

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

TECHNICKÁ FAKULTA

KATEDRA TECHNOLOGICKÝCH ZAŘÍZENÍ STAVEB



Technika prostředí v autoopravnách

Diplomová práce

Vedoucí práce: prof. Ing. Pavel Kic, DrSc.

Autor práce: Bc. Vladimír Dlouhý

PRAHA 2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra technologických zařízení staveb

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Vladimír Dlouhý

Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

Technika prostředí v autoopravnách

Název anglicky

Environmental engineering technology in auto services

Cíle práce

Cílem diplomové práce je provést zhodnocení techniky prostředí v autoopravnách z hlediska technického i ekonomického. Zaměřit se především na metody, umožňující snížení spotřeby energie a dodržení potřebných provozních a hygienických parametrů pohody prostředí.

Metodika

Na základě poznatků z literatury i vlastních úvah a měření provést rozbor a zhodnocení současného stavu parametrů vnitřního prostředí v autoopravnách. Ověřit teoretické úvahy výpočtem i praktickým měřením v zimním a letním období. Navrhnout a doporučit vhodná opatření a řešení pro praxi.

Doporučený rozsah práce

50 až 60 stran textu

Doporučené zdroje informací

Casopisy: Vytápění, větrání, instalace.


Dahlsveen, T.-Petráš, D.-Hirš, J.: Energetický audit budov. Bratislava, 2003, 295 s.

Daniels, K.: Technika budov. Jaga, Bratislava, 2003, 519 s.

Nový, R. et al: Technika prostředí. ČVUT, Praha, 2000, 265 s.

Székelyová, M.-Ferstl, K.-Nový, R.: Větrání a klimatizace. JAGA, Bratislava 2006, 359 s.

Tywoniak, J.: Nízkoenergetické domy – principy a příklady. Grada, Praha, 2005, 194 s.



Předběžný termín obhajoby

2015/05 (květen)

Vedoucí práce

prof. Ing. Pavel Kic, DrSc.

Elektronicky schváleno dne 16. 1. 2013

doc. Ing. Jan Malaťák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 4. 2. 2013

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 06. 03. 2015

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením prof. Ing. Pavla Kice, DrSc. a uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Praze, duben 2015

.....
Bc. Vladimír Dlouhý

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval všem, kteří mi poskytli cenné informace a rady do diplomové práce.

Především bych rád poděkoval vedoucímu mé diplomové práce panu prof. Ing. Pavlu Kicovi, DrSc., za odborné vedení a pomoc při zpracování práce.

ABSTRAKT:

Cílem diplomové práce je zhodnotit stávající stav vnitřního prostředí ve vybrané autoopravně, která se nachází v Benátkách nad Jizerou a zaměřit se na lepší způsob větrání a vytápění této autoopravny.

Úvod práce je věnován seznámení s touto problematikou, mimo jiné jsou v něm popsány dispozice objektu, kterým se tato práce zabývá. Další část práce tvoří výpočty, ze kterých se stanoví tepelná bilance budovy, a podle ní se navrhnou způsoby pro zlepšení vnitřního prostředí.

V závěru práce jsou porovnány způsoby vytápění plynem a elektrickou energií z pohledu pořizovacích a ročních nákladů na vytápění.

Klíčová slova:

Dílny, spalovací motory, pohoda prostředí, škodliviny, tepelná bilance.

ABSTRACT:

The aim of this thesis is to valorize current conditions of internal environment in the selected car repair service, which that one is situated in Benátky nad Jizerou. This thesis focuses on the better way of ventilation and heating in this car repair service.

In introduction of this thesis are described main facts about problematics of internal environment and layout of this building. The other part of this thesis makes calculations of which is determined heat balance of the building. In according of the calculations is suggest ways for better internal environment.

In the end of the thesis are compared methods of gas heating and electrical energy from the perspective of acquisition and the annual heating costs.

Keywords:

Car repair services, combustion engine, thermal comfort, harmful substances, heat balance.

OBSAH

| | |
|--|-----------|
| ÚVOD | 1 |
| 1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ | 2 |
| 1.1 HISTORIE VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ..... | 2 |
| 1.2 PROBLEMATIKA PROSTŘEDÍ | 3 |
| 1.3 SEZNAM PRÁVNÍCH A TECHNICKÝCH PŘEDPISŮ PRO HODNOCENÍ TEPELNÉHO MIKROKLIMATU..... | 3 |
| 1.3.1 Právní předpisy..... | 3 |
| 1.3.2 Technické normy | 3 |
| 1.4 POŽADAVKY NA PRACOVNÍ PROSTŘEDÍ..... | 4 |
| 1.5 VĚTRÁNÍ A TEPELVZDUŠNÉ VYTÁPĚNÍ..... | 6 |
| 1.5.1 Větrání..... | 6 |
| 1.5.2 Teplovzdušné vytápění..... | 9 |
| 2 METODIKA A MĚŘENÍ ZÁKLADNÍCH PARAMETRŮ | 11 |
| 2.1 ZÁKLADNÍ PARAMETRY | 11 |
| 2.2 MĚŘICÍ PŘÍSTROJE | 12 |
| 2.3 CÍLE A POSTUP MĚŘENÍ | 16 |
| 2.3.1 Cíle měření..... | 16 |
| 2.3.2 Postup | 16 |
| 3 DISPOZIČNÍ ŘEŠENÍ AUTOOPRAVNY | 17 |
| 3.1 POPIS A SCHÉMA OBJEKTU | 17 |
| 3.2 SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA A SPÁROVÁ PRŮVZDUŠNOST | 19 |
| 4 MNOŽSVÍ VĚTRACÍHO VZDUCHU | 21 |
| 5 VÝPOČET ZIMNÍ TEPELNÉ BILANCE BUDOVY | 23 |
| 5.1 CELKOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA..... | 23 |
| 5.2 TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM TEPLA..... | 23 |
| 5.3 TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM PROSTORU (MÍSTNOSTI) | 25 |
| 5.4 PŘÍKLAD VÝPOČTU TEPELNÝCH ZTRÁT PRO KONKRÉTNÍ MÍSTNOSTI DLE DISPOZICE OBJEKTU | 26 |
| 6 VÝPOČET LETNÍ TEPELNÉ BILANCE BUDOVY | 29 |
| 6.1 VÝPOČET CELKOVÉ TEPELNÉ ZÁTĚŽE | 29 |
| 6.1.1 Tepelné zisky z vnitřního prostředí | 29 |
| 6.1.2 Tepelné zisky z venkovního prostředí | 32 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 7 | VÝBĚR VHODNÝCH METOD ZLEPŠOVÁNÍ VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ..... | 41 |
| 7.1 | NÁVRH ZAŘÍZENÍ NA ODSÁVÁNÍ SPALIN | 43 |
| 7.2 | NÁVRH VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ..... | 46 |
| 7.2.1 | Vytápění..... | 46 |
| 7.2.2 | Větrání..... | 50 |
| 8 | EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ | 51 |
| 9 | ZÁVĚR..... | 56 |
| | SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY..... | 58 |
| | SEZNAM OBRÁZKŮ | 61 |
| | SEZNAM TABULEK..... | 62 |
| | SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK | 63 |
| | SEZNAM PŘÍLOH | 66 |

ÚVOD

Historie výroby automobilů sahá až do roku 1769, kdy byl sestrojen první silniční parovůz. Od tohoto roku však automobilový průmysl prošel mnohými změnami a posunul se až do nynější podoby moderních automobilů ovládaných elektronikou. Jedním s iniciátorů, který se zasloužil o masovou výrobu automobilů, byl Henry Ford. Pochopil, že jestli se mají vozy vyrábět masově, je velmi důležité, aby zaměstnanci pracující na výrobních linkách měli vhodné podmínky k práci. Proto se tato práce bude zabývat návrhem pro zlepšení větrání a vytápění předmětné autoopravny.

Faktor nejvíce ovlivňující pohodu prostředí je čistota ovzduší. Není to faktor, který se na lidském zdraví projevuje nějak výrazně v krátkém časovém horizontu. Oproti tomu u člověka pohybujícím se delší dobu ve znečištěném pracovním prostředí, může tento faktor vyvolat negativní vlivy na zdraví. Nejedná se jen o prachové částice, které může pracovník neustále vdechovat, ale především o vdechování výfukových plynů z automobilů. Proto se tato práce bude mimo jiné zabývat návrhem místního odsávání výfukových spalin.

Začátek diplomové práce teoreticky popisuje větrání a teplovzdušné vytápění. Dále je práce věnována konkrétnímu dispozičnímu popisu zmiňované autoopravny. Po seznámení s dispozičním řešením následuje část výpočtová. Jedná se především o výpočty, které stanoví objem čerstvého větracího vzduchu, tepelných ztrát, tepelné zátěže a objemových toků vzduchu.

Závěr práce je věnován ekonomickému zhodnocení z pohledu investičních nákladů na nový systém vytápění a také ročních nákladů na provoz. Navrhnutý systém vytápění je porovnán se způsobem vytápění pomocí infrapanelů.

1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ

1.1 HISTORIE VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ

Historie vytápění a větrání sahá až do doby před naším letopočtem. Již staří Římané používali jednoduché, ale účinné systémy vytápění. Místnosti zde byly vytápěné tak, že v podlaze byla prázdná místa, jakési úzké tunely a jimi byl veden teplý vzduch z pece. To samé bylo praktikováno i ve stěnách místností. Tímto způsobem vytápění se místnosti ohřívaly až do pozdního starověku. Tento způsob ve 13. století nahradily pece aplikované do každé místnosti v domě. Což je i jeden ze způsobu praktikovaný v dnešních dobách, např. ve starších rodinných domech, kde je více komínů. [1]

Počátky ústředního vytápění sahají do 17. století. Jako teplonosné médium se v té době používala horká pára. Teprve o 100 let později začali inženýři cara Petra Velikého používat vodu jako nosné médium (tento první systém se dochoval v sídle cara v Petrohradu). Postupně se systém zdokonaloval a v druhé polovině 18. století byl zkonstruován první radiátor. Od té doby zůstal systém principiálně stejný a dále se pouze rozvíjel a zdokonaloval. [2]

Pro rovnoměrný rozptyl tepla v celém objemu místnosti je nutný pohyb vzduchu. To znamená, že musíme docílit koloběhu teplého a studeného vzduchu, jinými slovy musíme větrat. První zmínky o větrání jsou známy již z dob středověku. V těchto dobách v domácnostech byl k vytápění použit oheň z krbu. Ventilace byla zajišťována průduchy a otvory ve střeše. Toto řešení nebylo velmi bezpečné, z důvodu nahromadění se jedovatého CO. Proto anglický král Karel I. vydal nařízení, že budovy budou postaveny se stropem vysokým alespoň 3m a okna budou vyšší než širší. Toto opatření mělo zlepšit odvětrávání kouře z krbu. Problematice větrání se začala věnovat významná pozornost až do takové úrovně, že v roce 1884 americký doktor John Shaw Billings vydal práci pojednávající na téma Zásady větrání a jejich používání v praxi (Principles of Ventilation and Heating). [3],[4]

1.2 PROBLEMATIKA PROSTŘEDÍ

Postupem doby, s rozvojem technologií a zvyšováním životní úrovně začali být lidé „zhýčkaní“. To znamená, že vyžadovali tepelný komfort ve svém obytném i pracovním prostředí. Zároveň s tím požadovali nízkou ekonomickou náročnost pro zabezpečení výše uvedeného. Na první pohled to zní jako nesplnitelný úkol, avšak s pomocí moderních technologií (IT, digitalizace, automatizace, nové materiály) lze tento úkol uspokojivě řešit.

1.3 SEZNAM PRÁVNÍCH A TECHNICKÝCH PŘEDPISŮ PRO HODNOCENÍ TEPELNÉHO MIKROKLIMATU

1.3.1 Právní předpisy

- Nařízení vlády č. 9/2013 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších předpisů
- Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, ve znění pozdějších předpisů

1.3.2 Technické normy

- ČSN 12 7010 Navrhování větracích a klimatizačních zařízení
- ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov
- ČSN 73 0548 Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů
- ČSN EN 13779: 2007 Větrání nebytových budov
- ČSN EN ISO 14644-1: 2000 Čisté prostory a příslušné řízené prostředí
- ČSN EN ISO 7726:2002 Ergonomie tepelného prostředí – přístroje pro měření fyzikálních veličin
- ČSN 73 6059 Servisy a opravy motorových vozidel, čerpací stanice pohonných hmot
- ČSN 06 0210. Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění

1.4 POŽADAVKY NA PRACOVNÍ PROSTŘEDÍ

Problematiku pracovního prostředí upravuje mnoho právních a technických předpisů (viz kapitola 1.3). Pro pochopení dané problematiky je dobré se více zmínit o Nařízení vlády č.9/2013 Sb. a normě ČSN EN ISO 7726:2002.

Nařízení vlády č.9/2013 Sb.

Toto nařízení vešlo platnost v roce 2007 a od té doby prošlo změnami, kdy ta poslední byla v roce 2013. Předmětem tohoto nařízení jsou podmínky ochrany zdraví při práci. Tím se rozumí, že jsou zde uvedeny pracovní prostředí, fyzické zátěže, hygienické limity, hodnocení zdravotních rizik, větrání, třídy práce a mnoho dalších faktorů, které mohou ovlivňovat činnost člověka na pracovišti.

Dle nařízení vlády existuje 5 pracovních tříd, tyto práce jsou rozděleny dle energetického výdeje. Rozdělení popisuje tabulka 1.

Práci v autoopravně je možné zařadit do pracovní třídy III a, což je práce ve stoje, při níž jsou zapojeny obě horní končetiny a občas je při této práci člověk v předklonu nebo v kleče. [5]

Tab. 1 Třídy práce dle Nařízení vlády č.9/2013 Sb.

| Třída práce | Průměrný energetický výdej M ($W \cdot m^{-2}$) | Operativní teplota t_o ($^{\circ}C$) Výsledná teplota kulového teploměru t_g ($^{\circ}C$) | | Rychlost proudění vzduchu v_a ($m \cdot s^{-1}$) | Relativní vlhkost R_h (%) |
|-------------|---|---|--------------------------|--|-----------------------------|
| | | t_o min nebo t_g min | t_o max nebo t_g max | | |
| I | ≤ 80 | 20 | 28 | 0,1 až 0,2 | 30 - 70 |
| II a | 81 až 105 | 18 | 27 | 0,1 až 0,2 | |
| II b | 106 až 130 | 14 | 26 | 0,2 až 0,3 | |
| III a | 131 až 160 | 10 | 26 | 0,2 až 0,3 | |
| III b | 161 až 200 | 10 | 26 | 0,2 až 0,3 | |
| IV a | 201 až 250 | 10 | 26 | 0,2 až 0,3 | |
| IV b | 250 až 300 | 10 | 26 | 0,2 až 0,3 | |
| V | 301 a více | 10 | 26 | 0,2 až 0,3 | |

| Třída práce | Druh práce |
|-------------|--|
| I | Práce s minimální celotělovou pohybovou aktivitou |
| IIa | Práce převážně vsedě spojená s lehkou manuální prací rukou a paží |
| IIb | Práce spojená s řízením nákladního vozidla, traktoru, |
| IIIa | Práce vstoje s trvalým zapojením obou horních končetin |
| IIIb | Práce vstoje s trvalým zapojením obou horních končetin |
| IVa | Práce spojená s rozsáhlou činností svalstva trupu, horních i dolních končetin |
| IVb | Práce spojené s rozsáhlou a intenzivní činností svalstva trupu, horních i dolních končetin |
| V | Práce spojené s rozsáhlou a velmi intenzivní činností svalstva trupu, horních a dolních končetin |

| Třída práce | Příklady |
|-------------|--|
| I | kontrolní činnost, psaní na stroji , práce s PC, laboratorní práce |
| IIa | kusová práce nástrojářů, pokladní, montáž malých lehkých dílců |
| IIb | řízení nákladních vozidel, traktorů, autobusů, dělníci |
| IIIa | pekaři, malýři pokojů, montážní práce na linkách v automobilovém průmyslu |
| IIIb | práce na lisu v kovárnách, zahradnické práce a práce v zemědělství |
| IVa | práce v lesnictví, čištění a broušení velkých odlitků, plnění tlakových bomb |
| IVb | ražba, těžba, doprava, práce v lomech |
| V | práce se sekerou při těžbě dřeva, kování velkých kusů |

Zdroj: Nařízení vlády č.9/2013 Sb. kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci

Norma ČSN EN ISO 7726:2002

Norma je určena k analýze tepelného působení prostředí. Obsahuje definice odborných termínů, určování technických podmínek, metody měření fyzikálních veličin a výběr metod interpretace charakteristik tepelného působení prostředí. [6]

Norma určuje vlastnosti přístrojů pro měření fyzikálních veličin charakterizujících prostředí a zároveň popisuje metody měření těchto fyzikálních veličin. [6]

S pomocí této normy se normalizuje proces zaznamenávání informací, což vede k určení celkového indexu komfortu nebo tepelné zátěže a zároveň je využívána výrobci a uživateli jako etalon přístrojů pro měření fyzikálních veličin prostředí. [6]

1.5 VĚTRÁNÍ A TEPLOVZDUŠNÉ VYTÁPĚNÍ

1.5.1 Větrání

Větrání v místnostech je velmi důležitým faktorem. Jeho vlivem obměňujeme vnitřní vzduch za čerstvý, venkovní vzduch. Tím, že pobýváme v místnostech a dýcháme, měníme čerstvý vzduch na vzduch, který je pro nás nedýchatelný. Do vzduchu se dostává oxid uhličitý a nejen to, zvyšuje se také relativní vlhkost vzduchu. Tím je vnitřní prostředí při plném využití místnosti nezdravé.

V současné době známe následující typy větrání:

- Větrání přirozené:
 - Provětráváním,
 - infiltrací,
 - aerací,
 - šachtové větrání.
- Nucené:
 - Přetlakové,
 - rovnotlakové,
 - podtlakové.
- Hybridní větrání – kombinace přirozeného a nuceného větrání
- Celkové – provětrává se celý prostor (použité v případě nemožnosti lokalizace škodliviny).
- Místní odsávání – použití v případě lokalizace místa škodliviny
- Místní přívod (k lokální úpravě teploty)
 - Vzduchové clony,
 - sprchy a oázy.

Větrání přirozené

Provětráváním (větrání oknem) – při tomto způsobu větrání se spodní částí otevřeného okna přivádí studený vzduch a horní částí se vzduch z místnosti odvádí.

Infiltrací – větrání, při němž se vzduch do místnosti a z místnosti dostává netěsnostmi v oknech a dveřích. Dochází při něm k tepelným ztrátám.

Aerací – způsob větrání používaný v průmyslových halách, kde při provozu haly vznikají velké tepelné zisky. V dolní části haly je přiváděn chladnější vzduch, než je v místnosti, ten zůstává u podlahy a proudí do objektu. Po zahřátí tento chladnější vzduch stoupá vzhůru. Odvod vzduchu se uskutečňuje světlíky a otvory ve střeše.

Šachtové větrání – přirozený odvod vzduchu používaný v průmyslu, kde jsou velké tepelné zdroje, ale mimo jiné se používá i při odvodu vzduchu z WC, koupelen a bytových domů. Pro zajištění správné funkce toho způsobu větrání by měla být teplota v šachtě vyšší než teplota venkovního vzduchu. V panelových a bytových domech se tato podmínka těžko splňuje zvláště v letním období.

Nucené větrání

Přetlakové – objem vzduchu přivedeného do místnosti je větší než objem vzduchu odvedeného z místnosti.

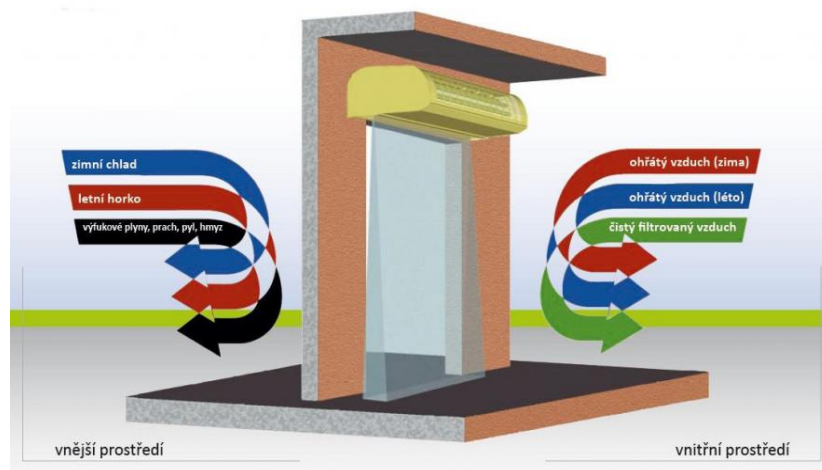
Rovnotlaké – objem vzduchu přivedeného do místnosti je roven objemu odvedeného vzduchu z místnosti.

Podtlakové – objem vzduchu přivedeného do místnosti je menší než objem vzduchu odvedeného z místnosti.

Místní přívod vzduchu

Vzduchové clony – zřizují se na vstupních místech do objektu (dveře, vrata) a slouží k omezení proudění chladného vzduchu v zimním období do vnitřních prostorů objektu. Příklad vzduchové clony je na Obr. 1.

Obr. 1 Vzduchová clona

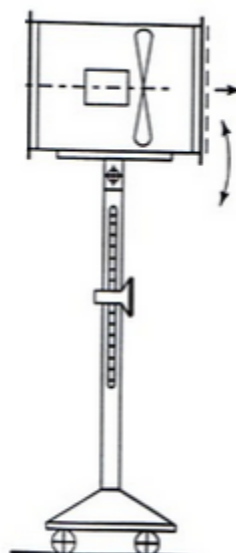


Zdroj: Richard: Vzduchové clony – příklady použití [online]. [cit. 2014-12-12].

Obrázek ve formátu PNG. Dostupné: <http://richardkv.cz/vzduchove-clony>

Vzduchové sprchy – snižují teplotu v okolí člověka, zpravidla se tento způsob využívá v průmyslových závodech. Vzduch proudící okolo osoby zvyšuje odvod tepla z povrchu těla konvekcí. Vzduchová sprcha je na Obr. 2. Vzhledem připomíná obyčejný ventilátor.

Obr. 2 Vzduchová sprcha

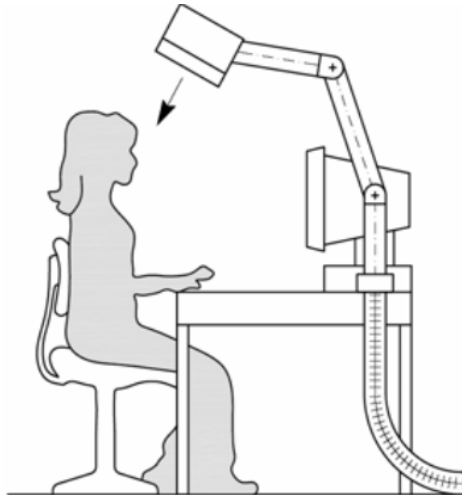


Zdroj: Prezentace na téma: “Vyhláška č.343/2009 Sb,“ [online]. [cit. 2014-12-13].

Obrázek ve formátu PNG. Dostupné: <http://slideplayer.cz/slide/1943703/>

Vzduchové oázy – jedná se o přívod vzduchu přímo k osobě sedící u počítače nebo u nějakého pracovního stroje, jako je znázorněno na Obr. 3. Vzduch je přiváděn výustěmi pro rovnoměrný přívod. Používá se především v průmyslových závodech.

Obr. 3 Vzduchová oáza



Zdroj: Prof. Ing. František Drkal, CSc. ČVUT. Vzduchotechnika. Praha 2009.

[online]. [cit. 2014-12-14]. Obrázek ve formátu PNG.

Dostupné z: http://www.ib.cvut.cz/sites/default/files/Studijni_materialy/VZT/Vzduchotechnika.pdf

1.5.2 Teplovzdušné vytápění

Systém teplovzdušného vytápění je založen na přívodu teplého proudícího vzduchu do místnosti, kde vlivem tepelných ztrát se vzduch v místnosti ochlazuje na požadovanou vnitřní teplotu a dále se odvádí mimo místnost. Teplonosnou látkou u tohoto systému je vzduch. Jestliže však porovnáme fyzikální vlastnosti vody a vzduchu, je zřejmé, že vzduch je horším nosičem tepla, protože má menší měrné teplo.

Tento fakt vede k tomu, že při návrhu teplovzdušného vytápění je nutné použít rozvody s větším průřezem a tím je i zřejmý větší zásah do stavební konstrukce. Dalším faktem je ale na druhou stranu to, že nepotřebujeme otopné plochy a teplovzdušné vytápění je mnohem pružnější (je schopno rychleji reagovat na změnu výkonových požadavků).

Tento způsob vytápění může být proveden několika způsoby. Způsob se odvíjí od použitého zdroje vytápění. Jako zdroj ohřevu teplé vody v otopné soustavě se může použít elektrický nebo plynový kotel. Další možností je použití samostatných plynových teplovzdušných jednotek, teplovzdušného kotle nebo návrh celého vzduchotechnického systému. Vzhledem k cenám elektrické energie je častěji využíván způsob kombinace plynového kotle a teplovzdušné jednotky. Samostatných plynových teplovzdušných jednotek je využíváno ve velkých průmyslových halách a výrobních závodech.

2 METODIKA A MĚŘENÍ ZÁKLADNÍCH PARAMETRŮ

2.1 ZÁKLADNÍ PARAMETRY

Prostředí, ve kterém pracujeme, velkou měrou ovlivňuje naši pracovní výkonnost. To je závislé na tepelné pohodě. Jestliže se člověk necítí komfortně tam, kde vykonává nějakou činnost, je zřejmé, že práce kterou odvádí nebude taková, jako kdyby mu bylo dopřáno komfortu a dosaženo tepelné pohody.

Za tepelnou pohodu můžeme považovat dosažení tepelných poměrů, tzn., že člověku není chladno ani příliš teplo – člověk se cítí příjemně. Určení hranice tepelné pohody tak, aby to vyhovovalo všem, je prakticky nemožné. Nejvíce užívaná hranice tepelné pohody je teplota 18 až 20 °C. Tepelná pohoda může být ovlivněna několika faktory, ty lze rozdělit do tří skupin. [7]

Faktory ovlivňující tepelnou pohodu

- Vnitřní prostředí:
 - **Operativní teplota t_0 (°C)** – teplota, která v sobě zahrnuje dvě složky, a to teplotu vzduchu t a střední radiační teplotu t_r . Tato teplota je definována jako jednotná teplota uzavřeného prostoru, černého z hlediska radiace, ve kterém by bylo teplo sdílené konvekcí i sáláním stejné jako ve skutečném, teplotně nesouměrném prostředí. [8]
 - **Střední radiační teplota t_r (°C)** – teplota předmětů, které se nacházejí na uvažovaném místě, kde tyto předměty přijímají nebo vydávají teplo [8]
 - **Vlhkost vzduchu** – nejčastěji se používá pojem relativní vlhkost R_h (%). Vyjadřuje míru nasycení vzduchu vodní parou. Pokud je obsah páry ve vzduchu značně vysoký, je tím značně snížena možnost ochlazení těla člověka pomocí evaporace. Může potom dojít k tepelnému stresu při velice nízké teplotě prostředí. Optimální hodnota vlhkosti je 40 – 60 %. [8]

— **Rychlost proudění vzduchu a jeho turbulence** – Rychlost proudění vzduchu může mít na zdraví jedince příznivé i negativní účinky. Optimální hodnotu proudění vzduchu pro lidský organismus nelze pevně stanovit bez ohledu na ostatní složky mikroklimatu. Při nízké rychlosti proudění (pod $0,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) způsobuje nepříjemný pocit stojícího vzduchu. Proudění vzduchu zajišťuje rozvod tepla do všech koutů v daném prostoru a mimo jiné rychlost proudění ovlivňuje vedení tepla v místnosti. [8]

- Doplnující faktory
 - Věk, Pohlaví
 - Podkožní tuk
 - Tělesná postava
 - Jídlo a pití
- Osobní faktory:
 - Hodnota metabolismu
 - Oblečení [8]

2.2 MĚŘICÍ PŘÍSTROJE

Pro tuto práci bylo využito několik měřicích přístrojů a čidel. Konkrétně se jedná o tyto přístroje:

Měřicí přístroj Almemo 2690

Je to univerzální přístroj sloužící jak pro krátkodobé, tak pro dlouhodobé měření. Almemo 2690 disponuje 5 vstupy a 2 výstupy a vnitřní paměť EEPROM. Má kapacitu pro uložení až 200.000 měřených hodnot v předvoleném časovém měřicím cyklu. K přístroji je možno připojit jakékoli čidlo pro měření fyzikálních, elektrických a chemických veličin. Viz Obr. 4.

Při měření v této práci byla k tomuto přístroji připojena konkrétně čtyři čidla. Jednalo se o čidlo na měření teploty a vlhkosti vzduchu, termočláňkové čidlo a čidlo FY A600 na měření CO_2 . Mimo jiné tento přístroj disponuje vestavěným snímačem atmosférického tlaku pro korekce měření některých veličin. [9]

Obr. 4 Měřicí přístroj Almemo 2690



Zdroj: Ahlborn: Dataloggery Almemo. [online]. [cit. 2015-01-25].

Obrázek ve formátu PNG. Dostupné z:<http://www.ahlborn.cz/pristroje/dataloggery-almemo/almemo-2690-8a-datalogger-s-5-univerz-mericimi-vstupy.html>

Výsledný kulový teploměr

Teploměr má v sobě čidlo umístěné ve středu kulového pláště o průměru 100 až 150 mm. Plášť je vyroben z tenkého měděného plechu, který má zvnějšku na sobě černý matný nátěr. Je zobrazen na Obr. 5. Kulovým teploměrem se měří tzv. výsledná teplota okolního prostředí, která značí míru ochlazovacího účinku tohoto prostředí. Teploměr byl po dobu měření umístěn ve výšce 1 - 1,5 m na stojanu. [10]

Technické parametry teploměru jsou: [11]

- Měřící rozsah teploty: -50 – 200 °C
- Průměr koule: 15 cm
- Čidlo: Pt100

Obr. 5 Výsledný kulový teploměr



Zdroj: vlastní zpracování

Čidlo pro určení koncentrace CO₂

Ke zjištění koncentrace oxidu uhličitého ve vzduchu bylo použito čidlo AHLBORN FY A600, které je znázorněné na Obr. 6. Čidlo lze připojit k měřicímu přístroji Almemo 2690, sloužící jako záznamové zařízení. [11]

Technické parametry čidla jsou: [11]

- Rozsah měření: 0 – 0,5 % obj.
- Odchylka: ± 0,01 % obj.
- Senzor: IR - optický
- Provozní teplota: 5 – 40 °C
- Provozní vlhkost: 0 – 95 %

Obr. 6 Čidlo pro určení koncentrace CO₂



Zdroj: vlastní zpracování

Při měření bylo čidlo umístěné na pomocném stojanu ve výšce 1,5m. Měřilo se jím především v období, kdy v autoopravně probíhaly opravy, při nichž byla využívána úhlová bruska a svářečka.

Čidlo pro měření vnitřní teploty a vnitřní vlhkosti

Pro měření vnitřní teploty a vnitřní vlhkosti bylo použito čidlo AHLBORN – FH A646-21 s kapacitním snímačem, které je znázorněné na Obr. 7. Čidlo je opatřeno Almemo konektorem pro připojení k přístroji Almemo 2690. [11]

Technické parametry čidla : [11]

- Měřicí rozsah vlhkosti: 5 – 98 %
- Odchylka: ± 2 %
- Měřicí rozsah teploty: -30 – 100 °C
- Odchylka: $\pm 0,4$ K
- Rosný bod: -20 – 100 °C
- Nominální teplota: 25 °C $\pm 0,3$ K

Obr. 7 Čidlo AHLBORN – FH A646-21



Zdroj: vlastní zpracování

2.3 CÍLE A POSTUP MĚŘENÍ

2.3.1 Cíle měření

Cílem měření bylo zjistit stávající podmínky vnitřního prostředí v autoopravně a porovnat dle hodnot, které uvádí normy. V případě nedodržení podmínek je dalším cílem navrhnout zlepšení vnitřního prostředí.

2.3.2 Postup

Měření proběhlo v autoopravně v Benátkách nad Jizerou. Měřilo se vždy v dílně č. 1. Do dílny č. 2 mi byl bohužel odepřen přístup, proto jsem zde nemohl provést měření. Celé měření probíhalo po dobu 2 dní v zimním i letním období a to vždy v pracovní době autoopravny v době mezi 9 – 17 hodinou.

Letní měření probíhalo v měsíci srpnu a zimní probíhalo na začátku února. Měřilo se tak, že příslušná čidla se umístila na stojan do výšky 1 -1,5m nad zemí a spustilo se záznamové zařízení, které zaznamenávalo příslušné hodnoty střední radiační teploty t_r [°C], operativní teploty t_0 [°C], relativní vlhkosti R_h [%] a koncentraci CO_2 [%].

3 DISPOZIČNÍ ŘEŠENÍ AUTOOPRAVNY

3.1 POPIS A SCHÉMA OBJEKTU

Autoopravna je v činnosti od roku 1990 a je situována na okraji města Benátky nad Jizerou v nadmořské výšce 225 m. n. m. se zimní výpočtovou teplotou $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$. Zimní výpočtová teplota se může pro výpočet tepelných ztrát snížit až o 3 K.

Dispoziční řešení budovy je znázorněno na Obr. 8. Budova je rozčleněna na čtyři primární části s konstrukční výškou 3,6m. Mezi primární části budovy patří sklad, kancelář, malá a velká pracovní hala. Hlavní obvodová stěna a vnitřní příčky jsou vyzděny z plných cihel. Tloušťka vnějších stěn je 0,4m a tloušťka vnitřních stěn je 0,3 m a 0,15m. Všechny stěny (vnitřní i vnější) jsou omítnuté a nemají žádnou izolaci. Vstupy do dílen jsou řešeny kovovými vraty, které jsou z poloviny tvořeny skleněnou výplní. Střecha objektu je sedlová s vlnitými deskami. V celém objektu se nachází plastová okna.

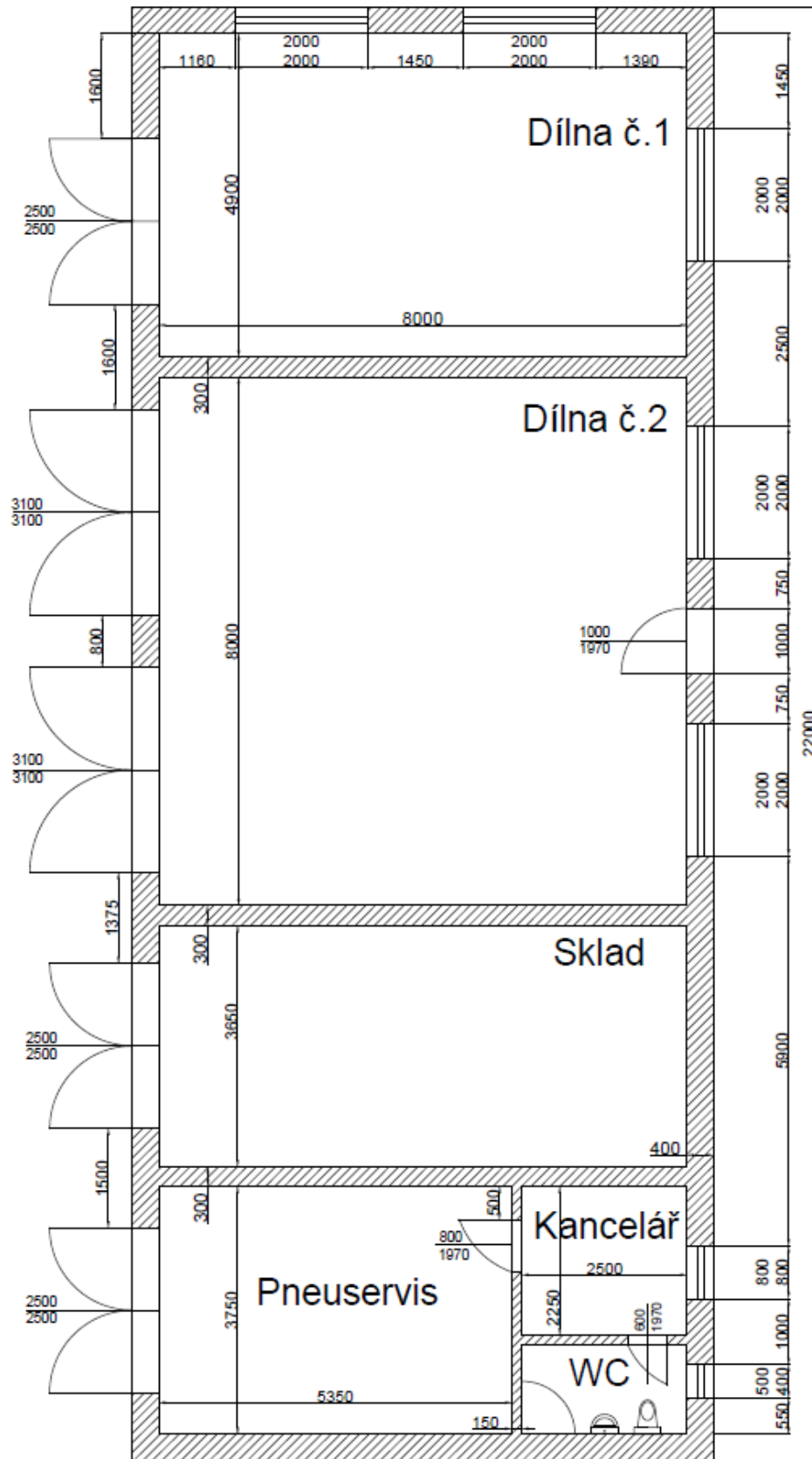
V tabulce 2 jsou z normy ČSN 06 0210 uvedeny výpočtové teploty pro jednotlivé místnosti a intenzity větrání při zimním provozu.

Tab. 2 Účel místností s výpočtovými teplotami pro zimní provoz a intenzity větrání

| Označení místnosti | Účel místnosti | Teplota $^{\circ}\text{C}$ | Intenzita výměny vzduchu |
|--------------------|-----------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 1 | dílna č. 1 | 18 | 2 h^{-1} |
| 2 | dílna č. 2 | 18 | 2 h^{-1} |
| 3 | sklad | 15 | $0,5\text{ h}^{-1}$ |
| 4 | pneuservis | 18 | 2 h^{-1} |
| 5 | WC a umývárna | 20 | - |
| 6 | kancelář | 20 | - |
| t_e | výpočtová venkovní teplota | -15 | |
| t_z | teplota zeminy | 5 | |

Zdroj: Norma ČSN 06 0210. Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění

Obr. 8 Dispozice objektu



Zdroj: Vlastní zpracování

3.2 SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA A SPÁROVÁ PRŮVZDUŠNOST

V tabulce 3 je uveden přehled stavebních konstrukcí, jejich součinitele prostupu tepla a spárová průvzdušnost.

Tab. 3 Součinitele prostupu tepla a spárové průvzdušnosti konstrukcí

| Popis stavební konstrukce | $k_{zimní}$ | $k_{letní}$ | i_{LV} |
|---|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| | W/ (m ² K) | W/ (m ² K) | m ³ /sPA ^{2/3} |
| Obvodová stěna 40 - plná pálena cihla s oboustrannou omítkou | 1,41 | 1,37 | |
| Příčka 30 - plná pálená cihla s oboustrannou omítkou | 1,79 | 1,66 | |
| Příčka 15 - plná pálená cihla s oboustrannou omítkou | 2,62 | 2,47 | |
| Střecha 15 – klasická střešní skladba, na vrchu eternitové desky, nezateplena, zesponu dřevovláknité desky s vápenocementovou omítkou | 2,19 | 2,09 | |
| Podlaha 50 - betonová na rostlé půdě s izolací E500 | 0,84 | 0,84 | |
| Vrata kovová s prosklením | 2,8 | 2,8 | 0,0005 |
| Plastové okno se dvěma skly | 2,70 | 2,70 | 0,00014 |
| Vnitřní dveře dřevěné plné | 2,00 | 2,00 | |

Zdroj: vlastní zpracování

Pro stanovení součinitele prostupu byla použita norma ČSN 73 0540 – 3. Další potřebné fyzikální veličiny byly získány z firemních katalogů a stránek výrobců.

Obecný vzorec pro výpočet součinitele prostupu tepla:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum_{j=1}^{j=n} \frac{s_j}{\lambda_j} + \frac{1}{\alpha_e}} \quad (3.1)$$

Kde:

α_i – součinitel přestupu tepla na vnitřní straně stěny [W. m⁻² . K⁻¹]

- svislá stěna $\alpha_i = 8 \text{ W. m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$
- vodorovná konstrukce při tepelném toku zdola nahoru $\alpha_i = 8 \text{ W. m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$
- vodorovná konstrukce při tepelném toku shora dolů $\alpha_i = 6 \text{ W. m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

s_j - tloušťka vrstvy [m]

λ_j – tepelná vodivost vrstvy [W. m⁻¹ . K⁻¹]

α_e - součinitel přestupu tepla na vnější straně stěny [W. m⁻² . K⁻¹]

- pro zimní období $\alpha_e = 23 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$
- pro letní období $\alpha_e = 15 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

Obvodová stěna 40

- cihla plná pálená: $s = 0,4 \text{ m}$, $\lambda = 0,76 \text{ [W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$
- omítka vápenocementová: $s = 0,015 \text{ m}$, $\lambda = 0,99 \text{ [W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum_{j=1}^{j=n} \frac{s_j}{\lambda_j} + \frac{1}{\alpha_e}} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,4}{0,76} + \frac{0,015}{0,99} + \frac{1}{23}} = 1,41 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

Pro výpočet letního součinitele k_L si vyjádříme λ_c z rovnice (3.1)

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum_{j=1}^{j=n} \frac{s_j}{\lambda_j} + \frac{1}{\alpha_e}} \Rightarrow \lambda_c = \frac{s_c}{\frac{1}{k} - \frac{1}{\alpha_i} - \frac{1}{\alpha_e}} \quad (3.2)$$

$$\lambda_c = \frac{s_c}{\frac{1}{k} - \frac{1}{\alpha_i} - \frac{1}{\alpha_e}} = \frac{0,40}{\frac{1}{1,41} - \frac{1}{8} - \frac{1}{23}} = 0,74 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

λ_c – celková tepelná vodivost cihlové stěny ($\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)

s_c – celková šířka stěny 0,40 m

k – součinitel prostupu tepla pro zimní období $1,41 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

$$k_L = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum_{j=1}^{j=n} \frac{s_j}{\lambda_j} + \frac{1}{\alpha_e}} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,40}{0,74} + \frac{1}{15}} = 1,37 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

Rozdíl mezi součinitelem prostupu v letním a zimním období je velmi malý proto ho zanedbávám.

Střecha 15

- dřevovláknité desky: $s = 0,025 \text{ m}$, $\lambda = 0,046 \text{ [W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$
- omítka vápenocementová: $s = 0,015 \text{ m}$, $\lambda = 0,99 \text{ [W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$
- eternitová krytina: $s = 0,1 \text{ m}$, $\lambda = 0,45 \text{ [W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum_{j=1}^{j=n} \frac{s_j}{\lambda_j} + \frac{1}{\alpha_e}} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0,025}{0,046} + \frac{0,015}{0,99} + \frac{0,1}{0,45} + \frac{1}{23}} = 2,19 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

4 MNOŽSVÍ VĚTRACÍHO VZDUCHU

Množství čerstvého větracího vzduchu \dot{V}_e pro dílnu č. 1 a dílnu č. 2 stanovím z intenzity výměny vzduchu a podle normy [12]. Pro ostatní místnosti se množství čerstvého větracího vzduchu stanoví dle Nařízení vlády České republiky 9/2013 sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších předpisů.[5]

Dílna č. 1

$$\dot{V}_e = O \cdot i \quad (4.1)$$

$$\dot{V}_e = 141,12 \cdot 2$$

$$\dot{V}_e = 282,24 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} = 0,0784 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Kde:

$$i = 2 \text{ h}^{-1} \quad \text{intenzita výměny vzduchu}$$

$$O = 141,12 \text{ m}^3 \quad \text{objem místnosti}$$

Dílna č. 2

$$\dot{V}_e = O \cdot i$$

$$\dot{V}_e = 230 \cdot 2$$

$$\dot{V}_e = 460 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} = 0,128 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Kde:

$$i = 2 \text{ h}^{-1} \quad \text{intenzita výměny vzduchu}$$

$$O = 230 \text{ m}^3 \quad \text{objem místnosti}$$

Sklad

$$\dot{V}_e = O \cdot i$$

$$\dot{V}_e = 105 \cdot 0,5$$

$$\dot{V}_e = 52,5 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} = 0,0146 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Kde:

$$i = 0,5 \text{ h}^{-1} \quad \text{intenzita výměny vzduchu}$$

$$O = 105 \text{ m}^3 \quad \text{objem místnosti}$$

Pneuservis

$$\dot{V}_e = O \cdot i$$

$$\dot{V}_e = 72,25 \cdot 2$$

$$\dot{V}_e = 144,45 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} = 0,040 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Kde:

$$i = 2 \text{ h}^{-1} \quad \text{intenzita výměny vzduchu}$$

$$O = 72,25 \text{ m}^3 \quad \text{objem místnosti}$$

Kancelář

$$\dot{V}_e = \dot{V}_{os} \cdot i_{os} \quad (4.2)$$

$$\dot{V}_e = 50 \cdot 2$$

$$\dot{V}_e = 100 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} = 0,027 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Kde:

$$\dot{V}_{os} = 50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \quad \text{dávka čerstvého vzduchu na osobu dle [5]}$$

$$i_{os} = 2 \quad \text{počet osob v místnosti}$$

Umývárna, WC

$$\dot{V}_e = \dot{V}_{um} \cdot \dot{V}_{WC} \quad (4.3)$$

$$\dot{V}_e = 30 + 50$$

$$\dot{V}_e = 80 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} = 0,022 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Kde:

$$\dot{V}_{um} = 30 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \quad \text{objemový tok čerstvého vzduchu na umyvadlo dle [5]}$$

$$\dot{V}_{WC} = 50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \quad \text{objemový tok čerstvého vzduchu na WC dle [5]}$$

Celkový objemový tok čerstvého vzduchu

$$\dot{V}_{ec} = \sum \dot{V}_e \quad (4.4)$$

$$\dot{V}_{ec} = 282,24 + 460 + 52,5 + 144,45 + 100 + 80$$

$$\dot{V}_{ec} = 1119,20 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} = 0,31 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

5 VÝPOČET ZIMNÍ TEPELNÉ BILANCE BUDOVY

Tepelné ztráty se vypočtou dle postupu, který je uveden v knize Energetický audit budov. [14] Tento postup je shodný s normou ČSN 06 0210 [15] (Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění).

5.1 CELKOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA

Celková tepelná ztráta \dot{Q}_C [W], je rovna součtu tepelné ztráty prostupem tepla a tepelné ztráty větráním, která je snížena o trvalé tepelné zisky. [15]

Výpočet je dán vztahem:

$$\dot{Q}_C = \dot{Q}_P + \dot{Q}_V - \dot{Q}_Z \quad (5.1)$$

Kde:

\dot{Q}_P – tepelná ztráta prostupem tepla [W]

\dot{Q}_V – tepelná ztráta větráním [W]

\dot{Q}_Z – trvalé tepelné zisky [W]

5.2 TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM TEPLA

Tepelná ztráta místnosti prostupem tepla \dot{Q}_P [W] je dána vztahem: [15]

$$\dot{Q}_P = \dot{Q}_O \cdot (1 + p_1 + p_2 + p_3) \quad (5.2)$$

Kde:

\dot{Q}_O – základní tepelná ztráta prostupem tepla [W]

p_1 – přírážka na vyrovnání vlivu chladných konstrukcí [-]

p_2 – přírážka na urychlení zátoku [-]

p_3 – přírážka na světovou stranu [-], dle tabulky A.8 - ČSN 06 0210 [15]

Základní tepelná ztráta prostupem tepla \dot{Q}_O je dána součtem tepelných toků prostupem tepla v ustáleném stavu jednotlivými konstrukcemi ohraničujícími vytápěnou místnost do venkovního prostředí nebo do sousedních místností.

Tepelný tok může být i záporné hodnoty v případě, že stavební konstrukce na vnější straně má vyšší teplotu, než je teplota ve vytápěné místnosti. Pak se jedná o tepelný zisk \dot{Q}_Z . [15]

$$\dot{Q}_O = \sum_{j=1}^{j=n} k_j \cdot S_j \cdot (t_i - t_{ej}) \quad (5.3)$$

Kde:

S_j – ochlazovaná plocha stavební konstrukce [m^2]

k_j – součinitel prostupu tepla [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$]

t_i – výpočtová vnitřní teplota [$^{\circ}C$]

t_{ej} – výpočtová teplota ve vedlejší či sousední místnosti [$^{\circ}C$]

Přirážka na vyrovnaní vlivu chladných stěn p_1 závisí na průměrném součiniteli prostupu tepla všech stěn k_c jenž je stanoven ze vztahu: [15]

$$k_c = \frac{Q_o}{\sum S \cdot (t_i - t_e)} \quad (5.4)$$

Kde:

$\sum S$ – celková plocha stěn ohraničujících vytápěnou místnost [m^2]

t_i – výpočtová vnitřní teplota [$^{\circ}C$], dle tabulky A.3 – z [15]

t_e – výpočtová venkovní teplota [$^{\circ}C$], dle tabulky A.1 – z [15]

Přirážka p_1 se vypočte ze vztahu:

$$p_1 = 0,15 \cdot k_c \quad (5.5)$$

S přirážkou p_2 (na urychlení zátoku) se počítá pouze v případě, jestliže ani při velmi nízkých venkovních teplotách nelze zajistit nepřerušovaný provoz vytápění. Za normálních okolností, což je i v našem případě, se s touto přirážkou počítat nebude. [15]

5.3 TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM PROSTORU (MÍSTNOSTI)

Tepeelná ztráta větráním Q_V se stanoví pomocí vztahu:

$$\dot{Q}_V = 1300 \cdot \dot{V}_V \cdot (t_i - t_e) \quad (5.6)$$

Kde:

1300 – objemová tepelná kapacita vzduchu při teplotě 0 °C [$\text{J} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$]

\dot{V}_V – objemový tok větracího vzduchu [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$], zde se dosadí větší z hodnot \dot{V}_e (které jsou uvedeny v kapitole 4), nebo se zde dosadí hodnoty \dot{V}_{VP} , které se vypočtou z přirozeného větrání infiltrací

t_i – výpočtová vnitřní teplota [°C], dle tabulky A.3 – z [15]

t_e – výpočtová venkovní teplota [°C], dle tabulky A.1 – z [15]

Přirozené větrání infiltrací

Objemový tok větracího vzduchu při přirozené větrání infiltrací se učí ze vztahu:

$$\dot{V}_{VP} = \sum(i_{LV} \cdot l) \cdot B \cdot M \quad (5.7)$$

Kde:

$\sum(i_{LV} \cdot L)$ – součet průvzdušnosti oken a venkovních dveří [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-0,67}$]

i_{LV} – součinitel spárové průvzdušnosti [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} / \text{m} \cdot \text{Pa}^{0,67}$]

L – délka spár otvíratelných částí oken a venkovních dveří [m]

B – charakteristické číslo budovy [$\text{Pa}^{0,67}$], dle tabulky A.4 – z [15]

M – charakteristické číslo místnosti [-], dle tabulky A.5 – z [15]

5.4 PŘÍKLAD VÝPOČTU TEPELNÝCH ZTRÁT PRO KONKRÉTNÍ MÍSTNOSTI DLE DISPOZICE OBJEKTU

Příklad výpočtu pro zvolené místnosti je uveden v tabulkách 4 a 5. V tabulkách je uvažováno množství větracího vzduchu, které bylo spočítáno v kapitole 4. Dále je provedeno porovnání mezi větráním infiltrací a objemovým tokem větracího vzduchu.

Tab. 4 Výpočet tepelných ztrát pro místnost: Dílna č. 1

| Označení stěny | Plocha stěny | | | | | Základní tepelná ztráta | | | | | | Přirážky | | | | Celková tepelná ztráta $Q_c = Q_e + Q_v - Q_z$ [W] |
|----------------|----------------|-------|------------------|--------|--------------|-------------------------|-------------------|---------------------------|--------------------------|---------------|----------------------|---|--------------------------|-------------------------|-----------------------|--|
| | Tloušťka stěny | Délka | Šířka nebo výška | Plocha | Počet otvorů | Plocha otvorů | Plocha bez otvorů | Součinitel prostupu tepla | Rozdíl teplot Δt | k. Δt | Tepelná ztráta Q_o | Na vyrovnání vlivu chladných stěn - p1 | Na urychlení zátěpu - p2 | Na světovou stranu - p3 | $1 + p_1 + p_2 + p_3$ | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SO1 | 40 | 8,00 | 3,60 | 28,80 | 2,00 | 8,00 | 20,80 | 1,41 | 33,00 | 46,53 | 967,82 | $k_c = \frac{q_v}{\sum S \cdot (t_i - t_e)}$ Kde: $\sum S$ – celková plocha stěn ohraničujících vytápěnou místnost [m ²] t_i – výpočtová vnitřní teplota [°C], dle tabulky A.3 – z [15] t_e – výpočtová venkovní teplota [°C], dle tabulky A.1 – z [15] | | | | |
| OZ1 | | 2,00 | 2,00 | 4,00 | 0 | 0 | 4,00 | 2,70 | 33,00 | 89,10 | 356,40 | | | | | |
| OZ2 | | 2,00 | 2,00 | 4,00 | 0 | 0 | 4,00 | 2,70 | 33,00 | 89,10 | 356,40 | | | | | |
| SO2 | 40 | 4,90 | 3,60 | 17,64 | 1,00 | 4,00 | 13,64 | 1,41 | 33,00 | 46,53 | 634,67 | | | | | |
| OZ3 | | 2,00 | 2,00 | 4,00 | 0 | 0 | 4,00 | 2,70 | 33,00 | 89,10 | 356,40 | | | | | |
| SN1 | 30 | 8,00 | 3,60 | 28,80 | 0 | 0 | 28,80 | 1,79 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| SO2 | 40 | 4,90 | 3,60 | 17,64 | 1,00 | 6,25 | 11,39 | 1,41 | 33,00 | 46,53 | 529,98 | | | | | |
| DO1 | | 2,50 | 2,50 | 6,25 | 0 | 0 | 6,25 | 2,80 | 33,00 | 92,40 | 577,50 | | | | | |
| Str | 15 | 4,80 | 4,90 | 23,52 | 0 | 0 | 23,52 | 2,19 | 33,00 | 72,27 | 1699,79 | | | | | |
| Pdl | 50 | 4,80 | 4,90 | 23,52 | 0 | 0 | 23,52 | 0,84 | 5,00 | 4,20 | 98,78 | | | | | |
| | | | | | | S | 139,92 | | | | Q_o | 5577,74 | | | | |

$t_i = 18 \text{ } ^\circ\text{C}$ $V_e = 0,0784 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
 $t_e = -15 \text{ } ^\circ\text{C}$ $Q_v = 3363,36 \text{ W}$
 $M = 1$
 $B = 4$
 $k_c = 1,21$

| | |
|---------|-----------|
| $Q_e =$ | 6 867,31 |
| $Q_v =$ | 3 363,36 |
| $Q_z =$ | 0,00 |
| $Q_c =$ | 10 230,67 |

Zdroj: vlastní zpracování

Tab. 5 Výpočet tepelných ztrát pro místnost: Dílna č. 2

| Označení stěny | Plocha stěny | | | | | Základní tepelná ztráta | | | | | | Přirážky | | | | Celková tepelná ztráta $Q_c = Q_p + Q_v + Q_z$ |
|----------------|----------------|-------|------------------|--------|--------------|-------------------------|-------------------|---------------------------|--------------------------|---------------|----------------------|--|--------------------------|-------------------------|------------|---|
| | Tloušťka stěny | Délka | Šířka nebo výška | Plocha | Počet otvorů | Plocha otvorů | Plocha bez otvorů | Součinitel prostupu tepla | Rozdíl teplot Δt | k. Δt | Tepelná ztráta Q_o | Na vyrovnání vlivu chladných stěn - p1 | Na urychlení zátěpu - p2 | Na světovou stranu - p3 | 1+p1+p2+p3 | |
| | | | | | | | | | | | | 0,175 | 0 | 0,05 | 1,225 | |
| SO1 | 40 | 8,00 | 3,60 | 28,80 | 3,00 | 9,97 | 18,83 | 1,41 | 33,00 | 46,53 | 876,16 | | | | | |
| OZ1 | | 2,00 | 2,00 | 4,00 | 0 | 0 | 4,00 | 2,70 | 33,00 | 89,10 | 356,40 | | | | | |
| OZ2 | | 2,00 | 2,00 | 4,00 | 0 | 0 | 4,00 | 2,70 | 33,00 | 89,10 | 356,40 | | | | | |
| DO1 | | 1,97 | 1,00 | 1,97 | 0 | 0 | 1,97 | 2,70 | 33,00 | 89,10 | 175,53 | | | | | |
| SN1 | 30 | 8,00 | 3,60 | 28,80 | 0 | 0 | 28,80 | 1,79 | 8,00 | 14,32 | 412,42 | | | | | |
| SO2 | 40 | 8,00 | 3,60 | 28,80 | 2,00 | 9,61 | 19,19 | 1,41 | 33,00 | 46,53 | 892,91 | | | | | |
| DO2 | | 3,10 | 3,10 | 9,61 | 0 | 0 | 9,61 | 2,80 | 33,00 | 92,40 | 887,96 | | | | | |
| DO3 | | 3,10 | 3,10 | 9,61 | 0 | 0 | 9,61 | 2,80 | 33,00 | 92,40 | 887,96 | | | | | |
| SN2 | 30 | 8,00 | 3,60 | 28,80 | 0 | 0 | 28,80 | 1,79 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | | | |
| Str | 15 | 8,00 | 8,00 | 64,00 | 0 | 0 | 64,00 | 2,19 | 33,00 | 72,27 | 4625,28 | | | | | |
| Pdl | 50 | 8,00 | 8,00 | 64,00 | 0 | 0 | 64,00 | 0,84 | 5,00 | 4,20 | 268,80 | | | | | |
| | | | | | | S | 252,81 | | | | Q _c | | | | | |

$$k_e = \frac{q_p}{\sum S \cdot (t_i - t_e)}$$

Kde:

$\sum S$ – celková plocha stěn ohraničujících vytápěnou místnost [m²]

t_i – výpočtová vnitřní teplota [°C], dle tabulky A.3 – z [15]

t_e – výpočtová venkovní teplota [°C], dle tabulky A.1 – z [15]

| | |
|------------------|-----------|
| Q _p = | 11 932,44 |
| Q _v = | 5 491,20 |
| Q _z = | 0,00 |
| Q _c = | 17 423,64 |

| | | | |
|------------------|--------|------------------|---------------------------------------|
| t _i = | 18 °C | V _e = | 0,128 m ³ .s ⁻¹ |
| t _e = | -15 °C | Q _v = | 5491 w |
| M= | 1 | | |
| B= | 4 | | |
| kc= | 1,17 | | |

Zdroj: vlastní zpracování

Stručný přehled jednotlivých tepelných ztrát pro jednotlivé místnosti je uveden v tabulce 6. Zbylé podrobné výpočty jsou uvedeny v přílohách 1 až 4.

Tab. 6 Přehled tepelných ztrát pro jednotlivé místnosti

| Místnost | Tepelná ztráta při větrání | | | Celková tepelná ztráta Q _c [W] |
|---------------|------------------------------------|-----------------------------|---|---|
| | Prostupem tepla Q _p [W] | Větráním Q _v [W] | Trvalé tepelné zisky Q _z [W] | |
| Dílna č.1 | 6867,314 | 3 363,36 | 0 | 10 230,67 |
| Dílna č.2 | 11 932,44 | 5 491,20 | 0 | 17 423,64 |
| Sklad | 4 732,94 | 569,40 | 0 | 5 302,34 |
| Pneuservis | 4 249,38 | 1 716,00 | 0 | 5 965,38 |
| WC a umývárna | 1 151,16 | 1 820,00 | 0 | 2 971,16 |
| Kancelář | 1 155,58 | 1 228,00 | 500 | 1 883,58 |
| Celkem | 30 088,81 | 14 187,96 | 500 | 43 776,77 |

Zdroj: vlastní zpracování

Pro porovnání jsou v tabulce 7 spočítány tepelné ztráty, kde je uvažováno větrání infiltrací. V porovnání s množstvím čerstvého větracího vzduchu vychází ztráty infiltrací o třetinu menší.

Tab. 7 Přehled tepelných ztrát pro jednotlivé místnosti při větrání infiltrací

| Místnost | Tepelná ztráta při větrání infiltrací | | | Celková tepelná ztráta Q_c [W] |
|---------------|---------------------------------------|--------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| | Prostupem tepla Q_p [W] | Větráním Q_v [W] | Trvalé tepelné zisky Q_z [W] | |
| Dílna č.1 | 6867,314 | 1 434,58 | 0 | 8 301,89 |
| Dílna č.2 | 11 932,44 | 2 673,53 | 0 | 14 605,97 |
| Sklad | 4 732,94 | 780,00 | 0 | 5 512,94 |
| Pneuservis | 4 249,38 | 429,00 | 0 | 4 678,38 |
| WC a umývárna | 1 151,16 | 32,10 | 0 | 1 183,26 |
| Kancelář | 1 155,58 | 57,08 | 500 | 712,65 |
| Celkem | 30 088,81 | 5 406,28 | 500 | 34 994,10 |

Zdroj: vlastní zpracování

Hodnota největší celkové tepelné ztráty při intenzivní výměně vzduchu je 44,4 kW, uvedeno v tabulce 6. Zatímco z tabulky 7 je zřejmé, že největší celková tepelná ztráta větráním infiltrací je přibližně 36 kW, což je o 8 kW menší tepelná ztráta. Tepelné zisky od technologií jsou zanedbány, až na kancelář, kde je zisk uvažován 500W od výpočetní techniky a dalších přístrojů.

6 VÝPOČET LETNÍ TEPELNÉ BILANCE BUDOVY

Výpočet letní tepelné bilance, čímž se myslí tepelná zátěž autoopravny, je proveden dle [16]. Z výpočtů tepelné zátěže a tepelných zisků v jednotlivých místnostech se stanoví objemový tok potřebného větracího vzduchu ve větraném prostoru. [16]

Výše zmíněná autoopravna se nebude klimatizovat, bude pouze větrána. Vnitřní výpočtová teplota se bere jako časově proměnná hodnota a bude uvažována o 3 K vyšší než je venkovní výpočtová teplota podle [16]. Venkovní výpočtová se volí dle ČSN 73 0548, tabulky 2. [16]

Norma uvádí, že se má výpočet provádět pro slunný den, a to konkrétně 21. července. Jestliže není možné stanovit hodinu, kdy můžeme očekávat největší tepelné zisky, pak je nutné provést výpočet v hodinových intervalech, kdy je místnost v používání. [16]

6.1 VÝPOČET CELKOVÉ TEPELNÉ ZÁTĚŽE

Výpočet je uveden pro dílnu č. 2. Výpočtový čas bude uvažován 9 hodin. Kdy v tuto dobu zde pracují dvě osoby.

6.1.1 Tepelné zisky z vnitřního prostředí

Produkce tepla od lidí

$$\dot{Q}_l = i_l \cdot 6,2 \cdot (36 - t_i) \quad (6.1)$$

$$\dot{Q}_l = 2 \cdot 6,2 \cdot (36 - 26)$$

$$\dot{Q}_l = 124 \text{ W}$$

Kde:

$t_i = 26^\circ\text{C}$ – vnitřní výpočtová teplota v čase 9

$$i_l = 0,85i_z + 0,75i_d + i_m \quad (6.2)$$

$$i_l = 0,85 \cdot 0 + 0,75 \cdot 0 + 2 = 2$$

$i_d = 0$ - počet dětí v místnosti

$i_m = 2$ - počet mužů v místnosti

$i_z = 0$ - počet žen v místnosti

Časový průběh hodnot produkce tepla od lidí je uveden v tabulce 8 a je v rozmezí 9-18 hodin.

Tab. 8 Časový průběh hodnot produkce tepla od lidí pro dílnu č. 2 v čase od 9-17 hodin

| čas [hod] | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|------------|-----|--------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| t_i [°C] | 26 | 27,8 | 29,5 | 30,9 | 32,1 | 32,8 | 33 | 32,8 | 32,1 |
| Q_i [W] | 124 | 101,68 | 80,6 | 63,24 | 48,36 | 39,68 | 37,2 | 39,68 | 48,36 |

Zdroj: vlastní zpracování dle Normy ČSN 73 0548

Produkce tepla svítidly

$$\dot{Q}_{SV} = \dot{P} \cdot S_{SV} \cdot c_1 \cdot c_2 \quad (6.3)$$

$$\dot{Q}_{SV} = 15 \cdot 24 \cdot 1 \cdot 1$$

$$\dot{Q}_{SV} = 360 \text{ W}$$

Kde:

$\dot{P} = 15 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ – produkce tepla zářivkami o intenzitě osvětlení 250 lx, volím 15 W. m⁻² dle tabulky 3.32 podle [14]

$S_{SV} = 24 \text{ m}^2$ – uměle osvětlená plocha

$c_1 = 1$ – součinitel současnosti používání svítidel

$c_2 = 1$ – zbytkový součinitel

Tepelné zisky od technologií

Tepelné zisky od technologií se v tomto případě neuvažují, protože jsou zanedbatelné.

Tepelné zisky od ventilátorů

Místnost, pro kterou je proveden vzorový výpočet neobsahuje žádný ventilátor, proto nemusím uvažovat tepelné zisky z tohoto zařízení. Musím však uvést vzorec, protože s ním budu počítat v dílně č.1, kde jsou umístěny dva ventilátory.

$$\dot{Q}_V = \frac{\dot{V}_V \cdot \Delta p}{\eta_v \cdot \eta_m} \quad (6.4)$$

Kde:

\dot{V}_V – objemový průtok vzduchu ventilátorem

Δp – celkový tlak ventilátoru

η_m – účinnost elektromotoru, z tabulky 3.33 dle [14]

η_v – účinnost ventilátoru

Tepelné zisky citelným teplem pro dílnu č. 2

$$Q_{cvz} = \dot{Q}_l + \dot{Q}_{sv} + \dot{Q}_v \quad (6.5)$$

$$Q_{cvz} = 124 + 360 + 0$$

$$Q_{cvz} = 484 \text{ W}$$

V tabulce 9 jsou hodnoty tepelných zisků od vnitřních zdrojů citelným teplem v čase od 9 – 17 hod.

Tab. 9 Hodnoty tepelných zisků od vnitřních zdrojů citelným teplem v čase od 9 – 17 hod.

| čas [hod] | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Q_{cvz} [W] | 484 | 462 | 441 | 423 | 408 | 400 | 397 | 400 | 408 |

Zdroj: vlastní zpracování dle Normy ČSN 73 0548

6.1.2 Tepelné zisky z venkovního prostředí

Tepelné zisky okny

a) Prostup tepla konvekcí je určen vztahem:

- pro jedno okno

$$\dot{Q}_{ok1} = k_0 \cdot S_0 \cdot (t_e - t_i) \quad (6.6)$$

$$\dot{Q}_{ok1} = 2,7 \cdot 4 \cdot (23 - 26)$$

$$\dot{Q}_{ok1} = -32 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{ok2} = k_0 \cdot S_0 \cdot (t_e - t_i)$$

$$\dot{Q}_{ok2} = 2,7 \cdot 1,97 \cdot (23 - 26)$$

$$\dot{Q}_{ok2} = -16 \text{ W}$$

Kde:

$k_0 = 2,7 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ – součinitel prostupu tepla oknem z tabulky 3

$S_0 = l_v \cdot l_\xi$ – plocha okna včetně rámu

$l_\xi = 2 \text{ m}$ – šířka okna

$l_v = 2 \text{ m}$ – výška okna

$t_e = 23$ – venkovní teplota vzduchu pro čas 9 hodin dle [16]

$t_i = 26$ – vnitřní teplota pro čas 9 hodin

- pro n oken

$$\dot{Q}_{okn} = n_1 \cdot \dot{Q}_{o1k} + n_2 \cdot \dot{Q}_{o2k} \quad (6.7)$$

$$\dot{Q}_{okn} = 2 \cdot (-32) + 1 \cdot (-16)$$

$$\dot{Q}_{okn} = -80 \text{ W}$$

Kde:

n – počet oken stejného rozměru

Pro tento výpočet se výpočtová teplota uvnitř místnosti bude měnit s časem a bude vždy o 3 K vyšší, než venkovní výpočtová teplota. Z toho vyplývá, že nezáleží na tom, pro jakou hodinu budu výpočet provádět. Výsledek se nezmění a

bude -80W. Pokud tepelné zisky vyjdou záporné nebo menší než 100W, tak podle [16] nemusím tuto hodnotu uvažovat.

Pro dílnu č. 2 uvažuji tepelné zisky okny nulové.

b) Prostup tepla sluneční radiací

- pro jedno okno

$$\dot{Q}_{OR} = [S_{OS} \cdot I_{Ok} \cdot c_0 + (S_{Ok} - S_{OS}) \cdot I_{Okd}] \cdot s \quad (6.8)$$

$$\dot{Q}_{OR} = [3,8 \cdot 249 \cdot 1,15 + (3,61 - 3,8) \cdot 154,4] \cdot 0,9$$

$$\dot{Q}_{OR} = 953 \text{ w}$$

- pro n oken

$$\dot{Q}_{Orn} = n \cdot \dot{Q}_{OR} \quad (6.9)$$

$$\dot{Q}_{Orn} = 2 \cdot 953$$

$$\dot{Q}_{Orn} = 1906 \text{ W}$$

Kde:

$$S_{OS} = [l_A - (e_1 - f)] \cdot [l_B - (e_2 - g)] \quad (6.10)$$

$$S_{OS} = [2 - (0,078 - 0,03)] \cdot [2 - (0,08 - 0,03)]$$

$$S_{OS} = 3,8 \text{ m}^2$$

$$S_{Ok} = [l_V - 2 \cdot n] \cdot [l_S - 2 \cdot m] \quad (6.11)$$

$$S_{Ok} = [2 - 2 \cdot 0,05] \cdot [2 - 2 \cdot 0,05]$$

$$S_{Ok} = 3,61 \text{ m}^2$$

S_{OS} – osluněný povrch okna

S_{Ok} – plocha včetně zakrytí rámu

$l_A = 2\text{m}$ – šířka zasklené části okna

$l_B = 2\text{m}$ – výška zasklené části okna

$c_0 = 1,15$ – korekce na čistotu atmosféry

$f = 0,03 \text{ m}$ – odstup svislé části okna od zakrytí rámu

$g = 0,03 \text{ m}$ – odstup vodorovné části okna zakrytí rámu

$s = 0,9 \text{ m}$ – součinitel stínění, dle [14] str. 77, tab. 3.36

$m = 0,05 \text{ m}$ – šířka zakrytí rámu

$n = 0,05 \text{ m}$ – výška zakrytí rámu

Délky stínů se stanoví:

$$e_1 = d \cdot \operatorname{tg}(\alpha - \gamma) \quad (6.12)$$

$$e_1 = 0,03 \cdot \operatorname{tg}(114 - 45)$$

$$e_1 = 0,078 \text{ m}$$

$$e_2 = \frac{c \cdot \operatorname{tg} h}{\cos(\alpha - \gamma)} \quad (6.13)$$

$$e_2 = \frac{0,03 \cdot \operatorname{tg} 44}{\cos(114 - 45)}$$

$$e_2 = 0,08 \text{ m}$$

Kde:

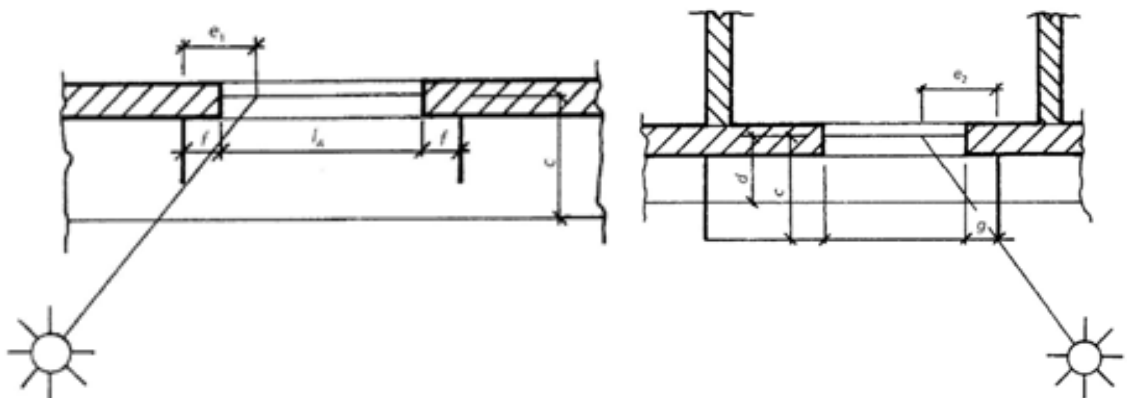
e_1 – délka svislého stínu v okenním otvoru

e_2 – délka vodorovného stínu v okenním otvoru

$d = 0,03 \text{ m}$ – hloubka zapuštění okna z venkovní stěny ke sklu okna

Na Obr.9 je pro přehlednost znázorněno označení všech částí oken potřebných k výpočtu.

Obr. 9 Označení částí oken



Zdroj: Dahlsveen, Petráš, Hirš: Energetický audit budov. Bratislava, 2003

- $c = 0,03$ – hloubka zapaštění okna v horní části
 $\alpha = 114^\circ$ – azimut slunce, dle [16], tabulka 4
 $\gamma = 45^\circ$ – azimut slunce k normále SV stěny dle [16]
 $h = 44^\circ$ – výška slunce nad obzorem, dle [16], tabulka 4

Intenzita přímé sluneční radiace dopadající na kolmou plochu

$$I_{DK} = I_0 \cdot \exp \left[-0,1 \cdot z \left(\frac{16-H}{(16+H) \cdot \sin h} \right)^{0,8} \right] \quad (6.14)$$

$$I_{DK} = 1350 \cdot \exp \left[-0,1 \cdot 5 \left(\frac{16-0,225}{(16+0,225) \cdot \sin 44} \right)^{0,8} \right]$$

$$I_{DK} = 702 \text{ W}$$

Kde:

$H = 0,225 \text{ km}$ – nadmořská výška

$I_0 = 1350 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ – solární konstanta

$z = 5$ – součinitel znečištění atmosféry, dle [16] tab. 10

Intenzita difusní sluneční radiace

$$I_d = \left[1350 - I_{DK} - (1080 - 1,4 \cdot I_{DK}) \cdot \sin^2 \frac{\alpha_s}{2} \right] \cdot \frac{\sin h}{3} \quad (6.15)$$

$$I_d = \left[1350 - 702 - (1080 - 1,4 \cdot 702) \cdot \sin^2 \frac{90}{2} \right] \cdot \frac{\sin 44}{3}$$

$$I_d = 139 \text{ W}$$

Kde:

α_s – úhel stěny od vodorovné roviny

Intenzita přímé sluneční radiace na libovolnou plochu

$$I_D = I_{DK} \cdot \cos \theta \quad (6.16)$$

$$I_D = 702 \cdot \cos 75$$

$$I_D = 182 \text{ W}$$

Kde:

$$\theta = \cos^{-1} [\sin h \cdot \cos h \cos \alpha_s + \cos h \cdot \sin \alpha_s \cdot \cos(\alpha - \gamma)]$$

$$\theta = \cos^{-1} [\sin 44 \cdot \cos 44 \cos 90 + \cos 44 \cdot \sin 90 \cdot \cos(114 - 45)]$$

$$\theta = 75^\circ$$

θ – úhel mezi normálou osluněného povrchu a směrem paprsků

Intenzita difúzní sluneční radiace, která projde standardním sklem okna

$$I_{OKD} = I_D \cdot t_d \quad (6.18)$$

$$I_{OKD} = 182 \cdot 0,85$$

$$I_{OKD} = 154,4W$$

Kde:

$t_d = 0,85$ – celková propustnost difusní sluneční radiace standardním sklem

Celková intenzita sluneční radiace, která projde standardním oknem

$$I_{Ok} = I_D \cdot t_D + I_{OKD} \quad (6.19)$$

$$I_{Ok} = 182 \cdot 0,52 + 154$$

$$I_{Ok} = 249 W$$

Kde:

$$t_D = 0,87 - 1,47 \cdot \left(\frac{\theta}{100}\right)^5 \quad (6.20)$$

$$t_D = 0,87 - 1,47 \cdot \left(\frac{75}{100}\right)^5$$

$$t_D = 0,52$$

t_D – celková poměrná propustnost přímé sluneční radiace standardním sklem

c) Tepelné zisky od venkovních stěn

Při výpočtu tepelných zisků z venkovních se uvažují tři kategorie stěn. Ty se rozdělují podle tloušťky stěn. Stěny s tloušťkou do 0,08m se považují za stěny lehké. Stěny, jejichž rozměr se pohybuje v rozmezí 0,08 – 0,45m se nazývají středně těžké stěny. Tam kde tloušťka přesahuje 0,45m se považují za stěny těžké. [16]

Stěna lehká (vrata dílny č. 2)

$$Q_{SVR} = k_{VR} \cdot S_{VR} (t_r - t_i) \quad (6.21)$$

$$Q_{SVR} = 2,8 \cdot 9,61 \cdot (28,5 - 26)$$

$$Q_{SVR} = 67W$$

Kde:

k_{VR} – součinitel prostupu tepla z tabulky 3

S_{VR} – plocha vrat

t_r – rovníocenná sluneční teplota venkovního vzduchu pro 9 hodin z tabulky 3.38 dle [14]

t_i – vnitřní výpočtová teplota v čase 9 hodin

Stěna středně těžká (střecha nad dílnou č. 2)

$$Q_{Ssch} = k_{sch} \cdot S_{sch} \cdot [(t_{rm} - t_i) + m \cdot (t_{r\psi} - t_{rm})] \quad (6.22)$$

$$Q_{Ssch} = 2,19 \cdot 32 \cdot [(37,35 - 26) + 0,66 \cdot (20,9 - 37,35)] = 34,5 \text{ W}$$

Kde:

k_{sch} – součinitel prostupu tepla

S_{sch} – plocha stěny

t_{rm} – průměrná rovníocenná sluneční teplota vzduchu za 24 hodin

$$m = \frac{1 + 7,6 \cdot \delta_{sch}}{2500^{\delta_{sch}}} \quad (6.23)$$

$$m = \frac{1 + 7,6 \cdot 0,15}{2500^{0,15}}$$

$m = 0,66$ – součinitel snižující kolísání teploty při prostupu tepla stěnou

δ_{sch} – tloušťka stěny

$$\psi = 32 \cdot \delta_{sch} - 0,5 \quad (6.24)$$

$$\psi = 32 \cdot 0,15 - 0,5$$

$\psi = 4,3 \doteq 4 \text{ h}$ – zpoždění

$t_{r\psi} = 20,9^\circ\text{C}$ – rovníocenná sluneční teplota z tab 3.38 dle [14], která je zpožděna o 4 hodiny

Rovníocenná sluneční teplota vzduchu

$$t_r = t_e + \frac{\varepsilon \cdot i_{sch}}{\alpha_e} \quad (6.25)$$

$$t_r = 23 + \frac{0,7 \cdot 325}{15}$$

$$t_r = 38,2^\circ\text{C}$$

Kde:

ε – součinitel poměrné pohltivosti pro sluneční radiaci dle [14]

i_{sch} – intenzita celkové sluneční radiace, která dopadá na střechu v 9 hodin

α_e – součinitel přestupu tepla, str. 71 dle [14]

t_e – venkovní výpočtová teplota pro 9 hodin dle [14]

Tepelné zisky citelným teplem z venkovního prostředí pro dílnu č. 2

$$\dot{Q}_{cvp} = \dot{Q}_{okn} + \dot{Q}_{orn} + \dot{Q}_s \quad (6.27)$$

$$\dot{Q}_{cvp} = 0 + 1906 + 166$$

$$\dot{Q}_{cvp} = 2072W$$

Tepelná zátěž dílny č. 2 citelným teplem

$$\dot{Q}_{ic} = \dot{Q}_{cvz} + \dot{Q}_{cvp} \quad (6.28)$$

$$\dot{Q}_{ic} = 484 + 2072$$

$$\dot{Q}_{ic} = 2556W$$

Tepelné zisky dílny č. 2, přívodem čerstvého větracího vzduchu

$$\dot{Q}_L = \dot{V}_e + \zeta_e + c_p \cdot (t_e - t_i) \quad (6.29)$$

$$\dot{Q}_L = 0,128 + 1,2 + 1010 \cdot (23 - 26)$$

$$\dot{Q}_L = - 465 W$$

Kde:

$$\dot{V}_e = 0,128 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \quad \text{– dle kapitoly 4}$$

$$\zeta_e = 1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \quad \text{– hustota vzduchu}$$

$$c_p = 1010 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \quad \text{– měrná tepelná kapacita vzduchu}$$

$$t_e = 23^\circ C$$

$$t_i = 26^\circ C$$

d) Vodní zisky

Teplné zisky z par produkovaných člověkem

$$\dot{Q}_{ivL} = i_{os} \cdot \dot{m}_w \cdot l_{23i} \quad (6.29)$$

$$\dot{Q}_{ivL} = 2 \cdot \frac{244}{3600} \cdot 2500$$

$$\dot{Q}_{ivL} = 339 \text{ W}$$

$$i_{os} = 2 \quad \text{– počet osob}$$

$$\dot{m}_w = 244 \text{ g} \cdot \text{h}^{-1} \quad \text{– produkce vodní páry z tab 6. dle [16]}$$

$$l_{23i} = 2500 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \quad \text{– měrné výparné teplo vody}$$

Přehledný výpočet tepelných zisků je uveden v tabulce 10 a 11. Přičemž tabulka 10 uvádí potřebné hodnoty k výpočtu a v tabulce 11 jsou celkové tepelné zisky pro dílnu č. 2. Výpočty dalších místností jsou uvedeny v přílohách 5 až 14. Výpočty tepelných zisků jsou v souladu s normou ČSN 73 0548 a jsou provedeny programem na výpočet tepelných zisků od společnosti QPRO. Proto se hodnoty můžou lišit od hodnot ve vzorovém výpočtu, protože program uvažuje trochu jiné konstanty.

Tab. 10 Hodnoty k výpočtu tepelných zisků pro dílnu č. 2

| | | | |
|-----------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|
| Název místnosti: | Dílňa č.2 | Číslo: | 2 |
| Plocha: | 64 m ² | Objem: | 230,4 m ³ |
| Teplota v místnosti: | 26 °C | Překročení teploty: | 2 °C |
| Počet osob: | 2 - | | |
| Začátek provozu: | 9 h | Konec provozu: | 18 h |
| Množství vzduchu: | 460 m ³ /h | Intenzita větrání: | 2 -/h |
| Osvětlení měrné: | 10 W/m ² | Osvětlení celkem: | 640 W |
| Vnitřní provozní zisk | 10 W/m ² | Vnitřní provozní zisky: | 0 W |
| Vnitřní stálé zisky: | 0 W/m ² | Vnitřní stálé zisky: | 0 W |

| Konstrukce | Součinitel prostupu tepla k | Plocha konstrukce | Azimut | Sklon | Teplota odvrácené strany | Součinitel poměrné pohltivosti | Tloušťka konstrukce | Výška okna | Šířka okna | Šířka horizontálního slunolamu | Šířka vertikálního slunolamu | Odstup horizontálního slunolamu | Odstup vertikálního slunolamu | Součinitel stínění | Počet |
|------------|-----------------------------|-------------------|--------|-------|--------------------------|--------------------------------|---------------------|------------|------------|--------------------------------|------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------------|-------|
| - | W/m ² K | m ² | deg | deg | °C | - | m | m | m | m | m | m | m | - | ks |
| Okno | 2,7 | | 39 | 90 | | | | 2 | 2 | 0,05 | 0,05 | 0,03 | 0,03 | 0,9 | 2 |
| Okno | 2,7 | | 39 | 90 | | | | 1,97 | 1 | 0,05 | 0,05 | 0,03 | 0,03 | 0,9 | 1 |
| Stěna O | 1,37 | 18,83 | 39 | 90 | | 0,7 | 0,4 | | | | | | | | |
| Příčka 30 | 1,66 | 28,8 | | | 25 | | | | | | | | | | |
| Příčka 30 | 1,66 | 28,8 | | | 25 | | | | | | | | | | |
| Stěna O | 1,37 | 19,19 | 224 | 90 | | 0,7 | 0,4 | | | | | | | | |
| Vrata | 2,8 | 9,61 | 224 | 90 | | 0,7 | 0,08 | | | | | | | | |
| Vrata | 2,8 | 9,61 | 224 | 90 | | 0,7 | 0,08 | | | | | | | | |
| Střeška | 2,09 | 32 | 39 | 12 | | 0,7 | 0,15 | | | | | | | | |

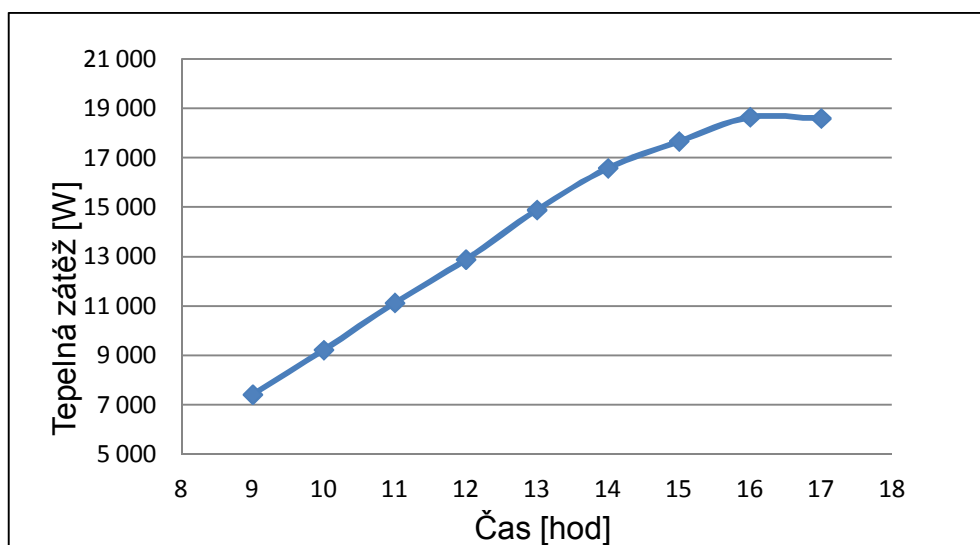
Zdroj: vlastní zpracování

Tab. 11 Celkové tepelné zisky dílny č. 2 v provozní době 9 - 17 hod

| Dílňa č.2 | Hodiny | | | | | | | | |
|-------------------|-------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|
| | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| Osoby | 124 | 101,68 | 80,6 | 63,24 | 48,36 | 39,68 | 37,2 | 39,68 | 48,36 |
| Vodní páry | 339 | 339 | 339 | 339 | 339 | 339 | 339 | 339 | 339 |
| Větrání | -166 | 117 | 377 | 602 | 776 | 885 | 920 | 885 | 776 |
| Vnitřní | 1280 | 1280 | 1280 | 1280 | 1280 | 1280 | 1280 | 1280 | 1280 |
| Příčka 30 | -112 | -100 | -88 | -76 | -65 | -57 | -51 | -48 | -49 |
| Příčka 30 | -112 | -100 | -88 | -76 | -65 | -57 | -51 | -48 | -49 |
| Stěna 0 | 84 | 76 | 68 | 62 | 56 | 53 | 52 | 53 | 77 |
| Stěna 0 | 154 | 145 | 137 | 131 | 125 | 122 | 121 | 122 | 132 |
| Vrata | 22 | 88 | 152 | 211 | 402 | 597 | 743 | 820 | 817 |
| Vrata | 22 | 88 | 152 | 211 | 402 | 597 | 743 | 820 | 817 |
| Střecha | 108 | 486 | 887 | 1262 | 1582 | 1826 | 1980 | 2035 | 1992 |
| Okna K | -24 | 17 | 53 | 84 | 109 | 124 | 129 | 124 | 109 |
| Okna R | 1211 | 942 | 1001 | 1021 | 1001 | 942 | 848 | 721 | 566 |
| Okna K | -6 | 4 | 13 | 21 | 27 | 31 | 32 | 31 | 27 |
| Okna R | 291 | 232 | 246 | 251 | 246 | 232 | 209 | 178 | 139 |
| Akumulace | -300 | -98 | -171 | -196 | -171 | -98 | 19 | 177 | 371 |
| Celkem [W] | 2924 | 3627,68 | 4449,6 | 5202,24 | 6105,36 | 6869,68 | 7365,2 | 7544,68 | 7409,36 |

Zdroj: vlastní zpracování

Obr. 10 Graf celkové tepelné zátěže autoopravny pro pracovní dobu od 9 – 17 hod



Zdroj: vlastní zpracování

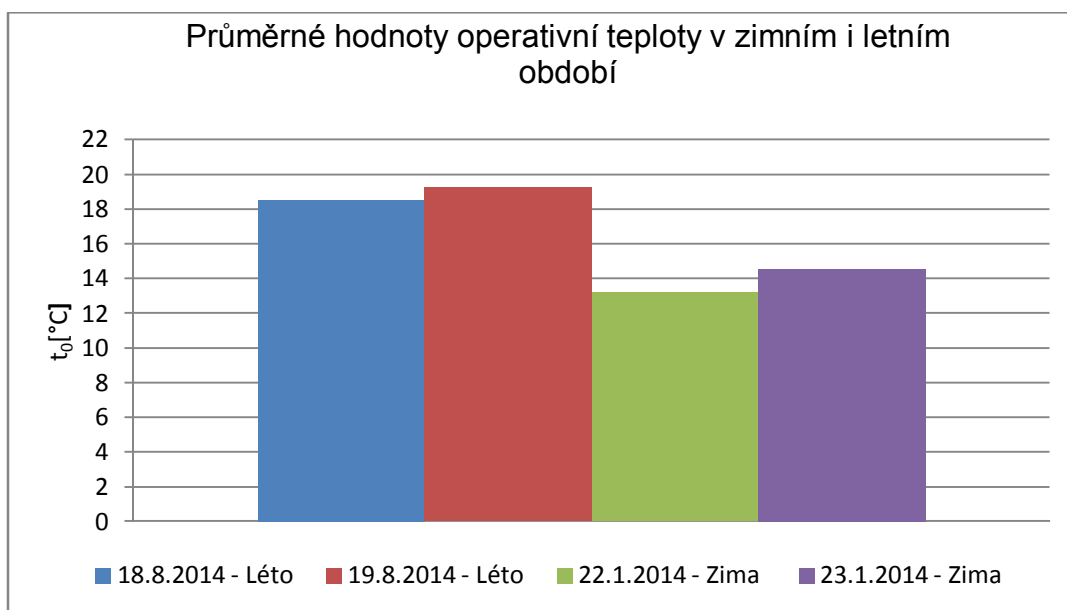
Z tabulky 11 vyplývá, že největší tepelné zisky dílny č. 2 se pohybují okolo 16 hod. Podobnost je vidět i na Obr. 10, z toho je zřejmé, že největší tepelná zátěž servisu se pohybuje mezi 16 - 17 hod. Reálné hodnoty tepelné zátěže mohou být odlišné vzhledem k tomu, že zde nebyly uvažovány všechny tepelné zisky od technologií.

7 VÝBĚR VHODNÝCH METOD ZLEPŠOVÁNÍ VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ

Výběr vhodného opatření pro zlepšení vnitřního prostředí se odvíjí od toho, jaký je stávající stav autoopravny. Proto bylo provedeno měření v zimním a letním období. Naměřené hodnoty jsou přehledně uspořádány v grafech, ze kterých se následně určí, jestli hodnoty vnitřního prostředí jsou v normě, nebo jestli je potřeba něco změnit, aby se vnitřní podmínky zlepšily.

Aby bylo dosaženo tepelné pohody vnitřního prostředí, je potřeba věnovat pozornost parametrům jako jsou operativní teplota viz Obr. 11 a relativní vlhkost viz Obr. 12.

Obr. 11 Graf znázorňující průměrné hodnoty operativní teploty v provozní době v zimním i letním období

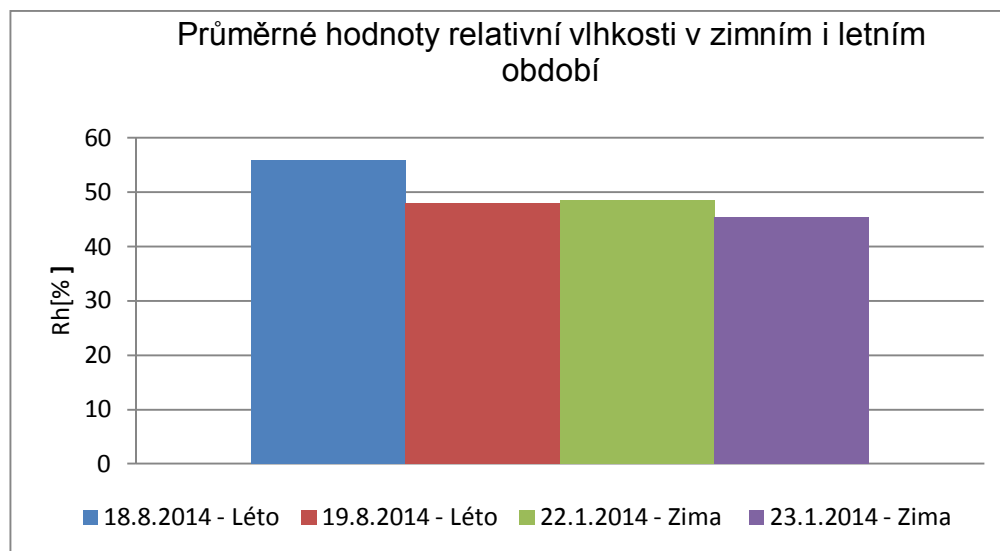


Zdroj: vlastní zpracování

Dle Nařízení vlády č.9/2013 Sb. které stanovuje podmínky ochrany zdraví při práci, jsou přípustné limity operativní teploty pro pracovní třídu IIIa. v rozmezí 10 – 26°C. Z Obr. 11 je patrné, že naměřené hodnoty jak v zimním tak v letním období jsou v daném rozmezí. Nejnižší naměřená hodnota byla v zimě 22. 1. 2014 a její hodnota byla 13°C. Tato hodnota mohla být tak nízká, protože docházelo k častému otevírání vrat a tím uniku tepla z měřeného prostředí. Přestože

naměřené hodnoty byly v souladu s [5], tak optimální teplota v autoopravně by měla být kolem 18°C.

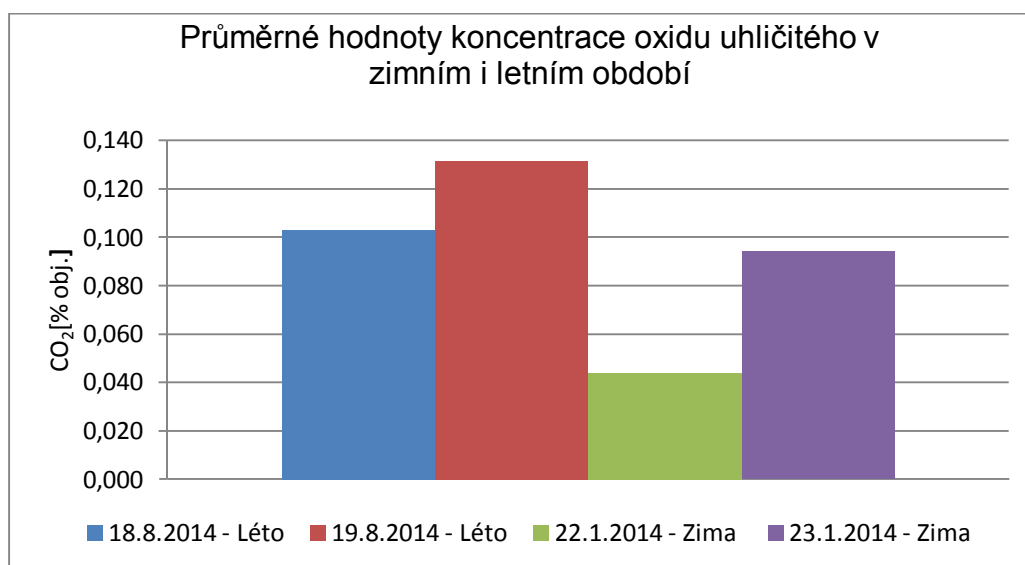
Obr. 12 Graf znázorňující průběh relativní vlhkosti v provozní době v zimním i letním období



Zdroj: vlastní zpracování

Naměřená hodnota relativní vlhkosti viz Obr. 12 se pohybovala v rozmezí 45 – 55 % což je také v toleranci, dle Nařízení vlády č.9/2013 Sb., jež udává hodnoty v rozmezí 30-70%.

Obr. 13 Graf znázorňující koncentraci CO₂ během pracovní doby v zimním i letním období



Zdroj: vlastní zpracování

Z hlediska hygienické pohody se posuzuje hodnota oxidu uhličitého uvnitř autoopravny. Optimální hodnota proto, aby se člověk cítil dobře je 0,1%. Při překročení této hranice může člověk pociťovat bolesti hlavy, má pocit, že vzduch v místnosti je těžký (tzv. "vydýchaný"). Jestliže hodnota CO₂ stoupne nad 0,2% člověk ztrácí schopnost koncentrace a můžou se dostavovat i bolesti hlavy. Koncentrace, jejíž množství přesáhne 0,45 % může způsobit smrt nebo ztrátu vědomí. [18]

Z Obr. 13 je patrné, že v letním období se tyto hodnoty pohybují nad touto hranicí. Tuto skutečnost způsobuje nedostatečné větrání. Jelikož se v autoopravnách svařuje, brousí úhlovými bruskami a zkouší automobily se zapnutým motorem, vyšší hodnoty můžou způsobit i spaliny z výfukových plynů. Z tohoto důvodu je vhodné do každé dílny umístit zařízení na odsávání spalin.

7.1 NÁVRH ZAŘÍZENÍ NA ODSÁVÁNÍ SPALIN

Pro zlepšení hygienické pohody a snížení koncentrace škodlivin ve vnitřním prostředí autoopravny je výhodné odsávání spalin přímo od výfuku vozidla. Tím se dosáhne zvýšení kvality vzduchu a sníží se zdravotní rizika, která mohou vznikat při špatné kvalitě vzduchu uvnitř autoopravny.

Zařízení na odsávání spalin bude navrženo v dílně č. 1 i dílně č. 2. V dílně č. 1 bude odsávání spalin řešeno mobilním odsáváním výfukových plynů FILCAR TROTTER 50 – PRO/CAR. Pro dílnu č. 2 je zvolen odsávací navíjecí buben FILCAR ARA - 75/7 PB - COMP - s ventilátorem, pro CAR/VAN.

Zařízení pro dílnu č. 1

Tento typ zařízení se doporučuje do malých a středních autodílen. Vzhledem k tomu, že dílna č. 1 má prostory pouze pro jedno vozidlo byl zvolen tento typ zařízení pro odsávání spalin. Pro vymezený prostor jednoho vozidla nemá smysl investovat do zařízení s navíjecím bubnem.

Technické parametry sestavy:

- Doporučené využití: pneuservisy, motoservisy, autoservisy
- Max. sací výkon: 1000 m³/h
- Ventilátor: AL – 50/C

- Příkon ventilátoru: 0,37kW
- Odsávací koncovka: pryžová s otvorem sání o průměru 140 mm
- Odvodní hadice: EUROGAS pro MOTO/CAR/VAN, Ø 100 mm, délka 2,5 m

Zařízení je znázorněno na Obr. 14. Pořizovací cena celého zařízení včetně odvodní hadice je 24 550 ,- Kč.

Obr. 14 Mobilní odsávací zařízení FILCAR TROTTER 50 – PRO/CAR



Zdroj: Technology garage: pojízdné sestavy odsávání. [online]. [cit. 2015-03-10].

Obrázek ve formátu PNG. Dostupné z: http://www.technology-garage.cz/editor/image/eshop_products_files/file_en_2748.pdf

Zařízení pro dílnu č. 2

V dílně č. 2 je vymezený prostor pro opravy dvou vozidel současně, proto jsem zvolil navíjecí buben s ventilátorem. Doporučuji instalovat dvě tato zařízení pro případ, kdyby bylo potřeba odsávat od obou automobilů současně. Doporučený odsávaný výkon pro osobní automobil je 600 m³/hod. Ventilátor má maximální sací výkon 1000 m³/hod a z tohoto hlediska vyhovuje požadavkům.

Technické parametry sestavy:

- Doporučené využití: pneuservisy, motoservisy, autoservisy
- Navíjecí buben odsávání: mechanické navíjení hadice
- Max. sací výkon: 1000 m³/h
- Ventilátor: AL – 50/C
- Příkon ventilátoru: 0,37kW
- Odsávací hadice: 7,5m
- Odsávací koncovka: pryžová BGT - 75/140 s otvorem pro sondu.
- Odvodní hadice: EUROGAS pro MOTO/CAR/VAN, Ø 100 mm, délka 2,5 m

Zařízení je znázorněno na Obr. 14. Pořizovací cena celé jedné sestavy včetně odvodní hadice je 40 710 ,- Kč.

Obr. 15 Odsávací navíjecí buben FILCAR ARA - 75/7 PB - COMP - s ventilátorem, pro CAR/VAN



Zdroj: Technology garage:bubny mechanický návin pružinové. [online]. [cit. 2015-03-10]. Obrázek ve formátu PNG. Dostupné z http://www.technology-garage.cz/editor/image/eshop_products_files/filcar-mech-navijeci-bubny-vsechny-typy-prospekt-gb.pdf

7.2 NÁVRH VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ

7.2.1 Vytápění

V dnešní době se nejčastěji používají pro vytápění autoservisů, pneuservisů a dílen v zásadě tři zdroje vytápění. Jedná se o sálavé panely, teplovzdušné jednotky, a to s plynovou samostatnou jednotkou nebo teplovzdušnou jednotkou s kotlem, jako zdrojem teplé vody a infratopení. V menších dílnách, kde je výška stropu menší než 4m se sálavé vytápění používá pouze pro zónové vytápění. Objekt, který je řešen v této práci, má výšku 3,6 m, proto by zde bylo sálavé vytápění nevhodné. Oproti tomu infratopení se zde použít dalo, a proto bude i ekonomicky porovnáno s plynovým vytápěním.

Návrh nového systému vytápění bude řešen plynovým kondenzačním kotlem v kombinaci s teplovzdušnými jednotkami. Všechny teplovzdušné jednotky VOLCANO jsou od společnosti VTS Group a plynový kondenzační kotel je od společnosti JUNKERS. Nové teplovzdušné jednotky disponují velkými vytápěcími výkony, mimo jiné disponují i velmi dobrou regulační schopností. Regulátor si sám podle potřebných hodnot v místnosti určí otáčky ventilátorů a potřebný sací výkon.

Celková topná soustava je navržena tak, aby pokryla celkové maximální tepelné ztráty objektu. Navrhnutá otopná soustava je popsána v tabulce 12.

Tab. 12 Seznam prvků otopné soustavy se základními parametry

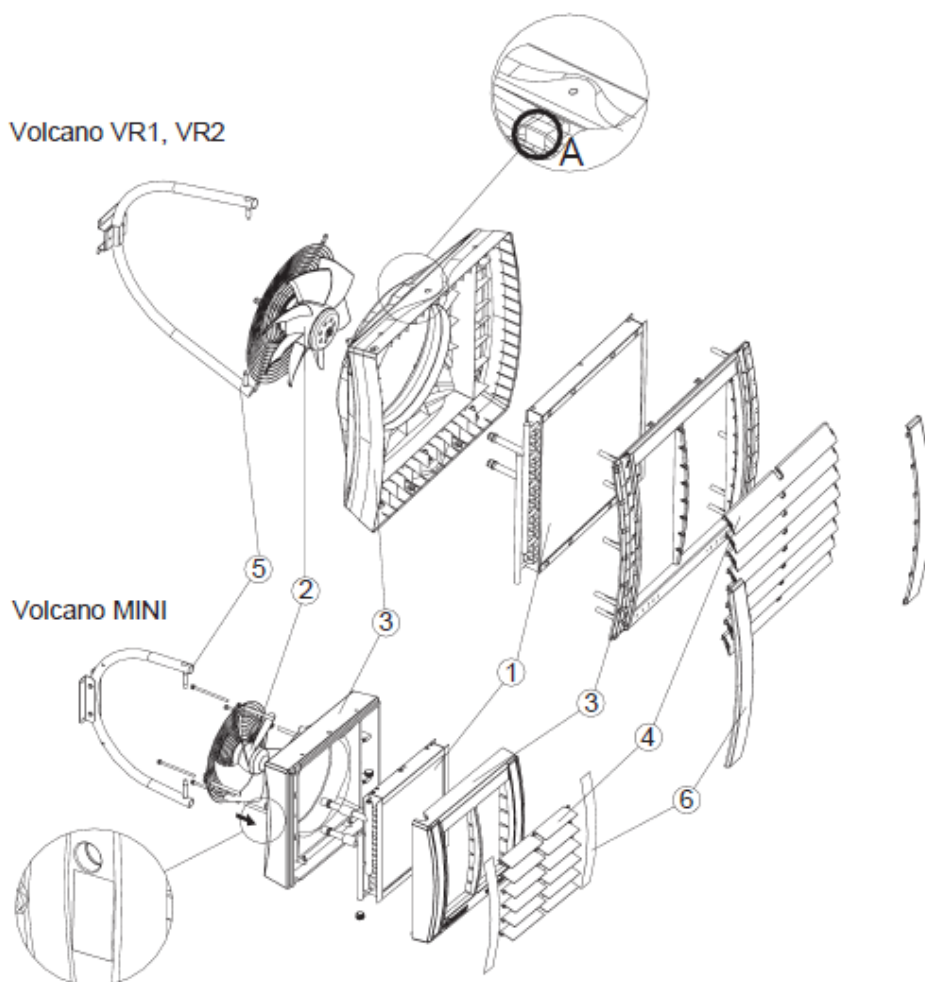
| Soupis materiálu | Počet kusu | Max. topný výkon [kW] | Max. dosah proudu vzduchu [m] | Max. vzduchový výkon [m ³ /hod] |
|------------------------------------|------------|-----------------------|-------------------------------|--|
| Volcano VR 1 | 2 | 10 - 30 | 25 | 5500 |
| Volcano mini | 4 | 3 - 20 | 14 | 2000 |
| Controller HMI WR 0-10 V | 1 | | | |
| Regulátor otáček | 4 | | | |
| Prostorové čidlo | 1 | | | |
| Radik VK 11 – š1000 – v 900 | 1 | 1,5 | | |
| Radik VK 11 – š1000 – v 500 | 1 | 0,83 | | |
| Kotel Cerapur comfort ZBR 42 - 3 A | 1 | 40 | | |

Zdroj: vlastní zpracování – technické údaje dle [19]

Ostatní technické parametry, které byly potřebné, jsou převzaty z katalogů výrobců. Kopie potřebných technických dat jsou uvedeny v přílohách 15 - 17.

Teplovzdušné jednotky jsou vybrány s ohledem na jejich výhody, které spočívají v tom, že mají malou hmotnost, hlučnost, váhu a jsou vzhledově více propracované oproti teplovzdušným jednotkám od jiných výrobců. Tento výrobce dokonce poskytuje doživotní záruku na opláštění. S ohledem na jejich malou hloubku neubírají tolik prostoru (např. v dílnách menších rozměrů) a je při výběrů způsobů vytápění také jedním z faktorů, ke kterému je důležité přihlédnout. Konstrukce a její vzhled je uveden na Obr. 16 a Obr 17. [20]

Obr. 16 Konstrukční schéma jednotek

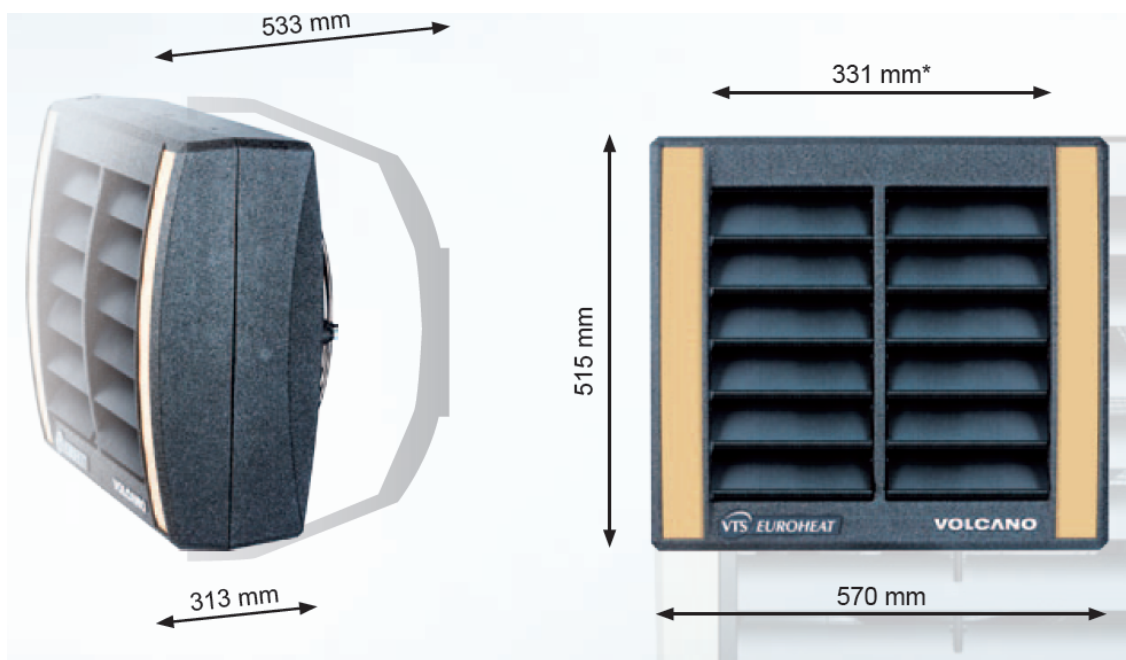


1. VÝMĚNÍK TEPLA; 2. AXIÁLNÍ VENTILÁTOR; 3. OPLÁŠTĚNÍ; 4. SMĚROVÉ LAMELY VZDUCHU; 5. PŘÍKLADOVÁ MONTÁŽNÍ KONZOLE; 6. BOČNÍ LIŠTY; A. DATOVÝ ŠTÍTEK

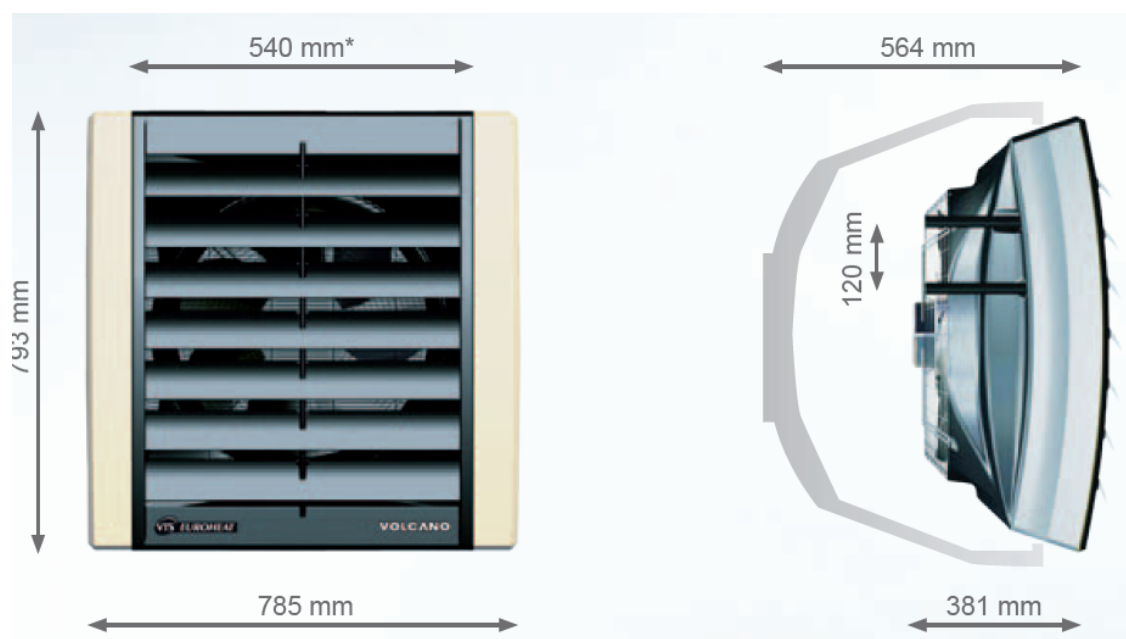
Zdroj: VTS Group: technická dokumentace [online]. [cit. 2015-03-10]. Obrázek ve formátu PNG.<http://vtsgroup.cz/Centrum-dokumentace-Technick%C3%A9-dokumentace.html>

Obr. 17 Teplovzdušná jednotka VOLCANO MINI A VOLCANO VR1

VOLCANO mini



VOLCANO VR 1



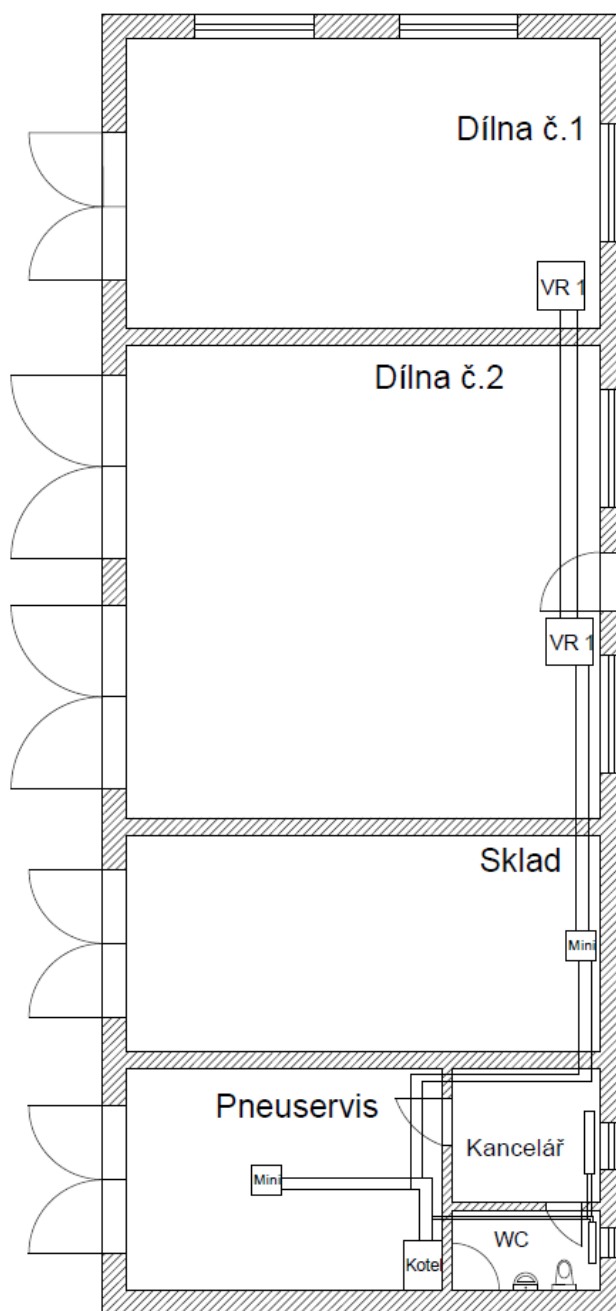
Zdroj: VTS Group: katalog Volcano [online]. [cit. 2015-03-10]. Obrázek ve formátu PNG. <http://vtsgroup.cz/VOLCANO.html>

Teplovzdušné jednotky se umístí na stěnu v dílně č. 1, dílně č. 2, skladu. V pneuservisu se umístí na strop, aby docházelo k lepší cirkulaci vzduchu po celé místnosti. Ve výše zmiňovaných dílnách to není možné, protože při použití

hydraulického zvedacího zařízení by docházelo k narážení automobilu do teplovzdušné jednotky.

Ve zbylých dvou místnostech jako jsou kancelář a WC jsem zvolil topná tělesa RADIK VK, velikost těles je vybrána tak, aby pokryla tepelné ztráty v těchto místnostech. Nákres s umístěním všech položek otopné soustavy je zobrazen na Obr 18.

Obr. 18 Nákres topné soustavy



Zdroj: vlastní zpracování

7.2.2 Větrání

V současné době je několik způsobů, jak vyvětrat vzduch v místnosti. Mezi nové a začínající způsoby větrání patří rekuperační jednotky. Tyto jednotky slouží k optimální výměně vzduchu a zároveň minimalizují tepelné ztráty při větrání. Tento způsob větrání je vhodný u novostaveb, pasivních domů a nízkoenergetických domů, které se v podstatě bez nuceného větrání neobejdou.

U mnou zkoumaného objektu však dochází k velkým prostupům tepla stěnami, a také většinu minimálně jedné stěny tvoří vrata, která jsou velice často otvírána. Proto si myslím, že by zde systém rekuperace nebyl vhodný. Pro použití rekuperace by se musela celá budova tepelně zaizolovat a odstranit veškeré netěsnosti, což by vyžadovalo značné investice. Z tohoto důvodu volím klasické ventilátory pro odvod vzduchu, které jsou vybrány podle doporučené intenzity výměny vzduchu pro každou místnost tak, aby byl vzduch dostatečně obměňován a bylo dosaženo tepelné i hygienické pohody v celém objektu. V tabulce 13 je soupis všech ventilátorů, které jsou vybrány pro odvod vzduchu podle množství větracího vzduchu, které bylo spočítáno v kapitole 4.

Tab. 13 Soustava pro odvod vzduchu

| Ventilátory pro odvod vzduchu | Počet [ks] | Průtok vzduchu [m ³ /hod] |
|---|------------|--------------------------------------|
| Průmyslový ventilátor venkovní - Ø 100 mm | 2 | 280 |
| Průmyslový ventilátor venkovní - Ø 150 mm | 1 | 600 |
| Průmyslový ventilátor venkovní - Ø 200 mm | 1 | 710 |
| Ventilátor s hliníkovým předním panelem bez přídavných funkcí - Ø 125 mm | 2 | 108 |

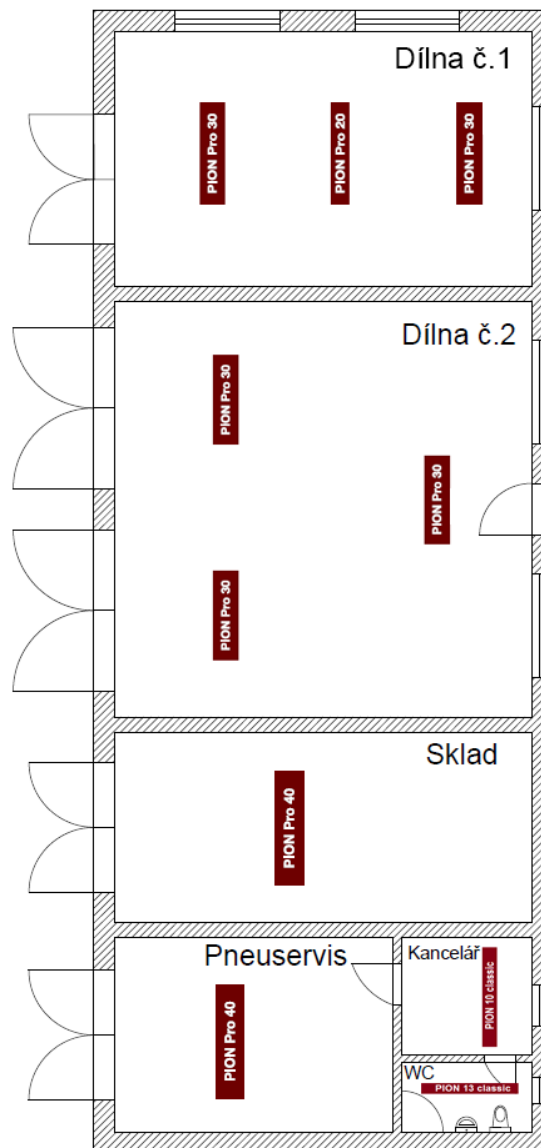
Zdroj: technické parametry ventilátoru dle stránek prodejce [20]

Při výběru ventilátoru jsem vždy volil průtok vzduchu minimálně dvakrát větší než minimální požadovaný pro výměnu dle normy [12].

8 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Jak už bylo uvedeno v kapitole 7.2, nejčastějšími zdroji pro vytápění v těchto typech objektů se používá elektrická energie nebo plyn. Proto jsem se rozhodl porovnat systém infratopení a mnou navrhnutý otopný systém, a to jak z pohledu ročních nákladů na vytápění, tak z pohledu nákladů na pořízení. Na stránkách výrobce jsem vybral sálavé panely pro pokrytí potřebných tepelných ztrát objektu. Po konzultaci s odborníkem z firmy je potřebný instalovaný příkon 27,5 kW, aby byly pokryty ztráty budovy. Na Obr. 19 je uvedeno rozmístění infrapanelů tak, aby bylo dosaženo pokrytí plochy infrazářením v jednotlivých místnostech.

Obr. 19 Schéma rozmístění panelů



Zdroj: vlastní zpracování po konzultaci s odborníkem z firmy PION

Vytápění infrapanely

Požadovaný příkon: 27,5 kW

Pro porovnání byly použity elektrické infrapanely společnosti Pion, protože nejvíce odpovídají parametrům pro požadovaný potřebný výkon. V této výkonové variantě, kterou jsem zvolil pro porovnání, mohou být použity pouze pro zónové vytápění z důvodů nízké konstrukční výšky autoopravny. Parametry infra soustavy jsou uvedeny v následující tabulce 14.

Tab. 14 Technické parametry infrapanelů

| Technické parametry | Pion Pro 30 | | Pion Pro 20 | Pion 10 | Pion 13 |
|---------------------|-----------------|-----------|----------------|---------------|---------------|
| Příkon | 3000 W | | 2000 W | 1100W | 1400W |
| Napětí | 230 V | 400 V | 230 V | 230V/50Hz | 230V/50Hz |
| Proud | 13,0 A | 3 x 4,4 A | 8,7 A | 4,6A | 6A |
| Krytí | IPX0 | | IPX0 | IP20 | IP20 |
| Povrchová teplota | 250° C | | 250° C | | |
| Rozměry | 1555 x435x45 mm | | 1545x300x45 mm | 1515x125x55mm | 1715x125x55mm |
| Hmotnost | 9 kg | | 8 kg | 4,2kg | 4,6kg |
| Min. montážní výška | 3,5 m | | 3,0 m | | |

Zdroj: stránky výrobce dle [21]

Vytápění plynovým kondenzačním kotlem s teplovzdušnými jednotkami

Všechny potřebné údaje jsou uvedeny v tabulce 12 a v přílohách 15,16,17 s technickými parametry kotle i teplovzdušných jednotek.

Pro získání ročních nákladů na provoz musíme zjistit:

- Délka topného období se uvádí dle regionu: 225 dle [22]
- Cena plynu: $1\text{m}^3 - 15.4\text{kč}$ dle [23]
- Ceny elektřiny: 1MWh – 2823 Kč VT- vysoký tarif,
1MWh – 2339 Kč VT- nízký tarif, tvoří 20% z VT dle [24]
- Počet hodin za den: 8 hodin denního provozu
- Spotřeba plynu za rok = roční potřeba tepla pro vytápění / 10,55

Kde:

10,55 – je konstanta pro převod z m^3 na kWh

$$f. \text{ Spotřeba elektrické energie za rok} = \text{příkon za hodinu} \cdot a \cdot d$$

$$\text{Celkové roční náklady při použití elektrické energie} = f \cdot c \quad (8.1)$$

Pro výpočet celkových ročních nákladů na plyn se nejdříve musí spočítat roční potřeba tepla pro vytápění. Dle [25]

$$Q_{zs} = \frac{24 \cdot \varepsilon_i \cdot e \cdot Q_z \cdot D}{(t_i - t_e) \cdot \eta_k \cdot \eta_r \cdot \eta_0} = \frac{24 \cdot 0,85 \cdot 0,4 \cdot 36000 \cdot 3262}{(18 + 12) \cdot 0,97 \cdot 0,97} = 33947820 \cdot \frac{1}{\eta_k} = 31\,114 \text{ kWh/rok} \quad (8.2)$$

Kde:

Q_z – tepelná ztráta budovy

D – počet denostupňů

$$D = (t_{is} - t_{es}) \cdot d = (18 - 3,5) \cdot 225 = 3262 \quad (8.3)$$

d – počet dnů v topné sezóně (Mladá Boleslav $d=225$)

t_{is} – střední vnitřní teplota

t_{es} – střední vnější teplota

ε_i – součinitel nesoučasnosti tepelných ztrát během roku

t_i – vnitřní teplota pro ztráty domu

t_e – vnější teplota pro ztráty domu

η_k – účinnost kotle

η_r – účinnost rozvodu vytápění

η_0 – účinnost obsluhy resp. možnosti regulace soustavy

e – opravný součinitel vlivu přerušovaného provozu vytápění

$$e = (e_t - e_d) = 0,5 - 0,1 = 0,4 \quad (8.4)$$

e_t – snížení teploty v místnosti během dne respektive noci

e_d – zkrácení doby vytápění u objektu s přestávkami v provozu

Všechny hodnoty byly zvoleny dle [25]

Porovnání roční spotřeby obou zvolených způsobů vytápění je uveden v tabulce 15 a 16.

Tab. 15 Celková cena plynu za rok

| Plynové zařízení | Roční spotřeba tepla [kWh/rok] | Převod roční spotřeby na m^3 | Průměrná cena plynu za m^3 [Kč] | Celková cena plynu za rok [Kč] |
|------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| Kotel Cerapur comfort ZBR 42 - 3 A | 31114 | 2949 | 15,28 | 45 060 |

Zdroj: vlastní zpracování

Tab. 16 Celková cena elektřiny za rok

| Elektrické zařízení | Příkon potřebný pro pokrytí tepelných ztrát objektu [kW] | Počet hodin v pracovní době | Topné období [dny] | Spotřeba za rok [MWh] | Cena za 1 MWh ve vysokém tarifu D45d [Kč] | Stálá měsíční platba [Kč] | Úspora při nízkém tarifu D45d | Úspora při regulaci | Roční náklady na provoz [Kč] |
|---------------------|--|-----------------------------|--------------------|-----------------------|---|---------------------------|-------------------------------|---------------------|------------------------------|
| Infrapanely | 27,5 | 8 | 225 | 49,50 | 2 824,00 | 653,00 | 20% | 25% | 79 756 |

Zdroj: vlastní zpracování - ceny jsou platné dle ceníku pro rok 2015

Z porovnání je zřejmé, že při vytápění infrapanely jsou hrubé roční náklady na provoz vyšší. Pro celkové porovnání je důležité brát v potaz i vstupní investici. Ta je uvedena v tabulkách 17 a 18.

Tab. 17 Vstupní investice pro realizaci plynového vytápění

| Soupis materiálu | Počet kusů | Cena za kus | Cena celková [kč] |
|-------------------------------------|------------|-------------|-------------------|
| Volcano VR 1 | 2 | 9 350,00 | 18 700,00 |
| Volcano mini | 2 | 6 765,00 | 13 530,00 |
| Controller HMI WR 0-10 V | 1 | 1 787,50 | 1 787,50 |
| Regulátor otáček | 4 | 1 980,00 | 7 920,00 |
| Prostorové čidlo | 1 | 412,50 | 412,50 |
| Radik VK 11 – š1000 – v 900 | 1 | 1 892,00 | 1 892,00 |
| Radik VK 11 – š1000 – v 500 | 1 | 1 457,00 | 1 457,00 |
| Příslušenství pro zapojení + montáž | | 40 000 | 40 000 |
| Kotel Cerapur comfort ZBR 42-3A | 1 | 46 112,00 | 46 112,00 |
| Celkem | | | 131 811,00 |

Zdroj: vlastní zpracování

Tab. 18 Vstupní investice pro realizaci infratopení

| Soupis materiálu | Počet kusů | Cena za kus v Kč | Celková cena [Kč] |
|-------------------------------------|------------|------------------|-------------------|
| Infra panel Pion Pro 20 | 1 | 6 750 | 6 750 |
| Infra panel Pion Pro 30 | 5 | 7 950 | 39 750 |
| Infra panel Pion Pro 40 | 2 | 8 650 | 17 300 |
| Infra panel Pion 10 | 1 | 5 650 | 5 650 |
| Infra panel Pion 13 | 1 | 5 950 | 5 950 |
| Termostat TP 39 (16A) | 6 | 750 | 4 500 |
| Příslušenství pro zapojení + montáž | | 25 000 | 25 000 |
| Celkem | | | 104 900 |

Zdroj: zpracování dle podkladů od pracovníka firmy Pion

Vstupní investice na pořízení systému infrapanelů jsou nižší než při pořízení systému s plynovým kotlem. Provoz infrapanelů je z pohledu roční spotřeby energie nákladnější. Vezmeme-li však v potaz hledisko tepelné pohody, kterou infrapanely zajišťují, je to výhodnější varianta vytápění. Především z důvodu rychlejšího dosažení požadované teploty, protože není ohříván vzduch, ale objekty a předměty v místnosti. Nedochozí k víření nečistot uvnitř místnosti a je zajištěn bezhlučný chod.

Z pohledu montáže, údržby a dodržení podmínek tepelné pohody se infravytápění jeví jako jednoznačné řešení. S ohledem na finanční stránku věci bych se spíše přikláněl k systému vytápění plynovým kotlem a teplovzdušnými jednotkami.

9 ZÁVĚR

Úkolem mé diplomové práce bylo zhodnotit vnitřní prostředí ve zvolené autoopravně v Benátkách nad Jizerou. Posuzuje se hledisko tepelné a hygienické pohody. Pro zhodnocení stavu objektu jsem provedl výpočet tepelné bilance objektu a to jak pro zimní, tak i pro letní období. Čímž jsem zjistil tepelné ztráty a tepelné zisky celého objektu i jednotlivých místností. Dále pro zjištění, zda bylo dosaženo tepelné a hygienické pohody, jsem provedl měření v letním i zimním období.

Pro zhodnocení jsou nejdůležitější hodnoty operativní teploty, relativní vlhkosti a koncentrace CO₂. Naměřené hodnoty jsem porovnal s hodnotami, které uvádí Nařízení vlády České republiky 9/2013 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších předpisů a hodnotami doporučenými pro koncentraci CO₂.

Při porovnání jsem zjistil, že vnitřní podmínky autoopravny se pohybují v mezích stanovených ve výše zmíněném Nařízení vlády 9/2013 Sb., až na mírně zvýšené hodnoty koncentrace CO₂, které ale také nepřekročily maximální přípustnou hodnotu 0,15% CO₂. To mohlo být způsobeno nedostatečným větráním, zvýšenou koncentrací CO₂ v ovzduší nebo svářečskými a brousícími pracemi. Z výpočtu tepelné bilance objektu je zřejmé, že budova je ve špatném stavu z pohledu úniků tepla. To je zapříčiněno absencí izolace a to jak obvodového zdiva, tak i střechy. Dalším problémem jsou velká neizolovaná vrata a velké plochy oken, kde jsou velké ztráty. Při odstranění těchto nedostatků by se dosáhlo snížení tepelných ztrát a tepelných zisků.

Druhá část práce se zabývá zlepšením vnitřních podmínek autoopravny. Pro snížení koncentrace CO₂ jsem navrhl přidat do obou dílen zařízení pro odsávání spalin, které tam v tuto chvíli chybí z důvodu značných pořizovacích nákladů. Pro dílnu č. 1, která je pouze pro jedno vozidlo jsem zvolil mobilní zařízení FILCAR TROTTER 50 – PRO/CAR. Pro dílnu č. 2, která je určena pro opravu dvou vozidel současně, jsem zvolil odsávací navíjecí buben FILCAR ARA s ventilátorem pro každé stanoviště jeden.

Vytápění objektu jsem řešil plynovým kondenzačním kotlem, ke kterému se připojí teplovzdušné jednotky od společnosti VTS. Jedná se o inovaci mezi teplovzdušnými jednotkami. Jejich výhody spočívají v tom, že mají menší rozměry,

velké topné výkony, jsou vzhledově mnohem více propracované a váhově jsou mnohem lehčí, protože jsou vyrobeny z plastu. Přičemž výrobce poskytuje doživotní záruku na opláštění. Z ekonomického hlediska jsou navíc ve srovnání s jinými teplovzdušnými jednotkami levnější. Pro odvod vzduchu jsem vybral venkovní ventilátory, které jsou určeny přímo pro průmyslové objekty, mezi něž se řadí i autoopravny. Pro způsob větrání se nabízela možnost využití rekuperace a zpětného získávání tepla, ale po konzultaci s experty spolupracujícími s portálem tzb.info.cz jsem došel k závěru, že pro tento typ objektu, který je ve špatném stavu a bez jakýchkoliv izolací, je ekonomicky nevýhodná, ne – li zbytečná. Proto jsem se tímto návrhem nezabýval.

Závěr práce jsem věnoval ekonomickému zhodnocení, kde jsem porovnal vytápění plynem a elektrickou energií. V menších autoopravnách, jako je tato, se stalo trendem užití tzv. infrapanelů pro vytápění elektrickou energií. To má tu výhodu, že je dosaženo mnohem lepších podmínek, a to jak z hlediska tepelné, tak i hygienické pohody. Při tomto způsobu vytápění nedochází k ohřevu vzduchu, ale k ohřevu předmětů a osob a v neposlední řadě nedochází k víření prachu. Bohužel z finančního hlediska proto, aby byla zajištěna tepelná pohoda, jsou roční náklady na vytápění tímto systémem znatelně vyšší, než při vytápění plynem. I když náklady na pořízení a instalaci jsou menší. Proto se většina provozovatelů autoopraven raději přikloní k levnější variantě vytápění, bez ohledu na hledisko tepelné a hygienické pohody.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BRUEGMANN, Robert. *Central Heating and Forced Ventilation: Origins and Effects on Architectural* [online]. [cit. 2014-11-14]. Dostupné z: http://isites.harvard.edu/fs/docs/icb.topic753413.files/8_Engineers%20Contractors%20and%20Industrial%20Construction/Bruegmann_Central.pdf
- [2] Teplárenské sdružení. *Historie a budoucnost vytápění*. [online]. [cit. 2014-11-14]. Dostupné z: <http://www.naseteplo.cz/?id=2020>
- [3] JANSSEN, John. The History of ventilation and Temperature Control. *ASHRAE Journal* [online]. October 1999, [cit. 2014-11-14]. Dostupné z: https://64.94.228.53/File%20Library/docLib/Public/2003627102652_326.pdf
- [4] HPAC Engineering. *Ventilation Through Time*. [online]. August 2009 [cit. 2014-11-16]. Dostupné z: <http://hpac.com/ventilation-iaq/ventilation-through-time-0809>
- [5] Nařízení vlády České republiky 9/2013 sb. kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších předpisů.
- [6] ČSN EN ISO 7726 - Ergonomie tepelného prostředí- Přístroje pro měření fyzikálních veličin. Český normalizační institut Praha, 2002. [online]. 13.12.2000 [cit. 2014-11-19]. Dostupné z: <http://csnonline.unmz.cz/Detailnormy.aspx?k=64604>
- [7] Ing. CENTNEROVÁ, Lada. Tepelná pohoda a nepohoda. *Vytápění a větrání* 5/2000 [online]. [cit. 2014-12-01]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/404-tepelna-pohoda-a-nepohoda>
- [8] NOVÝ, Richard et. al. *Technika prostředí*. 2. vydání. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006.267 s. ISBN 80-010-3492-5.
- [9] AHLBRN – Přesná měřicí technika. Dataloggery ALMEMO. [online]. [cit. 2014-12-01]. Dostupné z: <http://www.ahlborn.cz/pristroje/dataloggery-almemo/Almemo-2690-8a-datalogger-s-5-univerz-mericimi-vstupy.html>

- [10] PAVELEK, Milan - ŠTĚTINA, Josef. Experimentální metody v technice prostředí. 3. vydání. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2007. 215 s. ISBN 978-80-214-3426-4
- [11] AHLBORN – katalogové listy a firemní literatura
- [12] ČSN 73 6059 Servisy a opravy motorových vozidel, čerpací stanice pohonných hmot. Základní stanovení. Úřad pro normalizaci a měření, Praha, 18.08.1977 [cit. 2014-11-21].
- [13] DRKAL, František et. al. Vzduchotechnika. Praha [online]. 2009 [cit. 2014-12-01]. Dostupné z: http://www.ib.cvut.cz/sites/default/files/Studijni_materialy/VZT/Vzduchotechnika.pdf
- [14] Dahlsveen, Trond. Energetický audit budov. Bratislava, Vydavatelství Jaga Group, v. o. s., 2003, 295s. ISBN 80-88905-86-9
- [15] Norma ČSN 06 0210. Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění. Český normalizační institut Praha, 1993
- [16] ČSN 73 0548. Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů. Praha: Úřad pro normalizaci a měření, 1986. 32s
- [17] CHYNSKY J, HEMZAL K, a kol. Větrání a klimatizace: Technický průvodce sv. 31. Brno: BIOLIT-B press, 1993. 560 s. ISBN 80-901574-0-8
- [18] MURTINGER, Karel. Pozor na koncentraci CO₂ v domácnosti – správné větrání je základ. [online]. 7.1.2013 [cit. 2014-12-30]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/bydleni/vetrani-1/pozor-na-koncentraci-co2-v-domacnosti-spravne-vetrani-je-zaklad.aspx>
- [19] VTS Group – katalogové listy, firemní literatura a technická - Volcano
- [20] Ventilátory. Ceny ventilátorů a technická data. [online]. [cit. 2015-3-10]. Dostupné z: http://www.ventilatory.cz/prumyslove-ventilatory-_ventilatory_-76.html
- [21] Infrapanely. Technická data a ceny. [online]. [cit. 2015-3-15]. Dostupné z: <http://www.pion.cz/cs/clanek/pion-pro>

[22] TZB Info. Venkovní výpočtové teploty a otopná období. [online]. [cit. 2015-3-15]. Dostupné z <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/25-venkovni-vypoctove-teploty-a-otopna-obdobi-dle-lokalit>

[23] Energie 123. *Průměrná cena plynu*. [online]. [cit. 2015-3-15]. Dostupné z: <http://www.energie123.cz/elektrina/ceny-elektricke-energie/cena-1-kwh/>

[24] Přehled cen elektrické energie. [online]. [cit. 2015-3-15]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/prehled-cen-elektricke-energie#d45>

[25] TZB Info. Výpočet tepla.[online]. [cit. 2015-3-15]. Dostupné z: http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/47-potreba-tepla-pro-vytapani-a-ohrev-teple-vody?_d19_=2022.7

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|---|----|
| <i>Obr. 1 Vzduchová clona</i> | 8 |
| <i>Obr. 2 Vzduchová sprcha</i> | 8 |
| <i>Obr. 3 Vzduchová oáza</i> | 9 |
| <i>Obr. 4 Měřicí přístroj Almemo 2690</i> | 13 |
| <i>Obr. 5 Výsledný kulový teploměr</i> | 14 |
| <i>Obr. 6 Čidlo pro určení koncentrace CO₂</i> | 14 |
| <i>Obr. 7 Čidlo AHLBORN – FH A646-21</i> | 15 |
| <i>Obr. 8 Dispozice objektu</i> | 18 |
| <i>Obr. 9 Označení částí oken</i> | 34 |
| <i>Obr. 10 Graf celkové tepelné zátěže autoopravny pro pracovní</i> | 40 |
| <i>Obr. 11 Graf znázorňující průměrné hodnoty operativní teploty v provozní době v zimním i letním období</i> | 41 |
| <i>Obr. 12 Graf znázorňující průběh relativní vlhkosti v provozní době v zimním i letním období</i> | 42 |
| <i>Obr. 13 Graf znázorňující koncentraci CO₂ během pracovní doby v zimním i letním období</i> | 42 |
| <i>Obr. 14 Mobilní odsávací zařízení FILCAR TROTTER 50 – PRO/CAR</i> | 44 |
| <i>Obr. 15 Odsávací navíjecí buben FILCAR ARA - 75/7 PB - COMP - s ventilátorem, pro CAR/VAN</i> | 45 |
| <i>Obr. 16 Konstrukční schéma jednotek</i> | 47 |
| <i>Obr. 17 Teplovzdušná jednotka VOLCANO MINI A VOLCANO VR1</i> | 48 |
| <i>Obr. 18 Náskres topné soustavy</i> | 49 |
| <i>Obr. 19 Schéma rozmístění panelů</i> | 51 |

SEZNAM TABULEK

| | |
|---|----|
| <i>Tab. 1 Třídy práce dle Nařízení vlády č.9/2013 Sb.</i> | 4 |
| <i>Tab. 2 Účel místností s výpočtovými teplotami pro zimní provoz a intenzity větrání</i> | 17 |
| <i>Tab. 3 Součinitele prostupu tepla a spárové průvzdušnosti konstrukcí</i> | 19 |
| <i>Tab. 4 Výpočet tepelných ztrát pro místnost: Dílna č. 1</i> | 26 |
| <i>Tab. 5 Výpočet tepelných ztrát pro místnost: Dílna č. 2</i> | 27 |
| <i>Tab. 6 Přehled tepelných ztrát pro jednotlivé místnosti</i> | 27 |
| <i>Tab. 7 Přehled tepelných ztrát pro jednotlivé místnosti při větrání infiltrací</i> | 28 |
| <i>Tab. 8 Časový průběh hodnot produkce tepla od lidí pro dílnu č. 2 v čase od 9-17 hodin</i> | 30 |
| <i>Tab. 9 Hodnoty tepelných zisků od vnitřních zdrojů citelným teplem v čase od 9 – 17 hod.</i> | 31 |
| <i>Tab. 10 Hodnoty k výpočtu tepelných zisků pro dílnu č. 2</i> | 39 |
| <i>Tab. 11 Celkové tepelné zisky dílny č. 2 v provozní době 9 - 17 hod.</i> | 40 |
| <i>Tab. 12 Seznam prvků otopné soustavy se základními parametry</i> | 46 |
| <i>Tab. 13 Soustava pro odvod vzduchu</i> | 50 |
| <i>Tab. 14 Technické parametry infrapanelů</i> | 52 |
| <i>Tab. 15 Celková cena plynu za rok</i> | 53 |
| <i>Tab. 16 Celková cena elektřiny za rok</i> | 54 |
| <i>Tab. 17 Vstupní investice pro realizaci plynového vytápění</i> | 54 |
| <i>Tab. 18 Vstupní investice pro realizaci infratopení</i> | 54 |

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

| Označení | Název veličiny | Jednotka |
|------------------|--|-------------------------------------|
| B | charakteristické číslo budovy | Pa ^{0,67} |
| c ₀ | Korekce na čistotu atmosféry | - |
| c ₁ | součinitel současnosti používání svítidel | - |
| c ₂ | zbytkový součinitel | - |
| c _p | měrná tepelná kapacita vzduchu | J.kg ⁻¹ .K ⁻¹ |
| d | hloubka zapuštění okna z venkovní stěny ke sklu okna | m |
| D | počet denostupňů | - |
| e | opravný součinitel vlivu přerušovaného provozu vytápění | - |
| e ₁ | délka svislého stínu v okenním otvoru | m |
| e ₂ | délka vodorovného stínu v okenním otvoru | m |
| e _d | zkrácení doby vytápění u objektu s přestávkami v provozu | - |
| e _t | snížení teploty v místnosti během dne respektive noc | - |
| f | odstup svislé části okna od zakrytí rámu | m |
| g | odstup vodorovné části okna od zakrytí rámu | m |
| h | výška slunce nad obzorem | ° |
| H | nadmořská výška | m |
| i | intenzita výměny vzduchu | h ⁻¹ |
| i _d | počet dětí v místnosti | - |
| i _{LV} | součinitel spárové průvzdušnosti | m ³ /sPA ^{2/3} |
| i _m | počet mužů v místnosti | - |
| i _{os} | počet osob | - |
| i _z | počet žen v místnosti | - |
| I ₀ | solární konstanta | W.m ⁻² |
| I _d | Intenzita difusní sluneční radiace | W |
| I _{DK} | intenzita přímé sluneční radiace dopadající na kolmou plochu | W |
| I _{OKD} | intenzita difúzní sluneční radiace | W |
| k ₀ | součinitel prostupu tepla oknem | W.m ⁻² .K ⁻¹ |
| k _{sch} | součinitel prostupu tepla střechou | W.m ⁻² .K ⁻¹ |
| k | součinitel prostupu tepla | W.m ⁻² .K ⁻¹ |
| k _j | součinitel prostupu tepla | W.m ⁻² .K ⁻¹ |
| L | délka spár otvíratelných částí oken a venkovních dveří | m |
| l _A | šířka zasklené části okna | m |
| l _B | výška zasklené části okna | m |
| l _s | šířka okna | m |
| l _v | výška okna | m |
| l _{23i} | měrné výparné teplo vody | kJ.kg ⁻¹ |
| M | průměrný energetický výdej | W.m ⁻² |
| M | charakteristické číslo místnosti | - |
| m | šířka zakrytí rámu | m |
| n | výška zakrytí rámu | m |
| NT | nízký tarif | - |
| O | objem místnosti | m ³ |
| P | příkon | kW |
| p ₁ | přirážka na vyrovnání vlivu chladných konstrukcí | - |
| p ₂ | přirážka na urychlení zátoku | - |
| p ₃ | přirážka na světovou stranu | - |
| S ₀ | plocha okna včetně rámu | m ² |

| | | |
|-----------------|--|-------------------|
| S_{Ok} | plocha včetně zakrytí rámu | m^2 |
| S_{OS} | osluněný povrch okna | m^2 |
| S_{sch} | plocha stěny | m^2 |
| S_{SV} | uměle osvětlená plocha | m^2 |
| $t_{r\psi}$ | rovnocenná sluneční teplota | |
| t_{es} | střední vnější teplota | $^{\circ}$ |
| t_{is} | střední vnitřní teplota | $^{\circ}$ |
| t_r | rovnocenná sluneční teplota vzduchu | $^{\circ}$ |
| Q_z | tepelná ztráta budovy | W |
| Q_{SV} | Produkce tepla svítidly | W |
| R_h | relativní vlhkost | % |
| s | součinitel stínění | m |
| s_c | celková šířka stěny | M |
| s_j | tloušťka vrstvy | m |
| s_i | ochlazovaná plocha stavební konstrukce | m^2 |
| S_{VR} | plocha vrat | m^2 |
| t_0 | operativní teplota | $^{\circ}C$ |
| t_d | celková propustnost difusní sluneční radiace | - |
| t_D | celková poměrná propustnost přímé sluneční radiace | - |
| t_e | výpočtová venkovní teplota | $^{\circ}C$ |
| t_{ej} | výpočtová teplota ve vedlejší či sousední místnosti | $^{\circ}C$ |
| t_g | výsledná teplota kulového teploměru | $^{\circ}C$ |
| t_i | výpočtová vnitřní teplota | $^{\circ}C$ |
| t_r | střední radiační teplota | $^{\circ}C$ |
| t_{rm} | průměrná rovnocenná sluneční teplota vzduchu za 24 hodin | $^{\circ}$ |
| v_a | rychlost proudění vzduchu | $m.s^{-1}$ |
| VT | vysoký tarif | - |
| z | součinitel znečištění atmosféry | - |
| α | azimut slunce | $^{\circ}$ |
| α_e | součinitel přestupu tepla na vnější straně stěny | $W.m^{-2}.K^{-1}$ |
| α_i | součinitel přestupu tepla na vnitřní straně stěny | $W.m^{-2}.K^{-1}$ |
| α_s | úhel stěny od vodorovné roviny | $^{\circ}$ |
| γ | azimut slunce k normále SV stěny | $^{\circ}$ |
| θ | úhel mezi normálou osluněného povrchu a směrem paprsků | $^{\circ}$ |
| λ_c | celková tepelná vodivost cihlové stěny | $W.m^{-1}.K^{-1}$ |
| λ_j | tepelná vodivost vrstvy | $W.m^{-1}.K^{-1}$ |
| δ_{sch} | tloušťka stěny | m |
| ψ | zpoždění | hod. |
| ε_i | součinitel nesoučasnosti tepelných ztrát během roku | - |
| η_m | účinnost elektromotoru | % |
| η_v | účinnost ventilátoru | % |
| η_0 | účinnost obsluhy resp. možnosti regulace soustavy | % |
| η_k | účinnost kotle | % |
| η_r | účinnost rozvodu vytápění | % |
| ρ_e | hustota vzduchu | $kg.m^{-3}$ |
| Δp | celkový tlak ventilátoru | Pa |
| \dot{m}_w | produkce vodní páry | $g.h^{-1}$ |
| \dot{P} | produkce tepla zářivkami o intenzitě osvětlení | $W.m^{-2}$ |
| \dot{V}_e | množství čerstvého větracího vzduchu | $m^3.h^{-1}$ |
| \dot{V}_{ec} | celkový objemový tok čerstvého vzduchu | $m^3.h^{-1}$ |
| \dot{V}_V | objemový tok větracího vzduchu | $m^3.h^{-1}$ |

| | | |
|--------------------------|---|-------------------------------------|
| \dot{Q}_0 | základní tepelná ztráta prostupem tepla | W |
| \dot{Q}_c | celková tepelná ztráta | W |
| \dot{Q}_{OR} | prostup tepla sluneční radiací pro jedno okno | W |
| \dot{Q}_{ORn} | prostup tepla sluneční radiací pro n-oken | W |
| \dot{Q}_V | tepelná ztráta větráním | W |
| \dot{Q}_Z | trvalé tepelné zisky | W |
| \dot{Q}_{cvz} | tepelný zisk citelným teplem | W |
| \dot{Q}_l | produkce tepla od lidí | W |
| \dot{Q}_{ok1} | prostup tepla konvekcí pro jedno okno | W |
| \dot{Q}_{okn} | prostup tepla konvekcí pro n-oken | W |
| \dot{Q}_p | tepelná ztráta prostupem tepla | W |
| \emptyset | průměr | mm |
| $\Sigma(i_{LV} \cdot l)$ | součet průvzdušnosti oken a venkovních dveří | $m^3 \cdot s^{-1} \cdot Pa^{-0,67}$ |

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 Výpočet tepelných ztrát pro místnost: Sklad*
- Příloha 2 Výpočet tepelných ztrát pro místnost: Pneuservis*
- Příloha 3 Výpočet tepelných ztrát pro místnost: Kancelář*
- Příloha 4 Výpočet tepelných ztrát pro místnost: WC a umývárna*
- Příloha 5 Hodnoty k výpočtu tepelných zisků pro dílnu č. 1*
- Příloha 6 Celkové tepelné zisky dílny č. 1 v provozní době 9 - 17 hod*
- Příloha 7 Hodnoty k výpočtu tepelných zisků pro sklad*
- Příloha 8 Celkové tepelné zisky skladu v provozní době 9 - 17 hod*
- Příloha 9 Hodnoty k výpočtu tepelných zisků pneuservisu*
- Příloha 10 Celkové tepelné zisky pneuservisu v provozní době 9 - 17 hod*
- Příloha 11 Hodnoty k výpočtu tepelných zisků kanceláře*
- Příloha 12 Celkové tepelné zisky kanceláře v provozní době 9 - 17 hod*
- Příloha 13 Hodnoty k výpočtu tepelných zisků WC a umývárny*
- Příloha 14 Celkové tepelné zisky WC a umývárny v provozní době 9 - 17 hod*
- Příloha 15 Technické parametry plynového kondenzačního kotle*
- Příloha 16 Technické parametry teplovzdušných jednotek VOLCANO mini*
- Příloha 17 Technické parametry teplovzdušných jednotek VOLCANO VR1*

Příloha 1 Výpočet tepelných ztrát pro místnost: Sklad

| Označení stěny | Plocha stěny | | | | | Základní tepelná ztráta | | | | | | Přirážky | | | | Celková tepelná ztráta $Q_c = Q_p + Q_v - Q_z$ |
|----------------|----------------|-------|------------------|--------|--------------|-------------------------|-------------------|---------------------------|--------------------------|----------------|----------------------|--|--------------------------|-------------------------|------------|---|
| | Tloušťka stěny | Délka | Šířka nebo výška | Plocha | Počet otvorů | Plocha otvorů | Plocha bez otvorů | Součinitel prostupu tepla | Rozdíl teplot Δt | k. Δt | Tepelná ztráta Q_o | Na vyrovnání vlivu chladných stěn - p1 | Na urychlení zátěpu - p2 | Na světovou stranu - p3 | 1+p1+p2+p3 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SO1 | 40 | 3,65 | 3,60 | 13,14 | 0,00 | 0,00 | 13,14 | 1,41 | 33,00 | 46,53 | 611,40 | 0,128 | 0 | 0,05 | 1,178 | W |
| SN1 | 30 | 2,65 | 3,60 | 9,54 | 0,00 | 0,00 | 9,54 | 1,79 | 5,00 | 8,95 | 85,38 | | | | | |
| SN2 | 30 | 5,35 | 3,60 | 19,26 | 0,00 | 0,00 | 19,26 | 1,79 | 3,00 | 5,37 | 103,43 | | | | | |
| SO2 | 40 | 3,65 | 3,60 | 13,14 | 1,00 | 6,25 | 6,89 | 1,41 | 33,00 | 46,53 | 320,59 | | | | | |
| DO1 | | 2,50 | 2,50 | 6,25 | 0,00 | 0,00 | 6,25 | 2,80 | 33,00 | 92,40 | 577,50 | | | | | |
| SN3 | 30 | 8,00 | 3,60 | 28,80 | 0,00 | 0,00 | 28,80 | 1,79 | 3,00 | 5,37 | 154,66 | | | | | |
| Str | 15 | 3,65 | 8,00 | 29,20 | 0,00 | 0,00 | 29,20 | 2,19 | 30,00 | 65,70 | 1918,44 | | | | | |
| Pdl | 50 | 3,65 | 8,00 | 29,20 | 0,00 | 0,00 | 29,20 | 0,84 | 10,00 | 8,40 | 245,28 | | | | | |
| | | | | | | S | 142,28 | | | Q _o | 4016,68 | | | | | |

$$k_e = \frac{Q_o}{\sum S \cdot (t_i - t_e)}$$

Kde:

$\sum S$ – celková plocha stěn ohraničujících vytápěnou místnost [m²]

t_i – výpočtová vnitřní teplota [°C], dle tabulky A.3 – z [15]

t_e – výpočtová venkovní teplota [°C], dle tabulky A.1 – z [15]

| | |
|------------------|----------|
| Q _p = | 4 732,94 |
| Q _v = | 569,40 |
| Q _z = | 0,00 |
| Q _c = | 5 302,34 |

$t_i = 15 \text{ } ^\circ\text{C}$
 $t_e = -15 \text{ } ^\circ\text{C}$
 $M = 1$
 $B = 4$
 $kc = 0,86$
 $V_e = 0,0146 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
 $Q_v = 569,4 \text{ W}$

Zdroj: vlastní zpracování

Příloha 2 Výpočet tepelných ztrát pro místnost: Pneuservis

| Označení stěny | Plocha stěny | | | | | Základní tepelná ztráta | | | | | | Přirážky | | | | Celková tepelná ztráta $Q_c = Q_p + Q_v - Q_z$ |
|----------------|----------------|-------|------------------|----------------|--------------|-------------------------|-------------------|----------------------------------|--------------------------|--------------------|----------------------|--|--------------------------|-------------------------|-----------------------|---|
| | Tloušťka stěny | Délka | Šířka nebo výška | Plocha | Počet otvorů | Plocha otvorů | Plocha bez otvorů | Součinitel prostupu tepla | Rozdíl teplot Δt | $k \cdot \Delta t$ | Tepelná ztráta Q_o | Na vyrovnání vlivu chladných stěn - p1 | Na urychlení zátoku - p2 | Na světovou stranu - p3 | $1 + p_1 + p_2 + p_3$ | |
| | cm | m | m | m ² | | m ² | m ² | W.m ² K ⁻¹ | K | W.m ⁻² | W | 0,151 | 0 | 0,05 | 1,201 | |
| SN1 | 30 | 5,35 | 3,60 | 19,26 | 0,00 | 0,00 | 19,26 | 1,79 | 3,00 | 5,37 | 103,43 | | | | | |
| SN2 | 15 | 3,75 | 3,60 | 13,50 | 1,00 | 1,58 | 11,92 | 2,62 | 2,00 | 5,24 | 62,46 | | | | | |
| DN1 | | 0,80 | 1,97 | 1,58 | 0,00 | 0,00 | 1,58 | 2,00 | 2,00 | 4,00 | 6,30 | | | | | |
| OS1 | 40 | 5,35 | 3,60 | 19,26 | 0,00 | 0,00 | 19,26 | 1,41 | 33,00 | 46,53 | 896,17 | | | | | |
| OS2 | 40 | 3,75 | 3,60 | 13,50 | 1,00 | 6,25 | 7,25 | 1,41 | 33,00 | 46,53 | 337,34 | | | | | |
| DO1 | | 2,50 | 2,50 | 6,25 | 0,00 | 0,00 | 6,25 | 2,80 | 33,00 | 92,40 | 577,50 | | | | | |
| Str | 15 | 3,75 | 5,35 | 20,06 | 0,00 | 0,00 | 20,06 | 2,19 | 33,00 | 72,27 | 1449,92 | | | | | |
| Pdl | 50 | 3,75 | 5,50 | 20,63 | 0,00 | 0,00 | 20,63 | 0,84 | 6,00 | 5,04 | 103,95 | | | | | |
| | | | | | | S | 106,20 | | | | Q _o | 3537,07 | | | | |

$$k_c = \frac{Q_o}{\sum S \cdot (t_i - t_e)}$$

Kde:

$\sum S$ – celková plocha stěn ohraničujících vytápěnou místnost [m²]

t_i – výpočtová vnitřní teplota [°C], dle tabulky A.3 – z [15]

t_e – výpočtová venkovní teplota [°C], dle tabulky A.1 – z [15]

| | |
|------------------|----------|
| Q _p = | 4 249,38 |
| Q _v = | 1 716,00 |
| Q _z = | 0,00 |
| Q _c = | 5 965,38 |

$t_i = 18 \text{ } ^\circ\text{C}$ $V_e = 0,040 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
 $t_e = -15 \text{ } ^\circ\text{C}$ $Q_v = 1716 \text{ W}$
 $M = 0,5$
 $B = 4$
 $k_c = 1,01$

Zdroj: vlastní zpracování

Příloha 3 Výpočet tepelných ztrát pro místnost: Kancelář

| Označení stěny | Plocha stěny | | | | | Základní tepelná ztráta | | | | | | Přirážky | | | | Celková tepelná ztráta $Q_c = Q_p + Q_v - Q_z$ |
|----------------|----------------|-------|------------------|--------|--------------|-------------------------|-------------------|---------------------------|--------------------------|----------------|----------------------|--|--------------------------|-------------------------|-----------------------|---|
| | Tloušťka stěny | Délka | Šířka nebo výška | Plocha | Počet otvorů | Plocha otvorů | Plocha bez otvorů | Součinitel prostupu tepla | Rozdíl teplot Δt | k. Δt | Tepelná ztráta Q_o | Na vyrovnání vlivu chladných stěn - p1 | Na urychlení zátoku - p2 | Na světovou stranu - p3 | $1 + p_1 + p_2 + p_3$ | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OS1 | 40 | 2,25 | 3,60 | 8,10 | 1,00 | 0,64 | 7,46 | 1,41 | 35,00 | 49,35 | 368,15 | | | | | |
| OZ1 | | 0,80 | 0,80 | 0,64 | 0,00 | 0,00 | 0,64 | 2,70 | 35,00 | 94,50 | 60,48 | | | | | |
| SN1 | 15 | 2,50 | 3,60 | 9,00 | 1,00 | 1,18 | 7,82 | 2,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | | | |
| DN1 | | 0,60 | 1,97 | 1,18 | 0,00 | 0,00 | 1,18 | 2,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | | | |
| SN2 | 15 | 2,25 | 3,60 | 8,10 | 1,00 | 1,58 | 6,52 | 2,62 | 2,00 | 5,24 | 34,19 | | | | | |
| DN2 | | 0,80 | 1,97 | 1,58 | 0,00 | 0,00 | 1,58 | 2,00 | 2,00 | 4,00 | 6,30 | | | | | |
| SN3 | 30 | 2,50 | 3,60 | 9,00 | 0,00 | 0,00 | 9,00 | 1,79 | 5,00 | 8,95 | 80,55 | | | | | |
| Str | 15 | 2,50 | 2,25 | 5,63 | 0,00 | 0,00 | 5,63 | 2,19 | 35,00 | 76,65 | 431,16 | | | | | |
| Pdl | 50 | 2,50 | 2,25 | 5,63 | 0,00 | 0,00 | 5,63 | 0,84 | 5,00 | 4,20 | 23,63 | | | | | |
| | | | | | | S | 45,45 | | | Q _o | 1004,45 | | | | | |

$$k_c = \frac{Q_o}{\sum S \cdot (t_i - t_e)}$$

Kde:

$\sum S$ – celková plocha stěn ohraničujících vytápěnou místnost [m²]

t_i – výpočtová vnitřní teplota [°C], dle tabulky A.3 – z [15]

t_e – výpočtová venkovní teplota [°C], dle tabulky A.1 – z [15]

$t_i = 20$ °C
 $t_e = -15$ °C
 $M = 0,7$
 $B = 4$
 $k_c = 0,67$
 $V_e = 0,027$ m³.s⁻¹
 $Q_v = 1229$ W

| | |
|------------------|----------|
| Q _p = | 1 155,58 |
| Q _v = | 1 228,50 |
| Q _z = | 500,00 |
| Q _c = | 1 884,08 |

Zdroj: vlastní zpracování

Příloha 4 Výpočet tepelných ztrát pro místnost: WC a umývárna

| Označení stěny | Plocha stěny | | | | | Základní tepelná ztráta | | | | | | Přirážky | | | | Celková tepelná ztráta $Q_c = Q_p + Q_v - Q_z$ |
|----------------|----------------|-------|------------------|--------|--------------|-------------------------|-------------------|---------------------------|--------------------------|----------------|----------------------|--|--------------------------|-------------------------|------------|---|
| | Tloušťka stěny | Délka | Šířka nebo výška | Plocha | Počet otvorů | Plocha otvorů | Plocha bez otvorů | Součinitel prostupu tepla | Rozdíl teplot Δt | k. Δt | Tepelná ztráta Q_o | Na vyrovnání vlivu chladných stěn - p1 | Na urychlení zátoku - p2 | Na světovou stranu - p3 | 1+p1+p2+p3 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SO1 | 40 | 1,35 | 3,60 | 4,86 | 1,00 | 0,20 | 4,66 | 1,41 | 35,00 | 49,35 | 229,97 | | | | | |
| OZ1 | | 0,50 | 0,40 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,20 | 2,70 | 35,00 | 94,50 | 18,90 | | | | | |
| OS2 | 40 | 2,50 | 3,60 | 9,00 | 0,00 | 0,00 | 9,00 | 1,41 | 35,00 | 49,35 | 444,15 | | | | | |
| SN1 | 15 | 1,35 | 3,60 | 4,86 | 0,00 | 0,00 | 4,86 | 2,62 | 2,00 | 5,24 | 25,47 | | | | | |
| SN2 | 15 | 2,50 | 3,60 | 9,00 | 1,00 | 1,18 | 7,82 | 2,62 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | | | |
| DN1 | | 0,60 | 1,97 | 1,18 | 0,00 | 0,00 | 1,18 | 2,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | | | |
| Str | 15 | 1,35 | 2,50 | 3,38 | 0,00 | 0,00 | 3,38 | 2,19 | 33,00 | 72,27 | 243,91 | | | | | |
| Pdl | 50 | 1,35 | 2,50 | 3,38 | 0,00 | 0,00 | 3,38 | 0,84 | 5,00 | 4,20 | 14,18 | | | | | |
| | | | | 0,00 | | | 0,00 | | | 0,00 | 0,00 | | | | | |
| | | | | | | S | 34,47 | | | Q _o | 976,57 | | | | | |

$$k_o = \frac{Q_o}{\sum S \cdot (t_i - t_e)}$$

Kde:

$\sum S$ – celková plocha stěn ohraničujících vytápěnou místnost [m²]

t_i – výpočtová vnitřní teplota [°C], dle tabulky A.3 – z [15]

t_e – výpočtová venkovní teplota [°C], dle tabulky A.1 – z [15]

| | |
|------------------|----------|
| Q _p = | 1 151,16 |
| Q _v = | 1 001,00 |
| Q _z = | 0,00 |
| Q _c = | 2 152,16 |

$t_i = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$ $V_e = 0,022 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
 $t_e = -15 \text{ } ^\circ\text{C}$ $Q_v = 1001 \text{ W}$
 $M = 0,7$
 $B = 4$
 $k_c = 0,86$

Zdroj: vlastní zpracování

Příloha 5 Hodnoty k výpočtu tepelných zisků pro dílnu č. 1

| | | | |
|-------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|
| Název místnosti: | Dílňa č.1 | Číslo: | 1 |
| Plocha: | 39,2 m ² | Objem: | 109,8 m ³ |
| Teplota v místnosti: | 26 °C | Překročení teploty: | 2 °C |
| Počet osob: | 1 - | | |
| Začátek provozu: | 9 h | Konec provozu: | 18 h |
| Množství vzduchu: | 88 m ³ /h | Intenzita větrání: | 2 -/h |
| Osvětlení měrné: | 10 W/m ² | Osvětlení celkem: | 392 W |
| Vnitřní provozní zisk: | 10 W/m ² | Vnitřní provozní zisk: | 0 W |
| Vnitřní stálé zisky: | 0 W/m ² | Vnitřní stálé zisky: | 0 W |

| Konstrukce | Součinitel prostupu tepla k | Plocha konstrukce | Azimut | Sklon | Teplota odvrácené strany | Součinitel poměrné pohltivosti | Tloušťka konstrukce | Výška okna | Šířka okna | Šířka horizontálního slunolamu | Šířka vertikálního slunolamu | Odstup horizontálního slunolamu | Odstup vertikálního slunolamu | Součinitel stínění | Počet |
|------------|-----------------------------|-------------------|--------|-------|--------------------------|--------------------------------|---------------------|------------|------------|--------------------------------|------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------------|-------|
| - | W/m ² K | m ² | deg | deg | °C | - | m | m | m | m | m | m | m | - | ks |
| Okno | 2,7 | | 312 | 90 | | | | 2 | 2 | 0,05 | 0,05 | 0,03 | 0,03 | 0,9 | 1 |
| Okno | 2,7 | | 312 | 90 | | | | 2 | 2 | 0,05 | 0,05 | 0,03 | 0,03 | 0,9 | 1 |
| Okno | 2,7 | | 39 | 90 | | | | 2 | 2 | 0,05 | 0,05 | 0,03 | 0,03 | 0,9 | 1 |
| Stěna O | 1,37 | 13,64 | 39 | 90 | | 0,7 | 0,4 | | | | | | | | |
| Příčka 30 | 1,66 | 28,8 | | | 25 | | | | | | | | | | |
| Stěna O | 1,37 | 20,8 | 312 | 90 | | 0,7 | 0,4 | | | | | | | | |
| Stěna O | 1,37 | 11,39 | 224 | 90 | | 0,7 | 0,4 | | | | | | | | |
| Vrata | 2,8 | 6,25 | 224 | 90 | | 0,7 | 0,08 | | | | | | | | |
| Střecha | 2,09 | 19,6 | 39 | 12 | | 0,7 | 0,15 | | | | | | | | |

Zdroj: vlastní zpracování

Příloha 6 Celkové tepelné zisky dílny č. 1 v provozní době 9 - 17 hod

| Dílňa č.1 | Hodiny | | | | | | | | |
|-------------------|---------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|
| | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| Osoby | 62 | 50,84 | 40,3 | 31,62 | 24,18 | 19,84 | 18,6 | 19,84 | 24,18 |
| Vodní páry | 169,5 | 169,5 | 169,5 | 169,5 | 169,5 | 169,5 | 169,5 | 169,5 | 169,5 |
| Větrání | -80 | 56 | 180 | 287 | 370 | 422 | 439 | 422 | 370 |
| Vnitřní | 831 | 831 | 831 | 831 | 831 | 831 | 831 | 831 | 831 |
| Příčka 30 | -112 | -100 | -88 | -76 | -65 | -57 | -51 | -48 | -49 |
| Stěna O | 61 | 55 | 49 | 45 | 41 | 39 | 38 | 39 | 56 |
| Stěna O | 91 | 86 | 82 | 78 | 74 | 73 | 72 | 73 | 78 |
| Vrata | 14 | 57 | 99 | 137 | 261 | 389 | 483 | 533 | 532 |
| Stěna E | 106 | 97 | 88 | 81 | 75 | 72 | 71 | 72 | 82 |
| Střecha | 66 | 298 | 543 | 773 | 969 | 1119 | 1213 | 1247 | 1220 |
| Okna K | -12 | 9 | 27 | 42 | 55 | 62 | 65 | 62 | 55 |
| Okna R | 424 | 471 | 500 | 510 | 500 | 500 | 830 | 1217 | 1353 |
| Okna K | -12 | 9 | 27 | 42 | 55 | 62 | 65 | 62 | 55 |
| Okna R | 424 | 471 | 500 | 510 | 500 | 500 | 830 | 1217 | 1353 |
| Okna K | -12 | 9 | 27 | 42 | 55 | 62 | 65 | 62 | 55 |
| Okna R | 606 | 471 | 500 | 510 | 500 | 471 | 424 | 360 | 283 |
| Akumulace | 451 | 492 | 405 | 375 | 405 | 434 | -179 | -300 | -300 |
| Celkem [W] | 3077,5 | 3532,34 | 3979,8 | 4388,12 | 4819,68 | 5168,34 | 5384,1 | 6038,34 | 6167,68 |

Zdroj : vlastní zpracování

Příloha 7 Hodnoty k výpočtu tepelných zisků pro sklad

| | | | |
|-----------------------|------------------------|-----------------------|----------------------|
| Název místnosti: | Sklad | Číslo: | 3 |
| Plocha: | 29,2 m ² | Objem: | 105,1 m ³ |
| Teplota v místnosti: | 26 °C | Překročení teploty: | 2 °C |
| Počet osob: | 0 - | | |
| Začátek provozu: | 9 h | Konec provozu: | 18 h |
| Množství vzduchu: | 52,5 m ³ /h | Intenzita větrání: | 0,5 -/h |
| Osvětlení měrné: | 0 W/m ² | Osvětlení celkem: | 0 W |
| Vnitřní provozní zisk | 0 W/m ² | Vnitřní provozní zisk | 0 W |
| Vnitřní stálé zisky: | 0 W/m ² | Vnitřní stálé zisky: | 0 W |

| Konstrukce | Součinitel prostupu tepla k | Plocha konstrukce | Azimut | Sklon | Teplota odvrácené strany | Součinitel poměrné pohltivosti | Tloušťka konstrukce |
|------------|-----------------------------|-------------------|--------|-------|--------------------------|--------------------------------|---------------------|
| - | W/m ² K | m ² | deg | deg | °C | - | m |
| Stěna O | 1,37 | 13,14 | 39 | 90 | | 0,7 | 0,4 |
| Příčka 30 | 1,66 | 28,8 | | | 25 | | |
| Příčka 30 | 1,66 | 28,8 | | | 25 | | |
| Stěna O | 1,37 | 6,89 | 224 | 90 | | 0,7 | 0,4 |
| Vrata | 2,8 | 6,25 | 224 | 90 | | 0,7 | 0,08 |
| Střecha | 2,09 | 14,6 | 39 | 12 | | 0,7 | 0,15 |

Zdroj: vlastní zpracování

Příloha 8 Celkové tepelné zisky skladu v provozní době 9 - 17 hod

| Sklad | Hodiny | | | | | | | | |
|-------------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| Větrání | -19 | 14 | 43 | 69 | 89 | 101 | 105 | 101 | 89 |
| Vnitřní | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Příčka 30 | -112 | -100 | -88 | -76 | -65 | -57 | -51 | -48 | -49 |
| Příčka 30 | -112 | -100 | -88 | -76 | -65 | -57 | -51 | -48 | -49 |
| Stěna O | 59 | 53 | 48 | 43 | 39 | 37 | 36 | 37 | 54 |
| Stěna O | 55 | 52 | 49 | 47 | 45 | 44 | 43 | 44 | 47 |
| Vrata | 14 | 57 | 99 | 137 | 261 | 389 | 483 | 533 | 532 |
| Střecha | 49 | 222 | 405 | 576 | 722 | 833 | 903 | 929 | 909 |
| Akumulace | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Celkem [W] | -66 | 198 | 468 | 720 | 1026 | 1290 | 1468 | 1548 | 1533 |

Zdroj: vlastní zpracování

Příloha 9 Hodnoty k výpočtu tepelných zisků pneuservisu

| | | | |
|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|
| Název místnosti: | Pneuservis | Číslo: | 4 |
| Plocha: | 20 m ² | Objem: | 72 m ³ |
| Teplota v místnosti: | 26 °C | Překročení teploty: | 2 °C |
| Počet osob: | 1 - | | |
| Začátek provozu: | 9 h | Konec provozu: | 18 h |
| Množství vzduchu: | 144 m ³ /h | Intenzita větrání: | 2 -/h |
| Osvětlení měrné: | 10 W/m ² | Osvětlení celkem: | 200 W |
| Vnitřní provozní zisky: | 10 W/m ² | Vnitřní provozní zisk | 0 W |
| Vnitřní stálé zisky: | 0 W/m ² | Vnitřní stálé zisky: | 0 W |

| Konstrukce | Součinitel prostupu tepla k | Plocha konstrukce | Azimut | Sklon | Teplota odvrácené strany | Součinitel poměrné pohltivosti | Tloušťka konstrukce |
|---------------|-----------------------------|-------------------|--------|-------|--------------------------|--------------------------------|---------------------|
| - | W/m ² K | m ² | deg | deg | °C | - | m |
| Stěna O | 1,37 | 19,26 | 132 | 90 | | 0,7 | 0,4 |
| Stěna O | 1,37 | 7,25 | 224 | 90 | | 0,7 | 0,4 |
| Příčka 30 | 1,66 | 19,1 | | | 25 | | |
| Příčka 15 | 2,47 | 11,92 | | | 25 | | |
| Dveře vnitřní | 2 | 1,58 | | | 25 | | |
| Vrata | 2,8 | 6,25 | 224 | 90 | | 0,7 | 0,08 |
| Střecha | 2,09 | 10 | 39 | 12 | | 0,7 | 0,15 |

Zdroj: vlastní zpracování

Příloha 10 Celkové tepelné zisky pneuservisu v provozní době 9 - 17 hod

| Pneuservis | Hodiny | | | | | | | | |
|-------------------|--------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|
| | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| Osoby | 62 | 50,84 | 40,3 | 31,62 | 24,18 | 19,84 | 18,6 | 19,84 | 24,18 |
| Vodní páry | 169,5 | 169,5 | 169,5 | 169,5 | 169,5 | 169,5 | 169,5 | 169,5 | 169,5 |
| Větrání | -52 | 37 | 118 | 189 | 243 | 277 | 288 | 277 | 243 |
| Vnitřní | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| Příčka 30 | -75 | -66 | -58 | -50 | -43 | -38 | -34 | -32 | -33 |
| Příčka 15 | -69 | -62 | -54 | -47 | -40 | -35 | -32 | -30 | -30 |
| Dveře vnitřní | -8 | -7 | -6 | -5 | -5 | -4 | -4 | -4 | -4 |
| Stěna O | 155 | 147 | 139 | 132 | 127 | 124 | 123 | 124 | 140 |
| Stěna O | 58 | 55 | 52 | 49 | 47 | 46 | 46 | 46 | 50 |
| Vrata | 14 | 57 | 99 | 137 | 261 | 389 | 483 | 533 | 532 |
| Střecha | 34 | 152 | 277 | 394 | 494 | 571 | 619 | 636 | 623 |
| Akumulace | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Celkem [W] | 688,5 | 933,34 | 1176,8 | 1400,12 | 1677,68 | 1919,34 | 2077,1 | 2139,34 | 2114,68 |

Zdroj: vlastní zpracování

Příloha 11 Hodnoty k výpočtu tepelných zisků kanceláře

| | | | |
|-------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| Název místnosti: | Kancelář | Číslo: | 5 |
| Plocha: | 5,63 m ² | Objem: | 20,3 m ³ |
| Teplota v místnosti: | 26 °C | Překročení teploty: | 2 °C |
| Počet osob: | 1 - | | |
| Začátek provozu: | 9 h | Konec provozu: | 18 h |
| Množství vzduchu: | 100 m ³ /h | Intenzita větrání: | 2 -/h |
| Osvětlení měrné: | 10 W/m ² | Osvětlení celkem: | 56 W |
| Vnitřní provozní zisky: | 0 W/m ² | Vnitřní provozní zisk | 500 W |
| Vnitřní stálé zisky: | 0 W/m ² | Vnitřní stálé zisky: | 0 W |

| Konstrukce | Součinitel prostupu tepla k | Plocha konstrukce | Azimut | Sklon | Teplota odvrácené strany | Součinitel poměrné pohltivosti | Tloušťka konstrukce | Výška okna | Šířka okna | Šířka horizontálního slunolamu | Šířka vertikálního slunolamu | Odstup horizontálního slunolamu | Odstup vertikálního slunolamu | Součinitel stínění |
|---------------|-----------------------------|-------------------|--------|-------|--------------------------|--------------------------------|---------------------|------------|------------|--------------------------------|------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------------|
| - | W/m ² K | m ² | deg | deg | °C | - | m | m | m | m | m | m | m | - |
| Stěna O | 1,37 | 7,5 | 39 | 90 | | 0,7 | 0,4 | | | | | | | |
| Okno | 2,7 | | 39 | 90 | | | | 0,8 | 0,8 | 0,05 | 0,05 | 0,03 | 0,03 | 0,9 |
| Příčka 15 | 2,47 | 7,8 | | | 25 | | | | | | | | | |
| Dveře vnitřní | 2 | 1,18 | | | 25 | | | | | | | | | |
| Příčka 15 | 2,47 | 6,5 | | | 25 | | | | | | | | | |
| Dveře vnitřní | 2 | 1,58 | | | 25 | | | | | | | | | |
| Střecha | 2,09 | 2,81 | 39 | 12 | | 0,7 | 0,15 | | | | | | | |

Zdroj: vlastní zpracování

Příloha 12 Celkové tepelné zisky kanceláře v provozní době 9 - 17 hod

| Kancelář | Hodiny | | | | | | | | | |
|-------------------|--------------|---------------|--------------|----------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|--|
| | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | |
| Osoby | 62 | 50,84 | 40,3 | 31,62 | 24,18 | 19,84 | 18,6 | 19,84 | 24,18 | |
| Vodní páry | 169,5 | 169,5 | 169,5 | 169,5 | 169,5 | 169,5 | 169,5 | 169,5 | 169,5 | |
| Větrání | -37 | 26 | 82 | 131 | 169 | 192 | 200 | 192 | 169 | |
| Vnitřní | 557 | 557 | 557 | 557 | 557 | 557 | 557 | 557 | 557 | |
| Příčka 15 | -46 | -41 | -36 | -31 | -27 | -23 | -21 | -20 | -20 | |
| Příčka 30 | -35 | -32 | -28 | -24 | -21 | -18 | -16 | -15 | -16 | |
| Dveře vnitřní | -6 | -5 | -5 | -4 | -4 | -3 | -3 | -3 | -3 | |
| Příčka 15 | -38 | -34 | -30 | -26 | -22 | -19 | -18 | -17 | -17 | |
| Dveře vnitřní | -8 | -7 | -6 | -5 | -5 | -4 | -4 | -4 | -4 | |
| Stěna O | 33 | 30 | 27 | 25 | 22 | 21 | 21 | 21 | 31 | |
| Střecha | 9 | 43 | 78 | 111 | 139 | 160 | 174 | 179 | 175 | |
| Okna K | -2 | 2 | 5 | 7 | 9 | 10 | 11 | 10 | 9 | |
| Okna R | 90 | 75 | 80 | 82 | 80 | 75 | 68 | 58 | 45 | |
| Akumulace | -22 | -7 | -12 | -14 | -12 | -7 | 0 | 10 | 23 | |
| Celkem [W] | 726,5 | 827,34 | 921,8 | 1010,12 | 1078,68 | 1130,34 | 1157,1 | 1157,34 | 1142,68 | |

Zdroj: vlastní zpracování

Příloha 13 Hodnoty k výpočtu tepelných zisků WC a umývárny

| | | | |
|-------------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|
| Název místnosti: | WC a umývárna | Číslo: | 6 |
| Plocha: | 3,375 m ² | Objem: | 12,2 m ³ |
| Teplota v místnosti: | 26 °C | Překročení teploty: | 2 °C |
| Počet osob: | 0 - | | |
| Začátek provozu: | 9 h | Konec provozu: | 18 h |
| Množství vzduchu: | 10 m ³ /h | Intenzita větrání: | 0,8 -/h |
| Osvětlení měrné: | 10 W/m ² | Osvětlení celkem: | 34 W |
| Vnitřní provozní zisky: | 0 W/m ² | Vnitřní provozní zisk | 0 W |
| Vnitřní stálé zisky: | 0 W/m ² | Vnitřní stálé zisky: | 0 W |

| Konstrukce | Součinitel prostupu tepla k | Plocha konstrukce | Azimut | Sklon | Teplota odvrácené strany | Součinitel poměrné pohlitivosti | Tloušťka konstrukce | Výška okna | Šířka okna | Šířka horizontálního slunolamu | Šířka vertikálního slunolamu | Odstup horizontálního slunolamu | Odstup vertikálního slunolamu | Součinitel stínění |
|---------------|-----------------------------|-------------------|--------|-------|--------------------------|---------------------------------|---------------------|------------|------------|--------------------------------|------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------------|
| - | W/m ² K | m ² | deg | deg | °C | - | m | m | m | m | m | m | m | - |
| Okno | 2,7 | | 39 | 90 | | | | 0,5 | 0,4 | 0,05 | 0,05 | 0,03 | 0,03 | 0,9 |
| Stěna O | 1,37 | 5,2 | 39 | 90 | | 0,7 | 0,4 | | | | | | | |
| Stěna O | 1,37 | 9 | 132 | 90 | | 0,7 | 0,4 | | | | | | | |
| Příčka 15 | 2,47 | 4,86 | | | 25 | | | | | | | | | |
| Příčka 15 | 2,47 | 7,8 | | | 25 | | | | | | | | | |
| Dveře vnitřní | 2 | 1,2 | | | 25 | | | | | | | | | |
| Střecha | 2,09 | 1,69 | 39 | 12 | | 0,7 | 0,15 | | | | | | | |

Zdroj: vlastní zpracování

Příloha 14 Celkové tepelné zisky WC a umývárny v provozní době 9 - 17 hod

| WC a umývárna | Hodiny | | | | | | | | | |
|---------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--|
| | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | |
| Větrání | -4 | 3 | 9 | 14 | 17 | 20 | 20 | 20 | 17 | |
| Vnitřní | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | |
| Příčka 15 | -29 | -25 | -22 | -19 | -17 | -15 | -13 | -13 | -13 | |
| Příčka 15 | -46 | -41 | -36 | -31 | -27 | -23 | -21 | -20 | -20 | |
| Dveře vnitřní | -6 | -5 | -5 | -4 | -4 | -3 | -3 | -3 | -3 | |
| Stěna O | 23 | 21 | 19 | 17 | 16 | 15 | 14 | 15 | 21 | |
| Stěna O | 73 | 69 | 65 | 62 | 59 | 58 | 57 | 58 | 65 | |
| Střecha | 6 | 26 | 47 | 67 | 84 | 96 | 105 | 107 | 105 | |
| Okna K | -1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | |
| Okna R | 26 | 24 | 25 | 26 | 25 | 24 | 21 | 18 | 14 | |
| Akumulace | -5 | -3 | -4 | -5 | -4 | -3 | 0 | 3 | 7 | |
| Celkem | 71 | 104 | 134 | 164 | 186 | 207 | 218 | 223 | 230 | |

Zdroj: vlastní zpracování

Příloha 15 Technické parametry plynového kondenzačního kotle

| Typy kotlů | Jednotky | ZBR 42-3 A |
|--|-------------------|-------------|
| Pracovní rozsah plynulé regulace 40/30 °C | kW | 10,2 - 40,8 |
| Pracovní rozsah plynulé regulace 80/60 °C | kW | 9,5 - 39,5 |
| Tepelný příkon | kW | 9,5 - 40 |
| Max. jmenovitý tepelný výkon - TV | kW | 40 |
| Normovaný stupeň využití až | % | |
| Spotřeba plynu při jmen. výkonu - zemní plyn | m ³ /h | 4,2 |
| Maximální průtočné množství TV při 40°C | l/min | - |
| Minimální potřebný tlak vody - TV | bar | - |
| Nastavitelný rozsah teploty TV | °C | - |
| Objem vestavěného zásobníku | l | - |
| Max. provozní přetlak otopné vody | bar | |
| Max. náběhová teplota otopné vody | °C | |
| Celkový objem expanzní nádoby | l | - |
| Teplota spalin při tep. spádu 40/30 °C max./min. výkon | °C | 65/32 |
| Teplota spalin při tep. spádu 80/60 °C max./min. výkon | °C | 87/60 |
| Max množství kondenzační vody | l/h | 3,5 |
| Přibližná hodnota pH kondenzátu | | |
| Třída NOx | | |
| Elektrický příkon max. | W | 92 |
| Elektrické napětí/frekvence | V/Hz | |
| Elektrické krytí | IP | |
| Rozměry (v/š/h) | mm | 850/440/350 |
| Celková hmotnost bez obalu | kg | 40 |

Zdroj: Voda a teplo: Plynové kondenzační kotle. [online]. [cit. 2015-03-10].

Obrázek ve formátu PNG. http://www.vodateplo.cz/editor/image/eshop_products_files/178_file_en_CerapurSmart,Comfort,Acu,Modul.pdf

Příloha 16 Technické parametry teplovzdušných jednotek VOLCANO mini

CZ: T_p – teplota vody na přívodu do zařízení; T_o – teplota vody na odvodu ze zařízení; T_{p1} – teplota vzduchu na přívodu do zařízení; T_{p2} – teplota vzduchu na odvodu ze zařízení;
 P_g – topný výkon zařízení; Q_w – průtok vody; Δp – tlaková ztráta na straně vody;

LAT: T_p – ierplūdes ūdens temperatūra; T_o – izplūdes ūdens temperatūra; T_{p1} – ierplūdes gaisa temperatūra; T_{p2} – izplūdes gaisa temperatūra; P_g – siltumspēja; Q_w – ūdens plūsmas;
 Δp – spiediena kritums siltumainī

ET: T_p – sisenava vee temperatuur; T_o – väljuva vee temperatuur; T_{p1} – sisenava õhu temperatuur; T_{p2} – väljuva õhu temperatuur; P_g – soojusvõimsus; Q_w – vee vooluhulk; Δp – rõhulang soojusvahetis

| | | Volcano MINI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--|--|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|
| T_p/T_o [°C] | | 90/70 | | | | | 80/60 | | | | | 70/50 | | | | | 50/30 | | | | |
| T_{p1} [°C] | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| | | Wydatek powietrza 2000 m ³ /h (3 bieg), poziom hałasu 52,3 dB(A)* / Расход воздуха 2000 м ³ /ч (3 скорость), уровень шума 52,3 dB(A)* Кількість повітря 2000 м ³ /г (3 швидкість), рівень шуму 52,3 dB(A)* / Oro išeiga 2000 m ³ /h (3 greitis), triukšmo lygis 52,3 dB(A)* Air flow rate 2,000 m ³ /h (3rd gear), noise level 52,3 dB(A)* / Lēgzsāļītās 2,000 m ³ /h (3. fokozat), hangnyomás 52,3 dB(A)* Vzduchový výkon 2000 m ³ /h (3 rychlost), hladina hluku 52,3 dB(A)* / Gaisa ražīgums 2000 m ³ /h (3. ātrums), trokšņa līmenis 52,3 dB(A)* Ūhu vooluhulk 2000 m ³ /h (3. ülekannel), müratase 52,3 dB(A)* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P_g [kW] | | 19,7 | 18,5 | 17,2 | 16,0 | 14,7 | 17,0 | 15,8 | 14,5 | 13,2 | 12,0 | 14,3 | 13,1 | 11,8 | 10,5 | 9,2 | 8,8 | 7,5 | 6,1 | 4,7 | 3,1 |
| T_{p2} [°C] | | 29,4 | 32,6 | 35,7 | 38,8 | 41,9 | 25,4 | 28,5 | 31,7 | 34,8 | 37,8 | 21,4 | 24,5 | 27,6 | 30,6 | 33,7 | 13,1 | 16,0 | 19,1 | 22,0 | 24,7 |
| Q_w [m ³ /h] | | 0,9 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,1 |
| Δp [kPa] | | 13,6 | 12,0 | 10,5 | 9,2 | 7,8 | 10,4 | 9,1 | 7,8 | 6,8 | 5,4 | 7,7 | 6,5 | 5,4 | 4,3 | 3,4 | 3,3 | 2,4 | 1,7 | 1,1 | 0,5 |
| | | Wydatek powietrza 1200 m ³ /h (2 bieg), poziom hałasu 41,6 dB(A)* / Расход воздуха 1200 м ³ /ч (2 скорость), уровень шума 41,6 dB(A)* Кількість повітря 1200 м ³ /г (2 швидкість), рівень шуму 41,6 dB(A)* / Oro išeiga 1200 m ³ /h (2 greitis), triukšmo lygis 41,6 dB(A)* Air flow rate 1,200 m ³ /h (2nd gear), noise level 41,6 dB(A)* / Lēgzsāļītās 1,200 m ³ /h (2. fokozat), hangnyomás 41,6 dB(A)* Vzduchový výkon 1200 m ³ /h (2 rychlost), hladina hluku 41,6 dB(A)* / Gaisa ražīgums 1200 m ³ /h (2. ātrums), trokšņa līmenis 41,6 dB(A)* Ūhu vooluhulk 1200 m ³ /h (2. ülekannel), müratase 41,6 dB(A)* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P_g [kW] | | 14,6 | 13,7 | 12,8 | 11,8 | 10,9 | 12,6 | 11,7 | 10,8 | 9,8 | 8,9 | 10,6 | 9,7 | 8,8 | 7,8 | 6,8 | 6,5 | 5,5 | 4,5 | 3,5 | 2,0 |
| T_{p2} [°C] | | 38,2 | 39,0 | 41,7 | 44,4 | 47,1 | 31,3 | 34,1 | 36,8 | 39,4 | 42,1 | 26,4 | 29,1 | 31,8 | 34,4 | 37,0 | 16,2 | 18,8 | 21,3 | 23,8 | 25,0 |
| Q_w [m ³ /h] | | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 |
| Δp [kPa] | | 7,7 | 6,8 | 6,0 | 5,2 | 4,5 | 6,0 | 5,2 | 4,5 | 3,8 | 3,1 | 4,4 | 3,7 | 3,1 | 2,5 | 2,0 | 1,9 | 1,4 | 1,0 | 0,6 | 0,2 |
| | | Wydatek powietrza 700 m ³ /h (1 bieg), poziom hałasu 28,8 dB(A)* / Расход воздуха 700 м ³ /ч (1 скорость), уровень шума 28,8 dB(A)* Кількість повітря 700 м ³ /г (1 швидкість), рівень шуму 28,8 dB(A)* / Oro išeiga 700 m ³ /h (1 greitis), triukšmo lygis 28,8 dB(A)* Air flow rate 700 m ³ /h (1st gear), noise level 28,8 dB(A)* / Lēgzsāļītās 700 m ³ /h (1. fokozat), hangnyomás 28,8 dB(A)* Vzduchový výkon 700 m ³ /h (1 rychlost), hladina hluku 28,8 dB(A)* / Gaisa ražīgums 700 m ³ /h (1. ātrums), trokšņa līmenis 28,8 dB(A)* Ūhu vooluhulk 700 m ³ /h (1. ülekannel), müratase 28,8 dB(A)* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P_g [kW] | | 10,3 | 9,7 | 9,0 | 8,4 | 7,7 | 8,9 | 8,3 | 7,6 | 7,0 | 6,3 | 7,5 | 6,9 | 6,2 | 5,5 | 4,9 | 4,6 | 3,9 | 3,2 | 2,3 | 1,1 |
| T_{p2} [°C] | | 43,9 | 46,1 | 48,4 | 50,7 | 52,9 | 38,0 | 40,2 | 42,5 | 44,7 | 46,9 | 32,0 | 34,3 | 36,5 | 38,6 | 40,7 | 19,7 | 21,7 | 23,5 | 24,9 | 24,7 |
| Q_w [m ³ /h] | | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Δp [kPa] | | 4,0 | 3,6 | 3,2 | 2,8 | 2,4 | 3,2 | 2,8 | 2,4 | 2,0 | 1,7 | 2,4 | 2,0 | 1,7 | 1,4 | 1,1 | 1,0 | 0,8 | 0,5 | 0,2 | 0,1 |

Zdroj: VTS Group: technická dokumentace [online]. [cit. 2015-03-10]. Obrázek ve formátu PNG.
<http://vtsgroup.cz/Centrum-dokumentace-Technick%C3%A9-dokumentace.html>

Příloha 17 Technické parametry teplovzdušných jednotek VOLCANO VR1

| | | VR1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|---|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|--|
| T_1/T_2 [°C] | 30/70 | | | | | 80/60 | | | | | 70/50 | | | | | 50/30 | | | | | |
| T_{ref} [°C] | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | |
| | Wydatek powietrza 5500 m ³ /h (5 bieg), poziom hałasu 57 dB(A)* / Расход воздуха 5500 м ³ /ч (5 скорость), уровень шума 57 dB(A)* Кількість повітря 5500 м ³ /г (5 швидкість), рівень шуму 57 dB(A)* / Oro lbeiga 5500 m ³ /h (5 greitis), triukšmo lygis 57 dB(A)* Air flow rate 5,500 m ³ /h (5th gear), noise level 57 dB(A)* / Lēgzsāļitāš 5,500 m ³ /h (5. fokozat), hangnyomās 57 dB(A)* Vzduchový výkon 5500 m ³ /h (5 rychlost), hladina hluku 57 dB(A)* / Gaisa ražīgums 5500 m ³ /h (5. ātrums), trokšņa līmenis 57 dB(A)* Ūnu vooluhulk 5500 m ³ /h (5. olekanne), mūrataše 57 dB(A)* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P_e [kW] | 33,1 | 30,8 | 28,5 | 26,2 | 23,9 | 28,1 | 25,8 | 23,5 | 21,3 | 19,0 | 23,1 | 20,9 | 18,6 | 16,3 | 14,0 | 13,1 | 10,8 | 8,6 | 6,4 | 4,2 | |
| T_{ref} [°C] | 18,0 | 21,8 | 25,5 | 29,3 | 33,0 | 15,3 | 19,1 | 22,8 | 26,6 | 30,3 | 12,6 | 16,4 | 20,1 | 23,9 | 27,6 | 7,1 | 10,9 | 14,7 | 18,5 | 22,3 | |
| Q_v [m ³ /h] | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,1 | 1,2 | 1,1 | 1,0 | 0,9 | 0,8 | 1,0 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | |
| Δp [kPa] | 12,3 | 10,7 | 9,2 | 7,9 | 6,6 | 9,1 | 7,7 | 6,4 | 5,3 | 4,2 | 6,2 | 5,1 | 4,1 | 3,2 | 2,4 | 2,1 | 1,4 | 0,9 | 0,5 | 0,2 | |
| | Wydatek powietrza 4000 m ³ /h (4 bieg), poziom hałasu 51 dB(A)* / Расход воздуха 4000 м ³ /ч (4 скорость), уровень шума 51 dB(A)* Кількість повітря 4000 м ³ /г (4 швидкість), рівень шуму 51 dB(A)* / Oro lbeiga 4000 m ³ /h (4 greitis), triukšmo lygis 51 dB(A)* Air flow rate 4,000 m ³ /h (4th gear), noise level 51 dB(A)* / Lēgzsāļitāš 4,000 m ³ /h (4. fokozat), hangnyomās 51 dB(A)* Vzduchový výkon 4000 m ³ /h (4 rychlost), hladina hluku 51 dB(A)* / Gaisa ražīgums 4000 m ³ /h (4. ātrums), trokšņa līmenis 51 dB(A)* Ūnu vooluhulk 4000 m ³ /h (4. olekanne), mūrataše 51 dB(A)* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P_e [kW] | 28,3 | 26,3 | 24,3 | 22,4 | 20,4 | 24,1 | 22,1 | 20,2 | 18,2 | 16,3 | 19,8 | 17,9 | 16,0 | 14,0 | 12,1 | 11,3 | 9,4 | 7,5 | 5,6 | 3,7 | |
| T_{ref} [°C] | 21,2 | 24,7 | 28,3 | 31,8 | 35,3 | 18,1 | 21,6 | 25,1 | 28,7 | 32,2 | 14,9 | 18,4 | 22,0 | 25,5 | 29,1 | 8,5 | 12,0 | 15,6 | 19,2 | 22,8 | |
| Q_v [m ³ /h] | 1,2 | 1,2 | 1,1 | 1,0 | 0,9 | 1,1 | 1,0 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | |
| Δp [kPa] | 9,1 | 7,9 | 6,8 | 5,8 | 4,9 | 6,7 | 5,7 | 4,8 | 3,9 | 3,2 | 4,6 | 3,8 | 3,0 | 2,4 | 1,8 | 1,6 | 1,1 | 0,7 | 0,4 | 0,2 | |
| | Wydatek powietrza 3000 m ³ /h (3 bieg), poziom hałasu 42 dB(A)* / Расход воздуха 3000 м ³ /ч (3 скорость), уровень шума 42 dB(A)* Кількість повітря 3000 м ³ /г (3 швидкість), рівень шуму 42 dB(A)* / Oro lbeiga 3000 m ³ /h (3 greitis), triukšmo lygis 42 dB(A)* Air flow rate 3,000 m ³ /h (3rd gear), noise level 42 dB(A)* / Lēgzsāļitāš 3,000 m ³ /h (3. fokozat), hangnyomās 42 dB(A)* Vzduchový výkon 3000 m ³ /h (3 rychlost), hladina hluku 42 dB(A)* / Gaisa ražīgums 3000 m ³ /h (3. ātrums), trokšņa līmenis 42 dB(A)* Ūnu vooluhulk 3000 m ³ /h (3. olekanne), mūrataše 42 dB(A)* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P_e [kW] | 24,4 | 22,7 | 21,0 | 19,4 | 17,7 | 20,8 | 19,1 | 17,4 | 15,8 | 14,1 | 17,2 | 15,5 | 13,8 | 12,2 | 10,5 | 9,8 | 8,2 | 6,6 | 4,9 | 3,3 | |
| T_{ref} [°C] | 24,5 | 27,8 | 31,1 | 34,4 | 37,7 | 20,9 | 24,2 | 27,5 | 30,8 | 34,2 | 17,2 | 20,6 | 23,9 | 27,2 | 30,5 | 9,9 | 13,2 | 16,6 | 19,9 | 23,3 | |
| Q_v [m ³ /h] | 1,1 | 1,0 | 0,9 | 0,9 | 0,8 | 0,9 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | |
| Δp [kPa] | 6,9 | 6,0 | 5,2 | 4,4 | 3,7 | 5,1 | 4,3 | 3,6 | 3,0 | 2,4 | 3,5 | 2,9 | 2,3 | 1,8 | 1,4 | 1,2 | 0,8 | 0,6 | 0,3 | 0,1 | |
| | Wydatek powietrza 2000 m ³ /h (2 bieg), poziom hałasu 32 dB(A)* / Расход воздуха 2000 м ³ /ч (2 скорость), уровень шума 32 dB(A)* Кількість повітря 2000 м ³ /г (2 швидкість), рівень шуму 32 dB(A)* / Oro lbeiga 2000 m ³ /h (2 greitis), triukšmo lygis 32 dB(A)* Air flow rate 2,000 m ³ /h (2nd gear), noise level 32 dB(A)* / Lēgzsāļitāš 2,000 m ³ /h (2. fokozat), hangnyomās 32 dB(A)* Vzduchový výkon 2000 m ³ /h (2 rychlost), hladina hluku 32 dB(A)* / Gaisa ražīgums 2000 m ³ /h (2. ātrums), trokšņa līmenis 32 dB(A)* Ūnu vooluhulk 2000 m ³ /h (2. olekanne), mūrataše 32 dB(A)* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P_e [kW] | 19,8 | 18,5 | 17,1 | 15,8 | 14,4 | 16,9 | 15,6 | 14,2 | 12,9 | 11,5 | 14,0 | 12,7 | 11,3 | 10,0 | 8,6 | 8,0 | 6,7 | 5,4 | 4,1 | 2,8 | |
| T_{ref} [°C] | 29,5 | 32,5 | 35,5 | 38,5 | 41,5 | 25,2 | 28,2 | 31,2 | 34,2 | 37,2 | 20,9 | 23,9 | 26,9 | 29,9 | 32,9 | 12,2 | 15,2 | 18,2 | 21,2 | 24,2 | |
| Q_v [m ³ /h] | 0,9 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | |
| Δp [kPa] | 4,6 | 4,0 | 3,5 | 3,0 | 2,5 | 3,4 | 2,9 | 2,4 | 2,0 | 1,6 | 2,4 | 2,0 | 1,6 | 1,2 | 0,9 | 0,8 | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,1 | |
| | Wydatek powietrza 800 m ³ /h (1 bieg), poziom hałasu 28 dB(A)* / Расход воздуха 800 м ³ /ч (1 скорость), уровень шума 28 dB(A)* Кількість повітря 800 м ³ /г (1 швидкість), рівень шуму 28 dB(A)* / Oro lbeiga 800 m ³ /h (1 greitis), triukšmo lygis 28 dB(A)* Air flow rate 800 m ³ /h (1st gear), noise level 28 dB(A)* / Lēgzsāļitāš 800 m ³ /h (1. fokozat), hangnyomās 28 dB(A)* Vzduchový výkon 800 m ³ /h (1 rychlost), hladina hluku 28 dB(A)* / Gaisa ražīgums 800 m ³ /h (1. ātrums), trokšņa līmenis 28 dB(A)* Ūnu vooluhulk 800 m ³ /h (1. olekanne), mūrataše 28 dB(A)* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P_e [kW] | 11,6 | 10,9 | 10,1 | 9,3 | 8,5 | 10,0 | 9,2 | 8,4 | 7,7 | 6,9 | 8,3 | 7,6 | 6,8 | 6,0 | 5,2 | 4,9 | 4,2 | 3,4 | 2,6 | 1,8 | |
| T_{ref} [°C] | 44,1 | 46,2 | 48,2 | 50,3 | 52,3 | 37,9 | 39,9 | 42,0 | 44,0 | 46,1 | 31,5 | 33,6 | 35,7 | 37,7 | 39,8 | 16,7 | 20,8 | 22,8 | 24,9 | 26,8 | |
| Q_v [m ³ /h] | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | |
| Δp [kPa] | 1,7 | 1,5 | 1,3 | 1,1 | 0,9 | 1,2 | 1,1 | 0,9 | 0,7 | 0,6 | 0,9 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | |

Zdroj: VTS Group: technická dokumentace [online]. [cit. 2015-03-10]. Obrázek ve formátu PNG.<http://vtsgroup.cz/Centrum-dokumentace-Technick%C3%A9-dokumentace.html>