

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

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ ZÁZEMÍ AEROKLUBU

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vypracoval:

Lukáš Suchánek

Vedoucí práce:

Ing. Zuzana Veverková, Ph. D.

2018/2019



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Suchánek Jméno: Lukáš Osobní číslo: 423849
Zadávací katedra: K125 Katedra technických zařízení budov
Studijní program: (B3609) Stavitelství
Studijní obor: (3647R005) Realizace pozemních a inženýrských staveb

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Vytápění a větrání zázemí Aeroklubu

Název bakalářské práce anglicky: Heating and ventilation of Aeroclub facilities

Pokyny pro vypracování:

Studie problematiky vytápění a větrání zázemí Aeroklubu - kvalita vnitřního prostředí, požadavky, zákony, normy, technická řešení, varianty řešení daného objektu, výběr nejvhodnější varianty.

Zpracování projektu vybrané varianty:

- projekt vytápění – půdorysy, řezy, schéma zapojení zdroje tepla, tepelné ztráty, technická zpráva, nezbytné výpočty

-koncept větrání - koordinační půdorysy, výpočet průtoků, návrh VZT jednotky, technická zpráva

Seznam doporučené literatury:

Gebauer, G. - Vzduchotechnika budov

Gebauer, G., Horká, O., Rubinová, O. - Vzduchotechnika, Era, ISBN: 80-7366-027-X, 2005

prof. Ing. K.Kabele, CSc. a kol. : Energetické a ekologické systémy 1 - skripta ČVUT

Papež, Vyoralová, Marková, Garlík, Jokl: Energetické a ekologické systémy budov 2. - skripta ČVUT

ČSN EN 15665 Větrání budov

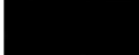
ČSN EN 13779 Větrání nebytových budov

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Zuzana Veverková

Datum zadání bakalářské práce: 23.10.2018 Termín odevzdání bakalářské práce: 14.1.2018

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku


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 nutné 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“.

24.10.2018

Datum převzetí zadání


Podpis studenta(ky)

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

V Praze 14. 1. 2019

.....
Lukáš Suchánek

Rád bych touto cestou vyjádřil poděkování Ing. Zuzaně Vaverkové, Ph.D. za cenné rady a důvěru při vedení mé bakalářské práce. Zároveň bych chtěl poděkovat své rodině za podporu.

Obsah

Úvod	7
1. Lokalita	8
1.1. Biskupice.....	8
1.2. Letiště Biskupice	8
1.3. Areál letiště po modernizaci.....	8
2. Okrajové podmínky	8
2.1. Provozní budova	9
2.2. Provoz budovy	10
2.3. Předpoklad.....	10
3. Větrání	10
3.1. Požadavky na větrání budov.....	10
3.2. Možnosti větrání	11
3.2.1. Přirozené větrání	11
3.2.2. Hybridní větrání.....	11
3.2.3. Nucené větrání	12
3.3. Rozvaha nad systémem větrání pro daný objekt	12
3.3.1. Přirozené větrání	12
3.3.2. Hybridní větrání.....	13
3.3.3. Nucené větrání	13
3.4. Zvolený systém větrání.....	14
4. Závěr.....	15
Seznam literatury a podkladů.....	16

Anotace

V bakalářské práci je řešena problematika větrání a vytápění provozního objektu lokálního letiště s celoročním provozem. Samotnému projektu předchází teoretická úvaha o problematice větrání. Z té je dále rozvinuta koncepce větrání. Tato koncepce je následně využita pro projekt vytápění objektu. Projekt vytápění obsahuje výpočet tepelné ztráty budovy, následné navržení topných rozvodů, návrhů těles a výpočtu hydrauliky. Výstupem je projekt na vytápění včetně dimenzí a předregulování ventilů na tělesech.

Klíčová slova: větrání, tepelná bilance, vytápění, PROTECH

Annotation

This bachelor thesis deals with the issue of ventilation and heating of operating facility of the local airport with year-round operation. This project has a theoretical part concerning the issue of ventilation and continues with outlining the conception of ventilation which is used for the project of heating of this facility. The heating part of the project contains; calculation of the heat loss of the building, heating distribution designing, radiator design and a calculation of the hydraulics. The result is a project of heating including dimensions and pre-regulation of valves on the radiators.

Keywords: ventilation, heat balance, heating, PROTECH

Úvod

V projektu je snaha vytvořit, pokud možno, ideální projekt pro vytápění provozní budovy letiště Biskupice. Podkladem pro tento projekt bude mimo jiné zpracována koncepce větrání budovy, která ovlivňuje velikost teplotních ztrát. Dalšími podklady jsou platné normy a předpisy. Předpokládaný rozsah projektů bude pro koncepci větrání, rozvaha nad systémem větrání, rozvržení potrubí v objektu vzhledem k dostupným rozměrům mezi podhledem a stropní konstrukcí. Výpočet průtoků vzduchu v jednotlivých úsecích a potřeba přívodního vzduchu do jednotlivých obytných místností. V případě potřeby potrubí pro odvádění vzduchu, bude proveden výpočet potřeby odváděného znehodnoceného vzduchu. V projektu nebude návrh konkrétních distribučních prvků, bude pouze popsán požadavek na tyto prvky. Projekt vytápění se předpokládá v následující podrobnosti. Výpočet tepelných ztrát objektu prostupem a větráním. Návrh otopných těles do jednotlivých místností objektu včetně jejich předregulování. Rovněž budou navrženy rozvody topného média s návrhem dimenzí v jednotlivých úsecích. Na závěr bude navržen zdroj tepla se všemi náležitostmi a způsob ohřevu TV.

1. Lokalita

1.1.Biskupice

Obec Biskupice se nachází jihozápadně od lázeňského města Luhačovice a severovýchodně od města Uherské Hradiště. Obec Biskupice leží ve Zlínském okrese Zlínského kraje. V obci žije cca 700 obyvatel a katastrální výměra obce je 5,96 km². V obci se nachází základní občanská vybavenost jako je například obecní úřad, pošta, mateřská a základní škola, obchod se smíšeným zbožím. Dopravní spojení je možné na vlakovou zastávku, autobusovými spoji a leteckou cestou na lokální letiště.

1.2.Letiště Biskupice

Letiště Biskupice (LKL UHA) se nachází severně od obce Biskupice. Letiště plánuje v dohledné době modernizaci a bude zde postavena nová provozní budova a nový hangár. Budou zde vybudovány ubytovací buňky a zázemí servisu leteckých motorů. Areál bude rovněž používán jako základna pro přilehlé modelářské letiště. Letiště předpokládá celoroční letecký provoz, zejména pak užívání provozní budovy a servisu. Stavební projekt a rozvaha o užívání areálu není obsahem této práce a budou zde zmíněny pouze případné připomínky k navrhovanému stavu.

1.3.Areál letiště po modernizaci

V areálu letiště se nachází provozní budova, hangár, obytné buňky, stanice pro doplňování paliva, zázemí servisu leteckých motorů. Provozní budova má 1 podzemní podlaží, 2 nadzemní podlaží a nadstavbu na střeše. Obytné buňky se nachází v blízkosti provozní budovy a ubytování mohou využívat sprchy v provozní budově. Zázemí servisu má vlastní dílnu, avšak kancelář, šatna a sprchy jsou v provozní budově. Hangár je situován v těsné blízkosti provozní budovy, je však také funkčně nezávislý. Stanice pro doplňování paliva je venkovní objekt umístěný na jiné straně areálu a nezasahuje do problematiky této práce.

2. Okrajové podmínky

Tato kapitola popisuje provozní budovu jako stavbu a předpokládaný provoz provozní budovy.

2.1.Provozní budova

Provozní budova má rozlohu 17x16,25 m s plochou střechou. Nachází se na okraji celého areálu a je přímo přístupný z přilehlé komunikace. Objekt má v blízkosti severní strany přilehlý hangár, ze všech ostatních stran je objekt otevřený do prostoru.

Objekt je navržen jako podsklepený s jedním podzemním (1.PP), a dvěma nadzemními (1.NP a 2.NP) podlažími s nadstavbou na střeše. Nadstavba na střeše slouží jako AFIS (letecká informační služba letiště), která je samostatný objekt. Nosný konstrukční systém je navržen jako zděný (1.NP a 2.NP) a železobetonový (1.PP), konstrukční výšky jsou 2,7 m (1.PP), 3,2 a 2,95 m (1.NP) a 3,14 m (2.NP) a jsou zastropeny monolitickým železobetonovým stropem ve všech podlažích. Nosné stěny nadzemních podlaží navazují na železobetonové stěny podzemního podlaží. Pro vstup do objektu slouží venkovní ocelové schodiště. Do společenské místnosti je možný vstup z užitných ploch letiště před objektem. Při vstupu do objektu přes ocelové schodiště se nachází vrátnice, která bude nepřetržitě v provozu. V 1. NP se dále nachází šatna, která má kapacitu 10 skříněk a slouží pro převlékání zaměstnanců letiště a pracovníků servisu leteckých motorů. Dále je zde společenská místnost s kapacitou pro 20 lidí. Ke společenské místnosti přiléhá kuchyňka, která slouží pro přípravu výhradně studené kuchyně. Z důvodu možného ubytování lidí v obytných buňkách a sprchování pracovníků servisu jsou v 1.NP provozního objektu umístěny umývárny pro muže a ženy. V 2. NP se nachází kancelář leteckého servisu, provozní místnost, která musí být taktéž neustále v provozu, a konferenční místnost. 1.PP slouží jako skladovací prostory, garáže techniky pro údržbu letiště a strojovny pro ZTI, UT a VZT.

2.2. Provoz budovy

Na letišti musí být stále přítomen pracovník leteckého provozu, který v provozní místnosti řídí pohyb na letišti a letadla při přistání a vzletu. Zároveň na vrátnici musí být přítomen vrátný, který má z okna přehled o příjezdu do areálu a vstupujících osob do budovy. Provozní budova slouží i jako umývárny pro obytné buňky a přilehlý servis leteckých motorů. Obytné buňky mají vlastní rozvody vody a splaškové kanalizace. Přípravu teplé vody bude mít každá buňka samostatně. Předpokládané vytížení umýváren pro ubytované lidi je v ranních a večerních hodinách. Po skončení pracovní doby servisu se předpokládá osprchování pracovníků. V 2.NP se nachází kancelář servisu, kde bude standardní pracovní doba od 8:00 do 17:00 hod. V druhém podlaží je zároveň konferenční místnost, kde lze pořádat zasedání až pro 20 osob. Nejnáročnější pro provoz budovy je společenská místnost s kuchyňkou. Společenská místnost má stoly pro 15 hostů a bar s obsluhou, u kterého jsou 4 barové židle. Bar bude v provozu od 12:00 hodin do půlnoci. S barem bude v provozu i přilehlá kuchyňka sloužící pro přípravu výhradně studené kuchyně. Podrobný přehled o předpokládaném počtu osob a čase provozu jednotlivých místností je popsán na konci technické zprávy pro koncepci větrání a na konci technické zprávy v projektu vytápění.

2.3. Předpoklad

Užívání budovy je popsáno v odstavci věnující se provozu budovy, proto rozvody VZT budou primárně v těchto dvou podlažích. V projektu se předpokládá plná obsazenost objektu, která však v praxi nebude naplněna neustále.

3. Větrání

V této kapitole se práce zabývá rozbořem požadavků na systémy větrání a rozbořem jednotlivých systémů.

3.1. Požadavky na větrání budov

Dle zákona č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví, musí být zajištěn dostatečný odvod škodlivin z vnitřního prostředí. Škodliviny ve vnitřním prostředí vznikají pobytem lidí, prací (kancelářská technika, kuchyně, práce s chemikáliemi atd.) a vlivem vnějšího prostředí. Návrh musí zajistit kvalitní a vhodné prostředí pro všechny obyvatele objektu. Množství čerstvého vzduchu je navrženo dle nařízení vlády č.361/2007 Sb. V případě této práce bylo jako rozhodující kritérium určena potřeba čerstvého vzduchu. Jako vstupní požadavky jsou brány tyto hodnoty:

Přívod vzduchu:

35 m³/h na 1 osobu (není zakázáno kouření)

20 m³/h na 1 šatní skříňku

Odvod vzduchu:

40 m³/h na 1 sprchu

50 m³/h na 1 záchodovou mísu

30 m³/h na 1 umyvadlo

25 m³/h na 1 pisoár

3.2. Možnosti větrání

3.2.1. Přirozené větrání

Přirozené větrání funguje na principu rozdílů tlaků vzduchu na různých stranách budovy a na rozdílu teplot v interiéru a exteriéru. Na základě rozdílných měrných hmotností teplého a chladného vzduchu se vzduch může hýbat samovolně. Toto větrání může probíhat jak formou infiltrace, tak provětráváním. Větrání infiltrací probíhá netěsností ve spárách stavebních konstrukcí, zejména pak ve spárách oken a dveří. Norma ČSN 73 0540-2 však netěsnosti ve stavebních konstrukcích a spárách nepřipouští, proto tento typ větrání nemůžeme uvažovat. Pokud chceme zajistit dostatečné větrání, musíme otevřít přírodní a odvodné prvky a zajistit pohyb vzduchu uvnitř budovy. Při otevření oken budeme do interiéru pouštět neupravený vnější vzduch. Tento typ ale není vhodný pro všechny klimatické podmínky, v případě bezvětří není pohyb vzduchu ve vnějším prostředí (vítr) a na druhou stranu při velkém větru vzniká riziko průvanu. Rovněž v zimním období není tento typ větrání nejvhodnější. Do objektu přivádíme čerstvý vzduch o teplotě vnějšího prostředí, což může zejména v této oblasti být i -12°C. Rovněž je třeba posoudit, zda se v tak velkém objektu bude systém fungovat i bez nucené pomoci.

3.2.2. Hybridní větrání

Hybridní větrání využívá principy jak přirozeného, tak nuceného větrání. Pokud je možné objekt větrat přirozeně, tak prvky nuceného větrání (ventilátory, prvky distribuce

vzduchu atd.) nejsou používány. Nastane-li však situace, že objekt již nelze větrat pouze přirozeně, tak se prvky nuceného větrání aktivují a pomohou celému systému danou situaci zvládnout. Tento systém větrání vyžaduje vhodné architektonické řešení, do kterého se doplní prvky nuceného větrání. Hybridní větrání je velice efektivní z pohledu provozních a investičních nákladů, avšak je nedostatečně zpracovaná metodika návrhu těchto systémů.

3.2.3. Nucené větrání

Do nuceného větrání patří několik způsobů: přetlakové, podtlakové a rovnotlaké větrání. Tento systém větrání vyžaduje prvky nuceného větrání pro přívod nebo odvod vzduchu. Rovnotlaké větrání vyžaduje oba tyto prvky.

Přetlakové větrání funguje na principu vytvoření přetlaku v dané místnosti/objektu. Přetlak se zajistí pomocí ventilátorů, které přiváděný vzduch naženou do místnosti a odpadní vzduch je tlakově vyhnán pryč. Tento princip se využívá hlavně v případech, kdy kontrolujeme kvalitu přiváděného vzduchu, např. nemocniční operační sály.

Podtlakové větrání funguje přesně opačně. Ze zkoumané místnosti větracím zařízením odvádíme vzduch a pomocí tlakových rovností se sem samovolně nasává přiváděný vzduch. Podtlakové větrání se navrhuje v místech, kde víme o přítomnosti znehodnoceného vzduchu a chceme mít kontrolu nad jeho odvodem, např. WC, kuchyně atd. Pro oba tyto způsoby je nutné mít uvnitř objektu navíc prostředky umožňující pohyb vzduchu, jako štěrby, větrací mřížky apod.

Rovnotlaké větrání pracuje na principu obou předchozích. Máme kontrolu jak na přiváděném vzduchu, tak na vzduchu odváděném. Přírodní ventilátory tlačí vzduch do objektu a odvodní jej odsávají. V rámci objektu se pak může vzduch přepravovat z různých místností na přetlakovém nebo podtlakovém principu. Pro tento způsob je ale třeba technologie obou předchozích způsobů, takže jak pořizovací, tak provozní náklady jsou vyšší. Většinou se pro tento způsob větrání používá vzduchotechnická jednotka, která je správně nadimenzovaná na průtok vzduchu, a dokáže zajistit potřebnou distribuci a odvod vzduchu. Tyto jednotky je možné opatřit prostředky na úpravu vzduchu.

3.3. Rozvaha nad systémem větrání pro daný objekt

Dále bude zpracována rozvaha pro jednotlivé systémy větrání a závěrem výběr systému s odůvodněním.

3.3.1. Přirozené větrání

Přirozené větrání je nejlevnější variantou větrání. Toto větrání vyžaduje vhodně umístěné prvky pro přívod a odvod vzduchu přímo z vnějšího prostředí. Pro správné

fungování je rovněž nutné umožnit pohyb vzduchu uvnitř objektu. Rozložení vnitřních místností a chodeb neumožňuje dostatečný pohyb vnitřního vzduchu samovolně. Kupříkladu bude neustála potřeba otevírání dveří k umožnění dostatečného pohybu vzduchu, nebo vytvoření větracích mřížek v objektu. Toto přináší diskomfort pro uživatele, protože je zde možné šíření hluku a zápachu budovou. Zároveň je nutné zohlednit potřeby z hlediska požární bezpečnosti z pohledu požárního větrání, nutnosti oddělit požární úseky a jednotlivé chráněné úseky. Při plném obsazení budovy by rovněž mohl vzniknout problém při větrání, zejména kvalitu a teplotu vnitřního vzduchu by bylo velice složité udržovat. Nepříjemná je i nemožnost úpravy vzduchu při větrání, zejména v zimním období, kdy teplota může klesnout i hluboko pod bod mrazu. Při takových klimatických podmínkách by nebylo příjemné pro obyvatele objektu otevřít všechna okna/průduchy. Pokud přihlédneme ke skutečnosti, že z jedné strany objektu se nachází letecký hangár, z druhé strany příjezdová komunikace a přilehlé parkoviště, může být pohyb vzduchu omezen nebo přivodní vzduch může být již znehodnocen. Celý areál letiště je umístěn na okraji obce a je obklopen z větší části zemědělskou půdou, která může být v čase zemědělských prací relativně prašná. Potencionální možnost znečištění vzduchu prachovými částicemi tedy možná je, z toho důvodu by byly vhodné prachové filtry do vnějších otvorů.

3.3.2. Hybridní větrání

Hybridní větrání je kombinací předchozího způsobu a nuceného větrání. Implementování prvků nuceného větrání se zdá tedy ideální pro potřeby nárazového zvýšení počtu lidí a potřeby na kvalitu vnitřního vzduchu a teploty. Nabízí se možnost přidání nuceného přívodu vzduchu, který pomůže dostatečně splnit všechny požadavky na kvalitu vnitřního prostředí a teplotu přiváděného vzduchu. Nevýhody z přirozeného větrání ale stále přetrvávají, zejména nutnost umožnění pohybu vzduchu uvnitř budovy. Toto dobře řeší zbudování vnitřních rozvodů pro přiváděný vzduch, které ale zvyšují náklady jak na pořízení, tak na provoz.

3.3.3. Nucené větrání

Při správném navržení systému nuceného větrání je zajištěna potřebná kvalita vnitřního prostředí a v případě užití přetlakového systému a použití vhodné jednotky, je tak zajištěna i vhodná teplota přiváděného vzduchu. Přidaná jednotka před interiérové rozvody vzduchu umožňuje přiváděný vzduch upravovat. Je možné vzduch ohřívat, chladit, vlhčit. Odvod znehodnoceného vzduchu je přímo do vnějšího prostředí přes vhodné prvky. Opět je ale třeba myslet na distribuci uvnitř objektu, a to buď vnitřními rozvody nebo vhodným

stavebním řešením. Zároveň nebude kontrolován odvod znehodnoceného vzduchu z požadovaných místností.

Podtlakový systém větrání naopak zajišťuje dostatečný odvod znehodnoceného vzduchu z řešených místností. Při tomto systému se ale přivádí vzduch neupravený z vnějšího prostředí a může vzniknout nepohodlná situace pro uživatele z hlediska teploty vzduchu. Opět je třeba řešit pohyb vzduchu uvnitř objektu.

Použití rovnotlakého větrání navíc přidává možnost filtrace nasávaného vzduchu a úpravy vzduchu jak rekuperací, tak i míšením cirkulačního a přiváděného vzduchu. Tento způsob sice zvýší pořizovací náklady, ale zlevní provozní náklady na vytápění. VZT jednotka musí být lepší než ventilátory při použití přetlakového nebo podtlakového větrání. Zároveň musí být navrženo přívodní a odvodní potrubí.

3.4. Zvolený systém větrání

Jako vhodný kompromis byl zvolen systém nuceného rovnotlakého větrání s VZT jednotkou s rekuperačním výměníkem. Jedná se o nejdražší variantu větrání, která by však měla poskytnout největší úspory při energiích na vytápění. Zejména úspora na vytápění díky rekuperaci vzduchu by měla být značná. Při potřebě přiváděného vzduchu 1785 m³/hod se jedná o menší vzduchotechnický systém. Rekuperační jednotka má účinnost 75 %, v případě tohoto projektu to znamená, že přiváděný vzduch nebude mít teplotu -12°C, ale 12°C. Tento průtok bude potřeba při plně obsazeném objektu (obsazenost objektu se uvažuje dle přílohy 01), obsazenost objektu by neměla být v žádné chvíli 100%. Potřeba vzduchu v jednotlivých místnostech bude řízena elektronicky pomocí regulačních prvků na potrubí, tím by se umožnilo omezit přívod vzduchu do místností kde nikdo není na minimální průtok a posílit/otevřít přívod do obsazených místností.

4. Závěr

Snahou práce bylo vytvořit, pokud možno, optimální projekt pro vytápění budovy zázemí aeroklubu a k tomu navrhnout koncepci o způsobu větrání budovy. Koncepce byla použita pro výpočet tepelných ztrát větráním, které ovlivňují výsledný návrh vytápění. Koncept větrání obsahuje množství přiváděného a odváděného vzduchu z jednotlivých místností, návrh VZT jednotky, rozvodů a rozmístění distribučních prvků. V projektu vytápění je zpracován návrh zdroje tepla, zásobníku TV, rozvodů a otopných těles. Je spočítána tepelná ztráta jednotlivých místností. Návrh je proveden včetně jednotlivých těles a rozvodů, zároveň i předregulace ventilů a dimenze jednotlivých úseků. Dále jsou přiloženy jednotlivé protokoly a potřebné výpočty. K výpočtům byly využity programy společnosti Protech, zejména TV a DIMOS. Vzhledem k předpokládané náročnosti na komfort uživatelů objektu byl přizpůsoben návrh vzduchotechniky a vytápění tak, že vzduchotechnická jednotka neobsahuje zařízení na rozsáhlejší úpravu vzduchu. Pro návrh jsou použity platné normy a předpisy. Funkčnost návrhu předpokládá správnou realizaci a správné užívání souvisejících systémů dle výrobců a doporučených způsobů používání. Dodržení těchto zásad by mělo zajistit bezproblémové užívání provozní budovy, která je klíčová pro fungování letiště.

Seznam literatury a podkladů

Literatura

KABELE, K. a kol. *Technická zařízení budov. Vytápění – podklady pro cvičení.* Praha: ČVUT Praha, 2014. 80 s. ISBN: 978-80-0105-203-7.

Internetové zdroje

ADAMOVSKEÝ, D. *Úvod do problematiky větrání* [online]. Praha: ČVUT Praha [cit. 29.12.2018]. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/files/vyuka/125tz02/prednasky/125tz02-01.pdf>

ADAMOVSKEÝ, D. *Vzduchotechnické klimatizační systémy a jejich části.* [online]. Praha: ČVUT Praha [cit. 29.12.2018]. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/files/vyuka/125stzb/prednasky/125stzb-02.pdf>

Biskupice (okres Zlín). In: *Wikipedie.cz* [online]. 21.11.2018 [cit. 29.12.2018]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Biskupice_\(okres_Zl%C3%ADn\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Biskupice_(okres_Zl%C3%ADn))

CHYSKÝ, J., HEMZAL, K. a kol. Vhodné rychlosti ve vzduchovodech pro různý druh větracího nebo klimatizačního zařízení a různou polohu úseku v síti. In: *tzb-info.cz* [online]. [cit. 29.12.2018]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/121-vhodne-rychlosti-m-s-ve-vzduchovodech>

MATHAUSEROVÁ, Z. *Požadavky na kvalitu vnitřního prostředí budov – mikroklimatické podmínky a větrání* [online]. 27.4.2009 [cit. 28.12.2018]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-vetrani-klimatizace/5593-pozadavky-na-kvalitu-vnitrnihoprostredi-budov-mikroklimaticke-podminky-a-vetrani>

REIBERK, Z. Přepočet průtoku a rychlosti proudění v potrubí. In: *tzb-info.cz* [online]. [cit. 27.12.2018]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/83-prepocet-prutoku-a-rychlosti-proudeni-v-potrubi>

Legislativní dokumenty

ČSN EN 12831-1, 2018. *Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu – Část 1: Tepelný výkon pro vytápění, Modul M3-3.* Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.

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

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