pracovního prostoru. Při dávce 60 m<sup>3</sup>/h vzali v úvahu ztráty způsobené špatnou distribucí vzduchu. [11]

## 5. ZÁVĚR

Množstvím vzduchu zajišťujeme především snížení obsahu škodlivin a odvod pachů, platí čím více, tím lépe. Ale musíme vzít v úvahu, že je závislost úspory energie a kvality vnitřního vzduchu porovnáním různých standardů. Velké množství přiváděného vzduchu souvisí s narůstající energetickou náročností (větší množství energie na ohřev / chlazení, větší ventilátory).

Také důležité zjistit, jaká je kvalita přiváděného vzduchu, jestli byla dostatečná filtrace vzduchu před přívodem do místnosti. Dalším faktorem je stavební materiály a nábytek, které jsou použity v budově.

Jaké jsou hlavní rozdíly v požadavcích na větrání v různých zemích?

Hlavní rozdíly jsou klimatické podmínky, rozdílná kvalita venkovního vzduchu (teplota, vlhkost, znečištění, rychlost proudění) a obálka budov. Například, v severních a jižních zemích nemohou být stejné požadavky na větrání.

Ve výše uvedených standardech jsou uvedeny pouze minimální požadavky na větrání v kancelářích. Pak je nutné zjistit, jestli hodnoty uvedené v normách jsou dostačující či vhodné pro všechny země stejně. Podle výše uvedených faktorů je vidět, že hodnoty pro každou zemi budou odlišné.

Jaké je optimální množství vzduchu na pracovníka? Dle legislativních požadavků je minimální množství 25 m<sup>3</sup>/h na osobu, ale z hlediska kvality prostředí je optimální 50 – 60 m<sup>3</sup>/h na osobu v kanceláři. Z důvodu hlavně úspory energie a dodržení příjemné kvality prostředí asi bude optimální 36m<sup>3</sup>/h na zaměstnance. Však tato hodnota se může lišit dle výše uvedených faktorů.

Správně navržené množství vzduchu na zaměstnance zajistí dobrou kvalitu prostředí, která ovlivní zdraví a pracovní schopnosti zaměstnanců, ale zároveň ušetří energii.

## 6. POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE INFORMACÍ

[1] Ing. Adamovský, Daniel, Ph.D. Úvod, kvalita vzduchu, principy větrání a klimatizace. [přednáška]. ČVUT FSV, katedra technických zařízení budov, 2019

[2] Doc. Ing. Zmrhal, Vladimír, Ph.D. Větrání rodinných a bytových domů. 2. vyd. Praha: Grada Publishing a.s, 2014. 96s. ISBN 978-80-247-4573-2

[3] Vyhláška č. 268/2009 Sb., kterou se stanoví technické požadavky na stavby

[4] Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci.

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

[6] Ing. Mathauserová, Zuzana, TZB-info. [online]. 27.4.2009 [20.12.2019] <https://vetrani.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-vetrani-klimatizace/5593-pozadavky-na-kvalitu-vnitriho-prostredi-budov-mikroklimaticke-podminky-a-vetrani>

[7] European Standard EN 15251, Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings- addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics

[8] ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2019, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality.

[9] СП 60.13330.2016, Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.,

[10] ČSN EN ISO 7730, Ergonomie tepelného prostředí - Analytické stanovení a interpretace tepelného komfortu pomocí výpočtu ukazatelů PMV a PPD a kritéria místního tepelného komfortu

[11] Вентиляция офисов, ИНТЕХ. [online]. [20.12.2019] <https://www.air-ventilation.ru/ventilyatsiya-i-konditsionirovanie-ofisov-klassa-a.htm>

## 7. SEZNAM TABULEK

|  |    |
|--|----|
| 1. Tabulka 1 Celoročně a celosměnově přípustné mikroklimatické podmínky pro jednovrstvý až třívrstvý oděv. Operativní teplota je stanovena pro relativní vlhkost vzduchu 60 % - podle NV č. 361/2007 Sb. [6] ..... | 8  |
| 2. Tabulka 2 Limitní hodinové koncentrace chemických ukazatelů a prachu dle vyhlášky č. 6/2003 Sb [5].....   | 9  |
| 3. Tabulka 3 Kategorie vnitřního prostředí [7] .....   | 11 |
| 4. Tabulka 4 Minimální množství čerstvého vzduchu v kancelářích dle znečištění budovy a kategorie prostředí [7] .....  | 11 |
| 5. Tabulka 5 Porovnání standardů dle množství čerstvého vzduchu na jednoho zaměstnance .....   | 12 |
| 6. Tabulka 6 Porovnání standardů dle množství čerstvého vzduchu vztažené na 8 m <sup>2</sup> pro jednoho zaměstnance .....   | 12 |