VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ENERGETICKÝ ÚSTAV

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
ENERGY INSTITUTE

VĚTRÁNÍ A TEPLOVZDUŠNÉ VYTÁPĚNÍ AUTOSERVISU

VENTILATION AND WARM AIR HEATING OF SERVICE STATION

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE **Bc. MILAN BAŠTA**
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE **doc. Ing. EVA JANOTKOVÁ, CSc.**
SUPERVISOR

BRNO 2009

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Energetický ústav
Akademický rok: 2008/09

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bašta Milan, Bc.

který/která studuje v **magisterském studijním programu**

obor: **Technika prostředí (2301T024)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Větrání a teplovzdušné vytápění autoservisu

v anglickém jazyce:

Ventilation and warm air heating of service station

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Návrh a dimenzování větrání a teplovzdušného vytápění autodílny a lokálního odsávání výfukových zplodin při zkouškách automobilů uvnitř budovy. Budova se nachází v lokalitě s výpočtovou teplotou zimní -12 °C, v krajině s intenzivními větry. Maximální venkovní teplota letní je 32 °C. Tepelné zisky od technologie jsou zanedbatelné. Dispozice budovy, stavební materiály a vybavení provozu dle dodané dokumentace.

Cíle diplomové práce:

Výpočet tepelných ztrát a tepelných zisků místností. Stanovení množství větracího vzduchu. Návrh distribuce vzduchu, strojovny vzduchotechniky, dimenzování vzduchovodů a ventilátorů. Návrh a dimenzování odsávacího zařízení výfukových plynů. Rozpis materiálů a zpracování potřebné výkresové dokumentace.

Seznam odborné literatury:

Chyský, J. - Hemzal, K. a kol.: Větrání a klimatizace. Technický průvodce sv. 31. BOLIT, Brno 1993
Cihelka, J. a kol.: Vytápění, větrání a klimatizace. SNTL, Praha
ČSN 060210 Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění
ČSN 730548 Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů
ČSN 730540 Tepelná ochrana budov
Nařízení vlády 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
Firemní podklady

Vedoucí diplomové práce:doc. Ing. Eva Janotková, CSc.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2008/09.

V Brně, dne

L.S.

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ DĚKANÁT

doc. Ing. Zdeněk Skála, CSc.
Ředitel ústavu

doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá návrhem větrání a teplovzdušného vytápění autoservisu. V úvodu práce je seznámení s touto problematikou a popis dispozice objektu. Dále je práce věnována výpočtům, z kterých vychází návrh větrání a teplovzdušného vytápění. Jedná se o výpočty součinitele prostupu tepla konstrukcí, množství větracího vzduchu, výpočet tepelných ztrát, výpočet tepelné zátěže a stanovení množství přiváděného vzduchu. Návrh obsahuje i volbu a dimenzování místního odsávání, vyústek, tras pro vedení vzduchovodu. Vypočet tlakových ztrát a volbu vzduchotechnické jednotky. K diplomové práci je zhotovena výkresová dokumentace s rozpisem materiálu.

Klíčová slova

Větrání, teplovzdušné vytápění, autoservis.

Abstract

This diploma thesis is focused on the design project of ventilation and warm air heating of a service station. The thesis starts with the introduction into this issue and the layout of the service station is presented here. Afterwards, calculations of the heat penetration coefficient, heat losses and heat load, as well as the amount of fresh air are presented here. Furthermore, the amount of supply air is assigned in this part. Consequently, a design project of ventilation and air heating is set up based on these calculations. The design project also includes the choice, dimensioning of local exhausting, a slot diffuser and of air duct paths. Moreover, pressure losses are calculated and the choice of an ventilation and heating unit is made. A design documentation with material specifications is also part of this diploma thesis.

Keywords

Ventilation, warm air rating, service station

Bibliografická citace

BAŠTA, M. *Větrání a teplovzdušné vytápění autoservisu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2009. 91 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Eva Janotková, CSc.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma větrání a teplovzdušné vytápění autoservisu vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Evy Janotkové, CSc. s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

V Brně dne 29. 5. 2009 …….

Podpis

Poděkování

Prvé řadě bych poděkoval rodičům za podporu mého studia. Dále bych velmi rád poděkoval vedoucí mé diplomové práce doc. Ing. Evě Janotkové, CSc. za příjemnou a ochotnou spolupráci, za skvělý přístup, za dobré rady a připomínky k danému tématu. Také bych chtěl poděkovat kolegům a učitelům z oboru termodynamika a technika prostředí za krásně prožité studium a za jakoukoliv pomoc s řešením této práce.

OBSAH

ÚVOD 12
1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY VĚTRÁNÍ A TEPLOVZDUŠNÉHO VYTÁPĚNÍ 13
1.1 Soustavy větracích zařízení 13
1.2 Teplovzdušné vytápění 15
2 DISPOZICE OBJEKTU 18
2.1 Popis budovy 18
2.2 Součinitele prostupu tepla a spárová průvzdušnost 20
3 MNOŽSTVÍ VĚTRACÍHO VZDUCHU 23
4 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT 26
4.1 Obecný výpočet celkové tepelné ztráty 26
4.2 Výpočet tepelných ztrát pro jednotlivé místnosti 27
5 VÝPOČET TEPELNÉ ZÁTĚŽE 30
5.1 Výpočet celkové tepelné zátěže autoservisu 31
5.1.1 Tepelné zisky od vnitřních zdrojů 31
5.1.2 Tepelné zisky z vnějšího prostředí 32
5.1.3 Vodní zisky 39
6 NÁVRH MÍSTNÍHO ODSÁVÁNÍ A VZDUCHOVÉ CLONY V MONTÁŽNÍ HALE 43
7 NÁVRH SYSTÉMU VĚTRÁNÍ A TEPLOVZDUŠNÉHO VYTÁPĚNÍ 47
7.1 Větrání s využitím akumulace tepla v hale 47
7.2 Množství přiváděného a odváděného vzduchu pro jednotlivé místnosti 48
7.3 Úprava vzduchu ve vzduchotechnickém zařízení 50
8 NÁVRH VYÚSTEK 54
8.1 Návrh přiváděcích vířivých vyústek 54
8.2 Návrh přiváděcích vyústek do čtyřhranného potrubí 60
8.3 Návrh odváděcích vyústek 63
9 NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÉ SÍTĚ 65
9.1 Dimenzování vzduchovodu 65
9.2 Zaregulování vzduchovodu 69
10 NAVRHNUTÝ VZDUCHOTECHNICKÝ SYSTÉM 74
10.1 Navržená vzduchotechnická jednotka 74
10.2 Ventilátor pro místnost myčky, WC s umývárnou, čistidla myčky 78
10.3 Ostatní vzduchotechnické komponenty 79
10.4 Rozpis materiálu 79
10.5 Měření a regulace 80
11 TECHNICKÁ ZPRÁVA 81
ZÁVĚR 84
SEZNAM POUŽITÝCH ZROJŮ 85
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ 86
SEZNAM PŘÍLOH 91
SEZNAM VÝKRESOVÉ DOKUMENTACE 91

ÚVOD

Asi neznámější automobilovou výrobu založil Henry Ford. Ford byl velice prozíravý člověk. Uvědomoval si, že pro kvalitní výrobu svých automobilů musí brát ohled na své zaměstnance. Proto se snažil zaměstnancům vytvářet dobré pracovní prostředí. Se současnými podmínkami toto prostředí bylo nesrovnatelné, však na svoji dobu Ford zaváděl podmínky doslova revoluční. I tato práce se bude lišit od klasické automobilové dílny a to tím, že se bude zabývat návrhem a realizací větrání s teplovzdušným vytápěním autoservisu.

V autoservisu nejvíce negativně ovlivňuje pohodu prostředí čistota ovzduší. Nekvalitní ovzduší se negativně neprojevuje okamžitě, ale má pro lidské zdraví dlouhodobý charakter. Nejedná se především o znečištění vzduchu prachem, ale o nebezpečí vdechování výfukových plynů z automobilů. Proto je v této diplomové práci použit systémem místního odsávání výfukových spalin.

Diplomová práce začíná krátkým teoretickým popisem větrání a teplovzdušného vytápění. Poté je již věnována konkrétnímu dispozičnímu popisu autoservisu. Po seznámení s požadavky autoservisu následují výpočty. Jedná se především o výpočty stanovení čerstvého větracího vzduchu, tepelných ztrát, tepelné zátěže a objemových toků vzduchu. Dle získaných informací z výpočtů, je zvolen samotný návrh celého vzduchotechnického systému. Pro zvolený návrh se provede dimenzování koncových vyústek, vzduchotechnického potrubí a vzduchotechnické jednotky.

V diplomové práci je též zhotovena technická zpráva a rozpis použitého materiálu. Samozřejmostí je vypracování potřebné výkresové dokumentace zobrazující navržené řešení s kompletním uspořádáním vzduchotechnických rozvodů a vzduchotechnického zařízení.

1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY VĚTRÁNÍ A TEPLOVZDUŠNÉHO VYTÁPĚNÍ

1. 1 Soustavy větracích zařízení

Větrání je výměna vzduchu v uzavřeném prostoru za vzduch venkovní. Může být trvalé nebo přerušované opakující se v určitém časovém intervalu, či občasné.

Rozdělení:

Větrání přirozené – provětráváním, infiltrací, aerací, šachtové větrání
Nucené – přetlakové, rovnotlaké, podtlakové
Hybridní větrání (smíšené) – nucené větrání se kombinuje s přirozeným
Celkové - je provětrávaný celkový prostor v případě, že nelze lokalizovat místo vzniku škodliviny
Místní odsávání – odsávání vzduch při lokalizování zdroje škodliviny
Místní přívod - vzduchové clony, sprchy, oázy

Větrání přirozené

Princip přirozeného větrání je založen na různé hustotě vnějšího a vnitřního vzduchu v důsledku jejich rozdílné teploty. Teplý vzduch má menší hustotu a stoupá nahoru, chladný vzduch naopak má větší hustotu a klesá dolů. K přirozenému větrání může dojít i za pomocí působení větru. Vítr působí na budovu a na návětrné straně se přeměňuje kinetická energie větru na tlakovou. Tím se vytvoří přetlak oproti atmosférickému vzduchu. Naopak na straně závětrné muže vzniknout podtlak. Vlivem rozdílu tlaků oproti atmosférickému proudí venkovní vzduch do objektu.

Provětráváním – nejčastěji se jedná o okna či jiné otvory.
Infiltrací – v důsledku rozdílu venkovního tlaku, který může být vyvolán jak změnou teploty nebo působením větru, dochází průniku vzduchu netěsnostmi stavebních konstrukcí. Jedná se tedy o nekontrolované proudění. Tento systém větrání nelze použít jako plnohodnotný větrací systém jelikož výskyt a intenzita větrání je nestálá.

Aerací – jedná se o přirozené větrání otvory regulovatelných průřezů. Toto větrání je výhodné použít u průmyslových hal s horkým provozem. Přiváděný vzduch má menší teplotu než vzduch v místnosti, proto přilne k podlaze a proudí do objektu. Po ohřátí od horkého zdroje stoupá nahoru. Zde je odváděn ven světlíky nebo otvory v horní části stěn či ve střeše. Pro provozy nehorké lze tento systém použít jako havarijní.

Šachtové větrání – větrací otvor v místnosti je zaústěn do svislého průduchu (šachty), kterým se vzduch odvádí obvykle nad střechu. Vznikne tak komínový efekt. V letním období však může proudit vzduch obráceným způsobem, jelikož teplota v místnosti může být nižší než venkovní. Šachtové větrání je výhodné pro odvádění vzduchu se zdrojem odpadního tepla.

Nucené větrání

Při nuceném větrání je doprava i odvod vzduchu zabezpečena ventilátorem poháněným elektromotorem. Dochází tak vždy ke spotřebě energie. Dodávaná energie pro ventilátor slouží k překonání tlakových ztrát vzduchovodu. Nuceným větráním lze dopravovat upravený vzduch dle požadovaných parametrů i do rozlehlých částí objektu o požadovaném množství. Odváděný vzduch lze zpětně využít jako cirkulační nebo pro zpětné získávání tepla.

Přetlakové – objemový tok přiváděný do místnosti je větší než objemový tok odváděný. Docílí se tak proudění z místností z tzv. čistých do místností s menšími požadavky na kvalitu vzduchu.

Rovnotlaké – objemový tok přiváděný se rovná objemovému toku odváděnému.

Podtlakové – objemový tok přiváděný je menší než objemový tok odváděný. Tímto poměrem lze zamezit proudění vzduchu do okolních místností.

Pouze nucený odvod vzduchu - vhodné pro malé místnosti se silným znečištěním a také pro větrání havarijní.

Pouze nucený přívod vzduchu – např. může sloužit ke kompenzaci místně odsávaného vzduchu nebo se využívá pro prostory, kde nevzniká velké znečištění.

Hybridní větrání (smíšené)

Je to kombinace přirozeného a nuceného větrání pracujících samostatně. Jsou použity vzduchotechnické prvky s nízkou tlakovou ztrátou. Systém přepíná mezi přirozeným a nuceným větráním. Řízení je na základě koncentrace CO_2. Senzor je napojen na řídící jednotku a ovládá jednotlivé vstupy čerstvého vzduchu (v oknech). Odvod je ve spodní části dveří, případně přirozený odtah nebo odsávání řízené.

Celkové větrání

Pokud nelze lokalizovat vznik škodliviny v daném prostoru nebo není možné zdroj škodliviny místně odsávat, nezbývá než provětrávat celý prostor. Je to neekonomické.

Místní odsávání

Omezuje zátěž prostoru škodlivinami a snižuje nároky na celkové větrání. Koncentrace odváděných škodlivin jsou podstatně větší než při celkovém větrání. Odvádí se tak menší objemový tok vzduchu a tím jsou investiční i provozní náklady menší. U větších odsávacích zařízení se musí doplnit odsávaný vzduch nuceným přívodem vzduchu. Odsávací zařízení bývají:

Ústřední – ústředními zařízeními se odsává společným ventilátorem společnou potrubní sítí vzduchovodů od několika zdrojů škodliviny. Na sací stranu se umísťují odlučovače a filtry docílí se tak menší abraze potrubí a oběžného kola ventilátoru nečistoty.

Skupinová – skupinová zařízení odsávají od skupin zdrojů tak, aby se odsávané látky nesmísily. Používá se v případech, kdy hrozí smíšením látek vytvoření výbušné nebo jedovaté sloučeniny.

Jednotkové – jsou určeny zejména pro prašné zdroje škodliviny. Vzduch se v jednotce vyčistí pomocí filtrů a je zpět vracen do místnosti. Jednotkové zařízení mohou být i mobilní.

Místo vzniku škodliviny se zachycuje vhodnými nástavci. Na vhodném návrhu závisí celá účinnost odsávání.

Místní přívod

Místní větrání je vymezeno na část prostoru, který je zpravidla místem pobytu pracovníků. Jeho účelem je chránit pracovníky před škodlivými vlivy okolí nebo vytváří optimální podmínky pro odpočinek během pracovní doby.

Vzduchové clony – jsou známá především při vstupu do obchodního domu. Vzduchová clona snižuje průtok otvorem (dveřmi), kterým je spojen venkovní a vnitřní prostor o rozdílných tlacích. Clonou se vytvoří plochy proud vzduchu ze štěrbiny umístněné nad dveřmi (případně na bocích). Štěrbina je namířena do prostoru s vyšším tlakem. Hybnost proudu je zdrojem síly, která působí proti přetlaku v otvoru a snižuje průtok otvorem.

Vzduchové sprchy – slouží k ochraně pracovníků před sálavým teplem. Proud vzduchu se vyfukuje ve směru působení sálavého tepla. Zvětšením rychlosti proudění vzduchu je člověk proudem vzduchu více ochlazován a tím se odvádí sálavá teplo z povrchu pracovníka.

Vzduchové oázy – vytvoří se místním přívodem vzduchu na pracoviště. Cílem je ochrana před škodlivinami a zlepšení mikroklimatických podmínek, nebo vytvoření místa odpočinku v provozovně.

1.2 Teplovzdušné vytápění

Teplovzdušné vytápění se vytvoří přívodem teplého vzduchu až o 50 K teplejšího než je teplota vzduchu v místnosti. Teplem, úměrným tomu to teplotnímu rozdílu, se kryjí tepelné ztráty prostupem tepla stěnami. Přívodem teplého vzduchu lze tedy zajistit i větrání prostoru. Zařízení teplovzdušného vytápění umožňuji pracovat zčásti nebo zcela úplně se vzduchem oběhovým. Zařízení se vyznačují rychlým tepelným zátopem. Nevýhodou tohoto systému vytápění je, že zde zcela chybí sálavá složka.

Jelikož rozdíl teplot přiváděného vzduchu a vzduchu v místnosti je veliký musí být přívod vzduchu o vyšších rychlostech. Malé rychlosti a vliv silně neizotermního proudu vzduchu by způsoboval ohyb proud směrem nahoru. Čerstvý vzduch by se shromaždoval u stropu a pracovní (pobytovou) oblastí by ani neprocházel. Vzniká tak velký teplotní rozdíl mezi teplotou u podlahy a stropem.

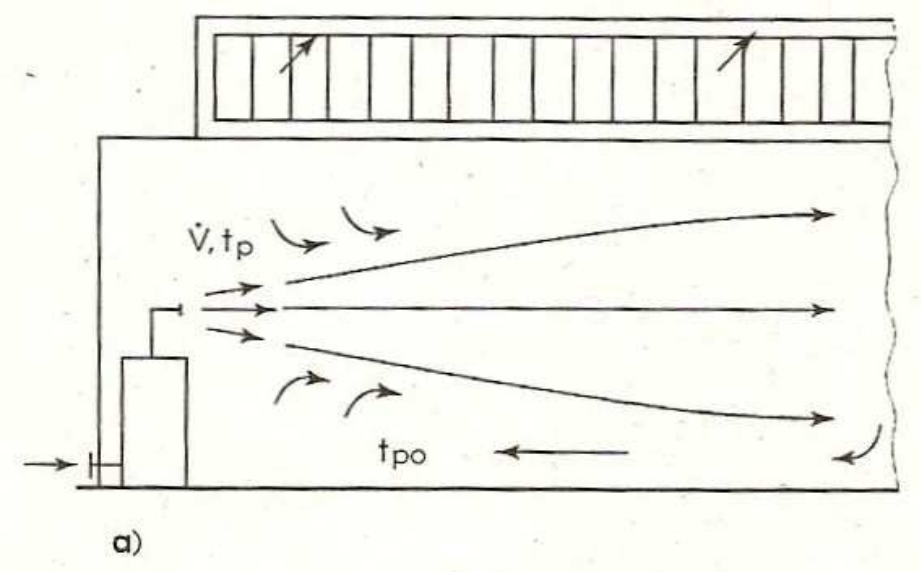
Proto je zapotřebí přívod vzduchu realizoval typem vyústek, které mají velkou výtokovou rychlost a zároveň vysokou schopnost směšování. Takový přívod lze realizovat vyústkami s vysokou rotací vystupujícího vzduchu (vířivé vyústky, anemostaty) nebo pomocí dýz.

Teplovzdušné vytápění může být bud ústřední nebo teplovzdušnými jednotky umístněnými v místnosti.

Teplovzdušné vytápění soustředným přívodem vzduchu dýzamy

Rychlost přiváděného vzduchu je 5 až 30 m . s^{-1} , takže setrvačné síly zde převládají nad silami vztlakovými. Dýzamy lze dopravovat vzduch na poměrně veliké vzdálenosti. Do proudu vyfukovaného vzduchu je strháván okolní vzduch, takže průtok vzduchu v místě dosahu proudu bude mnohonásobně vyšší než při výstupu z dýzy. Důsledkem velké turbulence dochází k velkému směšování přívodního vzduchu se vzduchem v místnosti a tím i vyrovnávání teplot. Proto mohou při poměrně malých průtocích vyšší rozdíl teplot. Dýzy se mohou natáčet a tím se změní směr vytékajícího proudu.

Na obr. 1.1 je přívod vzduchu dýzou. Dýzy jsou umístněný asi 4 až 10 m nad podlahou. Přímý proud vzduchu je nad pracovištěm a do pracovní zóny se dostává až proud zpětný. Kvůli značnému míšení vzduchu nemohou být lokálně odsávány škodliviny.

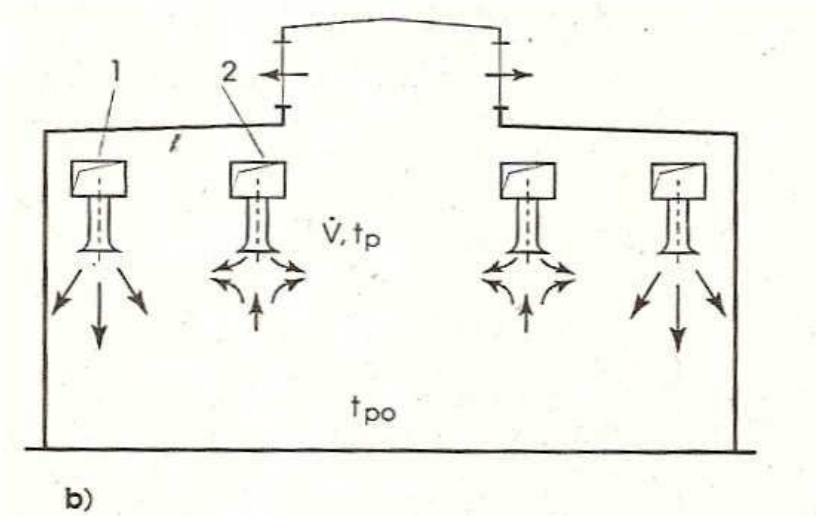


Obr. 1.1 Větrání s intenzivním směšováním pomocí dýzy.

Teplovzdušné vytápění vířivými vyústkami.

Vyústky jsou umístněny ve 2,6 až 6 m nad podlahou. Intenzivní směšování vzduchu přívodního se vzduchem v místnosti se docílí konstrukcí vyústky. Proud vzduchu z vyústky vystupuje s rotací. Přestavitelnými lamelami vyústky lze také měnit směr proudu a tvar proudu vzduchu. Tato vlastnost se využije v prostorách se střídavou teplotní zátěží. Proud lze nastavit pro přívod chladného, izotermního nebo teplého vzduchu. Pro přívod teplého vzduchu se vyústka nastaví tak, že proud vystupující z vyústky je vertikální. Je to z důvodů, aby přiváděný silně neizotermní proud dosáhl i do pobytové oblasti. Díky intenzivnímu směšování rozdíl teplot v pobytové oblasti je malý.

Také lze nastavení vyústek kombinovat, jak je tomu na obr. 1.2. Přívod vzduchu je vertikální. Vyústka 1 má rotaci výstupního vzduchu s minimálním směšováním. Vyústka 2 přivádí vzduch s maximálním směšováním.



Obr. 1.2 Větrání s intenzivním směšováním.

Nástěnné teplovzdušné jednotky

Jednotky jsou umístněné na stěnách či pilířích průmyslových hal, případně připevněné ke stropu. Jednotky lze rozdělit na ty, které vzduch jen ohřívají a na jednotky do místnosti přivádí vzduch čerstvý a ten pak ohřívají na požadovanou teplotu.

Jednotky, které vzduch je ohřívají

Jednotka je umístněna na stěně a nasává vzduch z místnosti. Vzduch je ohříván v teplovodním i parním výměníkem či ohřevem spalováním především plynu. Za pomocí ventilátoru je vyfukován do místnosti. Na výstupu vzduchu z jednotky mohou být upevněny sekundární žaluzie, které vytvoří dýzu. Průtokem vzduchu přes dýzu se zvětší jeho výtoková rychlost. Rychlosti se pohybují 4 až 10 m . s^{-1} . Tímto se dosáhne většího dosahu proudu a tím i změny proudu. Proto lze dopravovat proud na větší vzdálenosti.

Jednotky, které řeší i přívod čerstvého vzduchu

Jednotka je umístněna nejčastěji na stěně a má vytvořený průraz do venkovního prostředí. Jednotka může mít též nástavec pro nasávání cirkulačního vzduchu od podlahy. Směšovací poměr vzduchu lze měnit nastavěním klapky. Smíšený vzduch je ohříván na požadovanou teplotu a pomocí ventilátoru vyfukován do místnosti. Tepelné výměníky jsou nejčastěji voda – vzduch, pára – vzduch nebo ohřev spalováním plynu.

2. DISPOZICE OBJEKTU

2.1 Popis budovy

Budova autoservisu se nachází v katastrálním území města Brna se zimní výpočtovou teplotou -12°C. Výpočtová teplota se pro výpočet tepelných ztrát sníží o 3K, vlivem nedostatku radiační složky při teplovzdušném vytápění.

Umístnění budovy je v krajině s intenzivními větry a s nechráněnou polohou budovy v nadmořské výšce 227 m.n.m.. Charakteristické číslo budovy dle [1] je 12.

Hlavní stavba má konstrukční výšku 4,2m. Vnější zdivo a příčky jsou postaveny z tvarovek POROTHERM po obou stranách omítnuty. Střecha je šikmá lomená se střešní skladbou na konstrukci z trapézových plechů s tepelnou izolací. Podlahy jsou všech místnostech betonové a na rostlé půdě. Výpočtová teplota půdy je dle [1] +5°C. Budova má všechny okna plastová, dveře dřevěné a vrata ocelová s tepelnou izolací.

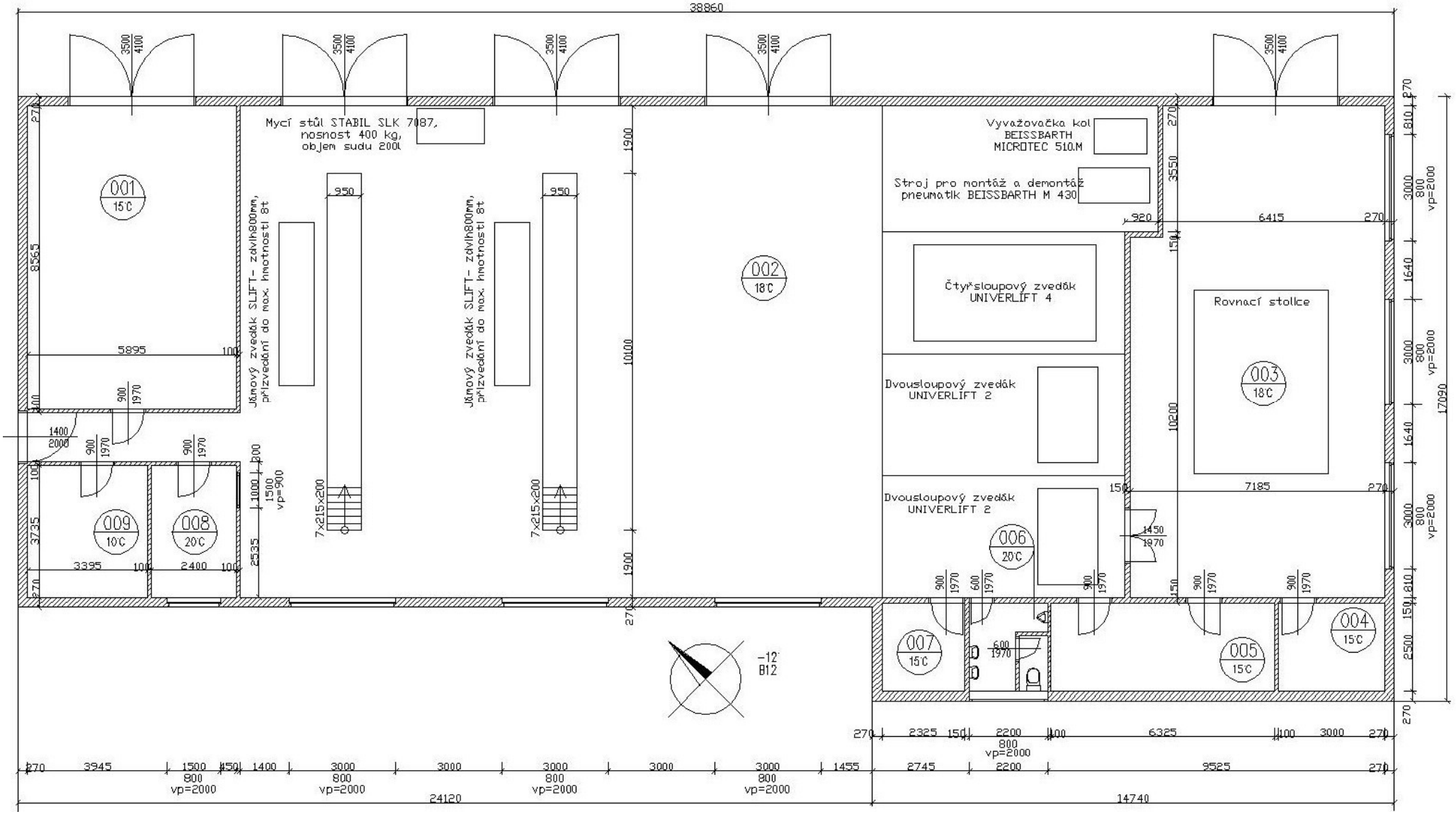
Tepelné zisky od technologie jsou uvažovány nulové.

V tabulce 2.1 jsou uvedeny výpočtové teploty pro jednotlivé místnosti a intenzity větrání při zimním provozu. Teploty jsou stanoveny z normy ČSN 06 0210 [1].

Tab. 2.1 Účel místností a výpočtové teploty pro zimní provoz a intenzity větrání.

Čís. míst.	Účel místnosti	Teplota °C	Intenzita výměny vzduchu
1	myčka	15	15 h^{-1}
2	montážní hala	18	2 h^{-1}
3	klempírna	18	2 h^{-1}
4	kompresor	15	0,5 h^{-1}
5	sklad	15	0,5 h^{-1}
6	WC a umývárna	20	-
7	příruční sklad	15	0,5 h^{-1}
8	kancelář mistra	20	-
9	čistidla myčky	10	0,5 h^{-1}
t_e	výpočtová venkovní teplota	-15	
t_z	teplota zeminy	5	

Na obrázku 2.1 je půdorys autoservisu a jeho poloha vůči světovým stranám.



Obr. 2.1 Dispozice objektu

2.2 Součinitele prostupu tepla a spárová průvzdušnost

V tabulce 2.2 je výpis jednotlivých stavebních konstrukcí, jejich součinitel prostupu tepla a spárová průvzdušnost. Hodnoty, které nebyly známy ze zadání, jsou vypočteny níže.

Tab. 2.2 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 27 - cihla POROTHERM 24 P+D s oboustrannou omítkou	1,5	1,5	-
Příčka 15 - cihla POROTHERM 11,5 P+D s oboustrannou omítkou	2,1	2,1	-
Příčka 10 - cihla POROTHERM 6,5 P+D s oboustrannou omítkou	2,5	2,5	-
Střecha 15 - střešní skladba na konstrukci z trapézových plechů s tep. izolací	1,1	1,075	-
Podlaha 50 - na rostlé půdě (cementový potěr, betonová mazanina, 2x lepenka E500, podkladová vrstva)	0,84	0,84	-
Jednoduchá skleněná stěna	5,2	5,2	-
Plastové okno se dvěma skly	2,8	2,8	0,00014
Vrata kovová s tepelnou izolací	1,4	1,4	0,00020
Venkovní dveře dřevěné s jedním sklem	4,7	4,7	0,00018
Dvoukřídlové vnitřní dveře dřevěné plné	2	2	-
Jednokřídlové vnitřní dveře dřevěné plné	2	2	-
Strop 10,5 - podhled Eurocoustic Paronama a tepelná izolace ISOVER ORSTROP 8	0,296	0,296	-
Strop 8,6 - podhled Eurocoustic TONGA, hydroizolaze a tepelná izolace ISOVER ORSTROP 6	0,347	0,347	-

Fyzikální vlastnosti konstrukcí pro stanovení součinitele prostupu tepla jsou z normy ČSN 73 0540-3 [3] a firemních katalogu [4], [5].

Obecný výpočtový vztah součinitele prostupu tepla:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum_{j=1}^{j=n} \frac{s_j}{\lambda_j} + \frac{1}{\alpha_e}} \qquad (2.1)$$

kde:

α_i součinitel přestupu tepla na vnitřní straně stěny [$\mathrm{W \,.\, m^{-2} .\ K^{-1}}$]

- svislá stěna $\alpha_i = 8\ \mathrm{W \,.\ m^{-2} \,.\ K^{-1}}$
- vodorovná plocha proudění pod stropem $\alpha_i = 8\ \mathrm{W \,.\, m^{-2} \,.\, K^{-1}}$
- vodorovná plocha proudění u podlahy $\alpha_i = 6\ \mathrm{W \,.\, m^{-2} \,.\, K^{-1}}$

s_j tloušťka vrstvy [m]

λ_j tepelná vodivost vrstvy [$\mathrm{W \,.\, m^{-1} \,.\, K^{-1}}$]

α_e součinitel přestupu tepla na vnější straně stěny [$\mathrm{W \,.\, m^{-2} \,.\, K^{-1}}$]

- pro zimní období $\alpha_e = 23\ \mathrm{W \,.\, m^{-2} \,.\, K^{-1}}$
- pro letní období $\alpha_e = 15\ \mathrm{W \,.\, m^{-2} \,.\, K^{-1}}$

Výpočet součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí dle rovnice (2.1)

Stropní stěna 10,5

- podhled EUROCOUSTIC PARONAMA: $s = 0{,}025\ \mathrm{m}$, $\lambda = 0{,}022\ \mathrm{W \,.\, m^{-1} \,.\, K^{-1}}$
- tep. izolace ISOVER ORSTROP 8: $s = 0{,}08\ \mathrm{m}$, $\lambda = 0{,}041\ \mathrm{W \,.\, m^{-1} \,.\, K^{-1}}$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0{,}025}{0{,}022} + \frac{0{,}08}{0{,}041} + \frac{1}{6}} = 0{,}296\ \mathrm{W \,.\, m^{-2} \,.\, K^{-1}}$$

Stropní stěna 8,6

- podhled EUROCOUSTIC TONGA: $s = 0{,}025\ \mathrm{m}$, $\lambda = 0{,}022\ \mathrm{W \,.\, m^{-1} \,.\, K^{-1}}$
- hydroizolace folie z PE: $s = 0{,}001\ \mathrm{m}$, $\lambda = 0{,}35\ \mathrm{W \,.\, m^{-1} \,.\, K^{-1}}$
- tep. izolace ISOVER ORSTROP 6: $s = 0{,}06\ \mathrm{m}$, $\lambda = 0{,}041\ \mathrm{W \,.\, m^{-1} \,.\, K^{-1}}$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0{,}025}{0{,}022} + \frac{0{,}001}{0{,}35}\frac{0{,}06}{0{,}041} + \frac{1}{6}} = 0{,}347\ \mathrm{W \,.\, m^{-2} \,.\, K^{-1}}$$

Výpočet součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí pro letní období k_L úpravou rovnice (2.1).

Obvodová stěna 27

Z rovnice (2.1) je matematickou úpravou vyjádřena celková tepelná vodivost λ_c obvodové konstrukce.

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum_{j=1}^{j=n} \frac{s_j}{\lambda_j} + \frac{1}{\alpha_e}} \Rightarrow \lambda_c = \frac{s_c}{\frac{1}{k} - \frac{1}{\alpha_i} - \frac{1}{\alpha_e}}\ [\mathrm{W \,.\, m^{-1} \,.\, K^{-1}}] \qquad (2.2)$$

$$\lambda_c = \frac{s_c}{\frac{1}{k} - \frac{1}{\alpha_i} - \frac{1}{\alpha_e}} = \frac{0{,}27}{\frac{1}{1{,}5} - \frac{1}{8} - \frac{1}{23}} = 0{,}542\ \mathrm{W \,.\, m^{-1} \,.\, K^{-1}}$$

Kde:

λ_c celková tepelná vodivost cihly POROTHERM 24 P+D a oboustranné omítky [$\mathrm{W \,.\, m^{-1} \,.\, K^{-1}}$]

s_c součet tloušťek vrstev cihly POROTHERM 24 P+D a oboustranné omítky 0.27 m

k součinitel prostupu tepla pro zimní období 1,5 $\mathrm{W \,.\, m^{-2} \,.\, K^{-1}}$

$$k_L = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{s_c}{\lambda_c} + \frac{1}{\alpha_e}} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0{,}27}{0{,}542} + \frac{1}{15}} = 1{,}4496\ \mathrm{W}\,.\ \mathrm{m}^{-2}\,.\ \mathrm{K}^{-1}$$

Rozdíl součinitele prostupu tepla obvodové stěny pro letní a zimní období je velmi malý proto ho u obvodové stěny zanedbám.

Střecha 15

$$\lambda_c = \frac{s_c}{\frac{1}{k} - \frac{1}{\alpha_i} - \frac{1}{\alpha_e}} = \frac{0{,}15}{\frac{1}{1{,}1} - \frac{1}{8} - \frac{1}{23}} = 0{,}203\ \mathrm{W}\,.\ \mathrm{m}^{-1}\,.\ \mathrm{K}^{-1}$$

Kde:

λ_c celková tepelná vodivost trapézových plechů s tepelnou izolací $[\mathrm{W}\,.\ \mathrm{m}^{-1}\,.\ \mathrm{K}^{-1}]$

s_c součet tloušťek vrstev trapézových plechů s tepelnou izolací 0,15 m

k součinitel prostupu tepla pro zimní období 1,1 $\mathrm{W}\,.\ \mathrm{m}^{-2}\,.\ \mathrm{K}^{-1}$

$$k_L = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{s_c}{\lambda_c} + \frac{1}{\alpha_e}} = \frac{1}{\frac{1}{8} + \frac{0{,}15}{0{,}203} + \frac{1}{15}} = 1{,}075\ \mathrm{W}\,.\ \mathrm{m}^{-2}\,.\mathrm{K}^{-1}$$

3. MNOŽSTVÍ VĚTRACÍHO VZDUCHU

Průtok čerstvého vzduch při celkovém větrání se stanoví z bilance škodlivin v prostoru, z tepelné bilance prostoru, z bilance vlhkosti větraného prostoru, z průtoku vzduchu místně odsávaného, z dávek vzduchu na osobu, intenzity výměny vzduchu nebo jiným způsobem.

Pro myčku, montážní halu a klempírnu stanovím množství čerstvého větracího vzduchu $\dot{V}_e$ z intenzity výměny vzduchu *i* dle normy ČSN 73 6059 [6]. Pro ostatní místnosti se stanoví dle Nařízení vlády České republiky 361/2007 Sb [9].

Myčka 001:

$$\dot{V}_e = O \,.\, i \tag{3.1}$$
$$\dot{V}_e = 208 \,.\, 15 = 3120 \text{ m}^3 \,.\, \text{h}^{-1} = 0{,}867 \text{ m}^3 \,.\, \text{s}^{-1}$$

$$\dot{V}_{eOFF} = 208 \,.\, 0{,}5 = 104 \text{ m}^3 \,.\, \text{h}^{-1} = 0{,}029 \text{ m}^3 \,.\, \text{s}^{-1}$$

Kde:

$i = 15 \text{ h}^{-1}$	intenzita výměny vzduchu při provozu myčky
$i_{OFF} = 0{,}5 \text{ h}^{-1}$	intenzita výměny vzduchu v režimu OFF myčky
$O = 208 \text{ m}^3$	objem místnosti

Montážní hala 002:

$$\dot{V}_e = O \,.\, i$$
$$\dot{V}_e = 1796 \,.\, 2 = 3592 \text{ m}^3 \,.\, \text{h}^{-1} = 0{,}998 \text{ m}^3 \,.\, \text{s}^{-1}$$

Kde:

$i = 2 \text{ h}^{-1}$	intenzita výměny vzduchu
$O = 1796 \text{ m}^3$	objem místnosti

Klempírna 003:

$$\dot{V}_e = O \,.\, i$$
$$\dot{V}_e = 477 \,.\, 2 = 954 \text{ m}^3 \,.\, \text{h}^{-1} = 0{,}265 \text{ m}^3 \,.\, \text{s}^{-1}$$

Kde:

$i = 2 \text{ h}^{-1}$	intenzita výměny vzduchu
$O = 477 \text{ m}^3$	objem místnosti

Kompresorová místnost 004:

$$\dot{V}_e = O \,.\, i$$
$$\dot{V}_e = 31{,}5 \,.\, 0{,}5 = 15{,}75 \text{ m}^3 \,.\text{h}^{-1} = 0{,}0044 \text{ m}^3 \,.\, \text{s}^{-1}$$

Kde:

$i = 0{,}5\ \mathrm{h}^{-1}$ intenzita výměny vzduchu
$O = 31{,}5\ \mathrm{m}^3$ objem místnosti

Sklad 005:

$$\dot{V}_e = O\ .\ i$$
$$\dot{V}_e = 68{,}5\ .0{,}5 = 34{,}25\ \mathrm{m}^3\ .\ \mathrm{h}^{-1} = 0{,}0095\ \mathrm{m}^3\ .\ \mathrm{s}^{-1}$$

Kde:
$i = 0{,}5\ \mathrm{h}^{-1}$ intenzita výměny vzduchu
$O = 68{,}5\ \mathrm{m}^3$ objem místnosti

Umývárna a WC 006:

$$\dot{V}_e = \dot{V}_{um}\ .\ 2 + \dot{V}_{pis} + \dot{V}_{WC} \qquad (3.2)$$
$$\dot{V}_e = 30\ .2 + 25 + 50 = 135\ \mathrm{m}^3\ .\ \mathrm{h}^{-1} = 0{,}0375\ \mathrm{m}^3\ .\ \mathrm{s}^{-1}$$

Kde:
$\dot{V}_{um} = 30\ \mathrm{m}^3\ .\ \mathrm{h}^{-1}$ objemový tok čerstvého vzduchu na jedno umyvadlo, dle [9]
$\dot{V}_{pis} = 25\ \mathrm{m}^3\ .\ \mathrm{h}^{-1}$ objemový tok čerstvého vzduchu na jeden pisoár, dle [9]
$\dot{V}_{WC} = 50\ \mathrm{m}^3\ .\ \mathrm{h}^{-1}$ objemový tok čerstvého vzduchu na kabinu WC, dle [9]

Příruční sklad 007:

$$\dot{V}_e = O\ .\ i$$
$$\dot{V}_e = 24{,}4\ .0{,}5 = 12{,}2\ \mathrm{m}^3\ .\mathrm{h}^{-1} = 0{,}0034\ \mathrm{m}^3\ .\ \mathrm{s}^{-1}$$

Kde:
$i = 0{,}5\ \mathrm{h}^{-1}$ intenzita výměny vzduchu
$O = 24{,}4\ \mathrm{m}^3$ objem místnosti

Kancelář mistra 008:

$$\dot{V}_e = \dot{V}_{os}\ .\ i_{os} \qquad (3.3)$$
$$\dot{V}_e = 50\ .\ 2 = 100\ \mathrm{m}^3\ .\ \mathrm{h}^{-1} = 0{,}0278\ \mathrm{m}^3\ .\ \mathrm{s}^{-1}$$

Kde:
$\dot{V}_{os} = 50\ \mathrm{m}^3.\ \mathrm{h}^{-1}$ dávka čerstvého vzduchu na osobu dle [9]
$i_{os} = 2$ počet osob v místnosti

Čistidla myčky 009:

$$\dot{V}_e = O \,.\, i$$
$$\dot{V}_e = 34{,}2 \,.\, 0{,}5 = 17{,}1\ \mathrm{m^3} \,.\, \mathrm{h^{-1}} = 0{,}00475\ \mathrm{m^3} \,.\, \mathrm{s^{-1}}$$

Kde:

$i = 0{,}5\ \mathrm{h^{-1}}$	intenzita výměny vzduchu
$O = 34{,}2\ \mathrm{m^3}$	objem místnosti

Celkový objemový tok čerstvého vzduchu:

$$\dot{V}_{ec} = \sum \dot{V}_e \qquad (3.4)$$
$$\dot{V}_{ec} = 3120 + 3592 + 954 + 15{,}75 + 34{,}25 + 135 + 12{,}2 + 100 + 17{,}1$$
$$= 7980{,}3\ \mathrm{m^3} \,.\, \mathrm{h^{-1}} = 2{,}217\ \mathrm{m^3} \,.\, \mathrm{s^{-1}}$$

4. VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT

Výpočet tepelné ztráty bude proveden podle normy ČSN 06 0210 [1] Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění.

4.1 Obecný výpočet celkové tepelné ztráty

Celková tepelná ztráta:

Celková tepelná ztráta $\dot{Q}_C$ [W], se rovná součtu tepelné ztráty prostupem tepla a tepelné ztráty větráním snížená o trvalé tepelné zisky. Je dána vztahem:

$$\dot{Q}_C = \dot{Q}_P + \dot{Q}_V - \dot{Q}_Z \tag{4.1}$$

Kde:

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

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

$\dot{Q}_Z$ trvalé tepelné zisky [W]

Teplená ztráta prostupem tepla

Tepelná ztráta místnosti prostupem tepla $\dot{Q}_P$[W] se určí dle vztahu:

$$\dot{Q}_P = \dot{Q}_O \,.\, (1 + p_1 + p_2 + p_3) \tag{4.2}$$

Kde:

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

p_1 přirážka na vyrovnání vlivu chladných konstrukcí [-]

p_2 přirážka na urychlení zátopu [-]

p_3 přirážka na světovou stranu [-], dle [1]. tabulka A.8

Základní tepelná ztráta prostupem tepla $\dot{Q}_O$ [W] je rovna součtu tepelných toků prostupem tepla v ustáleném stavu jednotlivými konstrukcemi ohraničujícími vytápěnou místnost do venkovního prostředí nebo do sousední místnosti. Tepelný tok může být i záporný.

$$\dot{Q}_O = \sum_{j=1}^{j=n} k_j \,.\, S_j \,.\, \left(t_i - t_{ej}\right) \tag{4.3}$$

Kde:

S_j ochlazovaná část stavební konstrukce $[\mathrm{m}^2]$

k_j součinitel prostupu tepla $[\mathrm{W} \,.\, \mathrm{m}^{-2} \,.\, \mathrm{K}^{-1}]$

t_i výpočtová vnitřní teplota [°C]

t_{ej} výpočtová teplota v sousední místnosti či výpočtová venkovní teplota (°C)

Přirážka na vyrovnání vlivu chladných konstrukcí p_1 [-], závisí na průměrném součiniteli prostupu tepla všech konstrukcí k_C [$W\ .\ m^{-2}\ .K^{-1}$], který je vyjádřen:

$$k_C = \frac{\dot{Q}_O}{\sum S\ .\ (t_i - t_e)} \tag{4.4}$$

Kde:

$\sum S$ celková plocha všech konstrukcí ohraničujících vytápěnou místnost [m^2]

t_i výpočtová vnitřní teplota [°C], dle [1] tabulka A.3

t_e výpočtová venkovní teplota [°C], dle [1] tabulka A.1

Přirážka p_1 je pak dána vztahem:

$$p_1 = 0{,}15\ .\ k_C \tag{4.5}$$

Přirážka na urychlení zátopu p_2[-] se uvažuje jen v případech, kde ani při nejnižších venkovních teplotách nelze zajistit nepřerušovaný provoz vytápění. V našem případě se s touto přirážkou nepočítá.

Tepelná ztráta prostoru (místnosti) větráním

Stanoví se ze vztahu (4.6) dosazením většího objemového toků větracího vzduchu.

$$\dot{Q}_V = 1300\ .\ \dot{V}_V\ .\ (t_i - t_e) \tag{4.6}$$

Kde:

1300 objemová tepelná kapacita vzduchu při 0 °C [$\mathrm{J}\ .\ \mathrm{m}^3\ .\ \mathrm{K}^{-1}$]

$\dot{V}_V$ objemový tok větracího vzduchu [$\mathrm{m}\ .\ \mathrm{s}^{-1}$], dosadí se vetší z hodnot $\dot{V}_e$ (množství větracího vzduchu viz kap. 3) nebo $\dot{V}_{VP}$ [$\mathrm{m}^3\ .\ \mathrm{s}^{-1}$] (množství větracího vzduchu infiltraci)

t_i, t_e výpočtová teplota viz výpočtový vztah (4.4)

Přirozené větrání infiltrací

$$\dot{V}_{VP} = \sum(i_{LV}\ .\ L)\ .\ B\ .\ M \tag{4.7}$$

Kde:

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

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

L délka spár otevíratelné části okna a dveří [m]

B charakteristické číslo budovy [$\mathrm{Pa}^{0{,}67}$] dle [1], tabulka A.4

M charakteristické číslo místnosti [-] dle [1], tabulka A.5

4.2 Výpočet tepelných ztrát pro jednotlivé místnosti

Výpočet tepelných ztrát pro reprezentativní místnost 003 (klempírna) je v tab. 4.1.

Tabulka 4.1 Výpočet tepelných ztrát místnosti 003 (klempírna)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
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 k	Rozdíl teplot Δt	k . Δt	Tepelná ztráta Q_0	Na vyrovnání vlivu chladných stěn	Na urychlení zátopu	Na světovou stranu	$1 + p_1 + p_2 + p_3$	
	cm	m	m	m^2		m^2	m^2	W. m^{-2}. K^{-1}	K	W. m^{-2}	W	p_1	p_2	p_3		W
												0,11	0	0,05	1,16	
SO	27	6,265	4,350	27,25	1	14,35	12,90	1,50	33	49,50	639					
DO1		3,500	4,100	14,35	0	0,00	14,35	1,40	33	46,20	663					
SO	27	13,900		68,64	3	7,20	61,44	1,50	33	49,50	3041					
OZ1		3,000	0,800	2,40	0	0,00	2,40	2,80	33	92,40	222					
OZ2		3,000	0,800	2,40	0	0,00	2,40	2,80	33	92,40	222					
OZ3		3,000	0,800	2,40	0	0,00	2,40	2,80	33	92,40	222					
SN1	15	3,000	4,200	12,60	1	1,77	10,83	2,10	3	6,30	68					
DN1		0,900	1,970	1,77	0	0,00	1,77	2,00	3	6,00	11					
SN2	15	4,085	4,200	17,16	1	1,77	15,38	2,10	3	6,30	97					
DN2		0,900	1,970	1,77	0	0,00	1,77	2,00	3	6,00	11					
SN3	15	10,200		59,52	1	2,86	56,66	2,10	0	0,00	0					
DN4		1,450	1,970	2,86	0	0,00	2,86	2,00	0	0,00	0					
SN4	15	0,920		4,56	0	0,00	4,56	2,10	0	0,00	0					
SN5	15	3,730		16,40	0	0,00	16,40	2,10	0	0,00	0					
Pdl	50	13,900		96,47	0	0,00	96,47	0,84	13	10,92	1053					
Sch	15			98,24	0	0,00	98,24	1,10	33	36,30	3566					
						S	400,84			Q_o	9814				Q_p	11397
															Q_v	11369
															Q_z	0
															Q_c	22766

$$k_c = \frac{\dot{Q}_o}{\sum S \,.\, t_i - t_e}$$

$$k_c = 0{,}748\ W \,.\, m^{-2} \,.\, K^{-1}$$

$$p_1 = 0{,}15 \,.\, k_c$$

$$p_1 = 0{,}15 \,.\, 0742 = 0{,}11$$

t_i = 18 °C M = 0,7 [-]

t_e = -15 °C B = 12 $Pa^{0,67}$

$$\dot{V}_e = 0{,}265\ m^3 \,.\, s^{-1}$$

$$\dot{Q}_V = 1300 \,.\, \dot{V}_V \,.\, (t_i - t_e) = 1300 \,.\, 0{,}265 \,.\, (18 + 15) = 11\,370\ W$$

V tabulce 4.2 jsou výsledky celkových tepelných ztrát jednotlivých místností. Podrobnější výpočet tepelných ztrát ostatních místností je uveden v příloze 1 až 8.

Tab. 4.2 Celková tepelná ztráta jednotlivých místností.

Místnost	Označení	Tepelná ztráta			Celková tepelná ztráta Q_C
		Prostupem tepla Q_P	Větráním Q_V	Trvalé tepelné zisky Q_Z	
-	-	W	W	W	W
Myčka	001	3150	33751	0	36901
Montážní hala	002	35000	57825	0	92825
Klempírna	003	11397	11369	0	22766
Kompresor	004	1307	171	0	1478
Sklad	005	1709	371	0	2081
WC a umývárna	006	670	1706	0	2377
Příruční sklad	007	1137	132	0	1269
Kancelář mistra	008	1168	246	500	1915
Čistidla myčky	009	1426	155	0	1581
Celkem		56965	105726	500	163192

Z tabulky 4.2 je patrno, že největší celková tepelná ztráta je 163,2 kW. Trvalé zisky od technologie mám dle zadání zanedbat. Jen v místnosti kancelář mistra jsem volil trvalý tepelný zisk 500 W. Tento zisk je tvořen kancelářskou technikou.

5 VÝPOČET TEPELNÉ ZÁTĚŽE

Výpočet tepelné zátěže je proveden dle normy ČSN 73 0548 [2]. Z vypočtených hodnot tepelné zátěže a tepelných zisků daného prostoru lze stanovit objemový tok větracího vzduchu při využití akumulace tepla ve větraném prostoru.

Autoservis nebude klimatizován, ale pouze větrán. Vnitřní výpočtová teplota je časově proměnná a bude uvažována o 3K vyšší než venkovní výpočtová teplota dle [8]. Venkovní výpočtová teplota je volena dle [2] tab. 2.

Výpočet je proveden pro slunný den 21. července. Jelikož se jedná o budovu s místnostmi různě orientovanými, tak největší tepelné zisky stanovím z výpočtu s časovým intervalem jedné hodiny.

5.1 Výpočet celkové tepelné zátěže autoservisu

Vzorový výpočet provedu opět pro místnost klempírny 003. Do vzorců budu dosazovat hodnoty pro výpočtový čas 9 hodin. V této hodině má místnost orientovaná na JV největší intenzitu sluneční radiace $\dot{I}_o = 511\ \mathrm{W}\,.\ \mathrm{m}^{-2}$ dle [2] tab. 10.

5.1.1 Teplé zisky od vnitřních zdrojů

a) Produkce tepla lidí

$$\dot{Q}_l = 6{,}6\,.\,(36 - t_i)\,.\ i_l \tag{5.1}$$

$$\dot{Q}_l = 6{,}6\,.\,(36 - 26)\,.\,2 = 132\ \mathrm{W}$$

Kde:

$t_i = 26°C$ vnitřní výpočtová teplota v čase 9 hodin.

$$i_l = 0{,}85\ i_{\check{z}} + 0{,}75\ i_d + \ i_m \tag{5.2}$$

$$i_l = 0{,}85\,.\,0 + 0{,}75\,.\ 0 + 2 = 2$$

$i_m = 2$ počet mužů v místnosti

$i_{\check{z}} = 0$ počet žen v místnosti

$i_d = 0$ počet dětí v místnosti

Hodnoty produkce tepla od lidí v průběhu pracovní doby jsou uvedeny v tab. 5.1.

Tab. 5.1 Produkce tepla od lidí v místnosti 003 v měnícím se v čase od 8-18 hodin.

čas	hod	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ti	°C	24,2	26	27,8	29,5	30,9	32,1	32,8	33	32,8	32,1
Q_l	**W**	**156**	**132**	**108**	**86**	**67**	**51**	**42**	**40**	**42**	**51**

b) Produkce tepla svítidly

V místnostech s okny se výpočet umělého světlení bere ve vzdálenosti 5 m od okna.

$$\dot{Q_{sv}} = \dot{P} . S_{sv} . c_1 . c_2 \quad (5.3)$$

$$\dot{Q_{sv}} = 15 . 26{,}96 . 1 . 1 = 404 \text{ W}$$

Kde:

$\dot{P} = 15 \text{ W} . \text{ m}^{-2}$ produkce tepla od zářivek s intenzitou osvětlení 250 lx, dle [2] tab. 7

$S_{sv} = 26{,}96 \text{ m}^2$ výpočtová uměle osluněná plocha

$c_1 = 1$ součinitel současnosti používání svítidel [-]

$c_2 = 1$ zbytkový součinitel [-]

c) Tepelné zisky od technologie

Dle zadání diplomové práce se tepelné zisky od technologie uvažují nulové.

d) Produkce tepla ventilátory

Ventilátor s elektromotorem je umístněn ve vzduchotechnickém zařízení.

$$\dot{Q_v} = \frac{\dot{V_v} . \Delta p}{\eta_v . \eta_m} \quad (5.4)$$

$$\dot{Q_v} = \frac{0{,}94 . 325}{0{,}7 . 0{,}77} = 320 \text{ W}$$

kde:

$\dot{V_v} = 0{,}53 \text{ m}^3 . \text{ s}^{-1}$ objemový průtok vzduchu ventilátorem, jedná se o objemový tok větracího vzduchu pro místnost 003 z kapitoly 3 a jeho navýšení na zvolenou dvojnásobnou hodnotu.

$\Delta p = 325 \text{ Pa}$ celkový tlak ventilátoru

$\eta_v = 0{,}7$ účinnost ventilátoru

$\eta_m = 0{,}77$ účinnost elektromotoru dle [2] tab. 8

c) Tepelné zisky z okolních místností

Jedná se tepelný tok prostupem vnitřními stěnami. Okolní místnosti mají stejnou výpočtovou teplotu, tudíž tento výpočet nemusím uvažovat.

Tepelné zisky od vnitřních zdrojů citelným teplem pro místnost 003

$$\dot{Q_{cvz}} = \dot{Q_l} + \dot{Q_{sv}} + \dot{Q_v} \quad (5.5)$$

$$\dot{Q_{cvz}} = 132 + 404 + 320 = 856 \text{ W}$$

Hodnoty tepelných zisků od vnitřních zdrojů citelným teplem v průběhu pracovní doby jsou uvedeny v tab. 5.2.

Tabulka 5.2 Tepelné zisky od vnitřních zdrojů citelným teplem měnící se v čase od 8-18 hodin

čas	hod	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Q_{cvz}	**W**	**880**	**856**	**832**	**810**	**791**	**776**	**766**	**764**	**766**	**776**

5.1.2 Tepelné zisky z vnějšího prostředí

a) Tepelné zisky okny

Prostup tepla oknem

- pro jedno okno

$$\dot{Q_{ok}} = k_o \,.\, S_o \,.\, (t_e - t_i) \tag{5.6}$$

$$\dot{Q_{ok}} = 2{,}8 \,.\, 2{,}4 \,.\, (23 - 26) = -20 \text{ W}$$

Kde:

$k_o = 2{,}8 \text{ W.m}^2\text{.K}^{-1}$ součinitel prostupu tepla oknem

$S_o = l_v \,.\, l_š = 0{,}8 \,.\, 3 = 2{,}4 \text{ m}^2$ plocha okna včetně rámu

$l_v = 0{,}8 \text{ m}$ výška okna

$l_š = 3 \text{ m}$ šířka okna

$t_e = 23 \text{ °C}$ venkovní teplota vzduchu pro výpočtový čas 9 hodin dle [2] tab. 2

$t_i = 26 \text{ °C}$ vnitřní výpočtová teplota, pro výpočtový čas 9 hodin

- pro n oken

$$\dot{Q_{okn}} = n \,.\, \dot{Q_{ok}} \tag{5.7}$$

$$\dot{Q_{okn}} = 3 \,.\, (-20) = -60 \text{ W}$$

Kde:

$n = 3$ počet oken

Vnitřní výpočtová teplota je časově proměnná a je vždy vyšší o 3 K než venkovní výpočtová teplota. Tudíž výpočet pro jakoukoliv hodinu bude vycházet – 60 W. Dle [2] se záporné hodnoty tepelných zisků, pokud jsou menší než 100 W, nemusí v součtu uvažovat. Pro tento případ tepelné zisky prostupem tepla oknem uvažuji nulové.

Prostup tepla oknem sluneční radiací

- pro jedno okno

$$\dot{Q}_{or} = \left[S_{os} \,.\, \dot{I}_{Ok} \,.\, c_0 + (S_{Ok} - S_{OS}) . \dot{I}_{Okd}\right] . s \tag{5.8}$$

$$\dot{Q}_{or} = [1{,}61 \,.\, 511 \,.1] + (2{,}03 - 1{,}61) . 118] \,.\, 0{,}9 = 782{,}7 \text{ W}$$

- pro n oken

$$\dot{Q}_{orn} = n \,.\, \dot{Q}_{or} \tag{5.9}$$

$$\dot{Q}_{orn} = 3 \,.\, 782{,}7 = 2348 \text{ W}$$

Kde:

$$S_{os} = [l_A - (e_1 - f)] \,.\, [l_B - (e_2 - g)] \tag{5.10}$$

$S_{os} = [2{,}84 - (0{,}038 - 0{,}03)] \,.\, [0{,}64 - (0{,}103 - 0{,}03)] = 1{,}61\ \mathrm{m}^2$

S_{os} osluněný povrch okna

$c_0 = 1$ korekce na čistotu atmosféry

$$S_{Ok} = (l_v - 2\,.n) \,.\, (l_{\check{s}} - 2\,.m) \tag{5.11}$$

$S_{Ok} = (0{,}8 - 2\,.0{,}08) \,.\, (3 - 2\,.0{,}08) = 2{,}03\ \mathrm{m}^2$ povrch okna snížený o zakrytí rámu

$s = 0{,}9$ stínící činitel (pro dvojité sklo) dle [7]

$l_A = 2{,}84\ \mathrm{m}$ šířka zasklené části okna

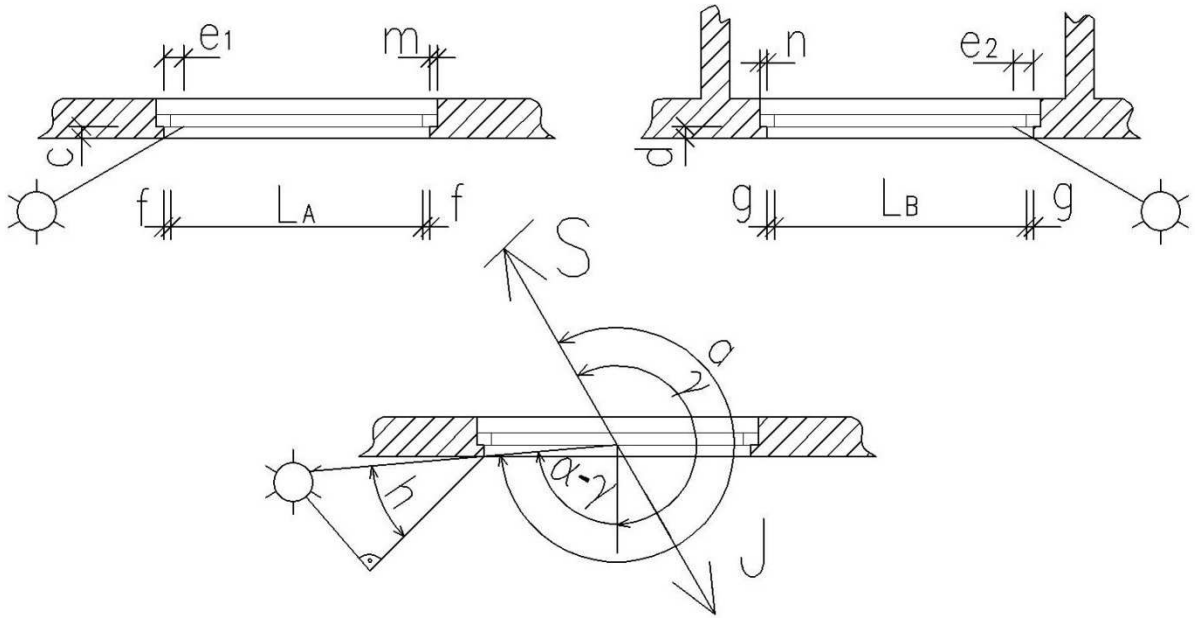
$l_B = 0{,}64\ \mathrm{m}$ výška zasklené části okna

$f = 0{,}03\ \mathrm{m}$ odstup svislé časti okna od zakrytí rámu

$g = 0{,}03\ \mathrm{m}$ odstup vodorovné časti okna od zakrytí rámu

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

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



Obr. 5.1 Schematické zakreslení a zakótování okna se zobrazením polohy slunce

Vlevo nahoře na obrázku 5.1 je zobrazen vodorovný pohled na okno. Vpravo je svislý pohled na okno. Poslední obrázek je vyobrazení polohy slunce. Výška slunce nad obzorem h [°] je úhel mezi vodorovnou plochou a sluncem.

$$e_1 = d \,.\, \mathrm{tg}\,(a - \gamma) \tag{5.12}$$

$e_1 = 0{,}1\,.\,tg\,|114 - 135| = 0{,}038\ \mathrm{m}$ délka svislého stínu v okenním otvoru

$$e_2 = \frac{c\,.\ tg\ h}{\cos\,(a - \gamma)} \tag{5.13}$$

$e_2 = \frac{0{,}03\,.\ tg\ 43{,}8}{\cos\,(114-135)} = 0{,}103\ \mathrm{m}$ délka vodorovného stínu v okenním otvoru

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

$c = 0{,}03\ \mathrm{m}$ hloubka zapuštění okna v horní části

$a = 114°$ azimut slunce dle [2] tab. 4

$\gamma = 135°$ azimut slunce k normále JV stěny viz obr. 5.1

$h = 44°$ výška slunce nad obzorem dle [2] tab. 4

Intenzita přímé sluneční radiace dopadající na kolmou plochu

$$\dot{I}_{Dk} = \dot{I}_0 \,.\exp\left[-0{,}1\,.\,z\,.\left(\frac{16-H}{(16+H).\sin h}\right)^{0{,}8}\right] \tag{5.14}$$

$$\dot{I}_{Dk} = 1350\,.\exp\left[-0{,}1\,.\,5\,.\left(\frac{16-0{,}227}{(16+0{,}227).\,sin\,44}\right)^{0{,}8}\right] = 702\ \mathrm{W}$$

Kde:

$\dot{I}_0 = 1350\ \mathrm{W}\,.\,\mathrm{m}^{-2}$ solární konstanta (dopadající sluneční záření na hranici atmosféry)

$z = 5$ součinitel znečištění atmosféry dle [2] tab. 10

$H = 0{,}227\ \mathrm{km}$ nadmořská výška autoservisu

Intenzita difúzní sluneční radiace

$$\dot{I}_d = \left[1350 - \dot{I}_{Dk} - \left(1080 - 1{,}4\,.\,\dot{I}_{Dk}\right).sin^2.\,\frac{\alpha_s}{2}\right].\frac{\sin h}{3} \tag{5.15}$$

$$\dot{I}_d = \left[1350 - 702 - (1080 - 1{,}4\,.\,702).sin^2.\,\frac{90}{2}\right].\frac{\sin 44}{3} = 139\ \mathrm{W}$$

Kde:

$\alpha_s = 90°$ úhel stěny od vodorovné roviny (svislá stěna 90°)

Intenzita přímé sluneční radiace na libovolnou plochu

$$\dot{I}_D = \dot{I}_{Dk}\,.\cos\theta \tag{5.16}$$

$$\dot{I}_D = 702\,.cos\,47{,}8 = 471\ \mathrm{W}$$

kde:

$$\theta = [\sin\cos h\,.\cos\alpha_s + \cos h\,.\sin\alpha_s\,.\cos(\alpha-\gamma)]\,.cos^{-1} \tag{5.17}$$

$$\theta = [\sin\cos 44\,.\cos 90 + \cos 44\,.\sin 90\,.\cos(114-135)]\,.cos^{-1}$$

$\theta = 47{,}8°$ úhel mezi normálou osluněného povrchu a směrem paprsků

Intenzita difúzní sluneční radiace procházející standardním oknem

$$\dot{I}_{Okd} = t_d\,.\dot{I}_d \tag{5.18}$$

$$\dot{I}_{Okd} = 0{,}85\,.\,139 = 118\ \mathrm{W}$$

kde:

$t_d = 0{,}85$ celková propustnost difúzní radiace standardním sklem (nezávisí na poloze slunce

Celková intenzita sluneční radiace procházející standardním oknem

$$\dot{I}_{Ok} = t_D\,.\dot{I}_D + \dot{I}_{Okd} \tag{5.19}$$

$\dot{I}_{Ok} = 0{,}8333 \,.471 + 118 = 511$ W

kde:

$$t_D = 0{,}87 - 1{,}47\left(\frac{\theta}{100}\right)^5 \tag{5.20}$$

$t_D = 0{,}833$ celková poměrná propustnost přímé sluneční radiace standardním oknem

b) Tepelné zisky venkovními stěnami

Uvažuje se prostup tepla venkovními stěnami, podlahou a stropem. Stěny se dělí podle tloušťky: na stěny lehké $\delta < 0{,}08\, m$, stěny středně těžké $0{,}08 < \delta < 0{,}045\, m$ a stěny těžké $\delta \geq 0{,}045\, m$. Výpočet každé stěny je rozdílný, vlivem rozdílné schopnosti akumulace tepla.

Provedu vzorový výpočet prostupu tepla stěnou lehkou, středně těžkou a těžkou. Vzorově vypočtu stěny, do kterých dosazuji hodnoty z tabulek i stěny, u nichž je potřeba například vypočítat rovnocennou sluneční teplotu vzduchu.

Stěna lehká (vrata klempírny 003, severovýchodní orientace) pro 9 hodin.

$$\dot{Q}_{SDO} = k_{DO} \,.\, S_{DO} \,.\, (t_r - t_i) \tag{5.21}$$

$\dot{Q}_{SDO} = 1{,}4 \,.\, 14{,}35 \,.\, (36 - 26) = 201$ W

kde:

$k_{DO} = 1{,}4$ W . m^2 . K^{-1} součinitel prostupu tepla, viz tabulka 2.2

$S_{DO} = 3{,}5 \,.\, 4{,}1 = 14{,}35$ m^2 plocha stěny (plocha vrat)

$t_r = 36$ °C rovnocenná sluneční teplota vnějšího vzduchu v 9 hodin dle [2] tab.13

$t_i = 26$ °C vnitřní výpočtová teplota v čase 9 hodin

Stěna středně těžká (střecha nad klempírnou 003, jihozápadní část střechy)

$$\dot{Q}_{SSch} = k_{Sch} \,.\, S_{Sch} \,.\, \left[(t_{rm} - t_i) + m \,.\, (t_{r\psi} - t_{rm})\right] \tag{5.22}$$

$\dot{Q}_{SSch} = 1{,}075 \,.\, 51{,}05 \,.\, [(37{,}33 - 26) + 0{,}6618 \,.\, (21 - 37{,}33)] = 28$ W

kde:

$k_{Sch} = 1{,}075$ W . m^2 . K^{-1} součinitel prostupu tepla pro letní období, viz tabulka 2.2

$S_{Sch} = 51{,}05$ m^2 plocha stěny (plocha jihozápadní část)

$t_{rm} = 37{,}33$ °C průměrná rovnocenná sluneční teplota vzduchu za 24 hodin

$$m = 1 + \frac{7{,}6 \,.\, \delta_{Sch}}{2500^{\delta_{Sch}}} \tag{5.23}$$

$m = 1 + \frac{7{,}6 \,.0{,}15}{2500^{0{,}15}} = 0{,}6618$ součinitel zmenšení teplotního kolísání při prostupu tepla stěnou

$\delta_{Sch} = 0{,}15$ m tloušťka stěny

$$\psi = 32 \,.\, \delta_{Sch} - 0{,}5 \qquad (5.24)$$

$\psi = 32 \,.\, 0{,}15 - 0{,}5 = 4{,}3 \cong 4\ h$ časové zpoždění

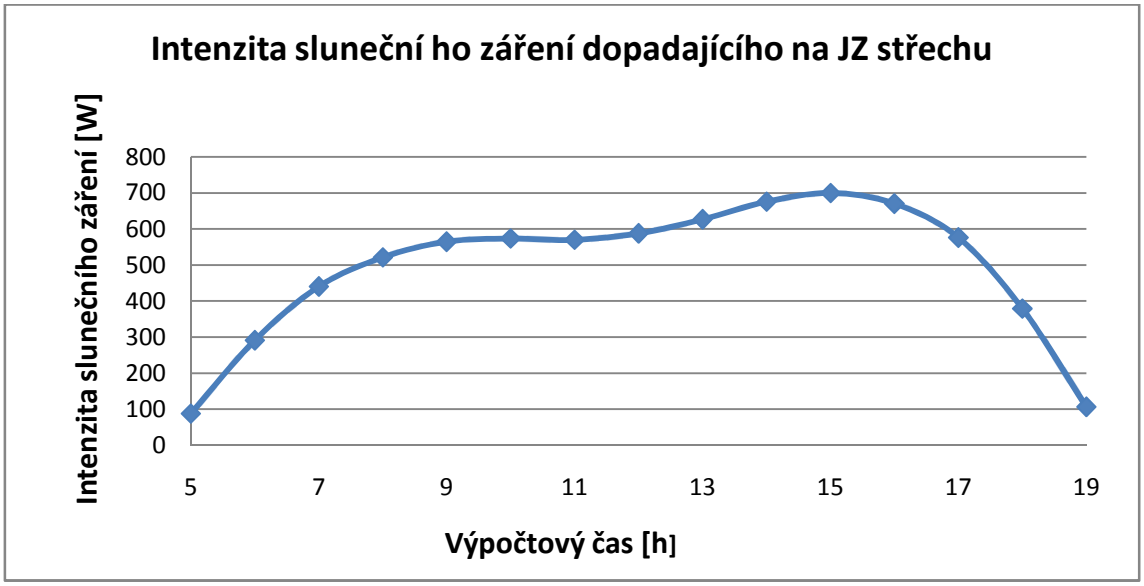
$t_{r\psi} = 21$ °C rovnocenná sluneční teplota v době o ψ hodin dříve než je výpočtový čas $(9 - 4 = 5$ h$)$

V tabulce 13 dle [2] nenajdeme t_r , t_{rm} , $t_{r\psi}$ pro střechu se sklonem 12°. Proto tyto hodnoty byly spočteny z celkové intenzity slunečního záření dopadajícího na střechu s hodinovým časovým krokem za 24 hodin. Výpočet je obdobný jako v kapitole 5.1.2. Prostup tepla oknem sluneční radiací.

Rozdílná data: $\gamma = 45°$ azimut slunce k normále stěny

$\alpha_s = 12°$ úhel stěny od vodorovné roviny

Vypočtené hodnoty celkové intenzity sluneční radiace dopadající na střechu v závislosti na čase jsou uvedeny v grafu na obr. 5.2



Obr.5.2 Intenzita dopadajícího záření na jihozápadní část střechy

Rovnocenná sluneční teplota vzduchu

$$t_r = t_e + \frac{\varepsilon \,.\, \dot{I}_{Sch}}{\alpha_e} \qquad (5.25)$$

$$t_r = 23 + \frac{0{,}7 \,.\, 565}{15} = 49.3\ °\text{C}$$

kde:

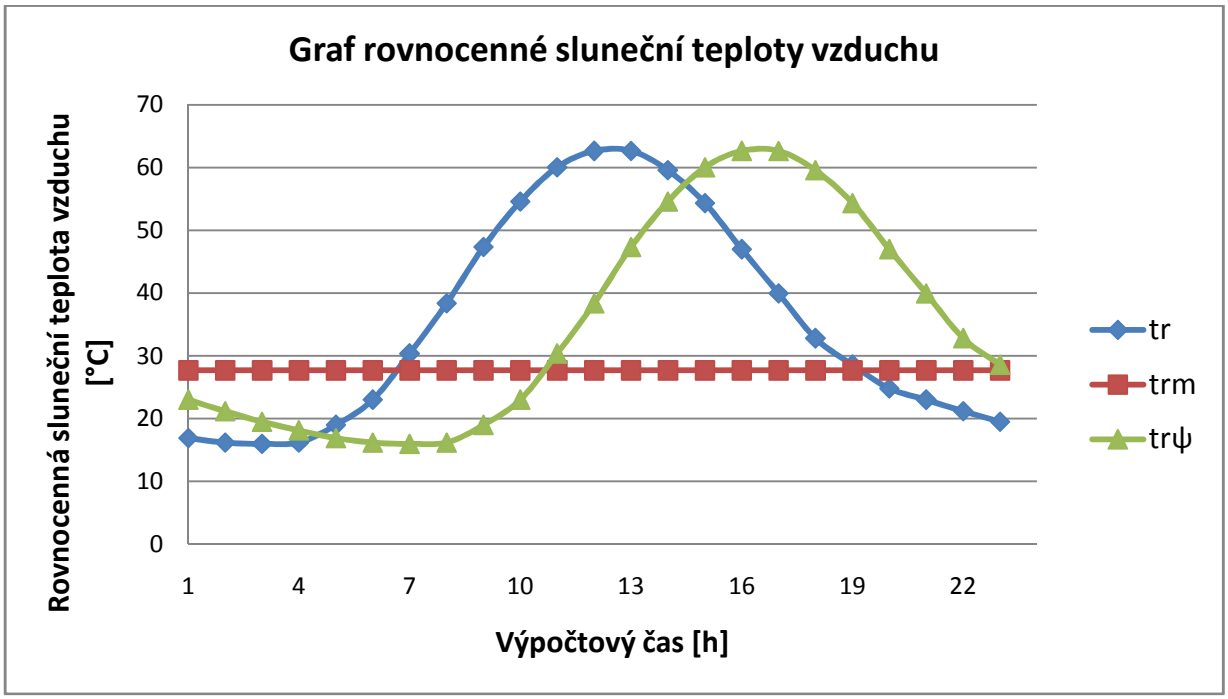
$t_e = 23$ °C venkovní výpočtová teplota v čase 9 hodin

$\varepsilon = 0{,}7$ součinitel poměrné pohltivosti pro sluneční radiaci dle [2] tab.12

$\dot{I}_{Sch} = 565\ \mathrm{W}$ intenzita celkové sluneční radiace dopadajícího na střechu v 9 hodin

$\alpha_e = 15\ \mathrm{W\,.\,m^{-2}\,.\,K^{-1}}$ součinitel přestupu tepla venkovního prostředí (letní období)

Grafické zobrazení průběhu rovnocenných slunečních teplot t_r , t_{rm} , $t_{r\psi}$ v závislosti na čase je na obr. 5.3.



Obr. 5.3 Graf rovnocenných slunečních teplot vzduchu za 24 hodin.

Stěna těžká (klempírna 003, podlaha)

Teplota zeminy pod podlahou se v průběhu roku mění a je také proměnná v závislosti na hloubce od zemského povrchu. Určitý rozdíl je zda se jedná o zeminu zastavěnou budovy nebo zem holou. Výpočtovou teplotu zeminy jsem zvolil 17°C. Je to hodnota odečtená z programu Transys pro 21.7 ve hloubce 0,5 m s přihlédnutím, že se jedná o zastavěnou zeminu.

$$\dot{Q}_{SPdl} = k_{Pdl}\,.\,S_{Pdl}\,.\,(t_{zl} - t_i) \tag{5.26}$$

$$\dot{Q}_{SPdl} = 0{,}84\,.\,96{,}47\,.\,(17 - 26) = -729\ \mathrm{W}$$

kde:

$k_{Pdl} = 0{,}84\ \mathrm{W\,.\,m^2\,.\,K^{-1}}$ součinitel prostupu tepla podlahy, viz tabulka 2.2

$S_{Pdl} = 96{,}47\ \mathrm{m^2}$ plocha podlahy

$t_{zl} = 17\ °\mathrm{C}$ teplota zeminy (léto)

$t_i = 26\ °\mathrm{C}$ vnitřní výpočtová teplota v čase 9 hodin

Výpočet tepelných zisků venkovními stěnami místnosti 003 je přehledně uveden v tabulce 5.3.

Tabulka 5.3 Tepelný zisk venkovními stěnami

Označení stěny	Tloušťka stěny	Plocha stěny			Počet otvorů	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel prostupu tepla	Součinitel zmenšení teplotního kolísání	Fázové posunutí teplotních kmitů	Kategorie stěny	orientace stěny podle světových stran	Tepelný zisk stěnou
		Délka stěny	Šířka nebo výška stěny	Plocha stěny				k	m	ψ			
	cm	m	m	m^2	-	m^2	m^2	$W/(m^2K)$	-	hod	-	-	W
SO	27	6,265	4,350	27,25	1	14,35	12,90	1,5	0,3691	8,14	Středně těžká	SV	-43
DO		3,5	4,100	14,35	0	0,00	14,35	1,4			Lehká	SV	201
SO	27	13,9		68,64	3	7,20	61,44	1,5	0,3691	8,14	Středně těžká	JV	-65
Sch	15			47,19	0	0,00	47,19	1,075	0,6618	4,3	Středně těžká	SV	-87
Sch2	15			51,05	0	0,00	51,05	1,075	0,6618	4,3	Středně těžká	JZ	28
Pdl	50	13,9		96,47	0	0,00	96,47	0,84			Těžká	Vodorovná	-729
												$\dot{Q}_S$	-696

Tepelné zisky z vnějšího prostředí citelným teplem pro místnost 003

$$\dot{Q}_{cvp} = \dot{Q}_{okn} + \dot{Q}_{orn} + \dot{Q}_S \qquad (5.27)$$

$$\dot{Q}_{cvp} = 0 + 2348 - 696 = 1652 \text{ W}$$

Tepelná zátěž místnosti 003 citelným teplem

$$\dot{Q}_{ic} = \dot{Q}_{cvz} + \dot{Q}_{cvp} \qquad (5.28)$$

$$\dot{Q}_{ic} = 856 + 1652 = 2508 \text{ W}$$

Tepelné zisky místnosti 003 z přívodu čerstvého větracího vzduchu

$$\dot{Q}_L = \dot{V}_e \,.\, \rho_e \,.\, c_p \,.\, (t_e - t_i) \qquad (5.29)$$

$$\dot{Q}_L = 0{,}265 \,.\, 1{,}2 \,.\, 1010 \,.\, (23 - 26) = -954 \text{ W}$$

kde:

$\dot{V}_e = 0{,}265 \text{ m}^3 \,.\, \text{s}^{-1}$ objemový tok čerstvého větracího vzduchu, viz kap. 3

$\rho_e = 1{,}2 \text{ kg} \,.\, \text{m}^{-3}$ hustota vzduchu

$c_p = 1010 \text{ J} \,.\, \text{kg}^{-1} \,.\, \text{K}^{-1}$ měrná tepelná kapacita vzduchu

$t_e = 23\ °C$ teplota venkovního vzduchu pro výpočtový čas 9 hodin

$t_i = 26\ °C$ vnitřní výpočtová teplota

Tepelná zátěž vzduchotechnického zařízení citelným teplem pro místnost 003

$$\dot{Q}_c = \dot{Q}_{ic} + \dot{Q}_L \tag{5.30}$$

$$\dot{Q}_c = 2508 - 954 = 1554\ \mathrm{W}$$

5.1.3 Vodní zisky

Tepelné zisky od produkce páry člověkem

$$\dot{Q}_{iv} = i_{OS}\ .\dot{m}_w\ .l_{23} \tag{5.31}$$

$$\dot{Q}_{iv} = 2\ .\ \frac{244}{3600}\ .2500 = 339\ \mathrm{W}$$

kde:

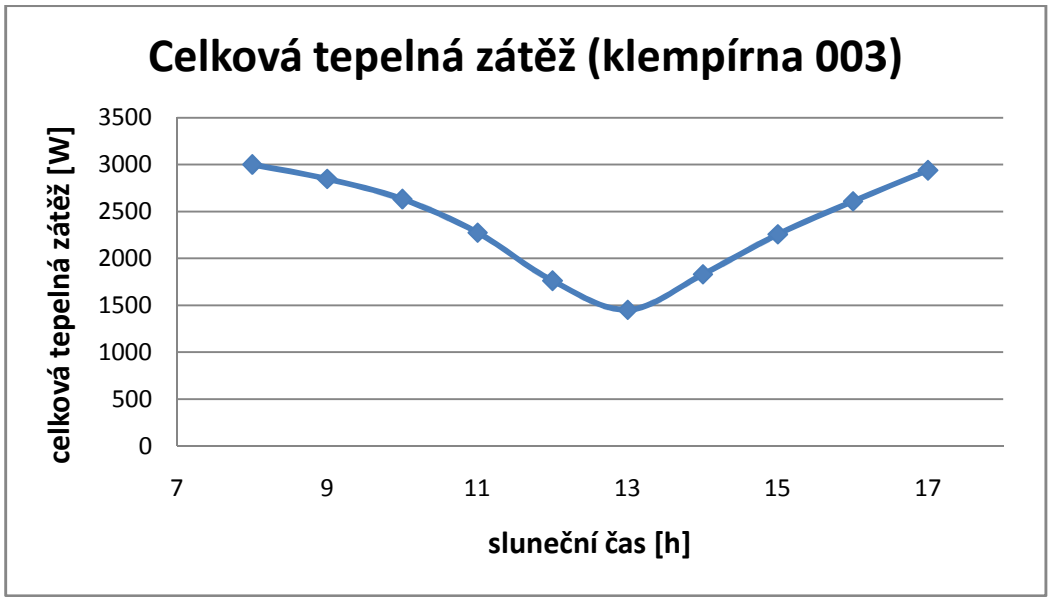
$i_{OS} = 2$ počet osob v místnosti

$\dot{m}_w = 244\ \mathrm{g\,.h^{-1}}$ produkce vodní páry, náročná fyzická práce dle [2] tab. 6, mění se v závislosti na vnitřní výpočtové teplotě, hodnota je interpolovaná

$l_{23} = 2500\ \mathrm{kJ\ .\ kg^{-1}}$ měrné výparné teplo vody

Vypočtená celková tepelná zátěž klempírny 003 je uvedena v tab. 5.4 a obr. 5.4. Celková tepelná zátěž ostatních místností je uvedena v příloze 9 až 16.

Tepelná zátěž celé budovy v průběhu pracovní doby je uvedena v tab. 5.5. a obr. 5.5.



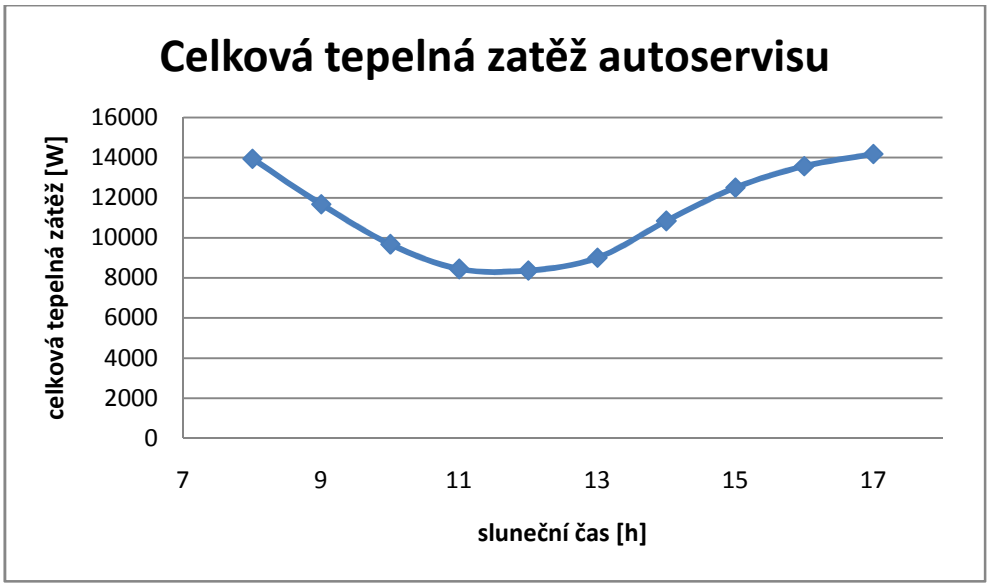
Obr. 5.4 Celková tepelná zátěž klempírny v průběhu pracovní doby

Tabulka 5.4 Vypočtené hodnoty celkové tepelné zátěže klempírny (003) během pracovní doby.

Sluneční čas	τ	h	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Venkovní výpočtová teplota	t_e	°C	21,2	23	24,8	26,5	27,9	29,1	29,8	30	29,8	29,1
Vnitřní výpočtová teplota	t_i	°C	24,2	26	27,8	29,5	30,9	32,1	32,8	33	32,8	32,1
Sluneční deklinace	δ	°	20,35	20,35	20,35	20,35	20,35	20,35	20,35	20,35	20,35	20,35
Zemská šířka ČR 50°	ψ	°	34	44	52	58	60	58	52	44	34	25
Sluneční azimut	a	°	100	114	131	152	180	208	229	246	260	272
Délka vodorovného stínu	e_1	m	0,070	0,038	0,007	0,031	0,100	0,327	Stíněné	Stíněné	Stíněné	Stíněné
Délka svislého stínu	e_2	m	0,082	0,103	0,128	0,167	0,245	0,547	Stíněné	Stíněné	Stíněné	Stíněné
Osluněná plocha oken	S_{os}	m^2	4,94	4,81	4,65	4,28	3,53	0,94	0,00	0,00	0,00	0,00
Intenzita přímé sluneční radiace na plochu kolmou ke sl. paprskům	I_{Dk}	W/m^2	620	702	747	773	780	773	747	702	620	510
Intenzita difuzní sluneční radiace	I_d	W/m^2	116	139	154	163	166	163	154	139	116	93
Úhel mezi normálou osluněného povrchu a směrem paprsků	θ	°	47	48	52	60	69	81	92	105	118	132
Propustnost standardního okna	t_D	-	0,84	0,83	0,81	0,76	0,64	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00
Intenzita difuzní radiace standardním oknem	I_{od}	W/m^2	99	118	131	139	141	139	131	118	99	79
Celková intenzita sluneční radiace procházející standardním oknem	I_{Ok}	W/m^2	451	511	504	437	317	181	131	118	99	79
Tepelné zisky sluneční radiací okny	Q_{orn}	W	2105	2348	2280	1908	1331	797	717	647	542	431
Tepelný zisky prostupem tepla okny	Q_{okn}	W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tepelné zisky venkovními stěnami	Q_s	W	-302	-696	-846	-833	-769	-559	-101	398	852	1294
Tepelné zisky z přívodu čerstvého větracího vzduchu	Q_L	W	-954	-954	-954	-954	-954	-954	-954	-954	-954	-954
Tepelné zisky od vnitřních zdrojů citelným teplem	Q_{cvz}	W	880	856	832	810	791	776	766	764	766	776
Tepelné zisky od vnějších zdrojů citelným teplem	Q_{cvp}	W	1802	1652	1434	1076	562	238	616	1044	1394	1725
Tepelná zátěž větraného prostoru citelným teplem	Q_{ic}	W	2682	2508	2266	1885	1354	1014	1382	1808	2160	2501
Tepelná zátěž vzduchotech. zařízení citelným teplem	Q_c	W	1728	1554	1312	931	400	60	428	854	1206	1547
Tepelná zátěž větraného prostoru vázaným teplem	Q_{iv}	W	317	339	364	388	407	438	447	450	447	438
Celková tepelná zátěž větraného prostoru	**Q_i**	**W**	**2999**	**2847**	**2630**	**2273**	**1760**	**1451**	**1829**	**2258**	**2608**	**2938**

Tab. 5.5 Tepelná zátěž celé budovy (autoservisu) během pracovní doby.

Sluneční čas	τ	h	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Venkovní výpočtová teplota	t_e	°C	21,2	23	24,8	26,5	27,9	29,1	29,8	30	29,8	29,1
Vnitřní výpočtová teplota	t_i	°C	24,2	26	27,8	29,5	30,9	32,1	32,8	33	32,8	32,1
Tepelné zisky sluneční radiací okny	Q_{orn}	W	3041	3465	3519	3345	3715	4157	4686	4712	4170	3158
Tepelný zisky prostupem tepla okny	Q_{okn}	W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tepelné zisky venkovními stěnami	Q_s	W	1656	-1040	-3098	-4158	-4602	-4462	-3163	-1522	92	1715
Tepelné zisky z přívodu čerstvého větracího vzduchu	Q_L	W	-9157	-9157	-9157	-9157	-9157	-9157	-9157	-9157	-9157	-9157
Tepelné zisky od vnitřních zdrojů citelným teplem	Q_{cvz}	W	7989	7893	7788	7689	7607	7537	7496	7485	7496	7537
Tepelné zisky od vnějších zdrojů citelným teplem	Q_{cvp}	W	4696	2425	421	-813	-887	-305	1523	3190	4262	4873
Tepelná zátěž větraného prostoru citelným teplem	Q_{ic}	W	12685	10319	8209	6876	6720	7232	9019	10675	11758	12410
Tepelná zátěž vzduchotechnického zařízení citelným teplem	Q_c	W	3528	1162	-948	-2281	-2437	-1925	-138	1518	2601	3253
Tepelná zátěž větraného prostoru vázaným teplem	Q_{iv}	W	1247	1347	1457	1563	1648	1770	1813	1825	1813	1770
Celková tepelná zátěž větraného prostoru	**Q_i**	**W**	**13932**	**11666**	**9666**	**8438**	**8368**	**9002**	**10832**	**12500**	**13571**	**14180**



Obr. 5.5 Celková tepelná zátěž autoservisu v průběhu pracovní doby.

Z tabulky 5.4 nebo z obrázku 5.4 lze zpozorovat, že největší tepelná zátěž klempírny není ve výpočtové době 9 hodin, ale v době 8 hodin.

Celková tepelná zátěž autoservisu nabývá největších hodnot v 17 - té hodině.

V tabulkách jsou hodnoty zaokrouhlené na celé číslo a také záporné tepelné zisky menší jak 100 W, byly uvažovány dle [2] za nulové.

Skutečná tepelná zátěž prostoru se může od vypočtené lišit vlivem (dle zadání) zanedbáním produkce tepla od technologie. Především v myčce, kde je také proměnný provoz, je vliv vázaných tepelných zisků výrazný.

6. NÁVRH MÍSTNÍHO ODSÁVÁNÍ A VZDUCHOVÉ CLONY V MONTÁŽNÍ HALE

Návrh místního odsávání výfukových spalin

Škodliviny vznikající spalováním paliva ve spalovacím motoru automobilu, či nákladních vozidel je výhodné místně odsávat od výfuku vozidla. Dosáhne se tak větší kvality čistoty vzduchu a navíc je to méně energeticky náročné, než kdyby se škodliviny ze spalin odváděli z celé větrané místnosti.

Místní odsávání bude navrženo v montážní hale 002 v místech, kde jsou pracovní zóny za účelem oprav vozidel. Navržený systém místního odsávání je od firmy NEDERMAN dle [10]. Objemový tok místního odsávání je pro stojící vozidla volen dle doporučených hodnot výrobce. Kvůli místnímu odsávání je potřeba navýšit množství přiváděného vzduchu.

Pro osobní automobily:

$$\dot{V}_{odsA} = n_v \,.\, c_1 \,.\, \dot{V}_{OS} \tag{6.1}$$

$$\dot{V}_{odsA} = 2 \,.\, 0{,}5 . 600 = 600 \ \mathrm{m^3.h^{-1}}$$

kde:

$n_v = 2$	počet ventilátorů
$c_1 = 0{,}5$	koeficient současnosti chodu ventilátoru
$\dot{V}_{OS} = 600 \ \mathrm{m^3.h^{-1}}$	doporučený odsávaný objemový tok pro osobní automobil

V zóně pro osobní automobily se nachází tři pracoviště v řadě vedle sebe. Pro tyto pracoviště zvolím dva krátké odsávací bubny s automatickou klapkou dle obrázku 6.1. Každý odsávací buben lze střídavě použít pro dvě sousedící pracoviště viz obrázek 6.2.



Obr. 6.1 Odsávací hadicový naviják 865 a ventilátor řady N.

Navrhnutá sestava:

2x Pryžová koncovka s ručním odpojováním, víko s pružinou, drátěná ochrana

2x Hadice NR–B, průměr 100 mm, délka 10 m

2x Výfukový odsávací naviják 865, navíjení pomocí pružiny, typ krátký

2x Ventilátor N16, výkon 0,55kW, sací tlak ventilátoru pří $600\ \mathrm{m^3.h^{-1}}$1030 Pa

Pro nákladní automobily:

$$\dot{V}_{odsN} = n_v \,.\, c_1 \,.\, \dot{V}_{nakl} \tag{6.2}$$

$$\dot{V}_{odsN} = 2\,.\,0{,}3.\,1100 = 660\ \mathrm{m^3.h^{-1}}$$

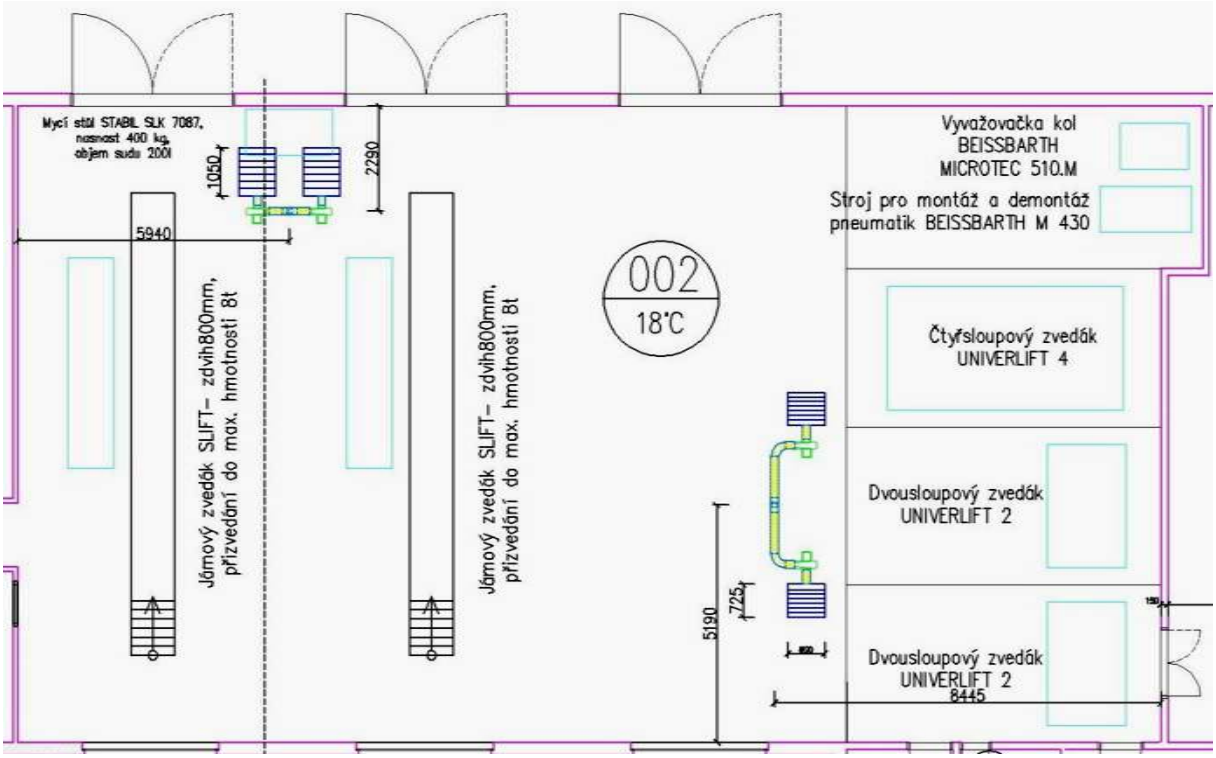
kde:

$n_v = 2$ počet ventilátorů

$c_1 = 0{,}3$ koeficient současnosti chodu ventilátoru

$\dot{V}_{OS} = 1100\ \mathrm{m^3.h^{-1}}$ doporučený odsávaný objemový tok pro nákladní vozidla

V zóně pro nákladní automobily se nachází dvě pracoviště. Pro každé pracoviště jsem zvolil dlouhý odsávací buben obdobný jako na obrázku 6.1.



Obr. 6.2 Montážní hala vlevo pracoviště pro nákladní vozidla a vpravo pro a osobní automobily

Navrhnutá sestava:

2x Pryžová koncovka s ručním odpojováním, víko s pružinou, drátěná ochrana

2x Hadice NR–B, průměr 150 mm, délka 7,5 m

2x Výfukový odsávací naviják 865, navíjení pomocí pružiny, typ dlouhý

2x Ventilátor N24, výkon 0,75kW, sací tlak ventilátoru pří $1100\mathrm{m}^3.\mathrm{h}^{-1}$1300 Pa

Odvod spalin z montážní haly je za pomocí spiro potrubí s výfukem ve střeše viz výkres v příloze (VUT-EU-T-DP-02).

Na obrázku 6.2 je schematicky zakreslena montážní hala s umístněním výfukových odsávacích navijáků 865 (tmavě modře), ventilátorů (zeleně) a spiro potrubí žlutomodře.

Celkový objemový tok místního odsávání v montážní hale 002:

$$\dot{V}_{ods} = \dot{V}_{odsA} + \dot{V}_{odsN} \tag{6.3}$$

$$\dot{V}_{ods} = 600 + 660 = 1260\ \mathrm{m}^3.\mathrm{h}^{-1} = 0{,}35\ \mathrm{m}^3.\mathrm{s}^{-1}$$

Objemový toku přiváděného čerstvého vzduchu navýšený vlivem místního odsávání:

Z kapitoly 3 je celkový objemový tok čerstvého vzduchu do montážní haly 002 $\dot{V}_e = 0{,}998\ \mathrm{m}^3.\mathrm{s}^{-1} = 3593\ \mathrm{m}^3.\mathrm{h}^{-1}$. Při zapnutém místním odsávaní jsou spaliny s okolním vzduchem odsávány mimo autoservis. Vzniká tak podtlak v montážní hale a klesá účinnost místního odsávání. Proto je zapotřebí navýšit množství přiváděného čerstvého vzduchu o množství místně odsávané. Pro zjednodušení budu uvažovat objemové toky.

$$\dot{V}_{eN} = \dot{V}_e + \dot{V}_{ods} \tag{6.4}$$

$$\dot{V}_{eN} = 3593 + 1260 = 4853\ \mathrm{m}^3.\mathrm{h}^{-1} = 1{,}348\ \mathrm{m}^3.\mathrm{s}^{-1}$$

Celkové tepelné ztráty montážní haly 002 navýšené o objemový tok přiváděného vzduchu:

Výpočet tepelných ztrát montážní haly je v příloze 2. Zde již uvažuje s navýšeným objemovým tokem přívodního vzduchu. Celkové tepelné ztráty montážní haly jsou dle rovnice (4.1):

$$\dot{Q}_C = 35000 + 57825 = 92825\ \mathrm{W}$$

kde:

$\dot{Q}_P = 35000\ \mathrm{W}$ tepelná ztráta prostupem tepla

$\dot{Q}_V = 1300\ .\ 1{,}348\ .\ (18 - (-15)) = 57825\ \mathrm{W}$ tepelná ztráta větráním dle (4.6)

Vzduchová clona

Vzduchová clona snižuje volný průtok vraty, která oddělují venkovní prostředí od vnitřního, mezi nimiž je tlakový rozdíl. Do vzduchové clony je nasávám vnitřní vzduch, který je někdy ohříván a poté vyfukován ze štěrbiny. Vytvoří se tak plochý proud vzduchu namířený šikmo do prostoru s vyšším tlakem (venkovní prostor). Hybnost proudu je zdrojem síly, která působí proti přetlaku v otvoru a tím se sníží průtok otvorem. Dochází tak k menšímu uniku tepla z vnitřního prostředí a vnikání chladného vzduchu při otevření vrat autoservisu. V tomto návrhu nebyla vzduchová clona použita a to z důvodů:

- Umístnění vzduchové clony nad vraty by nebylo možné, při horním provedení by se snížila konstrukční výška objektu.
- Umístnění vzduchové clony boční by bylo možné jen u některých vrat, protože jsou u některých vrat technologická zařízení např. mycí stůl. Vzduchové clony by ofukovali mycí stůl. Ten slouží k čištění součástek pomocí rozpouštědel a není vhodné, aby uvolňované škodliviny se šířily do prostoru.
- Vzduchové clony jsou provozně a investičně drahá zařízení.
- Objekt je ze strany vrat chráněn dvorem s okolní zástavbou.

V případě stížností pracovníků, lze do vrat jednoduše nainstalovat závěsy.

7. NÁVRH SYSTÉMU VĚTRÁNÍ A TEPLOVZDUŠNÉHO VYTÁPĚNÍ

7.1 Větrání s využitím akumulace tepla v hale

V neklimatizovaných halách tvoří často podstatnou část tepelné zátěže sluneční sálání, periodicky proměnné v cyklu 24 hodin. Tepelný tok přenášený do haly sáláním se akumuluje do stěn a technologického zařízení. Toto akumulované teplo se dále sdílí s okolním vzduchem. V noci se chladnějším venkovním vzduchem akumulované teplo odvádí. V této kapitole provedu výpočet průtoku venkovního vzduchu, kterým se odvede celková tepelná zátěž za 24 hodin, včetně akumulovaného tepla. Metoda je založena na tepelné pohltivosti prostoru dle [8]. Objemový tok větracího vzduchu pro odvod středních tepelných zisku za 24 hodin se určí ze vztahu:

$$\dot{V}_a = \frac{\dot{Q}_{zm} - \sum k \,.\, S_{st} \,.\, (t_{im} - t_{em})}{c_p \,.\, \rho_e \,.\, (t_{pom} - t_{em})} \,.\, b \tag{7.1}$$

$$\dot{V}_a = \frac{12363 - 1862{,}4 \,.\, (24{,}25 - 23)}{1010 \,.\, 1{,}2 \,.\, (25 - 23)} \,.\, 0{,}34 = 1{,}408 \ \mathrm{m^3.\ s^{-1}}$$

kde:

$\dot{Q}_{zm} = 12363 \ \mathrm{W}$ střední tepelné zisky za 24 hodin

$\sum k \,.\, S_{st} = 1862{,}4 \ \mathrm{W \,.\, K^{-1}}$ suma součinů součinitelů prostupu tepla a daných ploch (zjednodušení lze provést, jelikož rozdíl teplot $(t_{im} - t_{em})$ je stejný)

$t_{im} = 24{,}25°\mathrm{C}$ střední vnitřní výpočtová teplota za 24 hodin (vnitřní výpočtová teplota je v pracovní době o 3K vyšší než venkovní teplota)

$t_{em} = 23°\mathrm{C}$ střední teplota venkovního vzduchu během 24 hodin dle [2] tab. 2

$\rho_e = 1{,}2 \ \mathrm{kg \,.\, m^{-3}}$ hustota vzduchu

$c_p = 1010 \ \mathrm{J \,.\, kg^{-1} \,.\, K^{-1}}$ měrná tepelná kapacita vzduchu, při konstantním tlaku

$b = 0{,}34$ teplotní součinitel dle [8] tab. 9.1 montáž automobilů

$$t_{pom} = t_{em} + \Delta t_{pom} \tag{7.2}$$

$t_{pom} = 23 + 2 = 25 \ °\mathrm{C}$ střední teplota vzduchu v pracovní oblasti za 24 hodin

$\Delta t_{pom} = 2 \ \mathrm{K}$ platí při střední měrné zátěži od technologie $\dot{q}_t < 30 \ \mathrm{W \,.\, m^{-2}}$

$$\dot{q}_t = \frac{\dot{Q}_{zm}}{S_{pdl}} \tag{7.3}$$

$$\dot{q}_t = \frac{1897}{639{,}79} = 18{,}6 \ \mathrm{W \,.\, m^{-2}}$$

$S_{pdl} = 639{,}79 \ \mathrm{m^2}$ součet podlahových ploch všech místností

Větrání, pro odvod akumulovaného tepla by mělo být intenzivní v noci od 23 hodiny do 7 hodin s intenzitou výměny vyšší než přes den a to až třikrát.

7.2 Množství přiváděného a odváděného vzduchu pro jednotlivé místnosti

Pro teplovzdušné vytápění a větrání je požita jednoduchá vzduchotechnická sestava dle obrázku 7.1. Vzduchotechnické zařízení bude přivádět ohřátou směs čerstvého a cirkulačního vzduchu pro pokrytí tepelné ztráty objektu. Tato směs se nazývá přívodní vzduch.

Z objektu je vzduch odváděn odváděcím vzduchotechnickým potrubím zpět do jednotky, ale také z některých místností je odveden přímo ven mimo budovu. Jedná se o místnosti: myčka 001, WC s umývárnou 006, čistidla myčky 009 a částečně z montážní haly 002 vlivem místního odsávání výfukových spalin.

V místnostech kompresor 004, sklad 005, příruční sklad 007 a kancelář mistra 008 je na vstupních dveřích ve spodní části nainstalovaná vzduchotechnická mřížka. Tato mřížka umožňuje proudění odpadního vzduchu z těchto místností do vedlejší místnosti. Odváděcí potrubí vedlejších místností montážní haly a klempírny odsává odpadní vzduch v blízkosti těchto dveří. Tímto řešením se ušetří za odváděcí potrubí.

Na obr. 7.1 je schéma nízkotlaké jednokanálové vzduchotechnické soustavy, kdy čerstvý venkovní vzduch je ve větrací jednotce filtrován, po té se mísí se vzduchem cirkulačním a je dohřát na teplotu přívodního vzduchu. Ve vytápěném prostoru se přiváděný vzduch intenzívně směšuje s vnitřním vzduchem na vnitřní výpočtovou teplotu. Odsávaný vzduch je odváděn z budovy, nebo do vzduchotechnické jednotky. Ve vzduchotechnické jednotce je vzduch filtrován a část je zpětně používána jako vzduch cirkulační. Podstatně menší část odváděného vzduchu projde vzduchotechnickou jednotkou bez užitku ven.

Výpočet objemových toků přiváděného vzduchu do jednotlivých místností:

Tepelné ztráty objektu 163,192 kW jsou mnohonásobně větší než tepelná zátěž vázaným teplem cca 0,8 kW. Z toho vyplývá, že celková tepelná zátěž objektu:

$$\dot{Q}_i = \dot{Q}_{ic} + \dot{Q}_{iv} = -\dot{Q}_z \tag{7.4}$$

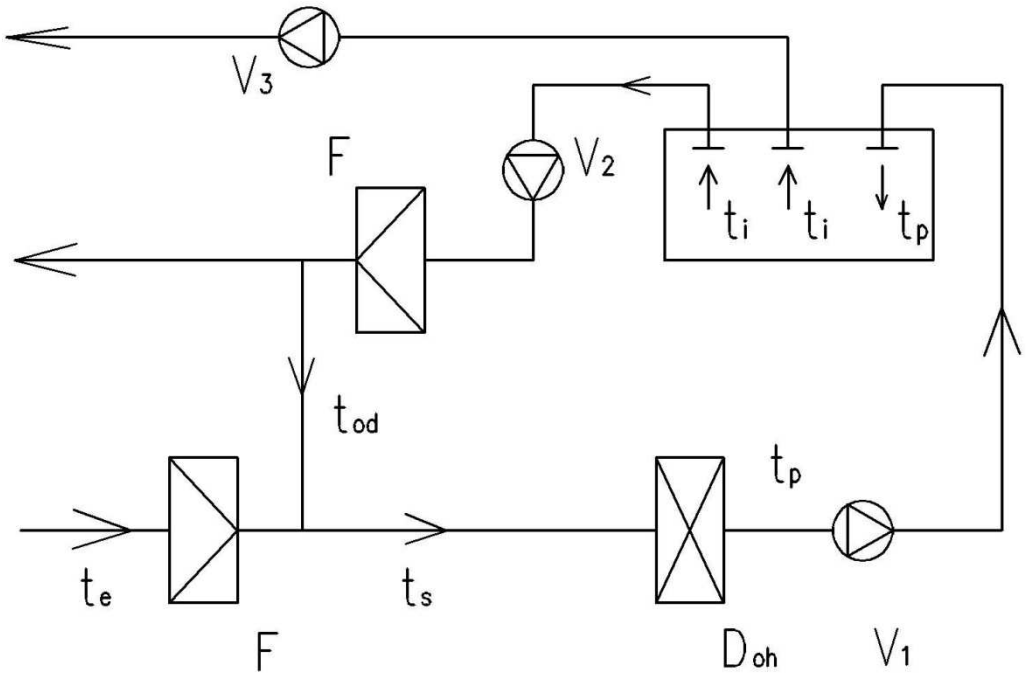
$$\dot{Q}_{ic} = \dot{V}_p \,.\, \rho_p \,.\, c_p \,.\, (t_i - t_p) \tag{7.5}$$

kde:

$\dot{Q}_{ic}$	tepelná zátěž prostoru citelným teplem [W]
$\dot{Q}_{iv}$	tepelná zátěž prostoru vázaným teplem [W]
$\dot{Q}_z$	tepelné ztráty prostoru [W]

Ze vztahu (7.4) a (7.5) lze vyjádřit objemový tok přiváděného vzduchu.

$$\dot{V}_p = \frac{\dot{Q}_z}{\rho_p \,.\, c_p \,.\, (t_p - t_i)} \tag{7.6}$$



Obr 7.1 Schéma nízkotlaké jednokanálové vzduchotechnické soustavy

F – filtr vzduchu, D_{oh} – dohřev, V_1 – přiváděcí ventilátor, V_2 – odváděcí ventilátor do vzduchotechnické jednotky, V_3 – Odváděcí ventilátor mimo budovu

Pro místnost klempírny 003:

$$\dot{V}_p = \frac{22766}{1{,}2\,.\,1010\,.\,(37-18)} = 0{,}989\ \mathrm{m^3}.\ \mathrm{s^{-1}} = 3560\mathrm{m^3}.\ \mathrm{h^{-1}}$$

kde:

$\dot{Q}_z = 22766\ \mathrm{W}$	tepelná ztráta klempírny 003
$\rho_p = 1{,}2\ \mathrm{kg\,.\,m^{-3}}$	hustota přiváděného vzduchu
$c_p = 1010\ \mathrm{J\,.\,kg^{-1}\,.\,K^{-1}}$	tepelná kapacita přiváděného vzduchu
$t_p = 37°\mathrm{C}$	teplota přiváděného vzduchu
$t_i = 18°\mathrm{C}$	vnitřní výpočtová teplota

Pro ostatní místnosti jsou objemové toky přiváděného vzduchu uvedeny v tabulce 7.1

V tabulce 7.1 je tepelná ztráta místnosti z kapitoly 4 a základní objemový tok čerstvého vzduchu z kapitoly 3. Dále přirážka přívodu čerstvého vzduchu, vlivem místního odsávání. Celkový objemový tok čerstvého vzduchu a již vypočítaný objemový tok přiváděného vzduchu. Objemový tok cirkulačního vzduchu je rozdíl objemového toku přiváděného vzduchu a celkového čerstvého vzduchu. Objemový tok vzduchu odváděného mimo budovu je u myčky 001 a čistidla myčky 009 roven toku přívodnímu. U montážní haly 002 je roven objemovému toku místního odsávání a u WC s umývárnou 006 je mírně navýšen oproti přívodnímu, aby zde vznikl mírný podtlak. Dále zde lze vyčíst odvod vzduchu z místností mřížkou ve dveřích do sousedních místností. Sklad 005 sousedí s montážní halou 002 a

klempírnou 003, proto objemový tok odváděného vzduchu byl rozdělen na dva stejné objemové toky. V posledním sloupci jsou objemové toky odváděného vzduchu vzduchotechnickým zařízením. Červeně znázorněné hodnoty nejsou započteny do celkového součtu jednotlivých toků. Jsou to hodnoty pro místnost 001, kdy není myčka v provozu, ale místnost je temperovaná na požadovanou výpočtovou teplotu.

Tabulka 7.1 Objemové toky přiváděného a odváděného vzduchu

Název místnosti	Číslo místnosti	Vnitřní výpočtová teplota t_i	Tepelná ztráta místnosti Q_z	Základní objemový tok přívodu čerstvého vzduchu V_e	Přirážka přívodu čerstvého vzduchu pro místní odsávání V_{ods}	Celkový objemový tok čerstvého vzduchu V_{ec}	Objemový tok přívodního vzduchu V_p	Objemový tok cirkulačního vzduchu V_c	Objemový tok odvodu vzduchu mimo budovu V_{mimo}	Odvod vzduchu mřížkou ve dveřích z místnosti	Odvod vzduchu vzduchotechnickým zařízením V_{od}
-	-	°C	W	$m^3.s^{-1}$	$m^3.s^{-1}$	$m^3.s^{-1}$	$m^3.s^{-1}$	$m^3.s^{-1}$	$m^3.s^{-1}$	-	$m^3.s^{-1}$
Myčka On	001	15	36901	0,865	0	0,865	1,384	0,519	1,384	0	0
Myčka off	001	15	4275	0,029	0	0,029	0,160	0,131	0,160	0	0
Montážní hala	002	18	92825	0,998	0,350	1,348	4,031	2,683	0,350	0	3,812
Klempírna	003	18	22766	0,265	0	0,265	0,989	0,724	0	0	1,083
Kompresor	004	15	1478	0,004	0	0,004	0,055	0,051	0	003	0
Sklad	005	15	2081	0,010	0	0,010	0,078	0,069	0	002a003	0
WC,umývárna	006	20	2377	0,038	0	0,038	0,115	0,078	0,115	0	0
Příruční sklad	007	15	1269	0,003	0	0,003	0,048	0,044	0	002	0
Kancelář mistra	008	20	915	0,028	0	0,028	0,044	0,017	0	002	0
Čistidla myčky	009	10	1581	0,005	0	0,005	0,048	0,044	0,048	0	0
		Celkový objemový tok				2,566	6,793	4,227	1,898		4,895

Objemový tok přiváděného čerstvého vzduchu pro odvod akumulovaného tepla:

V kapitole 7.1 byl vypočten objemový tok čerstvého venkovního vzduchu pro odvod akumulovaného tepla $\dot{V} = 1{,}408\ \mathrm{m^3.s^{-1}}$. Je zřejmé, že toto množství je menší než objemový tok přiváděného vzduchu. Vzduchotechnické zařízení bude pracovat v letním období jen se vzduchem venkovním. Proto lze říci, že vzduchotechnické zařízení a rozvody vzduchu budou pro letní provoz dostatečně vyhovující.

7.3 Úprava vzduchu ve vzduchotechnickém zařízení

V letním období se vzduchotechnickou jednotkou do jednotlivých místností venkovní čerstvý vzduch, který je odváděn vzduchotechnickým potrubím nebo otevřenými vraty či okny. V zimním období je venkovní vzduch mísen s cirkulačním a ohříván na požadovanou teplotu.

Úprava vzduchu pro zimní období bude graficky znázorněna v Mollierově digramu. Schéma vzduchotechnické soustavy je na obrázku 7.1.

Vypočítané nebo zadané hodnoty:

$t_i = 10\ °\mathrm{C}$ vnitřní výpočtová teplota místnosti čistidla myčky 009

$t_i = 15\ °\mathrm{C}$ vnitřní výpočtová teplota myčky 001, kompresoru 004, skladu 005, příručního skladu 007

$t_i = 18\ °\mathrm{C}$ vnitřní výpočtová teplota montážní haly 002 a klempírny 003

$t_i = 20\ °\mathrm{C}$ vnitřní výpočtová teplota WC s umývárnou 006 a kanceláře mistra 008

$t_e = -12\ °\mathrm{C}$ venkovní výpočtová teplota

$\dot{V}_{ec} = 2{,}566\ \mathrm{m^3\ .\ s^{-1}}$ celkový objemový tok čerstvého vzduchu

$\dot{V}_p = 6{,}793\ \mathrm{m^3\ .\ s^{-1}}$ celkový objemový tok přiváděného vzduchu

$$\dot{V}_c = \dot{V}_p - \dot{V}_{ec} \tag{7.7}$$

$\dot{V}_c = \dot{V}_p - \dot{V}_{ec} = 6{,}793 - 2{,}566 = 4{,}227\ \mathrm{m^3\ .\ s^{-1}}$ celkový objemový tok cirkulačního vzduchu

$\dot{V}_{mimo} = 1{,}873\ \mathrm{m^3\ .\ s^{-1}}$ celkový objemový tok vzduchu odváděný mimo budovu (nevrací se zpět do jednotky)

$\dot{V}_{od} = 4{,}895\ \mathrm{m^3\ .\ s^{-1}}$ odvod vzduchu vzduchotechnickým zařízením

$\dot{Q}_z = 163{,}192\ \mathrm{kW}$ tepelná ztráta objektu

$\dot{Q}_{iv} = 0{,}8\ \mathrm{kW}$ tepelná zátěž objektu vázaným teplem

Vypočet:

Průměrná vnitřní výpočtová teplota

V každé místnosti je teplota jiná a proto stanovím průměrnou výpočtovou teplotu aritmetickým průměrem ze součinu objemového toku vzduchu přiváděného do jednotlivých místností a vnitřní teploty. Toto zjednodušení si mohu dovolit, jelikož dle [8] je možné při výpočtech posuzovat hustotu a tepelnou kapacitu vzduchu za konstantní.

$$\overline{t_i} = \frac{\sum_{n=1}^{n=i} \dot{V}_p\ .\ t_i}{\sum_{n=1}^{n=i} \dot{V}_p} \tag{7.8}$$

$$\overline{t_i} = \frac{0{,}1384\ .\ 15 + 4{,}031\ .\ 18 + 0{,}989\ .\ 18 + 0{,}055\ .\ 15 + 0{,}078\ .\ 15}{1{,}384 + 4{,}031 + 0{,}989 + 0{,}055 + 0{,}078} + \frac{0{,}115\ .\ 20 + 0{,}048\ .\ 15 + 0{,}044\ .\ 20 + 0{,}048\ .\ 10}{0{,}115 + 0{,}048 + 0{,}044 + 0{,}048} = 17{,}3\ °\mathrm{C}$$

Dosazované hodnoty jsou z tabulky 7.1.

Teplota odváděného vzduchu do vzduchotechnické jednotky

Výpočet provedu obdobným způsobem. Objemový tok odváděného vzduchu se bude rovnat objemovému toku přiváděnému. Z místností myčky 001, WC s umývárnou 006 a

čistidla myčky 009 bude objemový tok odváděného vzduchu nulový. Z místnosti montážní haly 002 bude objemový tok odváděného vzduchu roven:

$$\dot{V}_{od\,002} = \dot{V}_{p\,002} - \dot{V}_{ods} \tag{7.9}$$

$$\dot{V}_{od\,002} = 4{,}031 - 0{,}35 = 3{,}681\ \mathrm{m^3\ .\ s^{-1}}$$

Kde:

$\dot{V}_{p\,002} = 4{,}031\ \mathrm{m^3\ .\ s^{-1}}$ objemový tok přiváděného vzduchu do místi 002, z tab. 7.1

$\dot{V}_{ods} = 0{,}35\ \mathrm{m^3\ .\ s^{-1}}$ objemový tok místního odsávání z kapitoly 6.1

$$t_{od} = \frac{\dot{V}_{od\,002}\,.\,t_{i\,002} + \dot{V}_{p\,003}\,.\,t_{i\,003} + \dot{V}_{p\,004}\,.\,t_{i\,004} + \dot{V}_{p\,005}\,.\,t_{i\,005}}{\dot{V}_{od\,002} + \dot{V}_{p\,003} + \dot{V}_{p\,004} + \dot{V}_{p\,005}} + \frac{\dot{V}_{p\,007}\,.\,t_{i\,007} + \dot{V}_{p\,008}\,.\,t_{i\,008}}{\dot{V}_{p\,007} + \dot{V}_{p\,008}} \tag{7.10}$$

$$t_{od} = \frac{3{,}681\,.\,18 + 0{,}989\,.\,18 + 0{,}055\,.\,15 + 0{,}078\,.\,15 + 0{,}048\,.15 + 0{,}044\,.20}{3{,}681 + 0{,}989 + 0{,}055 + 0{,}078 + 0{,}048 + 0{,}044} =$$

$$t_{od} = 17{,}9\ ^{\circ}\mathrm{C}$$

Teplota odváděného vzduchu je vyšší, něž průměrná vnitřní výpočtová teplota $\overline{t_i}$, jelikož vzduch z chladnějších místností je odváděn mimo jednotku.

Teplota vzduchu po smíšení ve vzduchotechnické jednotce

Odváděný vzduch do vzduchotechnické jednotky je z převážné části využíván jako vzduch cirkulační. Cirkulační vzduch se směšuje se vzduchem čerstvým.

$$t_s = \frac{\dot{V}_c\,.\,t_{od} + \dot{V}_{ec}\,.\,t_e}{\dot{V}_c + \dot{V}_{ec}} \tag{7.11}$$

$$t_s = \frac{4{,}227\,.\,17{,}9 + 2{,}566\,.\,(-12)}{4{,}227 + 2{,}566} = 6{,}6\ ^{\circ}\mathrm{C}$$

Výkon ohřívače

Vzduch po smíšení je ohřát na navrženou teplotu přívodního vzduchu $t_p = 37\ ^{\circ}\mathrm{C}$.

$$\dot{Q}_{oh} = \dot{V}_p\,.\,\rho\,.\,c_p.\left(t_p - t_s\right) \tag{7.12}$$

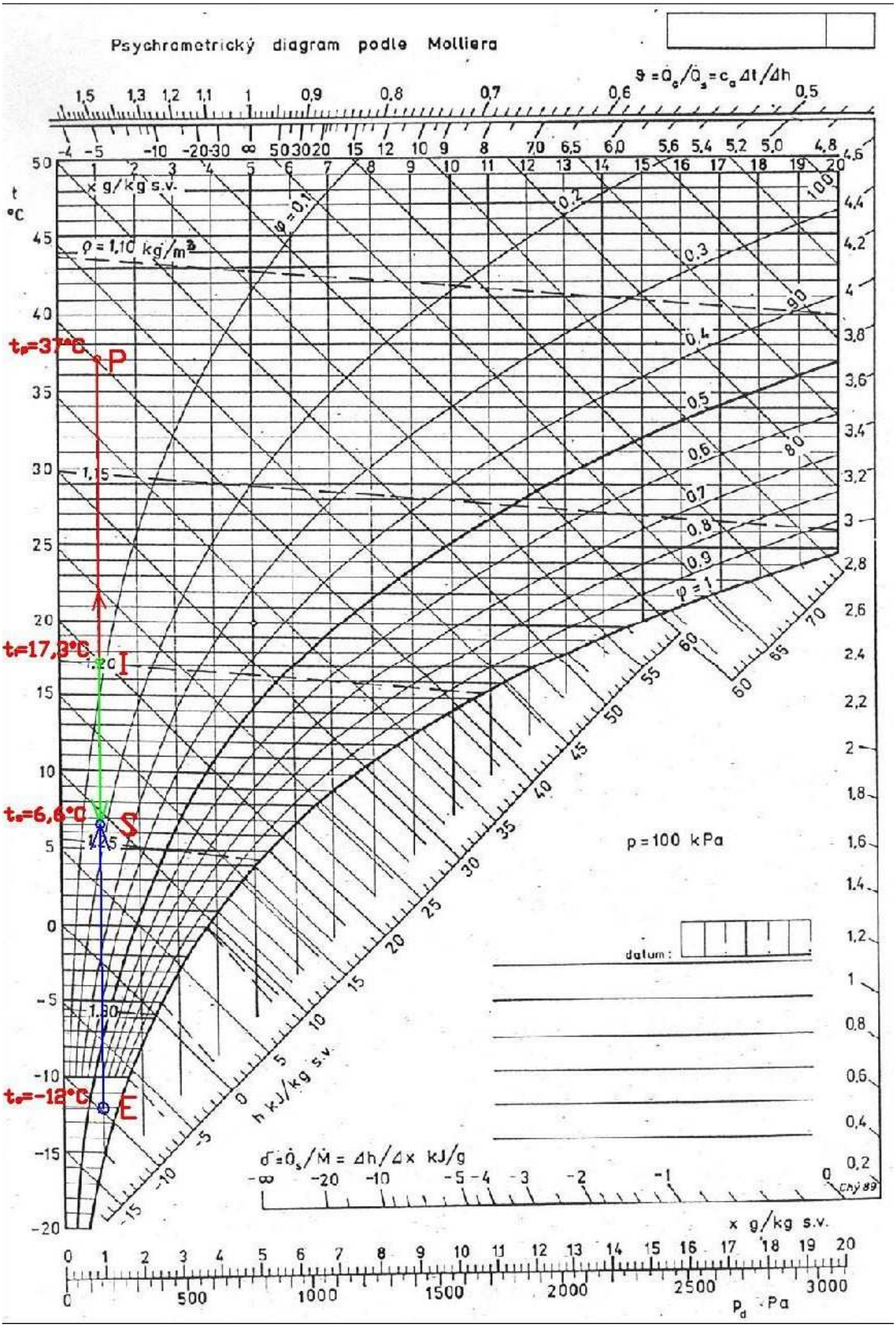
$$\dot{Q}_{oh} = 6{,}793\,.\,1{,}2\,.\,1010\,.\,(37 - 6{,}6) = 250{,}3\ \mathrm{kW}$$

Faktor citelného tepla autoservisu

$$\vartheta_i = \frac{\dot{Q}_{ic}}{\dot{Q}_i} = \frac{\dot{Q}_{ic}}{\dot{Q}_{ic} + \dot{Q}_{iv}} \tag{7.13}$$

$$\vartheta_i = \frac{-163{,}192}{-163{,}192 + 0{,}8} \cong 1$$

Úprava vzduchu ve vzduchotechnické jednotce při zimním provozu je znázorněna na obr. 7.2.

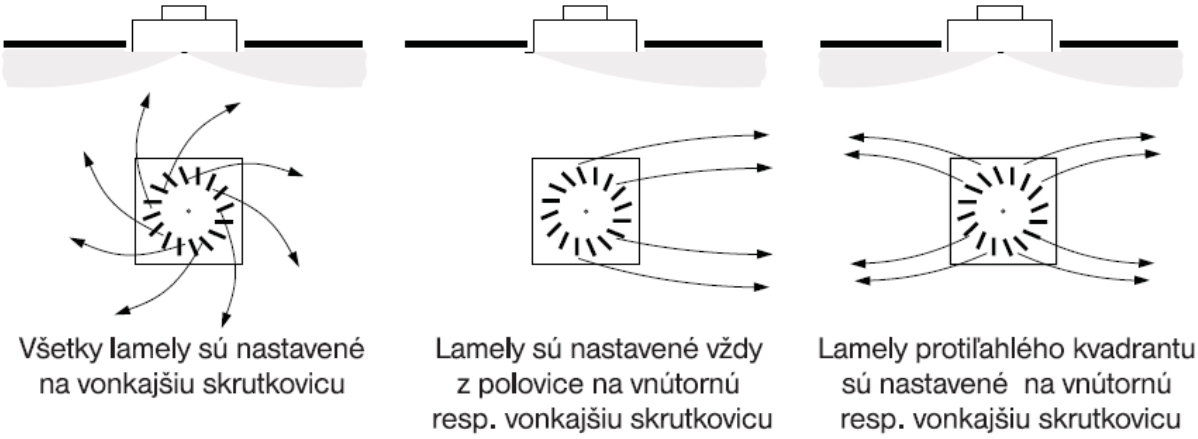


Obr. 7.2 Úprava vzduchu v zimním období

8. NÁVRH VÝUSTEK

V místnosti nejvíce ovlivňuje obraz proudění přiváděcí vyústka. Obraz proudění lze tedy změnit tvarem přiváděcí vyústky, počtem vyústek, umístněním v prostoru, zvolenou výtokovou rychlosti a také teplotou přiváděného vzduchu. Dobrou kombinací parametrů vyústky, lez dosáhnout požadovaných hodnot v pracovní či pobytové oblasti. Odváděcí vyústka slouží k odvodu méně kvalitního či znehodnoceného vzduchu z místnosti. Proto je dobré umístnit odsávací vyústku co nejblíže ke zdroji škodliviny.

Pro přívod vzduchu do místnosti 002, 003, 008 jsem použil vířivé vyústky s nastavitelnými lamelami dle obr. 8.1. Vyznačuji se intenzivním směšováním přiváděného vzduchu se vzduchem v interiéru a možností nastavení směru proudu vzduchu z vyústek. Tímto může být rozdíl ($\Delta t = t_p - t_i$) teplot přiváděného vzduchu a vzduchu v místnosti větší. Potom množství přiváděného vzduchu do místnosti vychází menší. Pro ostatní místnost byly použity regulovatelné vyústky do čtyřhranného potrubí.



Obr. 8.1 Proudění vzduchu z vířivých vyústek změnou nastavení vnitřních lamel [11]

Odsávání vzduchu je navrženo bud přímím odtahem ven do okolí nebo odsáváním vzduchu z místností montážní haly 002 a klempírny 003 regulovatelnými vyústkami do čtyřhranného potrubí.

8.1 Návrh přiváděcích vířivých vyústek

Pro přívod vzduchu do montážní haly 002, klempírny 003 a kanceláře mistra 008 byly použity vířivé vyústky s nastavitelnými lamelami od firmy IMOS-Systemair s.r.o. [11]. Dle těchto firemních katalogů byl proveden postupný návrh vyústek.

Provedu výpočet pro vzorovou místnost montážní haly 002.

Známé hodnoty:

$\dot{V}_{p\,002} = 4{,}031\ \mathrm{m^3\,.\,s^{-1}} \cong 14511{,}6\ \mathrm{m^3\,.\,h^{-1}}$ objemový tok přiváděného vzduchu do místnosti 002

$t_p = 37°\mathrm{C}$ teplota přiváděného vzduchu

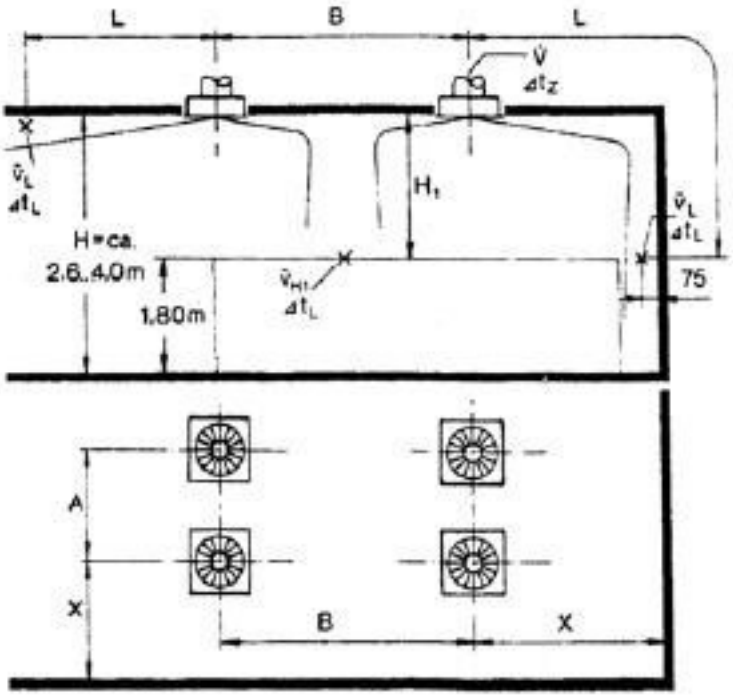
$t_i = 18\ °\mathrm{C}$ vnitřní výpočtová teplota

$$\Delta t = t_p - t_i \qquad (8.1)$$

$\Delta t = 37 - 18 = 19\ °C$ pracovní rozdíl teplot

$v_{H1} < 0{,}2\ m\ .\ s^{-1}$ střední rychlost proudění vzduchu mezi dvěma vyústkami ve vzdálenosti H_1 dle obrázku 8.2

Rozměry místnosti dle obr. 8.3.



Obr. 8.2 Popis umístnění a veličin potřebných k výpočtu vířivých vyústek [11]

Postup výpočtu:

1. Stanovím počet přívodních vyústek

$$n_v = 18$$

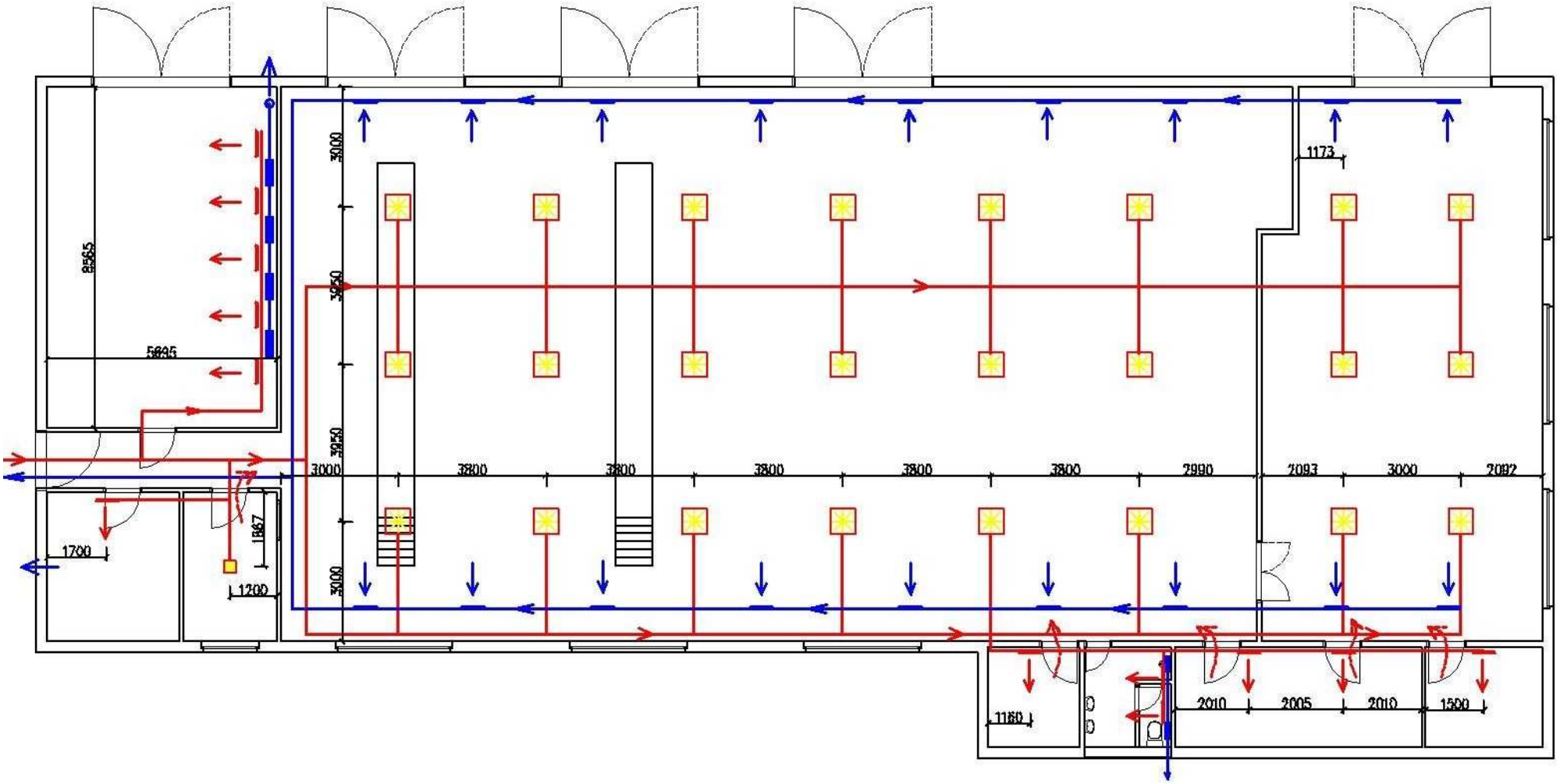
2. Stanovím objemový tok přiváděného vzduchu jednou vyústkou

$$\dot{V}_o = \frac{\dot{V}_{p\,002}}{n_v} \qquad (8.2)$$

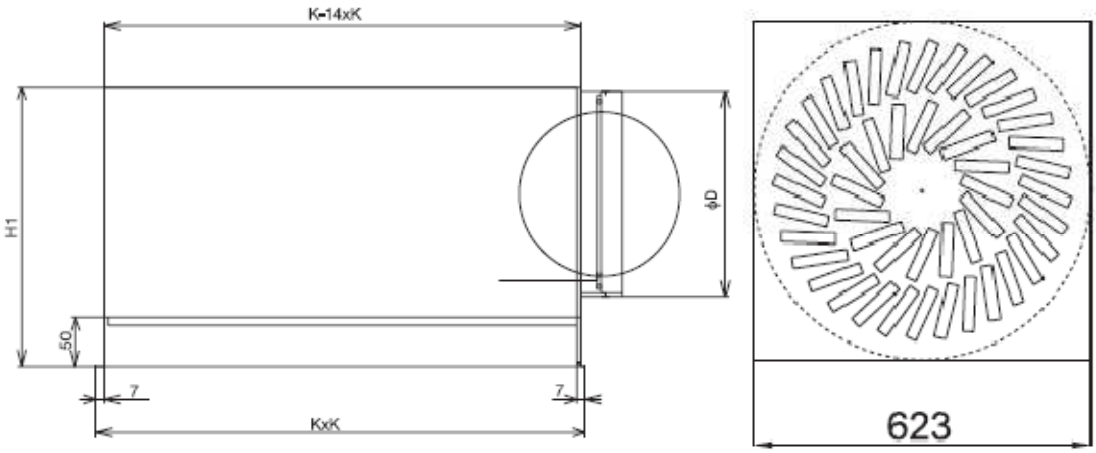
$$\dot{V}_o = \frac{14511{,}6}{18} = 806{,}2\ m^3\ .\ h^{-1}$$

3. Volba typu vyústky

Dle [11] se volí vyústka podle optimálního průtoku. Navržená vyústka IMOS- VVKR-Q-P-H-1-Q-625x48. Poslední číslo je 48 lamel. Schematický je vyústka zobrazena na obrázku 8.4 a její rozměry jsou v tab. 8.1.



Obr.8.3 Schéma rozmístění vyústek, červěně znázorněné je potrubí přívodní a modře potrubí odváděcí.

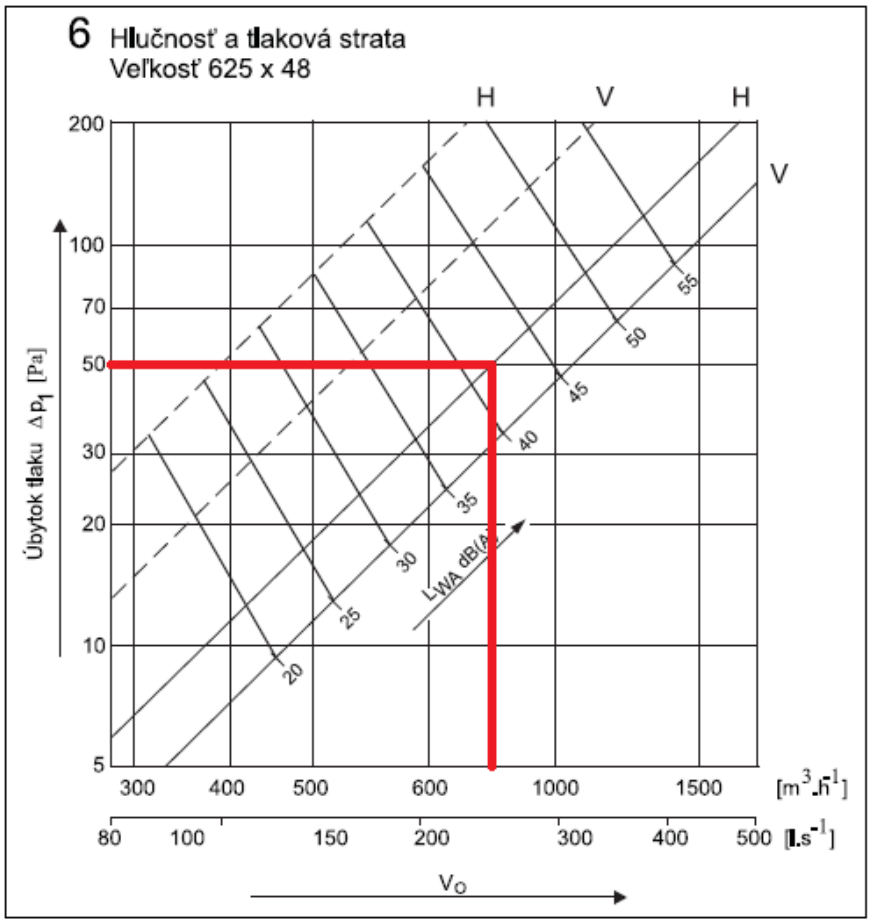


Obr. 8.4 Vířivá vyústka s nastavitelnými lamelami, provedení čtvercové s horizontální připojením, IMOS- VVKR-Q-P-H-1-Q-625x48

Tab. 8.1 Rozměry vířivé vyústky IMOS- VVKR-Q-P-H-1-Q-625x48 [11]

Velikost	Počet lamel	D	K	H_1	Váha
mm	-	mm	mm	mm	kg
625	48	248	615	340	12

4. Stanovení tlakové ztráty, hladiny akustického hluku obr. 8.5 a efektivní výtokové rychlosti



Obr. 8.5 Graf hlučnosti a tlakové ztráty vyústek 625x48 [11]

$\Delta p_v = 50$ Pa

$\mathrm{L_{wA}} = 42$ dB

$$v_{ef} = \frac{\dot{V}_o}{3600\ .\ S_{ef}} \tag{8.3}$$

$$v_{ef} = \frac{806{,}2}{3600\ .\ 0{,}0491} = 4{,}56\ \mathrm{m\ .\ s^{-1}}$$

kde:

$S_{ef} = 0{,}0491\ \mathrm{m^2}$ efektivní plocha zvolené vyústky z [11]

5. Určení velikosti střední rychlosti v_{H1} mezi dvěma vyústkami ve vzdálenosti H_1

$$H_1 = H - 1{,}8 \tag{8.4}$$

$H_1 = 3{,}75 - 1{,}8 = 1{,}95$ m

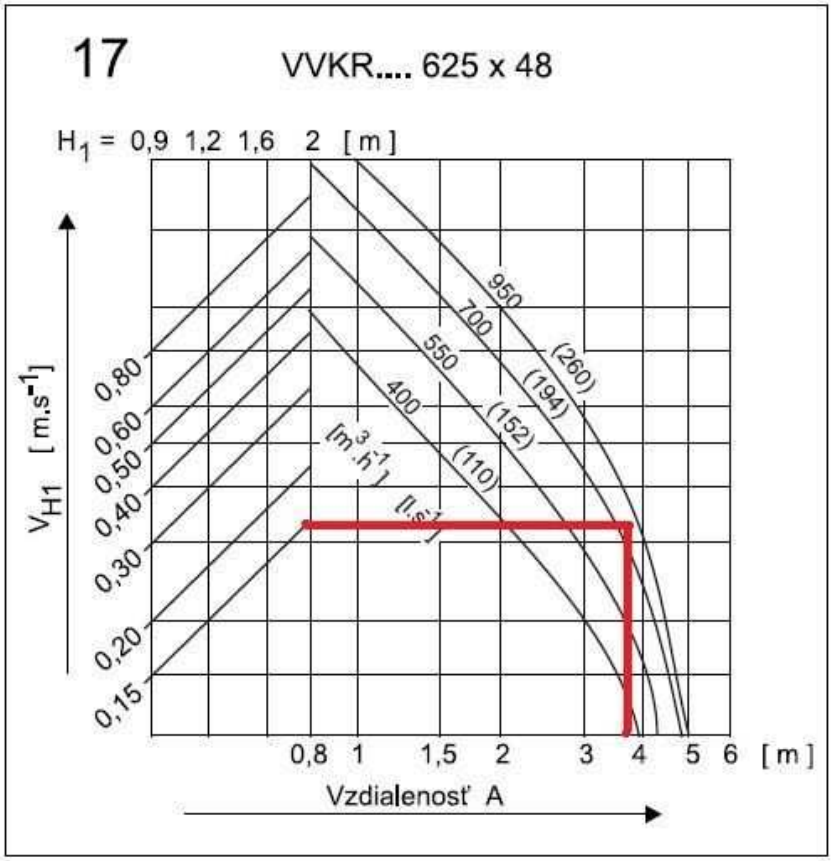
Kde:

H_1 výška mezi pracovní oblastí a vyústkou [m]

H výška mezi podlahou a vyústkou [m]

$1{,}8$ výška pracovní oblasti

V obrázku 8.3 je rozteč mezi vyústkami A = 3,95 m a B= 3,8 m. Výslednou střední rychlost mezi dvěma vyústkami odečteme z obr. 8.6.



Obr. 8.6 Stanovení střední výtokové rychlosti mezi dvěma vyústkami [11]

Pro rozteč A = 3,95 m vychází $v_{H1} = 0{,}16\ m\ .\ s^{-1} < 0{,}2\ m\ .\ s^{-1}$ vyústka vyhovuje

Pro rozteč B = 3,8 m vychází $v_{H1} = 0{,}15\ m\ .\ s^{-1} < 0{,}2\ m\ .\ s^{-1}$ vyústka vyhovuje

6. Stanovení teplotního rozdílu v pracovní oblasti (výška H_1)

Pro rozteč A = 3,95 m

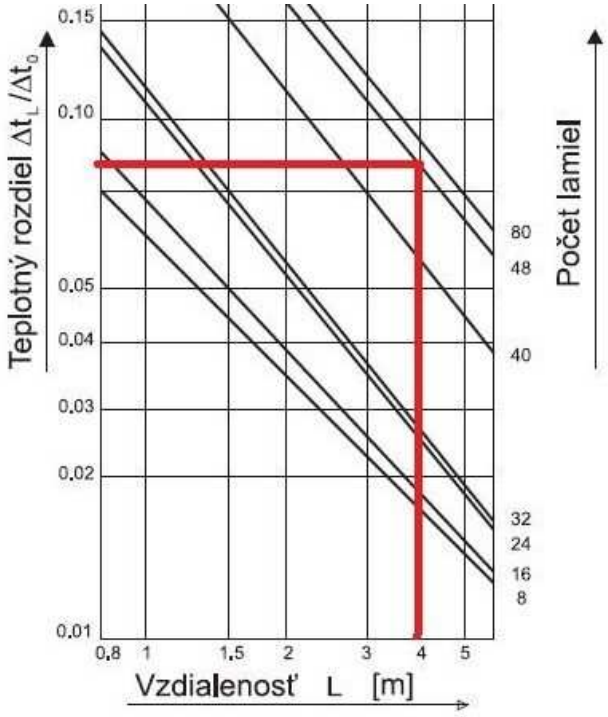
$$L = \frac{\mathrm{A}}{2} + H_1 \tag{8.5}$$

$$L = \frac{3{,}95}{2} + 1{,}95 = 3{,}925\ \mathrm{m}$$

Z obr. 8.7 se stanoví poměr teplotních rozdílů v pracovní oblasti a u vyústky.

$$\frac{\Delta t_L}{\Delta t} = 0{,}085 \tag{8.6}$$

$\Delta t_L = 0{,}085\ .\ 19 = 1{,}6\ °\mathrm{C}\ < 3\ °C$ vyhovuje



Obr. 8.7 Teplotní rozdíl přiváděného vzduchu oproti vnitřnímu vzduchu v pracovní oblasti [11]

Pro rozteč B = 3,8 m

$$L = \frac{\mathrm{B}}{2} + H_1 \tag{8.5}$$

$$L = \frac{3{,}8}{2} + 1{,}95 = 3{,}85\ \mathrm{m}$$

Z obr. 8.7 se stanoví poměr teplotních rozdílů v pracovní oblasti a u vyústky.

$$\frac{\Delta t_L}{\Delta t} = 0{,}08 \tag{8.6}$$

$\Delta t_L = 0{,}08\ .\ 19 = 1{,}5\ °\mathrm{C}\ < 3\ °C$ vyhovuje

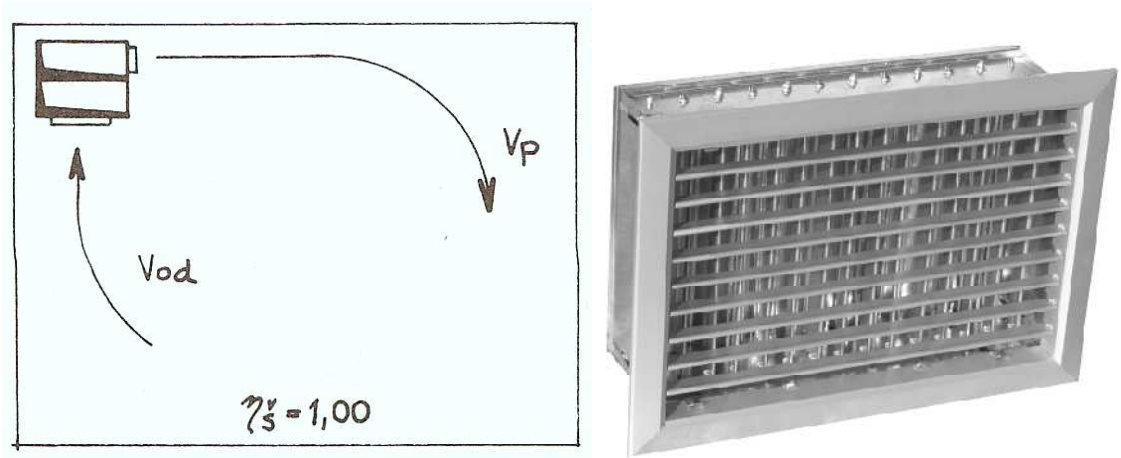
Obdobným způsobem jsou navrhovány vířivé vyústky pro místnost klempírny 003 a kanceláře mistra 002 a jsou popsány tabulce 8.2.

Místnost	Typ vyústky	Počet	Tlaková ztráta	Hladina akustického hluku	Efektivní výtoková rychlost	Střední rychlost mezi vyústkami	Vyšší teplotní rozdíl
-	-	-	Pa	dB	$m . s^{-1}$	$m . s^{-1}$	°C
Montážní hala	IMOS- VVKR-Q-P-H-1-Q-625x48	18	50	42	4,56	0,16	1,6
Klempírna	IMOS- VVKR-Q-P-H-1-Q-625x40	6	28	33	4,07	0,16	2,3
Kancelář mistra	IMOS- VVKR-Q-P-V-1-Q-300x8	1	28	26	5,48	-	0,8

Tabulka 8.2 Vířivé vyústky v jednotlivých místnostech a jejich hodnoty.

8.2 Návrh přiváděcích vyústek do čtyřhranného potrubí.

Vyústky do čtyřhranného potrubí (obr.8.8) jsou umístněny ve zbylých místnostech. Přívod je vodorovný pod stropem. Vzdálenost vyústek od stropu je vždy menší jak 0,8m. Tím vytékající proud přilne ke stropu a má větší dosah. Proud se ohne o protilehlou stěnu, klesá k podlaze a vrací se zpět ke stěně, z které je vyfukován. Pod přívodním potrubím jsou odváděcí vyústky. Tyto odpadní vzduch odsávají z místnosti klempírny 001 a z WC s umývárnou 006. V místnostech, kde není odsávací potrubí, vzduch proudí dveřní mřížkou do okolní místnosti a zde je odsáván. Vzorový výpočet provedu pro místnost myčky 001.



Obr. 8.8 Proudění vzduchu v místnosti s vyústkami do čtyřhranného potrubí a vyústka.

Známé hodnoty:

$\dot{V}_{p\,001} = 1{,}384\ \mathrm{m^3\,.\,s^{-1}} \cong 4982\ \mathrm{m^3\,.\,h^{-1}}$ objemový tok přiváděného vzduchu do místnosti 001

$t_p = 37°\mathrm{C}$ teplota přiváděného vzduchu

$t_i = 15\ °\mathrm{C}$ vnitřní výpočtová teplota

$\Delta t = t_p - t_i = 37 - 15 = 22\ °\mathrm{C}$ pracovní rozdíl teplot

$w_{xmax} \leq 0{,}5\ \mathrm{m\,.\,s^{-1}}$ rychlost vzduchu v ose proudu ve vzdálenosti *x* od vyústky, (pro myčku může být klidně větší)

Postup výpočtu

1. Stanovení dosahu proudu L [m]

$$L = H + L_s \tag{8.7}$$

$$L = 4{,}115 + 5{,}895 \cong 10\ \mathrm{m}$$

Kde:

$H_m = 4{,}115\ \mathrm{m}$ výška místnosti

$L_s = 5{,}895\ \mathrm{m}$ vzdálenost k protilehlé stěně (šířka místnosti)

2. Stanovení počtu vyústek n_v[-]

$$n_v = \frac{L_m}{r} \tag{8.8}$$

$$n_v = \frac{8{,}565}{4{,}4} = 1{,}9 \rightarrow 2$$

Já však volím vyústek 5, jelikož je do místnosti přiváděn velký objemový tok vzduchu.

Kde:

$L_m = 8{,}565\ \mathrm{m}$ délka místnosti (ve směru vzduchovodu)

$$r = 2\,.\,L.\,tg\,\frac{\alpha_V}{2} \tag{8.9}$$

$r = 2\,.10.\,tg\,\frac{25}{2} = 4{,}4\ \mathrm{m}$ vzdálenost mezi vyústkami

$\alpha_V = 20 \div 30°$ úhel rozptylu proudu vzduchu z vyústky

3. Objemový tok přiváděného vzduchu jednou vyústkou dle (8.2)

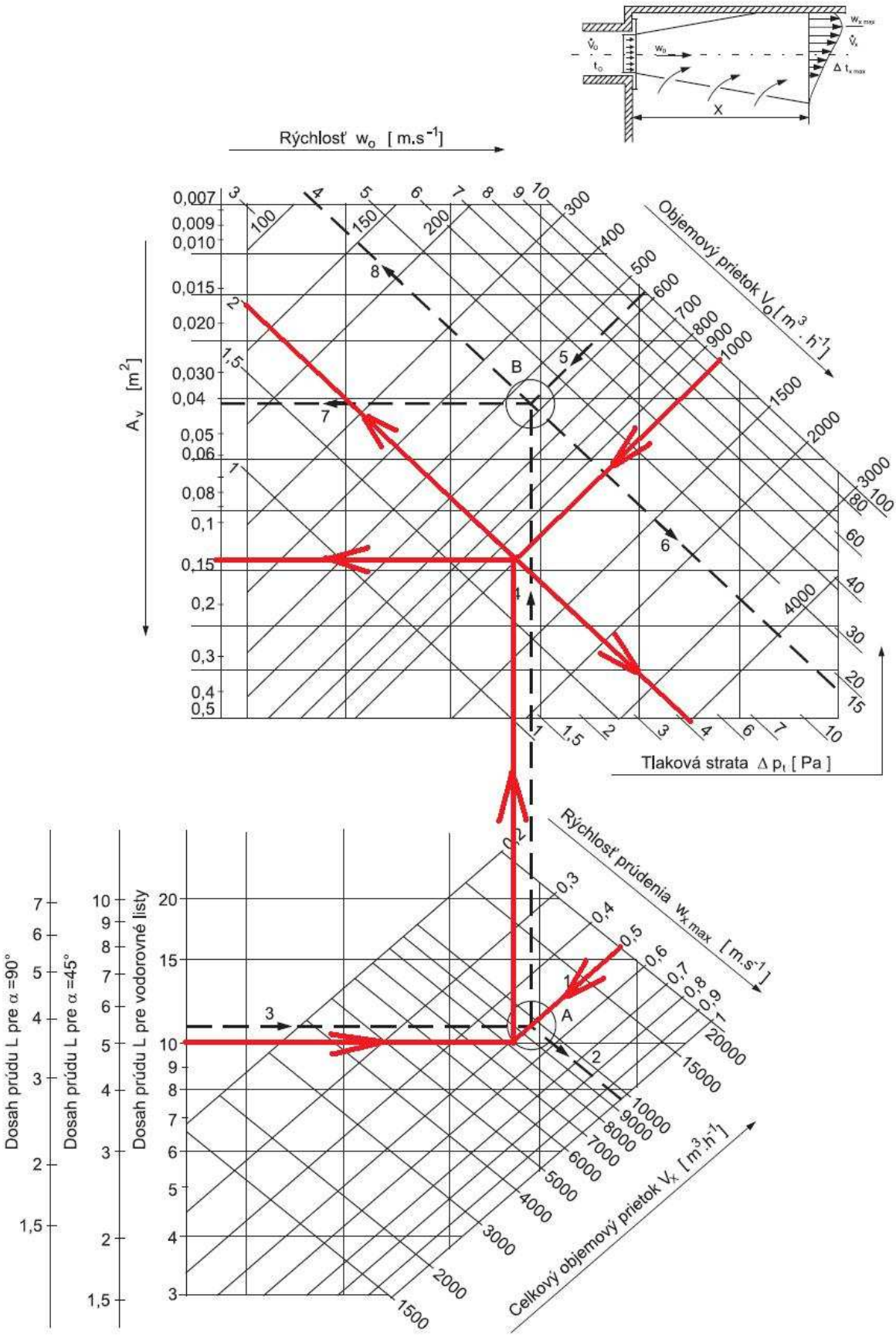
$$\dot{V}_o = \frac{\dot{V}_{p\,001}}{n_v} = \frac{4982}{5} = 996{,}4\ \ \mathrm{m^3\,.\,h^{-1}}$$

Kde:

$\dot{V}_{p\,001} = 4982\ \ \mathrm{m^3\,.\,h^{-1}}$ objemový tok přiváděný do myčky 001

4. Stanovení volného průřezu vyústky A_v , rychlosti ve volném průřezu vyústky w_0 a tlakové ztráty z obr. 8.9.

$A_v = 0{,}14\ \mathrm{m^2}\ ,\ w_0 = 2\ \mathrm{m^3\,.\,s^{-1}}\ ,\ \Delta p_v = 4{,}5\ \mathrm{Pa}$



Obr. 8.9 Nomogram pro stanovení hodnot čtyřhranných vyústek IMOS [11]

6. Stanovení typu vyústky, akustického hluku $\mathrm{L_{wA}}$ a teplotního rozdílu Δt_L dle [11]

Typ vyústky: **IMOS-VP1-2-635-325-1**

$\mathrm{L_{wA}} = 13\ \mathrm{dB}$

$\frac{\Delta t_L}{\Delta t} = 0{,}22$

$\Delta t_L = 0{,}22\ .\ 22 = 4{,}8\ °\mathrm{C}$ není $< 3\ °C$ jelikož se jedná o mycí proces lze toto zanedbat a naopak, je to výhodné při vysoušení vozu po mycím procesu

Seznam navrhnutých přívodních vyústek i pro ostatní místnosti je v tabulce 8.3.

Tab. 8.3. Navrhnuté vyústky a jejich parametry.

Místnost	Typ vyústky	Počet	Tlaková ztráta	Hladina akustického hluku	Rychlost vzduchu v ose proudu	Rychlost ve volném průřezu vyústky	Teplotní rozdíl
-	-	-	Pa	dB	$\mathrm{m\ .\ s^{-1}}$	$\mathrm{m\ .\ s^{-1}}$	°C
Myčka	IMOS-VP1-2-635-325-1	5	4,5	13	0,5	2	4,8
Kompresor	IMOS-VP1-2-325-125-1	1	8	12	0,35	2,7	3
Sklad	IMOS-VP1-2-225-125-1	2	13	10	0,34	3,6	2,2
WC, umývárna	IMOS-VP1-2-325-125-1	2	8	12	0,35	2,9	2,2
Příruční sklad	IMOS-VP1-2-225-125-1	1	7	12	0,35	2,8	2
Čistidla myčky	IMOS-VP1-2-225-125-1	1	12	17	0,32	3,2	2,3

8.3 Návrh odváděcích vyústek

Byly navrženy regulovatelné vyústky do čtyřhranného potrubí. Ukázkový výpočet provedu pro místnost myčky 001.

Známé hodnoty

$\dot{V}_{od001} = 4982\ \mathrm{m^3\ .\ h^{-1}}$ objemový tok odváděného vzduchu z myčky

Výpočet

1. Objemový tok jednou vyústkou dle (8.2)

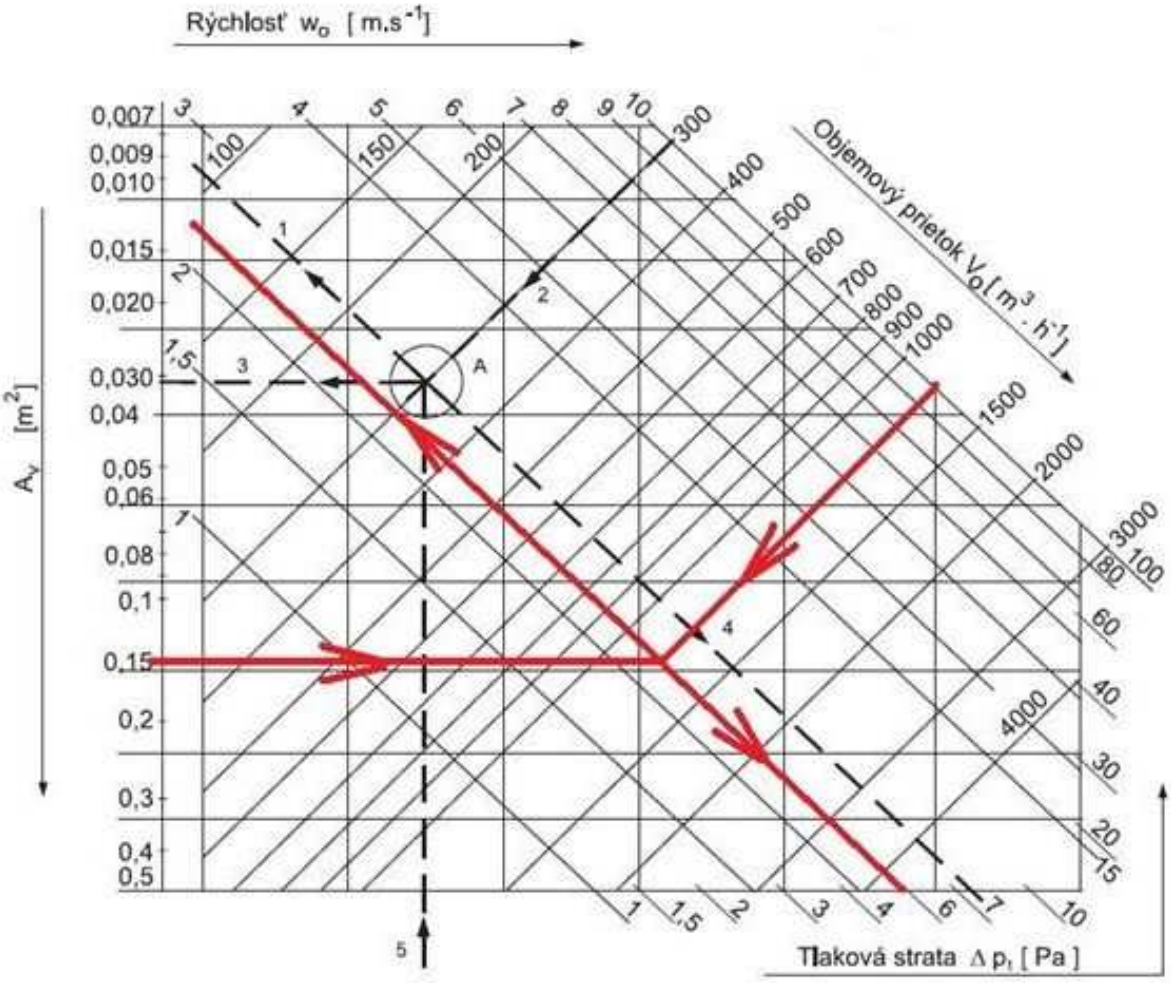
$$\dot{V}_o = \frac{\dot{V}_{od001}}{n_v} = \frac{4982}{4} = 1245{,}5\ \mathrm{m^3\ .\ h^{-1}}$$

Kde:

$n_v = 4$ počet zvolených odváděcích vyústek

2. Stanovení typu vyústky, tlakové ztráty Δp_v , rychlosti ve volném průřezu vyústky w_0 z obr. 8.9 a hladiny akustického hluku dle [11].

Zvolím stejný typ vyústky, jako jsou přívodní **IMOS-VP1-2-635-325-1,** tudíž volný průřez vyústky je $A_v = 0{,}14\ \mathrm{m^2}$. Potom vychází $\Delta p_v = 6\ \mathrm{Pa}$, $w_0 = 2{,}4\ \mathrm{m^3\ .\ s^{-1}}$, $\mathrm{L_{wA}} = 18\ \mathrm{dB}$.



Obr. 8.9 Nomogram čtyřhranné vyústky volného proudu.

Pro ostatní místnosti jsou navržené odváděcí vyústky popsány v tabulce 8.4.

Tab. 8.4 Navržené čtyřhranné odváděcí vyústky.

Místnost	Typ vyústky	Počet	Objemový tok odváděný vyústkou	Tlaková ztráta	Rychlost ve volném průřezu vyústky	Hladina akustického hluku
-	-	-	$m^3 . h^{-1}$	Pa	$m . s^{-1}$	dB
Myčka	IMOS-VP1-2-635-325-1	4	1245	6	2,4	18
Montážní hala	IMOS-VP1-2-635-325-1	14	980	4,5	2	18
Klempírna	IMOS-VP1-2-635-325-1	4	974	4,5	2	18
WC, umývárna	IMOS-VP1-2-325-145-1	2	199	3,8	1,8	5

9. NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÉ SÍTĚ

Vzduchotechnické sítě slouží k distribuci vzduchu po (do, z) objektu. Lze je rozdělit na část přiváděcí vzduch a na část vzduch odváděcí. Přiváděcí částí vzduchovodu slouží k distribuci vzduchu ze vzduchotechnické jednotky a odváděcí část naopak vrací vzduch z místností do jednotky. Odváděcí potrubí také může odsávat vzduch z místnosti přímo ven do okolí. Vzduchovody tvoří přímé potrubí a části potrubní sítě jako klapky, oblouky, koncové elementy atd. Vzduchovody tvoří významnou část investičních nákladů, proto se musí navrhovat důsledně.

Projekční návrh vzduchovodů je tvořen:

1. Volbou typu vzduchovodu (čtyřhranné, kruhové)
2. Návrh vedení jednotlivých tras větví (vychází z umístnění vyústek, jednotky atd.)
3. Dimenzování úseku vzduchotechnické (stanovení průměru potrubí, tlakových ztrát)
4. Stanovení dopravního tlaku ventilátoru

Pro autoservis byly navrženy především čtyřhranné vzduchovody z pozinkovaného plechu se standardní drsností $\varepsilon = 0{,}15\ \mathrm{mm}$ od firmy IMOS- Sytemair. Jednotlivé díly potrubí jsou spojeny přírubami a vířivé vyústky či komponenty místního odsávaní jsou napojeny flexi potrubím stejné firmy. Vzduchotechnické potrubí je opatřeno tepelnou izolací, pro lepší teplotní regulaci celou systému, snížení tepelných ztrát a pro zamezení kondenzace vodní páry v potrubí. Samozřejmostí je instalace protipožární klapky na vstupu potrubí do objektu.

9.1 Dimenzování vzduchovodu

Průřezy vzduchovodů se určují na základě aerodynamických výpočtů. Rychlosti a tlakový spád jsou voleny s přihlédnutím k investičním a provozním nákladům. Výpočet byl proveden metodou celkových tlaků dle [8].

Postup výpočtu

1. Potrubní sít rozdělím na jednotlivé úseky, které označím pořadovými čísly (obr. 9.1 a 9.2). Místo spojování jednotlivých úseku se nazývá uzel a je v obr. 9. označen písmenem. Tlakové ztráty v uzlech jsou stejné v sací větvi při spojení proudu a ve výtlačné větvi po rozdělení proudu. Potrubní sít má více úseku proto budu počítat každý úsek samostatně.

   Například pro uzly z obr. 9.1 musí platit:

   Uzel A: $\Delta p_{z2} \leq \Delta p_{z1}$ (9.1)

   Uzel B: $\Delta p_{z4} \leq \Delta p_{z1} + \Delta p_{z3}$ (9.2)

2. Odhadem nebo za pomocí výpočtu stanovím tzv. hlavní větev, která se nazývá magistrála v obrázku 9.1 je označena červeně. Magistrála je souhrn na sebe navazujících úseků, z nichž jeden koncový úsek je napojen na ventilátor a druhým koncem se vzduch do místnosti přivádí nebo odvádí. Magistrála má ze všech možných kombinací vedení vzduchovodu největší tlakovou ztrátu.
3. Stanovím délky jednotlivých úseku a přiřadím jim jejich objemové toky vzduchu.
4. Zvolím si doporučenou rychlost proudění w^* [m . s^{-1}] u koncového úseku dle [8] a stanovým počáteční průřez vzduchovodu S^* [m^2]. Z daného průřezu stanovím velikost potrubí. Nebo lze obrácené podle velikosti připojovacího potrubí ke koncovému prvku stanovit rychlost proudění vzduchu.

$$S^* = \frac{\dot{V}}{w^*} \tag{9.3}$$

Kde:

$\dot{V}$ objemový tok proudící daným úsekem [m^3 . s^{-1}]

$S^* = a \,.\, b$ pro čtyřhanné potrubí (9.4)

$S^* = \frac{\pi \,.\, d^2}{4}$ pro kruhové potrubí (9.5)

a, b, d šířka, výška, průměr vzduchovodu [m]

5. Rychlosti proudění v hlavní nebo vedlejší větvi by směrem od koncového úseku k ventilátoru neměly klesat, aby v důsledku poklesu hybnosti nedocházelo k zanášení potrubní sítě např. prachem.

$$\frac{w_{i+1}}{w_i} \geq 1 \tag{9.6}$$

Zvolím si tedy následující rozměry potrubí a, b nebo d, ze kterých vypočítám průřez potrubí S [m^2]. Ten dosazením do vztahu (9.7) a vypočtená rychlost musí splňovat podmínku ze vztahu (9.6)

$$w_{i+1} = \frac{\dot{V}}{S} \tag{9.7}$$

6. Vypočítám tlakovou ztrátu jednotlivých úseku.

Celková tlaková ztráta úseku Δp_z [Pa]

$$\Delta p_z = \Delta p_t + \Delta p_m \tag{9.8}$$

Kde:

Δp_t tlaková ztráta třením [Pa]

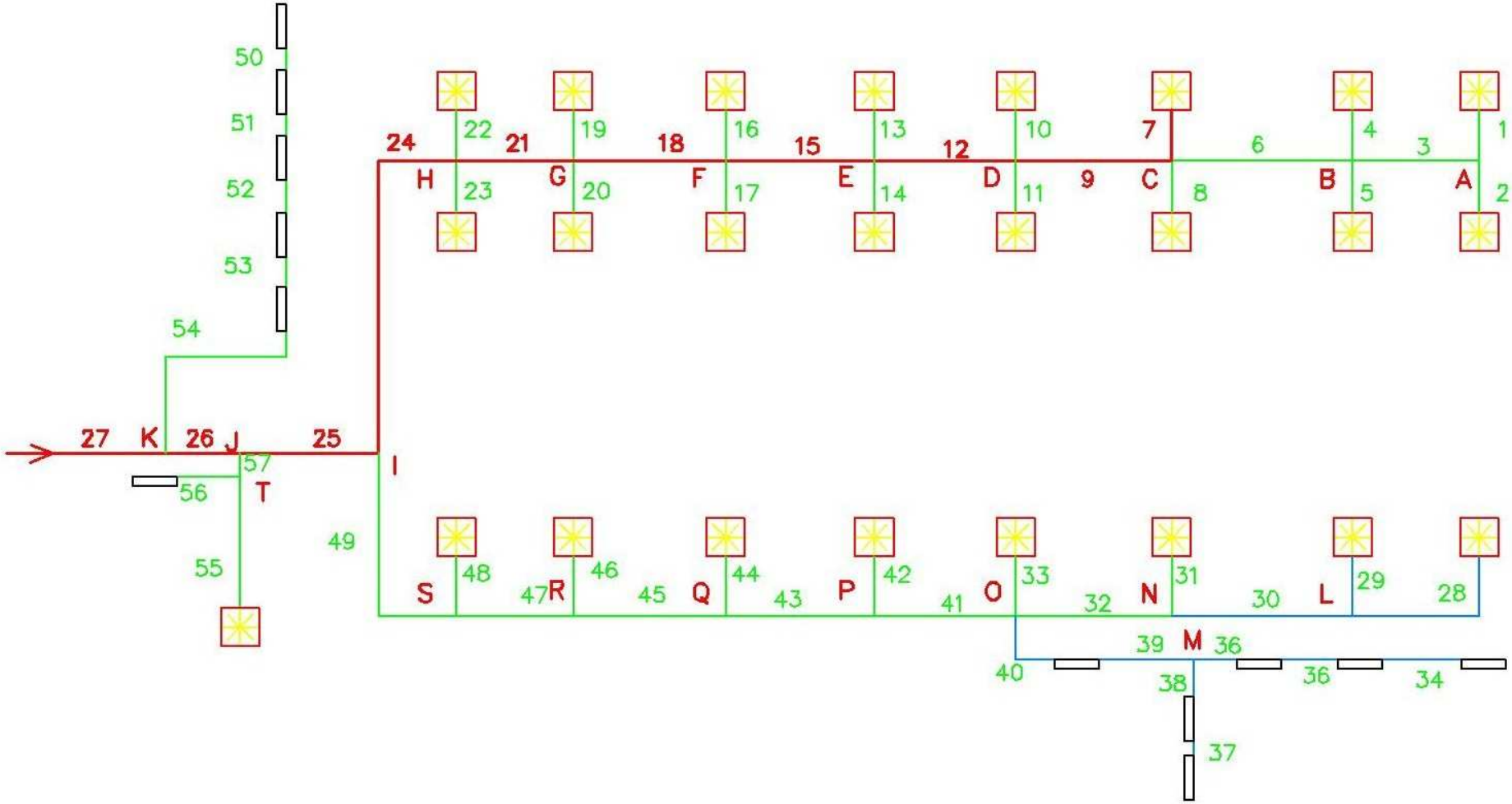
Δp_m tlaková ztráta místními odpory [Pa]

$$\Delta p_t = R \,.\, l \tag{9.9}$$

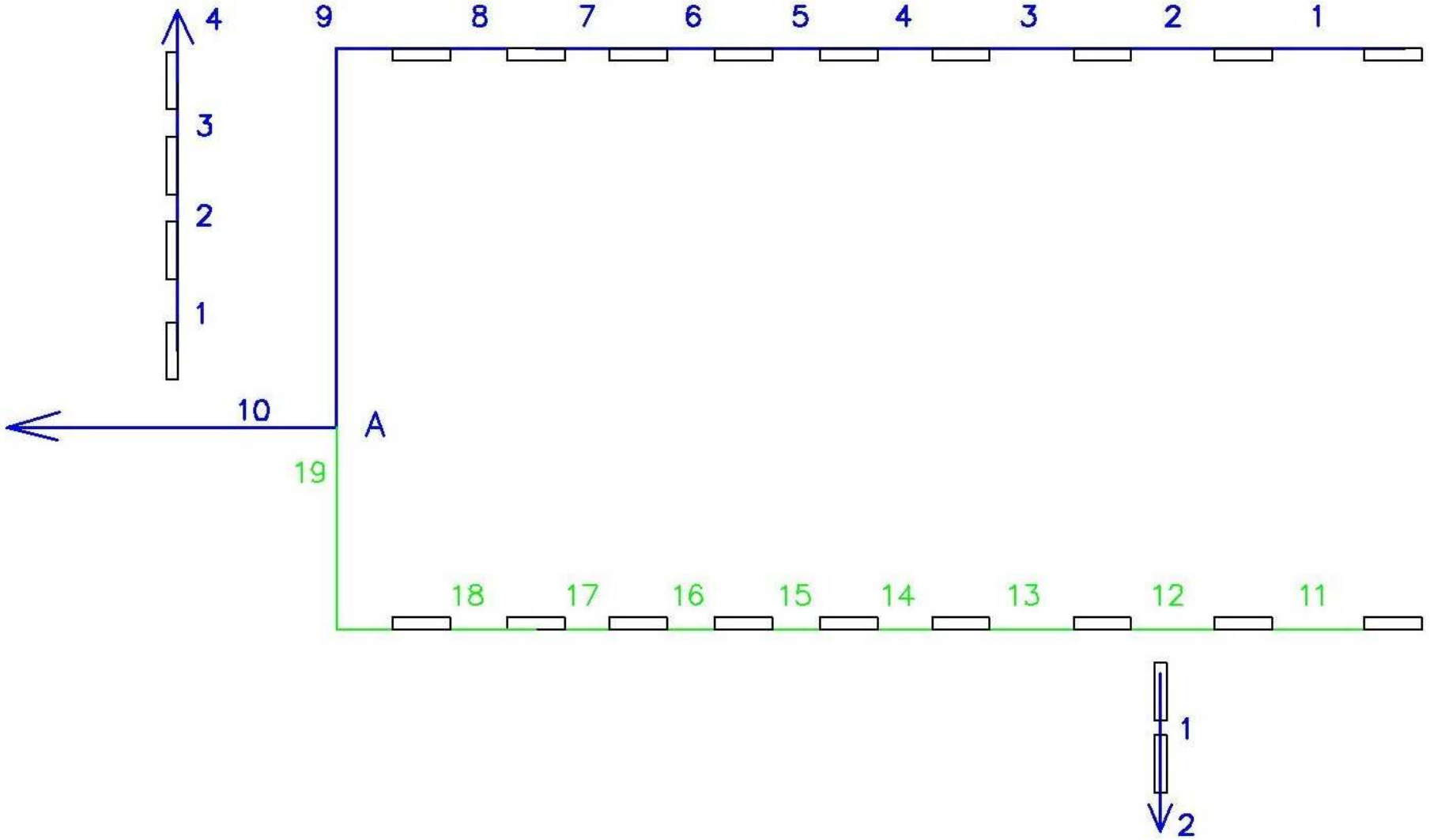
Kde:

$$R = 0{,}01218 \,.\, w^{1{,}875} \,.\, {d_{ekv}}^{-1{,}235} \tag{9.10}$$

R tlakový spád potrubí pro drsnost $\varepsilon = 0{,}15$ mm, [Pa .m^{-1}]



Obr. 9.1 Schéma přívodního vzduchovodu, červeně znázorněné je hlavní větev, vedlejší větev je znázorněna zeleně a modře.



Obr. 9.2 Hlavní větev odváděcího vzduchovodu do jednotky, z WC s umývárnou a myčky je zakreslena modře. Vedlejší větev je zobrazena zeleně

$$d_{ekv} = \frac{2 \,.\, a \,.\, b}{a + b} \tag{9.11}$$

d_{ekv} ekvivalentní průměr pro čtyřhranné potrubí [m]

$$\Delta p_m = \sum \xi \,.\, \rho \,.\, \frac{w^2}{2} \tag{9.12}$$

Kde:

ξ součinitel místních odporů [-], dle [8].

Vypočtené dimenze potrubí a jejich talkové ztráty přívodní magistrály jsou uvedeny v tabulce 9.2. Pro magistrálu odváděcí v tab. 9.3. Výpočet ostatní větví potrubí je uveden v příloze 17. V tabulce 9.1 jsou uvedeny hodnoty tlakových ztrát hlavních větví přívodního a odváděcího potrubí. Pro dimenzování ventilátoru je zapotřebí přičíst tlakovou ztrátu komor vzduchotechnické jednoty (kap. 10).

Tab. 9.1 Celková tlaková ztráta hlavních větví po vzduchotechnickou jednotku.

Hlavní větev (magistrála) vzduchovodu	Výsledná tlaková ztráta [Pa]
Přívodní potrubí (7+9+12+15+18+21+24+25+26+27)	304
Odváděcí potrubí (1+2+3+4+5+6+7+8+9+10)	417,2

9. 2 Zaregulování vzduchovodů

Tlaková ztráta hlavní větve je větší než tlaková ztráta větve vedlejší. Pro dosažení projektovaných průtoků vzduchu jednotlivými větvemi je zapotřebí vedlejší větve přiškrtit (klapkou, clonou) a tím zvýšit jejich tlakovou ztrátu, která se rovná tlakové ztrátě magistrály.

Kontrola regulovatelnosti vyústkami

Vířivá vyústka 625x48 v místnosti 002.

Z tabulky 8.2 je tlaková ztráta vyústky $\Delta p_v = 50$ Pa a z kap. 8.1 je objemový tok přiváděný vyústkou $\dot{V}_0 = 806{,}2\ m^3 \,.\, h^{-1}$. Z přiváděcího potrubí vyústkou reguluji největší tlak $\Delta p_{vr} = 31{,}7$ Pa. Takže celková tlaková ztráta vyústky je:

$$\Delta p_{vc} = \Delta p_v + \Delta p_{vr} \tag{9.13}$$

$$\Delta p_{vc} = 50 + 31{,}7 = 81{,}7 \text{ Pa}$$

Z obr. 8.5 lze pro $\dot{V}_0 = 806{,}2\ m^3 \,.\, h^{-1}$ odečíst, že vyústka je schopna tento tlak zaregulovat při hodnotě akustického hluku $\mathrm{L_{wA}} = 44{,}5$ dB. Je to též největší hodnota v celém autoservisu.

Vířivá vyústka 625x40 místnost 003 se stanoví z nomogramu dle [11] pro:

$\dot{V}_0 = 593{,}3\ m^3 \,.\, h^{-1}$,

$\Delta p_v = 28$ Pa,

$\Delta p_{vr} = 31{,}7$ Pa doregulovaný tlak vyústkou z tab. 9.7.

$\Delta p_{vc} = 28 + 31{,}7 = 59{,}7$ Pa

Tento tlak je regulovatelný při hladině akustického hluku $\mathrm{L_{wA}} = 37$ dB.

Vířivá vyústka 300x8 místnost 008, nic nereguluje a má hodnoty z tab. 8.2.

Tab. 9.2 Dimenze a tlakové ztráty části přívodního potrubí, hlavní větev je vyznačena tučně.

Číslo úseku	Objemový průtok daného úseku		Délka úseku	Navržený vzduchovod			Skutečné hodnoty		Ekvival. průměr	Tlakový spád	Součinitel místních odporů	Tlaková ztráta			
				Průměr	Šířka	Výška	Průřez potrubí	Rychlost v potrubí				Třením	Místními odpory	Vyústky	Celková
	V		l	d	a	b	S	w	d_e	R	∑ξ	Δp_t	Δp_m	Δp_v	Δp_z
	$m^3 . h^{-1}$	$m^3 . s^{-1}$	m	mm	mm	mm	m^2	$m . s^{-1}$	m	$Pa . m^{-1}$	-	Pa	Pa	Pa	Pa
1	593	0,165	1,662	250	-	-	0,049	3,36	0,25	0,6538	1,845	1,1	12,48	28	41,6
2	593	0,165	1,662	250	-	-	0,049	3,36	0,25	0,6538	1,845	1,1	12,48	28	41,6
3	1187	0,330	3	-	250	315	0,079	4,19	0,279	0,8641	0,064	2,6	0,67	-	3,3
4	593	0,165	1,662	250	-	-	0,049	3,36	0,25	0,6538	1,227	1,1	8,30	28,0	37,4
5	593	0,165	1,662	250	-	-	0,049	3,36	0,25	0,6538	1,227	1,1	8,30	28,0	37,4
6	2373	0,659	5,232	-	400	315	0,126	5,23	0,352	0,9828	0,001	5,1	0,02	-	5,2
7	**806**	**0,224**	**1,662**	**250**	**-**	**-**	**0,049**	**4,56**	**0,25**	**1,1618**	**1,494**	**1,9**	**18,66**	**50**	**70,6**
8	806	0,224	1,662	250	-	-	0,049	4,56	0,25	1,1618	1,494	1,9	18,66	50	70,6
9	**3986**	**1,107**	**3,8**	**-**	**630**	**315**	**0,198**	**5,58**	**0,420**	**0,8927**	**0,003**	**3,4**	**0,06**	**-**	**3,5**
10	806	0,224	1,662	250	-	-	0,049	4,56	0,25	1,1618	1,595	1,9	19,92	50	71,9
11	806	0,224	1,662	250	-	-	0,049	4,56	0,25	1,1618	1,595	1,9	19,92	50	71,9
12	**5598**	**1,555**	**3,8**	**-**	**630**	**400**	**0,252**	**6,17**	**0,489**	**0,8930**	**0,050**	**3,4**	**1,14**	**-**	**4,5**
13	806	0,224	1,662	250	-	-	0,049	4,56	0,25	1,1618	1,615	1,9	20,16	50	72,1
14	806	0,224	1,662	250	-	-	0,049	4,56	0,25	1,1618	1,615	1,9	20,16	50	72,1
15	**7210**	**2,003**	**3,8**	**-**	**800**	**400**	**0,320**	**6,26**	**0,533**	**0,8246**	**0,002**	**3,1**	**0,05**	**-**	**3,2**
16	806	0,224	1,662	250	-	-	0,049	4,56	0,25	1,1618	1,551	1,9	19,37	50	71,3
17	806	0,224	1,662	250	-	-	0,049	4,56	0,25	1,1618	1,551	1,9	19,37	50	71,3
18	**8823**	**2,451**	**3,8**	**-**	**900**	**400**	**0,360**	**6,81**	**0,554**	**0,9214**	**0,001**	3,5	0,04	**-**	**3,5**
19	806	0,224	1,662	250	-	-	0,049	4,56	0,25	1,1618	1,510	1,9	18,86	50	70,8
20	806	0,224	1,662	250	-	-	0,049	4,56	0,25	1,1618	1,510	1,9	18,86	50	70,8
21	**10435**	**2,899**	**3,8**	**-**	**1000**	**400**	**0,400**	**7,25**	**0,571**	**0,9967**	**0,000**	**3,8**	**0,01**	**-**	**3,8**
22	806	0,224	1,662	250	-	-	0,049	4,56	0,25	1,1618	1,496	1,9	18,68	50	70,6
23	806	0,224	1,662	250	-	-	0,049	4,56	0,25	1,1618	1,496	1,9	18,68	50	70,6
24	**12048**	**3,347**	**6,681**	**-**	**1120**	**400**	**0,448**	**7,47**	**0,589**	**1,0153**	**1,343**	**6,8**	**44,97**	**-**	**51,8**
25	**19138**	**5,316**	**2,059**	**-**	**900**	**710**	**0,639**	**8,32**	**0,794**	**0,8604**	**0,040**	**1,8**	**1,66**	**-**	**3,4**
26	**19472**	**5,409**	**2,806**		**900**	**710**	**0,639**	**8,46**	**0,794**	**0,8888**	**1,000**	**2,5**	**42,99**	**-**	**45,5**
27	**24454**	**6,793**	**9,7**		**900**	**710**	**0,639**	**10,63**	**0,794**	**1,3624**	**1,980**	**13,2**	**101,03**	**-**	**114,2**
															304

Tab. 9.3 Dimenze a tlakové ztráty hlavní odváděcí magistrály

Číslo úseku	Objemový průtok daného úseku		Délka úseku	Navržený vzduchovod		Skutečné hodnoty		Ekvival. průměr	Tlakový spád	Součinitel místních odporů	Tlaková ztráta			
				Šířka	Výška	Průřez potrubí	Rychlost v potrubí				Třením	Místními odpory	Vyústky	Celková
	V		l	a	b	S	w	d_e	R	∑ξ	Δp_R	Δp_m	Δp_v	Δp_z
	$m^3 . h^{-1}$	$m^3 . s^{-1}$	m	mm	mm	m^2	$m . s^{-1}$	m	$Pa . m^{-1}$	-	Pa	Pa	Pa	Pa
1	974,7	0,2708	2	250	400	0,1000	2,70759	0,308	0,3380	0,050	0,7	0,2	4,5	5,4
2	1949	0,5415	6,172	400	400	0,1600	3,38449	0,400	0,3715	0,000	2,3	0,0	4,5	6,8
3	2930	0,8138	3,138	400	400	0,1600	5,08627	0,400	0,7973	0,040	2,5	0,6	19,5	22,6
4	3910	1,0861	3,125	500	400	0,2000	5,43044	0,444	0,7914	0,000	2,5	0,0	22,5	25,0
5	4890	1,3584	3,125	500	400	0,2000	6,79186	0,444	1,2038	0,010	3,8	0,3	32	36,0
6	5870	1,6307	3,125	560	400	0,2240	7,27971	0,467	1,2909	0,000	4,0	0,0	35	39,0
7	6851	1,9029	3,125	560	400	0,2240	8,49527	0,467	1,7244	0,010	5,4	0,4	40	45,8
8	7831	2,1752	3,125	630	400	0,2520	8,63184	0,489	1,6757	0,000	5,2	0,0	42	47,2
9	8811	2,4475	8,9	630	400	0,2520	9,71234	0,489	2,0904	0,680	18,6	38,5	51	108,1
10	17622	4,895	11,3	900	500	0,4500	10,8778	0,643	1,8456	0,850	20,9	60,3		81,2
														417,2

Tab. 9.4 Dimenze a tlakové ztráty odváděcího potrubí WC s umývárnou 008

1	199	0,0554	0,9	200	200	0,0400	1,38539	0,200	0,1638	0	0,14	0,0	3,8	3,9
2	399	0,1108	1,8	200	200	0,0400	2,77078	0,200	0,6008	0,3	1,08	1,4	3,8	6,3
														10,2

Tab. 9.5 Dimenze a tlak ztráty odváděcího potrubí Myčky 001

1	1246	0,346	1,43	315	500	0,1575	2,19671	0,387	0,1723	0,15	0,25	0,4	6	6,7
2	2491	0,692	1,43	500	500	0,25	2,76786	0,500	0,1934	0	0,28	0,0	11	11,3
3	3737	1,0379	1,43	500	500	0,25	4,15179	0,500	0,4136	0	0,59	0,0	28	28,6
4	4982	1,3839	2	500	500	0,25	5,53572	0,500	0,7094	0,188	1,42	3,5	42	46,9
												tlumič hluku		30
														123,4

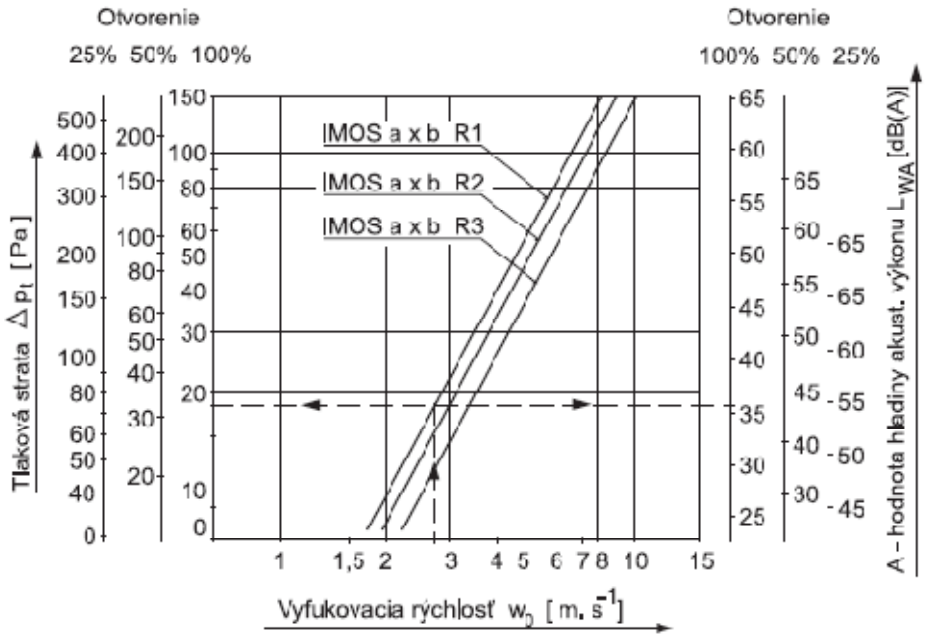
Tab. 9.6 Rozdíl celkové tlakové ztráty v jednotlivých úsecích přívodního potrubí.

Uzel	Úsek hlavní větve	Usek regulované větve	Rozdíl celkové tlakové ztráty [Pa]	Typ regulace
C	7	8	0	vyústkou 002
D	7+9	10	2,2	vyústkou 002
	7+9	11	2,2	vyústkou 002
E	7+9+12	13	6,5	vyústkou 002
	7+9+12	14	6,5	vyústkou 002
F	7+9+12+15	16	10,5	vyústkou 002
	7+9+12+15	17	10,5	vyústkou 002
G	7+9+12+15+18	19	14,5	vyústkou 002
	7+9+12+15+18	20	14,5	vyústkou 002
H	7+9+12+15+18+21	22	18,5	vyústkou 002
	7+9+12+15+18+21	23	18,5	vyústkou 002
I	7+9+12+15+18+21+24	31+32+41+43+45+47+49	25,4	škrtím klapkou
J	7+9+12+15+18+21+24+25	55+57	95,7	škrtím klapkou
K	7+9+12+15+18+21+24+25+26	50+51+52+53+54	41,3	regulátor průtoku
C (A)	7	1+3+6	20,6	vyústkou 003
	7	2+3+6	20,6	vyústkou 003
C (B)	7	4+6	28,0	vyústkou 003
	7	5+6	28,0	vyústkou 003

V tabulce 9.6 označení uzlu C (A), C (B) znamená zaregulování k uzlu C vyústek spojených v uzlu A nebo B. V tab. 9.7 uzel N (L), O (M) a obdobný význam.

Tab. 9.7 Rozdíl celkových tlakových ztrát vedlejší větve vztažených k uzlu I.

Uzel	Úsek vedlejší větve	Usek regulované větve	Rozdíl celkové tlakové ztráty [Pa]	Typ regulace
N (L)	31	28+30	31,7	vyústkou 003
	31	29+30	28,3	vyústkou 003
O	31+32	33	7,0	vyústkou 002
	31+32	40	49,3	vyústkou 007
O (M)	31+32	34+35+36+39+40	0,5	vyústkami
O (M)	31+32	37+38+39+40	20,3	vyústkou 006
P	31+32+41	42	15,1	vyústkou 002
Q	31+32+41+43	44	20,5	vyústkou 002
R	31+32+41+43+45	46	26,3	vyústkou 002
S	31+32+41+43+45+47	48	31,7	vyústkou 002
T	55	56	13,7	vyústkou 009



Obr. 9.3 Graf možnosti regulace vyústek do čtyřhranného potrubí.

Vyústky ve čtyřhranném potrubí:

Největší tlakovou ztrátu zreguluje vyústka v místnosti 007.

$\Delta p_{vr} = 49{,}3$ Pa

$\Delta p_v = 7$ Pa

$\Delta p_{vc} = 7 + 49{,}3 = 56{,}3$ Pa

$w_0 = 2{,}8\ m\,.\,s^{-1}$ rychlosti ve volném průřezu vyústky kap. 8.2

Dle obr. 9.3 se stanoví diagramová hladina akustického hluku $\mathrm{L_{wA\ diag.}}$[dB]

Poté se provede korekce dle [11]:

$$\mathrm{L_{wA}} = \mathrm{L_{wA\ diag.}} - \Delta\mathrm{L} \qquad (9.14)$$

$\mathrm{L_{wA}} = 50 - 8{,}5 = 41{,}5$ dB

Kde:

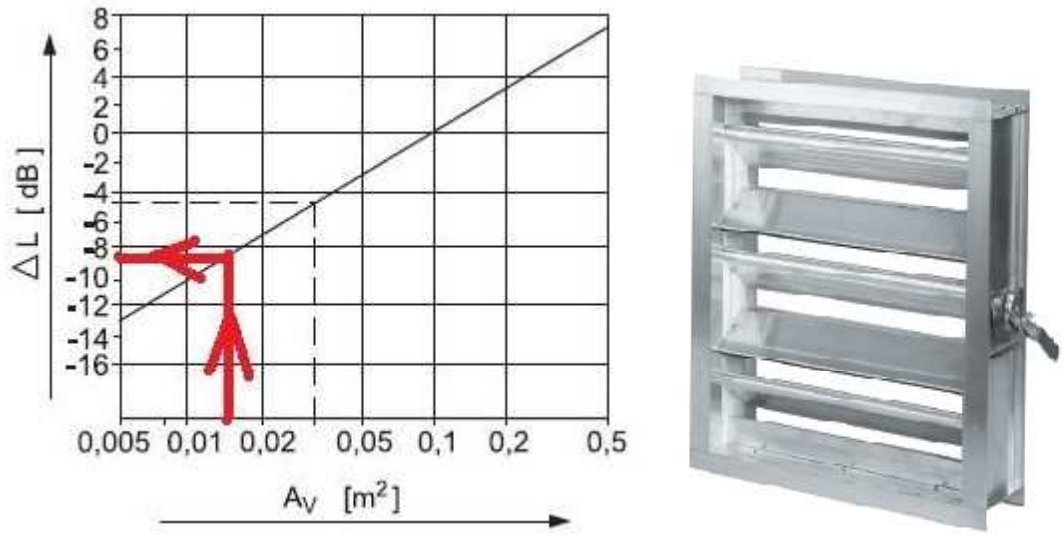
$\Delta\mathrm{L} = 8{,}5$ dB korekce akustického výkonu v závislosti na volném průřezu vyústky $A_v$obr. 9.4

$A_v = 0{,}016\ \mathrm{m^2}$ volný průřez vyústky dle [11]

Otevření lamel vyústky je na 35%. V mém návrhu na přívodní větvi neregulují větší tlakovou ztrátu.

Doregulování regulační klapkou

Některé úseky vzduchotechnické sítě doregulovat vyústkami nelze. Jsou to větve v uzlech I a J. Za tyto uzly se do vedlejší větve vloží regulační klapa firmy IMOS- Systemair obr. 9.4. Změnu tlakové ztráty lze provádět natočením protiběžných lopatek klapky.



Obr. 9.4 Korekce akustického výkonu čtyřhranné vyústky v závislosti na jejím volném průřezu a vpravo obrázek regulační klapky.

Pro uzel I je do úseku 49 vložena regulační klapka IMOS-RK 900x315-R-P2

Úhel nastavení lopatek je 11° dle katalogu [11] pro rychlost v potrubí $w = 6{,}9\ m\,.\,s^1$ a potřebné tlakové ztrátě 25,4 Pa.

Pro uzel J je do úseku 57 vložena regulační klapka IMOS-RK 200x200-R-P2

Úhel nastavení lopatek je 37° dle katalogu [11] pro rychlost v potrubí $w = 2{,}3\ m\,.\,s^1$ a potřebné tlakové ztrátě 95,7 Pa.

Regulátor proměnlivého průtoku vzduchu

Při mycím procesu je přiváděný objemový tok větší než, když je myčka ve stavu OFF. Proto je pro myčku navržen **regulátor proměnlivého průtoku IMOS- RPV-H-I-500x400-2x7.**

Dle katalogu [11] je regulátor schopen doregulovat větev 54 uzel K.

Tlaková ztráta, která je u jednotlivých větví potřeba zaregulovat je v tabulce 9.6 a 9.7.

Regulace odváděcího potrubí

V odváděcím potrubí je dle obr.9.2 prakticky symetrický tlakový rozdíl v uzlu A 11,2 Pa. Podrobný výpočet dimenzí a tlakových ztrát hlavní větve odváděcího potrubí je v tab. 9.3 a v příloze 20 jsou tlakové ztráty větve vedlejší. Regulace se provede vyústkami, případně se dodatečně vloží regulační clona.

Celková tlaková ztráta odváděcího potrubí v myčce je v tab. 9.5. Podle této hodnoty je navržen ventilátor v kap. 10. Pro odváděcí potrubí WC s umývárnou je tlaková ztráta v tab. 9.4. Taktéž podle této hodnoty je dále navržen odtahový ventilátor. Odvod vzduchu z místnosti čistidla myčky je pomocí fasádního ventilátoru kap. 10.

10. NAVRHNUTÝ VZDUCHOTECHNICKÝ SYSTÉM

10.1 Navržená sestava vzduchotechnické jednotky

Vzduchotechnická jednotka se nachází ve venkovním prostředí vedle budovy autoservisu. Jednotka je situována cca. 2,7m od stěny sousedící s myčkou. Přesná poloha je uvedena ve výkresové dokumentaci. Jednotka je navržena od firmy JANKA LENNOX za pomocí firemního softwaru dle [12].

Technické údaje

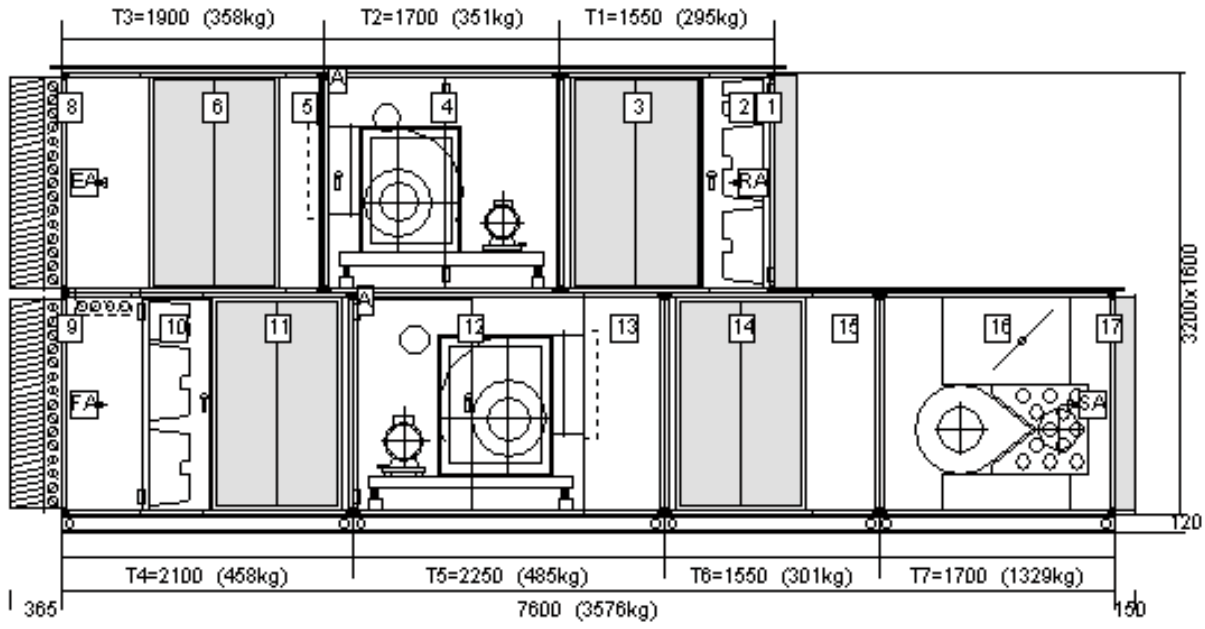
Velikost jednotky	KLM 25	
Průtok vzduchu odvod / přívod	17622 / 24450 $m^3 . h^{-1}$	4,89 / 6,79 $m^3 . s^{-1}$
Externí tlak	418 / 304 Pa	
Rychlost ve volném průřezu	2 / 2,8 $m^3 . s^{-1}$	

Opláštění:

Materiál vnitřní stěny pozink tloušťky 0,6 mm, vnější stěna pozink lakovaný tloušťky 0,6 mm. Kostra jednotky je pozink s tepelnou izolací – PUR pěna tloušťky 25 mm.

Jednotka je s rámem a střechou, celková hmotnost: 3576 kg.

Schéma sestavné vzduchotechnické jednotky je na obr. 10.1.



Obr. 10.1 Schéma sestavné vzduchotechnické jednotky

Technické údaje jednotlivých komponent jednotky jsou v následujícím textu.

Odvod vzduchu

Transportní sekce 1 *Délka: 1550 mm Hmotnost: 295 kg*

(1) Vstup vzduchu										
Odvodní vzduch	*Čelo bez panelu*	*1500 x 1500 mm*								
Max. průtok	17622	m3/h								
	4,89	m3/s								
Příslušenství	- 1x Manžeta 1540x1540mm									

(2) Filtr		*s*	*Dveře (Levé)*							
Údaje o filtru			*Údaje o proudění*				*Vyložení filtrů*			
Typ	Krátký kapsový filtr		Průtok	17622	m3/h		287x287	1 (550 384)		
				4,895	m3/s		287x592	2 (550 304)		
Třída filtrace	G4		Max. tlak. ztráta	300	Pa		592x287	2 (550 354)		
Čelní plocha	2,16	m2	Vyp. tlak. ztráta	50	Pa		592x592	4 (550 364)		
Délka filtru	360	mm								

(3) Tlumič hluku										
Šířka kulis	205	mm	Provedení	Standard			Rychlost vzduchu	6	m/s	
Délka kulis	995	mm	Počet kulis	5			Tlaková ztráta	21	Pa	
Hladina ak. výkonu	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz		
Útlum hluku	2	7	15	28	38	38	23	13		

Transportní sekce 2 *Délka: 1700 mm Hmotnost: 351 kg*

(4) Odvodní ventilátor		*s*	*Dveře (Levé)*							
Údaje o ventilátoru			*Údaje o motoru*				*Údaje o proudění*			
Velikost	D 500 F Std.		Výkon	7,5	kW		Průtok	17622	m3/h	
Lopatky	Dopředu zahnuté		Napětí	400/690V-3ph-50Hz				4,895	m3/s	
Izolátory	Pryž		Krytí	IP55 Termo-			Celk. tlak. ztráta	157	Pa	
Otáčky	799	ot./min.		kontakty (A31)			Externí tlak	418	Pa	
Účinnost	65	%	Otáčky	1455	ot./min.		Dynamický tlak	86	Pa	
Příkon	4,96	kW	Jmenovitý proud	15,2	A		Celkový tlak	561	Pa	
			Kód motoru	132-B3 7,5kW						
Hladina ak. výkonu	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	Celkem	
Lw opláštění	52	61	55	52	48	50	42	35	63	dB(A)
Lp*	35	44	38	35	31	33	25	18	46	dB(A)
Lw Odvodní vzduch	60	63	56	45	36	35	46	48	65	dB(A)
Lw Odpadní vzduch	57	61	52	43	33	33	43	47	63	dB(A)
*hladina akustického tlaku vypočtená ve vzdálenosti 2 m (pro volné pole)										
Příslušenství	- 1x Okno									

Transportní sekce 3 *Délka: 1900 mm Hmotnost: 358 kg*

(5) Difuzér 300mm		
Tlaková ztráta	61	Pa

(6) Tlumič hluku										
Šířka kulis	205	mm	Provedení	Standard			Rychlost vzduchu	6	m/s	
Délka kulis	995	mm	Počet kulis	5			Tlaková ztráta	21	Pa	
Hladina ak. výkonu	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz		
Útlum hluku	2	7	15	28	38	38	23	13		

(7) Výstup vzduchu

(8) Výstup vzduchu										
Odpadní vzduch	*Celoplošná vnější klapka - čelní*		*1526 x 1510 mm*							
Max. průtok	17622	m3/h	Tlaková ztráta	4	Pa		Ovládací moment	18	Nm	
	4,89	m3/s								
Příslušenství	- 1x Protidešťový kryt - čelní									

Přívod vzduchu

Transportní sekce 4 *Délka: 2100 mm Hmotnost: 458 kg*

(9) Směšovací komora

Čerstvý vzduch	*Celoplošná vnější klapka - čelní*		*1526 x 1510 mm*					
Max. průtok	24450	m3/h	Tlaková ztráta	8	Pa	Ovládací moment	18	Nm
	6,79	m3/s						
Příslušenství	- 1x Protidešťový kryt - čelní							

Cirkulační vzduch	*Vnitřní klapka - horní*		*1386 x 410 mm*					
Max. průtok	24450	m3/h	Tlaková ztráta	129	Pa	Ovládací moment	8	Nm
	6,79	m3/s						

(10) Filtr *s* *Dveře (Pravé)*

Údaje o filtru			*Údaje o proudění*			*Vyložení filtrů*	
Typ	Krátký kapsový filtr		Průtok	24450	m3/h	287x287	1 (550 384)
				6,792	m3/s	287x592	2 (550 304)
Třída filtrace	G4		Max. tlak. ztráta	300	Pa	592x287	2 (550 354)
Čelní plocha	2,16	m2	Vyp. tlak. ztráta	86	Pa	592x592	4 (550 364)
Délka filtru	360	mm					

(11) Tlumič hluku

Šířka kulis	205	mm	Provedení	Standard		Rychlost vzduchu	8,3	m/s
Délka kulis	995	mm	Počet kulis	5		Tlaková ztráta	41	Pa

Hladina ak. výkonu	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Útlum hluku	2	7	15	28	38	38	23	13

Transportní sekce 5 *Délka: 2250 mm Hmotnost: 485 kg*

(12) Přívodní ventilátor *s* *Dveře (Pravé)*

Údaje o ventilátoru			*Údaje o motoru*			*Údaje o proudění*		
Velikost	D 560 F Std.		Výkon	11	kW	Průtok	24450	m3/h
Lopatky	Dopředu zahnuté		Napětí	400/690V-3ph-50Hz			6,792	m3/s
Izolátory	Pryž		Krytí	IP55 - Termo-		Celk. tlak. ztráta	382	Pa
Otáčky	774	ot./mln.		kontakty (A31)		Externí tlak	304	Pa
Účinnost	67	%	Otáčky	960	ot./min.	Dynamický tlak	105	Pa
Příkon	8,03	kW	Jmenovitý proud	24,5	A	Celkový tlak	791	Pa
			Kód motoru	160-B3 11kW				

Hladina ak. výkonu	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	Celkem	
Lw opláštění	57	66	58	54	49	50	43	36	67	dB(A)
Lp*	40	49	41	37	32	33	26	19	50	dB(A)
Lw Čerstvý vzduch	60	63	51	39	31	31	41	44	65	dB(A)
Lw Přívodní vzduch	67	72	63	55	42	40	52	56	74	dB(A)

*hladina akustického tlaku vypočtená ve vzdálenosti 2 m (pro volné pole)

Příslušenství - 1x Okno

(13) Difuzér 600mm

Tlaková ztráta	85	Pa

Transportní sekce 6 *Délka: 1550 mm Hmotnost: 301 kg*

(14) Tlumič hluku

Šířka kulis	205	mm	Provedení	Standard		Rychlost vzduchu	8,3	m/s
Délka kulis	995	mm	Počet kulis	5		Tlaková ztráta	41	Pa

Hladina ak. výkonu	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Útlum hluku	2	7	15	28	38	38	23	13

(15) Volná komora 500mm

Transportní sekce 7 *Délka: 1700 mm Hmotnost: 1329 kg*

(16) Plynový ohřívač *Pozn.: Komín není součástí dodávky!*

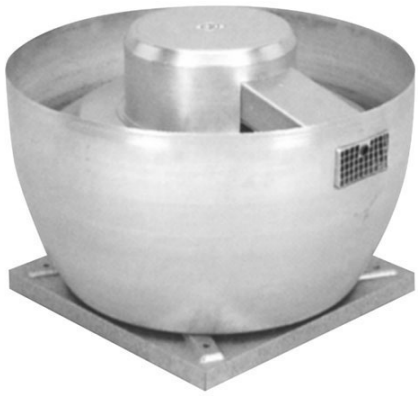
Údaje o výměníku			*Údaje o proudění*			*Údaje o médiu*		
Typ	BK 225 135-270kW & G3/1-E,ZMD,LN 250-300kW			Průtok	24450m3/h Typ		Plyn 9,8 kWh/mł	
				6,792	m3/s			
	obtok 4Nm		Vstup vzduchu	6,61/90	°C/%r.H.		Nízkoemisn í	
	Modulační		Výstup vzduchu	37,61/13	°C/%r.H.	Pr ůtok	25,5	m3/h
Materiál	Ocel		Celkový výkon	250	kW	Min. tlak	4,7	kPa
Rychlost na vým.	3,7	m/s	Tlaková ztráta	121	Pa			
Připojení	3/4" : 300 mm							

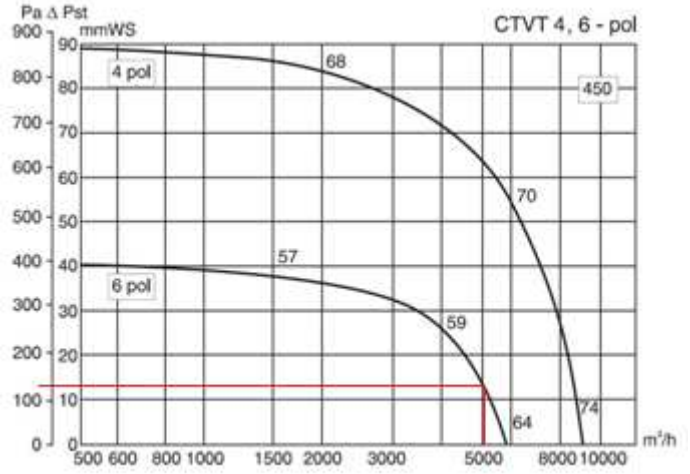
(17) Výstup vzduchu			
Přívodní vzduch	*Čelo bez panelu*	*1500 x 1500 mm*	
Max. průtok	24450	m3/h	
	6,79	m3/s	
Příslušenství	- 1x Manžeta	1540x1540mm	

10.2 Ventilátor pro místnost myčky, WC s umývárnou, čistidla myčky.

Ventilátor pro místnost myčky:

Dle tab. 9.5 je celková tlaková ztráta odpadního potrubí 123,4 Pa a nejvyšší odváděný objemový tok 4982 $\mathrm{m}^3 \,.\, \mathrm{h}^{-1}$. Pro tyto hodnoty byl dimenzován odsávací střešní ventilátor firmy ELEKTRODESING - CTVT/6-450 IP55 střešní ventilátor [13]. K odváděcímu potrubí je použit upevňovací komplet na střechu včetně tlumiče hluku viz. rozpis materiálu v příloze 29. Regulace průtoku je změnou otáček přepínačem PUD. Ventilátor a jeho výkonová charakteristika je na obr. 10.2. Příkon ventilátoru je 850W (400V).



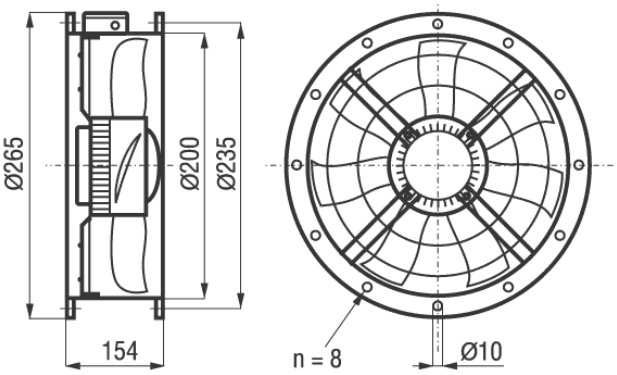


Obr. 10.2 Vlevo fotografie ventilátoru, vpravo výkonová charakteristika ventilátoru.

Ventilátor pro místnost WC s umývárnou:

Dle tab. 9.4 je celková tlaková ztráta odpadního potrubí 10,2 Pa a odváděný objemový tok 399 $m^3 \,.\, h^{-1}$. Dle [13] navrhuji ventilátor ELEKTRODESING-EDAV 200-4P (obr. 10.3) s příslušenstvím uvedeným v příloze 29. Příkon ventilátoru je 40 W (230 V).

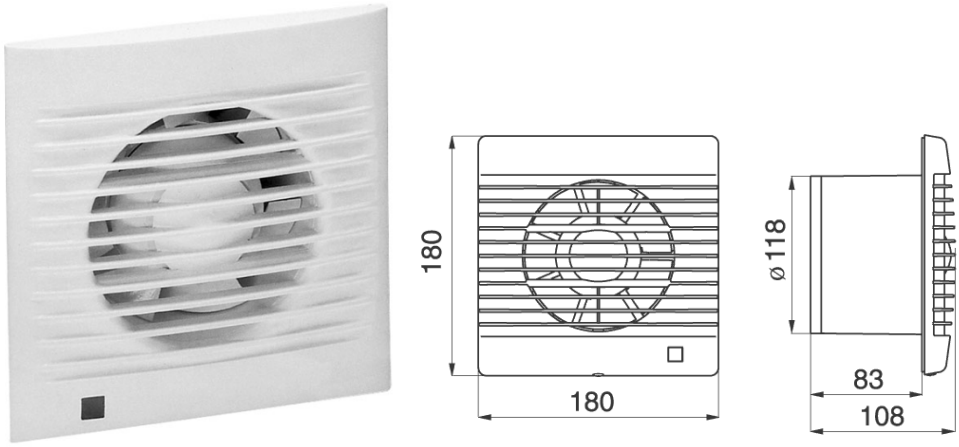




Obr. 10.3 Ventilátor ELEKTRODESING-EDAV 200-4P

Ventilátor pro místnost čistidla myčky.

Do této místnosti je dle tab. 7.1 přiváděný objemový tok 173 $\mathrm{m}^3 \,.\, \mathrm{h}^{-1}$. Navrhuji dle [13] malý fasádní axiální ventilátor firmy ELEKTRODESING-DEKOR 200 obr. 10.3. Příkon ventilátoru činí 20W (230V).



Obr. 10.3 Ventilátor ELEKTRODESING-DEKOR 200.

10.3 Ostatní vzduchotechnické komponenty.

Místní odsávání výfukových spalin je již popsáno v kap. 6.1.

Regulátor proměnlivého průtoku IMOS- RPV-H-I-500x400-2x7 uvedený v kap. 9.2.

Protipožární klapky:

Protipožární klapky se instaluji mezi jednotlivé požární úseky dle ČSN 73 0872 [14]. V mém případě jsou protipožární klapky instalovány na vstupu vzduchotechnického potrubí do objektu. Celý objekt považuji za jeden protipožární úsek, a proto jsou voleny dvě klapky od firmy IMOS-Systemair:

Na přívodním potrubí **IMOS-PK-I-S-EI90S-900x710-ZV-P-BKS1** dle [11]

Na odváděcím potrubí **IMOS-PK-I-S-EI90S-900x500-ZV-P-BKS1** dle[11]

Protipožární klapky jsou opatřeny teplotním čidlem, které při 72 °C klapku v časovém rozmezí 30-90 sekund uzavře.

10.4. Rozpis materiálů

Kompletní rozpis použitého materiálu včetně vzduchotechnického potrubí je uveden v příloze 21 až 29.

10.5 Měření a regulace autoservisu

Pro letní provoz není nutné přivádět tak velký objemový tok vzduch jako v zimě a přes letní období jednotka pracuje výhradně se vzduchem venkovním. Proto je výhodné vzduch do budovy přivádět přetlakem a odvádět např. otevřenými okny či vraty.

Myčka automobilů není neustále v provozu, proto je potřebné objemový tok do myčky regulovat. Přívod vzduchu je regulován regulátorem přívodu vzduchu na stavy režimu myčky OFF/ON. Odvod vzduchu je za pomocí střešního ventilátoru, který má dvouotáčkový motor, přizpůsobený režimům myčky. Technologické zařízení (myčka) je tedy propojeno s regulací vzduchotechnické jednotky. Po ukončení mycího procesu regulace pracuje s krátkým časovým zpožděním, aby se prostor vyvětral.

Také místní odsávání výfukových spalin není v provozu neustále. Proto je nezbytné spojit regulaci jednotky se signálem jdoucí od ventilátoru místního odsávání. Při sepnutím odtahu spalin by se zvětšil objemový tok přiváděný jednotkou.

Proto by bylo výhodné regulovat přívodní ventilátor frekvenčním měničem. Toto zařízení je však doposud drahé a proto postačí regulace ve třech výkonových stupních.

Regulace WC s umývárnou by byla nezávislá. Jednalo by se o trvalé odsávání vzduchu.

Regulace místnosti čistidla myčky bych doporučil připojit jednofázový triakový regulátor ELEKTRODESING-REB 1 N. Používá se pro plynulou regulaci otáček ventilátoru a jako vypínač dle [13]. Ovladač je umístněn nejlépe při vstupu u dveří na omítce.

Regulace místního odsávání je pomocí ručního spouštěče ventilátoru firmy NEDERMAN model FMS 4-6,3 pro ventilátory typu N16 a FMS 6,3-10 pro ventilátory typu N24. Spouštěč ventilátoru je umístněn na omítce poblíž odsávacího bubnu.

K měření a regulaci vzduchotechnické jednotky je použit řídicí systém standardně dodávaný výrobcem sestavné vzduchotechnické jednotky tj. od firmy JANKA LENNOX [10]. Řídicí systém je umístněn v elektrickém rozvaděči vzduchotechnické jednotky. Na rozvaděč jsou připojeny jednotlivé řídící a měřící signály z čidel či spínacích relé. V jednotce je základní sada regulátorů řady SC-9100 a komponenty. Regulátor řady SC-9100 je snadno programovatelný mikroprocesorový regulátor. Daný program si lze zvolit z již standardně uložených v regulátoru nebo si vytvořit program vlastní.

Použité komponenty:

Pro měření teploty snímače řady TS-91xx. Snímače budou snímat venkovní teplotu a teplotu ve vzduchovodech.

Převodník teploty RS9100 umožní korekci teploty, která je žádaná v prostoru. Slouží též jako snímač vnitřní teploty.

Snímač tlakové diference řady 933AB-9xxx. Slouží pro snímání tlakové diference ventilátorů či vzduchových filtrů.

11. TECHNICKÁ ZPRÁVA

Obsah

1. Podklady pro zpracování projektové dokumentace
2. Seznam vzduchotechnických zařízení
3. Popis vzduchotechnických zařízení
4. Požadavky na ostatní profese
5. Požadavky na energii
6. Protihluková opatření
7. Měření a regulace
8. Protipožární opatření
9. Ekologické zhodnocení
10. Závěr

1. Podklady pro zpracování projektové dokumentace

Projektová dokumentace se zabývá návrhem větráním a teplovzdušným vytápěním autoservisu. Projekt by zpracován podle stavebního výkresu objektu a podle požadavků zadaní. Pro zpracování projektové dokumentace byly použity především tyto normy a podklady:

- ČSN 06 0210. Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění.
- ČSN 73 0548. Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostoru.
- ČSN 73 0540-3. Tepelná ochrana budov – část 3
- ČSN 73 6059 Servisy a opravny motorových vozidel.
- Nařízení vlády České republiky 361/2007 Sb.
- NEDERMAN odsávání výfukových plynů
- IMOS-SYSTEMAIR s.r.o – Firemní katalog
- JANKA LENNOX – Firemní podklady
- ELEKTRODESING VENTILATORY s.r.o. – firemní katalog

2. Seznam vzduchotechnického zařízení

- vzduchotechnická jednota KLM 25
- odsávací systém firmy NEDERMAN
- střešní ventilátor ELEKTRODESING pro místnost myčky
- odtahové ventilátory ELEKTRODESING pro místnost WC s umývárnou a místnost čistidla myčky
- regulátor proměnlivého průtoku IMOS-SYSTEMAIR

3. Popis vzduchotechnických zařízení

Vzduchotechnická jednotka zajišťuje větrání a teplovzdušné vytápění autoservisu. Jednotka je venkovního provedení a je umístněná vedle myčky. Jednotka v letním období pracuje pouze s čerstvým vzduchem v přetlakovém, či rovnotlakém režimu. V zimním období jednotka pracuje i se vzduchem cirkulačním. Cirkulační vzduch je ve směšovací komoře

míšen se vzduchem čerstvým a po té ohříván na požadované hodnoty. Přívodní i odvodní vzduch je v jednotce filtrován. Jednotka je opatřena tlumiči hluku jak na sací, tak výtlačné straně obou ventilátorů. Vzduchotechnická jednotka může přivádět vetší množství vzduchu než odvádět.

Odsávací systém firmy NEDERMAN slouží k místnímu odsávání výfukových spalin z automobilu. Na výfuk vozidla se nasadí sací nástavec, který je spojený pomocí pružné hadice namotané na odsávacím bubnu. Spaliny jsou odsávány pomocí nízkopodtlakových ventilátorů, průrazem ve střeše, do venkovního prostředí.

Střešní ventilátor pro místnost myčky odsává vzduchu z mycího procesu průrazem střechou do okolí.

Odtahové ventilátory v místnostech WC s umývárnou a čistidla myčky odvádí znehodnocený vzduch přes fasádní mřížku ven do okolí.

Regulátor proměnlivého průtoku je instalován do místnosti myčky a slouží k snížení objemového toku vzduchu v době kdy je myčka mimo provoz.

4. Požadavky na ostatní profese

***Stavební požadavky**:*

Před instalací vzduchotechnického potrubí je zapotřebí vytvořit průrazy jednotlivými příčkami a ve střeše. Průrazy vytvořit větších rozměrů pro snadnější instalaci vzduchovodů. V místnosti myčky vytvořit napojení odváděcího potrubí na sifonový odpad kvůli možné kondenzaci v odpadním potrubí. Po instalaci vzduchotechnicky zadělat strop pohledy s tepelnou a hydro izolací (kvůli korozi nosných konstrukcí). Taktéž vytvořit podhled v místnosti WC s umývárnou a kanceláři mistra.

Elektroinstalace:

Vytvořit elektroinstalaci ke všem elektrickým zařízením s bezpečnostními prvky.

Vytápění

Přivést ke vzduchotechnické jednotce plynové potrubí a vytvořit hlavní uzávěr plynu. Se spoluprácí s kominickou profesí vytvořit komín ke vzduchotechnické jednotce.

Izolace

Proti zabránění vzniku kondenzace zaizolovat veškeré potrubí a zakrýt elektrické části regulátoru vzduchu průtoku v místnosti myčky.

5. Požadavky na energii

K objektu je připojena elektrická energie z NN sítě 400/230V / 50 Hz.

Místní odsávání ventilátory	2x 0,55 kW 230 V, 4,4 A a 2x 0,75 kW 230V, 6,5 A
Střešní ventilátor	850 W 400V, 3,4 A
Odtahové ventilátory	40 W a 20 W 230V
Ventilátory jednotka	odvod 4,92 kW, 15,2 A 400V
	přívod 8,03 kW, 14,5 A 400V

6. Protihluková opatření

V klimatizační jednotce je umístněn u výtlačného i sacího ventilátoru z obou stran tlumič hluku. Docílilo se tím snížení hladiny akustického tlaku v rozvodech vzduchotechnické sítě a i do okolí venkovní jednotky. Střešní ventilátor pro místnosti myčky je též opatřen tlumičem hluku. Rozvody vzduchotechnického potrubí jsou k jednotce připojeny tlumícími vložkami. Vzduchovody jsou tepelně zaizolovány a zatěsněny.

7. Měření a regulace

Vzduchotechnická jednotka je regulovaná dodávaným systémem firmy JANKA LENNOX

8. Protipožární opatření

Autoservis je považovaný za jeden požární úsek, proto jsou protipožární klapky umístněny na vstupu i výstupu vzduchotechnického potrubí do objektu.

9. Ekologické zhodnocení

V projektu není navržené žádné zařízení, které pracuje s nebezpečnými látkami. V případě poruchy nehrozí nebezpečí zamoření přírody.

10. Závěr

Vzduchotechnická soustavy je navržena tak, aby splňovalo všechny požadavky celoročního provozu.

ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout větrání a teplovzdušné vytápění autoservisu. Postup výpočtu a samotného návrhu byl dle příslušných technických norem a katalogu jednotlivých výrobců. Navržený systém, též splňuje protipožární a hygienické předpisy.

V navrženém řešení byla zvolena venkovní vzduchotechnická jednotka firmy JANKA LENNOX. Jednotka zajišťuje větrání a teplovzdušné vytápění objektu. V letním období jednotka pracuje výhradně s venkovním vzduchem, který je využit pro částečný odvod tepelné zátěže. Autoservis je také v nočních hodinách vychlazován venkovním vzduchem. Pro letní období lze objekt větrat přetlakem s odvodem vzduchu okny či vraty. V zimním období vzduchotechnická jednotka pracuje i se vzduchem cirkulačním. Po smísení cirkulačního vzduchu s venkovním je proveden dohřev v plynovém ohřívači. Jednotka je vybavena tlumiči hluku na sací i výtlačné straně obou ventilátoru. Rozvod vzduchu je především čtyřhranným potrubím. Jako koncové elementy jsou použity vířivé a čtyřhranné vyústky firmy IMOS-Systemair. V místnosti myčky je navržen regulátor proměnlivého průtoku. Tímto řešením se docílí úspor pro stav, kdy není myčka v provozu. Odvod vzduchu z místnosti myčky je řešen střešním ventilátorem se změnou otáček. Střešní ventilátor je s tlumičem hluku. Z místností WC s umyvárnou a místnosti čistidla myčky je odvod vzduchu řešen fasádním ventilátorem. V autoservisu je navržen systém místního odsávání výfukových spalin. Systém je realizován produkty firmy NEDERMAN. Na výfukové potrubí automobilu se nasadí odsávací nástavec. Nástavec je napojen pomocí pružné hadice na odsávací buben. Na tomto bubnu je pak namotaná hadice skladována. Odvod spalin je realizován nízkopodtlakovým ventilátorem přes střechu ven do okolí.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

[1] ČSN 06 0210. *Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění*. Praha : Český normalizační institut , 1994. 24s

[2] ČSN 73 0548. *Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostoru*. Praha : Úřad pro normalizaci a měření, 1986. 32s

[3] ČSN 73 0540-3. *Tepelná ochrana budov – část 3 : Návrhové hodnoty veličin*. Praha : Český normalizační institut, 2005. 96s

[4] *Isover tepelné izolace* – ISOVER [online]. 2009 [cit 21.2.2009]. Dostupný z WWW: <http>//www.isover.cz>.

[5] *Eurocoustic stavební průmysl* – EUROCOUSTIC [online]. 2009 [cit 21.2.2009]. Dostupný z WWW: <http>//www.esprit-pha.cz>, <http>//www.eurocoustic.com>.

[6] ČSN 73 6059 *Servisy a opravny motorových vozidel, čerpací stanice pohonných hmot. Základní ustanovení.*

[7] SZÉKYOVÁ M., FERSTL K., NOVÝ R. *Větrání a klimatizace.* Bratislava : JAGA GROUP, s.r.o.,2006. 359 s. ISBN 80-8076-037-3

[8] CHYNSKÝ J, HEMZAL K, a kol. *Větrání a klimatizace: Technický průvodce sv. 31.* Brno : BIOLIT-B press, 1993. 560 s . ISBN 80-901574-0-8

[9] Nařízení vlády České republiky 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. 2007

[10] *Nederman odsávání výfukových plynů* – Průvodce projekty Nederman [firemní podklady], 2009

[11] *Imos Systemair s.r.o* – Firemní katolog, Dostupný z WWW: <http>//www.imos.sk>

[12] *JANKA LENNOX* – Firemní podklady. Dostupnost z WWW: <http>//www.janka.cz>

[13] *ELEKTRODESING VENTILATORY s.r.o.* – firemní katalog Ventilátory 2007

[14] ČSN 73 0872. *Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízením*. Praha : Český normalizační institut, 1996.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK SYMBOLŮ

označení	název veličiny	jednotka
A, B	rozteče mezi vyústkami	[m]
A_v	volný průřez vyústky	$[\mathrm{m}^2]$
B	charakteristické číslo budovy	$[\mathrm{Pa}^{0,67}]$
H	nadmořská výška	[m . 10^3]
	výška mezi podlahou a vyústkou	[m]
H_m	výška místnosti	[m]
H_1	výška mezi pracovní oblastí a vyústkou	[m]
$\dot{I}_d$	intenzita difuzní sluneční radiace	[W]
$\dot{I}_D$	intenzita přímé sluneční radiace na libovolnou plochu	[W]
$\dot{I}_{Dk}$	intenzita přímé sluneční radiace na kolmou plochu	[W]
$\dot{I}_{Ok}$	celková intenzita sluneční radiace standardním oknem	[W]
$\dot{I}_{Okd}$	intenzita difúzní sluneční radiace standardním oknem	[W]
$\dot{I}_{Sch}$	intenzita celkové sluneční radiace dopadajícího na střechu	[W]
$\dot{I}_0$	solární konstanta	$[\mathrm{W} . \mathrm{m}^{-2}\ ]$
L	dosah proudu z vyústky	[m]
	délka spár otevíratelné části	[m]
L_m	délka místnosti (ve směru vzduchovodu)	[m]
L_s	vzdálenost k protilehlé stěně (šířka místnosti)	[m]
$\mathrm{L_{wA}}$	hladina akustického hluku	[dB]
$\mathrm{L_{wA\ diag.}}$	diagramová hladina akustického hluku	[dB]
M	charakteristické číslo místnosti	[-]
O	objem místnosti	$[\mathrm{m}^3]$
$\dot{P}$	produkce tepla od zářivek	[W]
$\dot{Q}_C$	celková tepelná ztráta	[W]
$\dot{Q}_c$	tepelná zátěž vzduchotechnického zařízení citelným teplem	[W]
$\dot{Q}_{cvp}$	tepelné zisky z vnějšího prostředí citelným teplem	[W]
$\dot{Q_{cvz}}$	tepelné zisky od vnitřních zdrojů citelným teplem	[W]
$\dot{Q}_{ic}$	tepelná zátěž citelným teplem	[W]
$\dot{Q}_{iv}$	tepelné zisky od produkce páry člověkem	[W]
$\dot{Q}_L$	tepelné zisky z přívodu čerstvého větracího vzduchu	[W]
$\dot{Q}_O$	základní tepelná ztráta prostupem tepla	[W]
$\dot{Q}_{oh}$	výkon ohřívače	[W]
$\dot{Q_{ok}}$	prostup tepla oknem	[W]
$\dot{Q_{okn}}$	prostup tepla n okny	[W]
$\dot{Q}_{or}$	prostup tepla oknem sluneční radiací	[W]
$\dot{Q}_{orn}$	prostup tepla n okny sluneční radiací	[W]
$\dot{Q}_P$	tepelná ztráta prostupem tepla	[W]

$\dot{Q}_{SDO}$	tepelný zisk lehkou venkovní stěnou	[W]
$\dot{Q}_{SSch}$	tepelný zisk středně těžkou venkovní stěnou (střecha)	[W]
$\dot{Q}_{SPdl}$	tepelný zisk těžkou stěnou	[W]
$\dot{Q_{sv}}$	produkce tepla svítidly	[W]
$\dot{Q}_V$	tepelná ztráta větráním	[W]
$\dot{Q}_v$	produkce tepla ventilátory	[W]
$\dot{Q}_Z$	trvalé tepelné zisky	[W]
$\dot{Q}_{zm}$	střední tepelné zisky za 24 hodin	[W]
R	tlakový spád potrubí	[Pa .m^{-1}]
S, S^*	průřez potrubí	$[\mathrm{m}^2]$
	plocha ochlazované konstrukce	$[\mathrm{m}^2]$
S_{DO}	plocha stěny (plocha vrat)	$[\mathrm{m}^2]$
S_{ef}	efektivní plocha vyústky	$[\mathrm{m}^2]$
S_o	plocha okna včetně rámu	$[\mathrm{m}^2]$
S_{Ok}	povrch okna snížený o zakrytí rámu	$[\mathrm{m}^2]$
S_{os}	osluněný povrch okna	$[\mathrm{m}^2]$
S_{Sch}	plocha stěny (střechy)	$[\mathrm{m}^2]$
S_{sv}	uměle osluněná plocha	$[\mathrm{m}^2]$
S_{Pdl}	plocha podlahy	$[\mathrm{m}^2]$
S_{pdl}	součet podlahových ploch všech místností	$[\mathrm{m}^2]$
$\dot{V}$	objemový tok proudící vzduchovodem	$[\mathrm{m}^3 . \mathrm{s}^{-1}]$
$\dot{V}_a$	obj. tok vzduchu pro odvod středních tep. zisků za 24 hod.	$[\mathrm{m}^3 . \mathrm{s}^{-1}]$
$\dot{V}_c$	celkový objemový tok cirkulačního vzduchu	$[\mathrm{m}^3 . \mathrm{s}^{-1}]$
$\dot{V}_e$	objemový tok čerstvého větracího vzduchu	$[\mathrm{m}^3 . \mathrm{s}^{-1}]$
$\dot{V}_{ec}$	celkový objemový tok čerstvého vzduchu	$[\mathrm{m}^3 . \mathrm{s}^{-1}]$
$\dot{V}_{eN}$	navýšený objemový tok čerstvého vzduchu	$[\mathrm{m}^3 . \mathrm{s}^{-1}]$
$\dot{V}_{mimo}$	celkový objemový tok vzduchu odváděný mimo budovu	$[\mathrm{m}^3 . \mathrm{s}^{-1}]$
$\dot{V}_o$	objemový tok přiváděného vzduchu jednou vyústkou	$[\mathrm{m}^3 . \mathrm{s}^{-1}]$
$\dot{V}_{od}$	odvod vzduchu vzduchotechnickým zařízením	$[\mathrm{m}^3 . \mathrm{s}^{-1}]$
$\dot{V}_{ods}$	celkový objemový tok místního odsávání	$[\mathrm{m}^3 . \mathrm{s}^{-1}]$
$\dot{V}_{odsA}$	objemový tok místního odsávání automobilů	$[\mathrm{m}^3 . \mathrm{s}^{-1}]$
$\dot{V}_{odsN}$	objemový tok místního odsávání nákladních automobilů	$[\mathrm{m}^3 . \mathrm{s}^{-1}]$
$\dot{V}_{OS}$	doporučený odsávaný objemový tok	$[\mathrm{m}^3 . \mathrm{s}^{-1}]$
$\dot{V}_{os}$	objemový tok čerstvého vzduchu na osobu	$[\mathrm{m}^3 . \mathrm{s}^{-1}]$
$\dot{V}_p$	objemový tok přiváděného vzduchu	$[\mathrm{m}^3 . \mathrm{s}^{-1}]$
$\dot{V}_{pis}$	objemový tok čerstvého vzduchu na jeden pisoár	$[\mathrm{m}^3 . \mathrm{s}^{-1}]$
$\dot{V}_{um}$	objemový tok čerstvého vzduchu na jedno umyvadlo	$[\mathrm{m}^3 . \mathrm{s}^{-1}]$
$\dot{V}_v$	objemový průtok vzduchu ventilátorem	$[\mathrm{m}^3 . \mathrm{s}^{-1}]$
$\dot{V}_{VP}$	objemový tok infiltrací	$[\mathrm{m}^3 . \mathrm{s}^{-1}]$
$\dot{V}_{WC}$	objemový tok čerstvého vzduchu na kabinu WC	$[\mathrm{m}^3 . \mathrm{s}^{-1}]$

a	azimut slunce	[°]
	šířka vzduchovodu	[m]
b	teplotní součinitel	[-]
	výška vzduchovodu	[m]
c	hloubka zapuštění okna v horní části	[m]
c_p	měrná tepelná kapacita vzduchu	$[\mathrm{J\,.\,kg^{-1}\,.\,K^{-1}}]$
c_0	korekce na čistotu atmosféry	[-]
c_1	součinitel současnosti	[-]
c_2	zbytkový součinitel	[-]
d	hloubka zapuštění okna z venkovní stěny ke sklu okna	[m]
	průměr vzduchovodu	[m]
d_{ekv}	ekvivalentní průměr pro čtyřhranné potrubí	[m]
e_1	délka svislého stínu v okenním otvoru	[m]
e_2	délka vodorovného stínu v okenním otvoru	[m]
f	odstup svislé časti okna od zakrytí rámu	[m]
g	odstup vodorovné časti okna od zakrytí rámu	[m]
h	výška slunce nad obzorem	[°]
i	intenzita výměny vzduchu	$[\mathrm{h^{-1}}]$
i_d	počet dětí	[-]
i_{LV}	součinitel spárové průvzdušnosti	$[\mathrm{m^3\,.\,s^{-1}/m.\,Pa^{0,67}}]$
i_m	počet mužů	[-]
i_{OFF}	intenzita výměny vzduchu v režimu OFF myčky	$[\mathrm{h^{-1}}]$
i_{os}	počet osob	[-]
$i_ž$	počet žen	[-]
k	součinitel prostupu tepla pro zimní období	$[\mathrm{W\,.\,m^{-2}.\,K^{-1}}]$
k_C	průměrný součinitel prostupu tepla	$[\mathrm{W\,.\,m^{-2}.\,K^{-1}}]$
k_{DO}	součinitel prostupu tepla	$[\mathrm{W\,.\,m^{-2}.\,K^{-1}}]$
k_L	součinitel prostupu tepla pro letní období	$[\mathrm{W\,.\,m^{-2}.\,K^{-1}}]$
k_o	součinitel prostupu tepla oknem	$[\mathrm{W\,.\,m^{-2}.\,K^{-1}}]$
k_{Sch}	součinitel prostupu tepla letní období	$[\mathrm{W\,.\,m^{-2}.\,K^{-1}}]$
k_{Pdl}	součinitel prostupu tepla podlahy	$[\mathrm{W\,.\,m^{-2}.\,K^{-1}}]$
l_A	šířka zasklené části okna	[m]
l_B	výška zasklené části okna	[m]
$l_š$	šířka okna	[m]
l_v	výška okna	[m]
l_{23}	měrné výparné teplo vody	$[\mathrm{kJ\,.\,kg^{-1}}]$
m	šířka zakrytí rámu	[m]
	součinitel zmenšení tep. kolísání při prostupu tepla	[-]
$\dot{m}_w$	produkce vodní páry	$[\mathrm{g\,.\,h^{-1}}]$
n	výška zakrytí rámu	[m]
	počet	[-]

n_v	počet ventilátorů	[-]
	počet vyústek	[-]
p_1	přirážka na vyrovnání vlivu chladných konstrukcí	[-]
p_2	přirážka na urychlení zátopu	[-]
p_3	přirážka na světovou stranu	[-]
$\dot{q}_t$	střední měrná zátěž od technologie	$[\mathrm{W\,.\,m^{-2}\,.\,K^{-1}}]$
r	vzdálenost mezi čtyřhrannými vyústkami	[m]
s	tloušťka vrstvy	[m]
	stínící činitel	[-]
s_c	součet tloušťek vrstev	[m]
t_d	celková propustnost difúzní radiace standardním sklem	[-]
t_D	celková poměrná propustnost přímé sluneční radiace	[-]
t_e	venkovní výpočtová teplota	[°C]
t_{em}	střední teplota venkovního vzduchu během 24 hodin	[°C]
t_i	vnitřní výpočtová teplota	[°C]
$\overline{t_i}$	průměrná vnitřní výpočtová teplota	[°C]
t_{im}	střední vnitřní výpočtová teplota za 24 hodin	[°C]
t_{od}	teplota odváděného vzduchu do vzduchotech. jednotky	[°C]
t_p	teplota přiváděného vzduchu	[°C]
t_{pom}	střední teplota vzduchu v pracovní oblasti za 24 hodin	[°C]
t_r	rovnocenná sluneční teplota vnějšího vzduchu	[°C]
t_{rm}	průměrná rovnocenná sluneční teplota vzduchu za 24 hodin	[°C]
$t_{r\psi}$	rovnocenná sluneční teplota v době o ψ hodin dříve	[°C]
t_s	teplota vzduchu po smísení v jednotce	[°C]
t_z	teplota zeminy	[°C]
t_{zl}	teplota zeminy (léto)	[°C]
v_{ef}	efektivní výtoková rychlost z vyústky	$[\mathrm{m\,.\,s^{-1}}]$
v_{H1}	střední rychlost proudění vzduchu mezi dvěma vyústkami	$[\mathrm{m\,.\,s^{-1}}]$
w_i	rychlost vzduchu ve vzduchovodu	$[\mathrm{m\,.\,s^{-1}}]$
w_0	rychlost ve volném proudu vyústky	$[\mathrm{m\,.\,s^{-1}}]$
w_{xmax}	rychlost vzduchu v ose proudu ve vzdálenosti *x* od vyústky	$[\mathrm{m\,.\,s^{-1}}]$
z	součinitel znečištění atmosféry	[-]
α_e	součinitel přestupu tepla na vnější straně stěny	$[\mathrm{W\,.\,m^{-2}.\,K^{-1}}]$
α_i	součinitel přestupu tepla na vnitřní straně stěny	$[\mathrm{W\,.\,m^{-2}.\,K^{-1}}]$
α_s	úhel stěny od vodorovné roviny	[°]
γ	azimut slunce k normále	[°]
δ	tloušťka stěny	[m]
δ_{Sch}	tloušťka stěny (střechy)	[m]
ε	součinitel poměrné pohltivosti	[-]
η_m	účinnost elektromotoru	[-]

η_v	účinnost ventilátoru	[-]
θ	úhel mezi normálou oslun. povrchu a směrem paprsků	[°]
ϑ_i	faktor citelného tepla	[-]
λ	tepelná vodivost vrstvy	$[\,\mathrm{W}\,.\,\mathrm{m}^{-1}\,.\,\mathrm{K}^{-1}\,]$
λ_c	celková tepelná vodivost vrstvy	$[\,\mathrm{W}\,.\,\mathrm{m}^{-1}\,.\,\mathrm{K}^{-1}\,]$
ξ	součinitel místních odporů	[-]
ρ	hustota vzduchu	$[\mathrm{kg}\,.\,\mathrm{m}^{-3}]$
ψ	časové zpoždění	[h]
ΔL	korekce akustického výkonu	[dB]
Δp	celkový tlak ventilátoru	[Pa]
Δp_m	tlaková ztráta místními odpory	[Pa]
Δp_t	tlaková ztráta třením	[Pa]
Δp_v	tlaková ztráta vyústky	[Pa]
Δp_{vc}	celková tlaková ztráta vyústky	[Pa]
Δp_{vr}	doregulovaný tlak vyústkou	[Pa]
Δp_z	celkové tlakové ztráty	[Pa]
Δt	pracovní rozdíl teplot	[°C]
Δt_L	teplotní rozdíl v pracovní oblasti	[°C]
$\frac{\Delta t_L}{\Delta t}$	poměr teplotních rozdílů v pracovní oblasti a u vyústky	[-]
$\sum(i_{LV}\,.\,L)$	součet průvzdušností krát délka spáry	$[\mathrm{m}^3\,.\,\mathrm{s}^{-1}\,.\,\mathrm{Pa}^{-0,67}]$
$\sum k\,.\,S_{st}$	suma součinů součinitelů prostupu tepla a daných ploch	$[\mathrm{W}\,.\,\mathrm{K}^{-1}]$
$\sum S$	součet ploch všech stěn	$[\mathrm{m}^2]$

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 Výpočet tepelných ztrát místnosti 001 (myčka)
Příloha 2 Výpočet tepelných ztrát místnosti 002 (montážní hala)
Příloha 3 Výpočet tepelných ztrát místnosti 004 (kompresor)
Příloha 4 Výpočet tepelných ztrát místnosti 005 (sklad)
Příloha 5 Výpočet tepelných ztrát místnosti 006 (WC a umývárna)
Příloha 6 Výpočet tepelných ztrát místnosti 007 (příruční sklad)
Příloha 7 Výpočet tepelných ztrát místnosti 008 (kancelář mistra)
Příloha 8 Výpočet tepelných ztrát místnosti 009 (čistidla myčky)
Příloha 9 Výpočet tepelné zátěže Myčka 001
Příloha 10 Výpočet tepelné zátěže Kompresor 004
Příloha 11 Výpočet tepelné zátěže Montážní haly 002
Příloha 12 Výpočet tepelné zátěže Sklad 005
Příloha 13 Výpočet tepelné zátěže Příruční sklad 007
Příloha 14 Výpočet tepelné zátěže WC s umývárnou 006
Příloha 15 Výpočet tepelné zátěže Kancelář mistra 008
Příloha 16 Výpočet tepelné zátěže Čistidla myčky 009
Příloha 17 Tlakové ztráty Přívodní vedlejší větev Myčka 001
Příloha 18 Tlakové ztráty Přívodní potrubí větve vedlejší Montážní hala, Klempírna
Příloha 19 Tlakové ztráty Přívod vedlejší větev Čistidla myčky a kancelář mistra
Příloha 20 Tlakové ztráty Odváděcí vedlejší větev
Příloha 21 Kusovník Přívodní potrubí Montážní hala, Klempírna
Příloha 22 Kusovník Odváděcí vzduchovod Montážní hala, Klempírna
Příloha 23 Kusovník Přívodní potrubí Příruční sklad, WC s umývárnou, Sklad
Příloha 24 Kusovník Odpadní potrubí WC s umývárnou
Příloha 25 Kusovník Přívod Kancelář mistra a čistidla myčky přívod
Příloha 26 Kusovník Přívodní potrubí Myčka
Příloha 27 Kusovník Odpadní potrubí Myčka
Příloha 28 Kusovník Místní odsávání NEDERMAN + IMOS
Příloha 29 Kusovník Vzduchotechnická zařízení

SEZNAM VÝKRESOVÉ DOKUMENTACE

VUT-EU-TP-DP-01 výkres půdorysu
VUT-EU-TP-DP-02 výkres vzduchotechniky
VUT-EU-TP-DP-03 výkres vzduchotechniky řezy A, B, C, D, E, F, G
VUT-EU-TP-DP-04 výkres vzduchotechnické jednotky venkovní připojení

Příloha 1 Výpočet tepelných ztrát místnosti 001 (myčka)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
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	k. Δt	Tepelná ztráta	Na vyrovnání vlivu chladných stěn	Na urychlení zátopu	Na světovou stranu	$1 + p_1 + p_2 + p_3$	
								k	Δt		Q_0					
	cm	m	m	m^2		m^2	m^2	W. m^{-2}. K^{-1}	K	W. m^{-2}	W	p_1	p_2	p_3		W
												0,06	0	0,05	1,11	
SO	27	5,895	4,200	24,76	1	14,35	10,41	1,500	30	45,00	468					
DO	-	4,100	3,500	14,35	0	0,00	14,35	1,400	30	42,00	603					
SN1	10	8,570	4,114	35,26	0	0,00	35,26	2,500	-3	-7,50	-264	$p_1=0,15 . k_c$				
SN2	10	5,900	4,114	24,27	1	1,77	22,50	2,500	-3	-7,50	-169					
DN	-	1,970	0,900	1,77	0	0,00	1,77	2,000	-3	-6,00	-11	$k_c=Q_o/\sum S . (t_i-t_e)$				
SO2	27	8,565	4,200	35,97	0	0,00	35,97	1,500	30	45,00	1619					
Pdl	50	8,565	5,895	50,49	0	0,00	50,49	0,840	10	8,40	424	$k_c =$ 0,426 W . m^{-2} . K^{-1}				
Str	8,6	8,565	5,895	50,49	0	0,00	50,49	0,347	9	3,12	158					
						S	221,24			Q_o	2828				Q_p	3150
															Q_v	33751
$t_i =$	15	°C	M =	0,7	[-]		$V_v =$	0,865	$m^3 . s^{-1}$						Q_z	0
$t_e =$	-15	°C	B =	12	$Pa^{0,67}$			$Q_v=1300 . V_v . (t_i-t_e)$							Q_c	36901

Příloha 2 Výpočet tepelných ztrát místnosti 002 (montážní hala)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
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 k	Rozdíl teplot Δt	k . Δt	Tepelná ztráta Q_0	Na vyrovnání vlivu chladných stěn	Na urychlení zátopu	Na světovou stranu	$1 + p_1 + p_2 + p_3$	
	cm	m	m	m^2		m^2	m^2	W. m^{-2}. K^{-1}	K	W. m^{-2}	W	p_1	p_2	p_3		W
												0,11	0	0,05	1,16	
SO	27	25,910	4,350	112,71	3	43,05	69,66	1,5	33	49,5	3448					
DO1		3,500	4,100	14,35	0	0,00	14,35	1,4	33	46,2	663					
DO2		3,500	4,100	14,35	0	0,00	14,35	1,4	33	46,2	663					
DO3		3,500	4,100	14,35	0	0,00	14,35	1,4	33	46,2	663					
SN1	15	3,580		16,40	0	0,00	16,40	2,1	0	0	0					
SN2	15	0,920		4,56	0	0,00	4,56	2,1	0	0	0					
SN3	15	10,200		59,52	1	2,86	56,66	2,1	0	0	0					
DN1		1,450	1,970	2,86	0	0,00	2,86	2	0	0	0					
SN4	10	2,240	4,200	9,41	1	1,77	7,64	2,5	3	7,5	57					
DN2		0,900	1,970	1,77	0	0,00	1,77	2	3	6	11					
SN5	10	2,325	2,400	5,58	1	1,18	4,40	2,5	-2	-5	-22					
DN3		0,600	1,970	1,18	0	0,00	1,18	2	-2	-4	-5					
SN6	10	2,325	1,695	3,94	0	0,00	3,94	2,5	12	30	118					
SN7	10	2,400	4,200	10,08	1	1,77	8,31	2,5	3	7,5	62					
DN4		0,900	1,970	1,77	0	0,00	1,77	2	3	6	11					
SO2	27	17,855	4,250	75,88	3	7,20	68,68	1,5	33	49,5	3400					
OZ1		3,000	0,800	2,40	0	0,00	2,40	2,8	33	92,4	222					

$p_1=0,15 . k_c$

$k_c=Q_o/\sum S . (t_i-t_e)$

$k_c =$ 0,7425 W . m^{-2} . K^{-1}

Pokračování přílohy 2

OZ2		3,000	0,800	2,40	0	0,00	2,40	2,8	33	92,4	222
OZ3		3,000	0,800	2,40	0	0,00	2,40	2,8	33	92,4	222
SN8	10	4,235	2,400	10,16	1	1,50	8,66	2,5	-2	-5	-43
OJ		1,000	1,500	1,50	0	0,00	1,50	5,2	-2	-10,4	-16
SN9	10	4,235		5,92	0	0,00	5,92	2,5	12	30	178
SN10	10	2,400	0,900	2,16	0	0,00	2,16	2,5	12	30	65
SN11	10	2,400	2,400	5,76	1	1,58	4,18	2,5	-2	-5	-21
DN5		0,800	1,970	1,58	0	0,00	1,58	2	-2	-4	-6
SN12	10	3,339	4,990	16,66	1	1,77	14,89	2,5	8	20	298
DN6		0,900	1,970	1,77	0	0,00	1,77	2	8	16	28
SO3	27	1,400	5,315	7,44	1	2,80	4,64	1,5	33	49,5	230
DO4		1,400	2,000	2,80	0	0,00	2,80	4,7	33	155,1	434
SN13	10	5,995	4,114	24,66	1	1,77	22,89	2,5	3	7,5	172
DN7		0,900	1,970	1,77	0	0,00	1,77	2	3	6	11
SN14	10	5,995	1,300	7,79	0	0,00	7,79	2,5	12	30	234
SN15	10	8,665	4,150	35,96	0	0,00	35,96	2,5	3	7,5	270
SN16	10	8,665		18,41	0	0,00	18,41	2,5	12	30	552
Pdl	50			359,05	0	0,00	359,05	0,84	13	10,92	3921
Pdl2	50			70,74	0	0,00	70,74	0,84	13	10,92	772
Str	15			367,06	0	0,00	367,06	1,1	33	36,3	13324
						S	1229,85			Q_o	30136

t_i =	18	°C	M =	1	[-]		V_{eN} =	1,348	$m^3 . s^{-1}$
t_e =	-15	°C	B =	12	$Pa^{0,67}$			$Q_v=1300 . V_v . (t_i-t_e)$	

Q_p	35000
Q_v	57825
Q_z	0
Q_c	92825

Příloha 3 Výpočet tepelných ztrát místnosti 004 (kompresor)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
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	k . Δt	Tepelná ztráta	Na vyrovnání vlivu chladných stěn	Na urychlení zátopu	Na světovou stranu	$1 + p_1 + p_2 + p_3$	
								k	Δt		Q_0					
	cm	m	m	m^2		m^2	m^2	W. m^{-2}. K^{-1}	K	W. m^{-2}	W	p_1	p_2	p_3		W
												0,10	0	-0,05	1,05	
SN1	15	3,000	4,180	12,54	1	1,77	10,77	2,1	-3	-6,30	-68					
DN1		0,900	1,970	1,77	0	0,00	1,77	2	-3	-6,00	-11					
SO	27	2,500		10,44	0	0,00	10,44	1,5	30	45,00	470	$p_1=0,15 . k_c$				
SO2	27	3,000	3,760	11,28	0	0,00	11,28	1,5	30	45,00	508					
SN2	10	2,500		10,50	0	0,00	10,50	2,5	0	0,00	0	$k_c=Q_o/\sum S . (t_i-t_e)$				
Pdl	50	3,000	2,500	7,50	0	0,00	7,50	0,84	10	8,40	63	k_c = 0,6815 W . m^{-2} . K^{-1}				
Sch	15	3,000	2,830	8,49	0	0,00	8,49	1,1	30	33,00	280					
						S	60,75			Q_o	1242				Q_p	1307
															Q_v	171
t_i =	15	°C	M =	0,4	[-]		V_e =	0,004375	$m^3 . s^{-1}$						Q_z	0
t_e =	-15	°C	B =	12	$Pa^{0,67}$			$Q_v=1300 . V_v . (t_i-t_e)$							Q_c	1478

Příloha 4 Výpočet tepelných ztrát místnosti 005 (sklad)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
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	k . Δt	Tepelná ztráta	Na vyrovnání vlivu chladných stěn	Na urychlení zátopu	Na světovou stranu	$1 + p_1 + p_2 + p_3$	
								k	Δt		Q_0					
	cm	m	m	m^2		m^2	m^2	$W.m^{-2}.K^{-1}$	K	$W.m^{-2}$	W	p_1	p_2	p_3		W
												0,08	0	0	1,08	
SN1	15	2,340	4,180	9,78	1	1,773	8,01	2,1	-3	-6,30	-50					
DN1		0,900	1,970	1,77	0	0	1,77	2	-3	-6,00	-11					
SN2	15	3,835	4,180	16,03	1	1,773	14,26	2,1	-3	-6,30	-90	$p_1=0,15 . k_c$				
DN2		0,900	1,970	1,77	0	0	1,77	2	-3	-6,00	-11					
SN3	10	2,500		9,74	0	0	9,74	2,5	0	0,00	0	$k_c=Q_o/\sum S . (t_i-t_e)$				
SO	27	6,325	3,760	23,78	0	0	23,78	1,5	30	45,00	1070					
SN4	10	2,500	2,400	6,00	0	0	6,00	2,5	-5	-12,50	-75	$k_c =$ 0,523 $W . m^{-2} . K^{-1}$				
SN5	10	2,500		3,75	0	0	3,75	2,5	9	22,50	84					
Pdl	50	6,325	2,500	15,81	0	0	15,81	0,84	10	8,40	133					
Sch	15	2,560	6,325	16,19	0	0	16,19	1,1	30	33,00	534					
						S_c	101,09			Q_o	1585				Q_p	1709
															Q_v	371
$t_i =$	15	°C	M =	0,4	[-]			$V_e =$	0,0095	$m^3 . s^{-1}$					Q_z	0
$t_e =$	-15	°C	B =	12	$Pa^{0,67}$				$Q_v=1300 . V_v . (t_i-t_e)$						Q_c	2081

Příloha 5 Výpočet tepelných ztrát místnosti 006 (WC a umývárna)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Označení stěny	Plocha stěny					Základní tepelná ztráta						Přirážky				
	Tloušťka stěny	Délka	Šířka nebo výška	Plocha	Počet otvorů	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel prostupu tepla	Rozdíl teplot	k . Δt	Tepelná ztráta	Na vyrovnání vlivu chladných stěn	Na urychlení zátopu	Na světovou stranu	$1 + p_1 + p_2 + p_3$	Celková tepelná ztráta $Q_c=Q_p+Q_v-Q_z$
								k	Δt		Q_0					
	cm	m	m	m^2		m^2	m^2	$W.m^{-2}.K^{-1}$	K	$W.m^{-2}$	W	p_1	p_2	p_3		W
												0,08	0	0	1,08	
SN1	15	2,200	2,400	5,28	1	1,182	4,10	2,1	2	4,20	17					
DN1		0,600	1,970	1,18	0	0	1,18	2	2	4,00	5					
SN2	10	2,500	2,400	6,00	0	0	6,00	2,5	5	12,50	75	$p_1=0,15 . k_c$				
SO	27	2,200	2,505	5,51	1	1,76	3,75	1,5	35	52,50	197					
OZ1		2,200	0,800	1,76	0	0	1,76	2,8	35	98,00	172	$k_c=Q_o/\sum S . (t_i-t_e)$				
SN3	15	2,500	2,400	6,00	0	0	6,00	2,1	5	10,50	63					
Pdl	50	2,200	2,500	5,50	0	0	5,50	0,84	15	12,60	69	$k_c =$ 0,525 $W . m^{-2} . K^{-1}$				
Str1	10,5	2,200	2,500	5,50	0	0	5,50	0,295712173	14	4,14	23					
						Sc	33,79			Q_o	621				Q_p	670
															Q_v	1706
$t_i =$	20	°C	M =	0,7	[-]		$V_e =$	0,0375	$m^3 . s^{-1}$						Q_z	0
$t_e =$	-15	°C	B =	12	$Pa^{0,67}$			$Q_v=1300 . V_v . (t_i-t_e)$							Q_c	2377

Příloha 6 Výpočet tepelných ztrát místnosti 007 (příruční sklad)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
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	k . Δt	Tepelná ztráta	Na vyrovnání vlivu chladných stěn	Na urychlení zátopu	Na světovou stranu	$1 + p_1 + p_2 + p_3$	
								k	Δt		Q_0					
	cm	m	m	m^2		m^2	m^2	W. m^{-2}. K^{-1}	K	W. m^{-2}	W	p_1	p_2	p_3		W
												0,10	0	0	1,10	
SN1	15	2,325	4,180	9,7185	1	1,77	7,95	2,1	-3	-6,30	-50					
DN2		0,900	1,970	1,773	0	0,00	1,77	2	-3	-6,00	-11	$p_1=0,15 . k_c$				
SN1	15	2,500	2,400	6	0	0,00	6,00	2,1	-5	-10,50	-63					
SN1	15	2,500		3,75	0	0,00	3,75	2,1	9	18,90	71	$k_c=Q_o/\sum S . (t_i-t_e)$				
SO	27	2,325	3,760	8,742	0	0,00	8,74	1,5	30	45,00	393					
SO2	27	2,400		9,732	0	0,00	9,73	1,5	30	45,00	438	$k_c =$ 0,6883 W . m^{-2} . K^{-1}				
Pdl	50	2,325	2,500	5,8125	0	0,00	5,81	0,84	10	8,40	49					
Sch	15	2,325	2,650	6,16125	0	0,00	6,16	1,1	30	33,00	203					
						Sc	49,91625			Q_o	1031				Q_p	1137
															Q_v	132
$t_i =$	15	°C	M =	0,4	[-]		$V_e =$	0,0034	$m^3 . s^{-1}$						Q_z	0
$t_e =$	-15	°C	B =	12	$Pa^{0,67}$			$Q_v=1300 . V_v . (t_i-t_e)$							Q_c	1269

Příloha 7 Výpočet tepelných ztrát místnosti 008 (kancelář mistra)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
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	k . Δt	Tepelná ztráta	Na vyrovnání vlivu chladných stěn	Na urychlení zátopu	Na světovou stranu	$1 + p_1 + p_2 + p_3$	
								k	Δt		Q_0					
	cm	m	m	m^2		m^2	m^2	W. m^{-2}. K^{-1}	K	W. m^{-2}	W	p_1	p_2	p_3		W
												0,08	0	0	1,08	
SN1	10	2,400	2,400	5,76	1	1,58	4,18	2,5	2	5,00	21					
DN1		0,800	1,970	1,58	0	0,00	1,58	2	2	4,00	6	$p_1=0,15 . k_c$				
SN2	10	3,735	2,400	8,96	1	1,50	7,46	2,5	2	5,00	37					
OJ		1,000	1,500	1,50	0	0,00	1,50	5,2	2	10,40	16	$k_c=Q_o/\sum S . (t_i-t_e)$				
SO	27	2,400	4,350	10,44	1	1,20	9,24	1,5	35	52,50	485					
OZ		1,500	0,800	1,20	0	0,00	1,20	2,8	35	98,00	118					
SN3	10	3,735	2,400	8,96	0	0,00	8,96	2,5	10	25,00	224	$k_c =$ 0,5651 W . m^{-2} . K^{-1}				
Pdl	50	2,400	4,235	10,16	0	0,00	10,16	0,84	15	12,60	128					
Str	10,5	2,400	4,235	10,16	0	0,00	10,16	0,296	14	4,14	42					
						S_c	54,46			Q_o	1077				Q_p	1168
															Q_v	246
$t_i =$	20	°C	M =	0,7	[-]		$V_e =$	0,0278	$m^3 . s^{-1}$						Q_z	500
$t_e =$	-15	°C	B =	12	$Pa^{0,67}$			$Q_v=1300 . V_v . (t_i-t_e)$							Q_c	915

Příloha 8 Výpočet tepelných ztrát místnosti 009 (čistidla myčky)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
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 k	Rozdíl teplot Δt	k . Δt	Tepelná ztráta Q_0	Na vyrovnání vlivu chladných stěn	Na urychlení zátopu	Na světovou stranu	$1 + p_1 + p_2 + p_3$	
	cm	m	m	m^2		m^2	m^2	$W.m^{-2}.K^{-1}$	K	$W.m^{-2}$	W	p_1	p_2	p_3		W
												0,08	0	0,05	1,13	
SN1	10	3,395	4,990	16,94	1	1,773	15,17	2,5	-8	-20,00	-303					
DN1		0,900	1,970	1,77	0	0	1,77	2	-8	-16,00	-28					
SN2	10	3,735	2,400	8,96	0	0	8,96	2,5	-10	-25,00	-224	$p_1=0,15 . k_c$				
SN3	10	3,735		4,52	0	0	4,52	2,5	4	10,00	45					
SO1	27	3,395	4,350	14,77	0	0	14,77	1,5	25	37,50	554	$k_c=Q_o/\sum S . (t_i-t_e)$				
SO2	27	3,735		17,17	0	0	17,17	1,5	25	37,50	644					
Pdl	50	3,395	3,735	18,26	0	0	18,26	0,84	5	4,20	77	$k_c =$ 0,5121 $W . m^{-2} . K^{-1}$				
Sch	15	3,395	4,350	18,26	0	0	18,26	1,1	25	27,50	502					
						S_c	98,88265			Q_o	1266				Q_p	1426
															Q_v	155
$t_i =$	10	°C	M =	0,7	[-]		$V_e =$	0,004754167	$m^3 . s^{-1}$						Q_z	0
$t_e =$	-15	°C	B =	12	$Pa^{0,67}$			$Q_v=1300 . V_v . (t_i-t_e)$							Q_c	1581

Příloha 9 Výpočet tepelné zátěže Myčka 001

Sluneční čas	τ	h	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Venkovní výpočtová teplota	t_e	°C	21,2	23	24,8	26,5	27,9	29,1	29,8	30	29,8	29,1
Vnitřní výpočtová teplota	t_i	°C	24,2	26	27,8	29,5	30,9	32,1	32,8	33	32,8	32,1
Tepelné zisky od svítidel	Q_{sv}	W	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106
Tepelné zisky od ventilátoru	Q_v	W	1044	1044	1044	1044	1044	1044	1044	1044	1044	1044
Tepelné zisky venkovními stěnami	Q_s	W	53	-254	-582	-799	-947	-1021	-997	-948	-884	-785
Tepelné zisky z přívodu čerstvého větracího vzduchu	Q_L	W	-3116	-3116	-3116	-3116	-3116	-3116	-3116	-3116	-3116	-3116
Tepelné zisky od vnitřních zdrojů citelným teplem	Q_{cvz}	W	1150	1150	1150	1150	1150	1150	1150	1150	1150	1150
Tepelné zisky od vnějších zdrojů citelným teplem	Q_{cvp}	W	53	-254	-582	-799	-947	-1021	-997	-948	-884	-785
Tepelná zátěž větraného prostoru citelným teplem	Q_{ic}	W	1203	896	568	350	203	129	153	201	266	365
Tepelná zátěž vzduchotech. zařízení citelným teplem	Q_c	W	-1913	-2220	-2548	-2765	-2913	-2986	-2962	-2914	-2850	-2750
Tepelná zátěž větraného prostoru vázaným teplem	Q_{iv}	W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Celková tepelná zátěž větraného prostoru	**Q_i**	**W**	**1203**	**896**	**568**	**350**	**203**	**129**	**153**	**201**	**266**	**365**

Příloha 10 Výpočet tepelné zátěže Kompresor 004

Sluneční čas	τ	h	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Venkovní výpočtová teplota	t_e	°C	21,2	23	24,8	26,5	27,9	29,1	29,8	30	29,8	29,1
Vnitřní výpočtová teplota	t_i	°C	24,2	26	27,8	29,5	30,9	32,1	32,8	33	32,8	32,1
Tepelné zisky od svítidel	Q_{sv}	W	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Tepelné zisky od ventilátoru	Q_v	W	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Tepelné zisky venkovními stěnami	Q_s	W	0	0	-104	-137	-168	-174	-131	0	15	111
Tepelné zisky z přívodu čerstvého větracího vzduchu	Q_L	W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tepelné zisky od vnitřních zdrojů citelným teplem	Q_{cvz}	W	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Tepelné zisky od vnějších zdrojů citelným teplem	Q_{cvp}	W	0	0	-104	-137	-168	-174	-131	0	15	111
Tepelná zátěž větraného prostoru citelným teplem	Q_{ic}	W	11	11	-94	-126	-157	-163	-121	11	26	121
Tepelná zátěž vzduchotech. zařízení citelným teplem	Q_c	W	11	11	-94	-126	-157	-163	-121	11	26	121
Tepelná zátěž větraného prostoru vázaným teplem	Q_{iv}	W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Celková tepelná zátěž větraného prostoru	**Q_i**	**W**	**11**	**11**	**-94**	**-126**	**-157**	**-163**	**-121**	**11**	**26**	**121**

Příloha 11 Výpočet tepelné zátěže Montážní haly 002

Sluneční čas	τ	h	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Venkovní výpočtová teplota	t_e	°C	21,2	23	24,8	26,5	27,9	29,1	29,8	30	29,8	29,1
Vnitřní výpočtová teplota	t_i	°C	24,2	26	27,8	29,5	30,9	32,1	32,8	33	32,8	32,1
Sluneční deklinace	δ	°	20,35	20,35	20,35	20,35	20,35	20,35	20,35	20,35	20,35	20,35
Zemská šířka ČR 50°	ψ	°	34	44	52	58	60	58	52	44	34	25
Sluneční azimut	a	°	100	114	131	152	180	208	229	246	260	272
Délka vodorovného stínu	e_1	m	Stíněné	Stíněné	Stíněné	0,327	0,100	0,031	0,007	0,038	0,070	0,107
Délka svislého stínu	e_2	m	Stíněné	Stíněné	Stíněné	0,547	0,245	0,167	0,128	0,103	0,082	0,068
Osluněná plocha oken	S_{os}	m^2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94	3,53	4,28	4,65
Intenzita přímé sluneční radiace na plochu kolmou ke sl. paprskům	I_{Dk}	W/m^2	620	702	747	773	780	773	747	702	620	510
Intenzita difuzní sluneční radiace	I_d	W/m^2	116	139	154	163	166	163	154	139	116	93
Úhel mezi normálou osluněného povrchu a směrem paprsků	θ	°	118	105	92	81	69	60	52	48	47	52
Propustnost standardního okna	t_D	-	0,00	0,00	0,00	0,35	0,64	0,76	0,81	0,83	0,84	0,82
Intenzita difuzní radiace standardním oknem	I_{od}	W/m^2	99	118	131	139	141	139	131	118	99	79
Celková intenzita sluneční radiace procházející standardním oknem	I_{Ok}	W/m^2	99	118	131	181	317	437	504	511	451	336
Tepelné zisky sluneční radiací okny	Q_{orn}	W	542	647	717	797	1331	1908	2280	2348	2105	1584
Tepelný zisky prostupem tepla okny	Q_{okn}	W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tepelné zisky venkovními stěnami	Q_s	W	733	-970	-2566	-3334	-3614	-3360	-2593	-1718	-1037	-364
Tepelné zisky z přívodu čerstvého větracího vzduchu	Q_L	W	-4852	-4852	-4852	-4852	-4852	-4852	-4852	-4852	-4852	-4852
Tepelné zisky od vnitřních zdrojů citelným teplem	Q_{cvz}	W	5067	5008	4949	4892	4846	4807	4784	4777	4784	4807
Tepelné zisky od vnějších zdrojů citelným teplem	Q_{cvp}	W	1275	-323	-1849	-2537	-2283	-1451	-312	630	1068	1220
Tepelná zátěž větraného prostoru citelným teplem	Q_{ic}	W	6342	4685	3099	2355	2564	3355	4471	5407	5852	6026
Tepelná zátěž vzduchotech. zařízení citelným teplem	Q_c	W	1489	-168	-1753	-2497	-2289	-1497	-381	554	999	1174
Tepelná zátěž větraného prostoru vázaným teplem	Q_{iv}	W	792	847	910	969	1017	1094	1118	1125	1118	1094
Celková tepelná zátěž větraného prostoru	**Q_i**	**W**	**7134**	**5532**	**4009**	**3324**	**3581**	**4449**	**5589**	**6532**	**6970**	**7120**

Příloha 12 Výpočet tepelné zátěže Sklad 005

Sluneční čas	τ	h	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Venkovní výpočtová teplota	t_e	°C	21,2	23	24,8	26,5	27,9	29,1	29,8	30	29,8	29,1
Vnitřní výpočtová teplota	t_i	°C	24,2	26	27,8	29,5	30,9	32,1	32,8	33	32,8	32,1
Tepelné zisky od svítidel	Q_{sv}	W	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Tepelné zisky od ventilátoru	Q_v	W	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Tepelné zisky venkovními stěnami	Q_s	W	591	584	725	816	839	849	856	880	949	1074
Tepelné zisky z přívodu čerstvého větracího vzduchu	Q_L	W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tepelné zisky od vnitřních zdrojů citelným teplem	Q_{cvz}	W	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
Tepelné zisky od vnějších zdrojů citelným teplem	Q_{cvp}	W	591	584	725	816	839	849	856	880	949	1074
Tepelná zátěž větraného prostoru citelným teplem	Q_{ic}	W	625	618	759	850	872	883	889	913	983	1108
Tepelná zátěž vzduchotech. zařízení citelným teplem	Q_c	W	625	618	759	850	872	883	889	913	983	1108
Tepelná zátěž větraného prostoru vázaným teplem	Q_{iv}	W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Celková tepelná zátěž větraného prostoru	**Q_i**	**W**	**625**	**618**	**759**	**850**	**872**	**883**	**889**	**913**	**983**	**1108**

Příloha 13 Výpočet tepelné zátěže Příruční sklad 007

Sluneční čas	τ	h	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Venkovní výpočtová teplota	t_e	°C	21,2	23	24,8	26,5	27,9	29,1	29,8	30	29,8	29,1
Vnitřní výpočtová teplota	t_i	°C	24,2	26	27,8	29,5	30,9	32,1	32,8	33	32,8	32,1
Tepelné zisky od svítidel	Q_{sv}	W	12	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Tepelné zisky od ventilátoru	Q_v	W	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Tepelné zisky venkovními stěnami	Q_s	W	178	0	0	-112	-144	-172	-183	-175	-149	-104
Tepelné zisky z přívodu čerstvého větracího vzduchu	Q_L	W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tepelné zisky od vnitřních zdrojů citelným teplem	Q_{cvz}	W	24	34	34	34	34	34	34	34	34	34
Tepelné zisky od vnějších zdrojů citelným teplem	Q_{cvp}	W	178	0	0	-112	-144	-172	-183	-175	-149	-104
Tepelná zátěž větraného prostoru citelným teplem	Q_{ic}	W	202	34	34	-79	-110	-139	-149	-141	-116	-70
Tepelná zátěž vzduchotech. zařízení citelným teplem	Q_c	W	202	34	34	-79	-110	-139	-149	-141	-116	-70
Tepelná zátěž větraného prostoru vázaným teplem	Q_{iv}	W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Celková tepelná zátěž větraného prostoru	**Q_i**	**W**	**202**	**34**	**34**	**-79**	**-110**	**-139**	**-149**	**-141**	**-116**	**-70**

Příloha 14 Výpočet tepelné zátěže WC s umývárnou 006

Sluneční čas	τ	h	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Venkovní výpočtová teplota	t_e	°C	21,2	23	24,8	26,5	27,9	29,1	29,8	30	29,8	29,1
Vnitřní výpočtová teplota	t_i	°C	24,2	26	27,8	29,5	30,9	32,1	32,8	33	32,8	32,1
Sluneční deklinace	δ	°	20,35	20,35	20,35	20,35	20,35	20,35	20,35	20,35	20,35	20,35
Zemská šířka ČR 50°	ψ	°	34	44	52	58	60	58	52	44	34	25
Sluneční azimut	a	°	100	114	131	152	180	208	229	246	260	272
Délka vodorovného stínu	e_1	m	Stíněné	Stíněné	Stíněné	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Délka svislého stínu	e_2	m	Stíněné	Stíněné	Stíněné	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Osluněná plocha okna	S_{os}	m^2	0,00	0,00	0,00	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92
Intenzita přímé sluneční radiace na plochu kolmou ke slunečním paprskům	I_{Dk}	W/m^2	620	702	747	773	780	773	747	702	620	510
Intenzita difuzní sluneční radiace	I_d	W/m^2	116	139	154	163	166	163	154	139	116	93
Úhel mezi normálou osluněného povrchu a směrem paprsků	θ	°	118	105	92	81	69	60	52	48	47	52
Propustnost standardního okna	t_D	-	0,00	0,00	0,00	0,35	0,64	0,76	0,81	0,83	0,84	0,82
Intenzita difuzní radiace standardním oknem	I_{od}	W/m^2	99	118	131	139	141	139	131	118	99	79
Celková intenzita sluneční radiace procházející standardním oknem	I_{Ok}	W/m^2	99	118	131	181	317	437	504	511	451	336
Tepelné zisky sluneční radiací okny	Q_{orn}	W	214	255	283	374	608	815	929	935	822	615
Tepelný zisky prostupem tepla okny	Q_{okn}	W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tepelné zisky venkovními stěnami	Q_s	W	0	0	0	0	0	-106	-108	-104	0	0
Tepelné zisky z přívodu čerstvého větracího vzduchu	Q_L	W	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135	-135
Tepelné zisky od vnitřních zdrojů citelným teplem	Q_{cvz}	W	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
Tepelné zisky od vnějších zdrojů citelným teplem	Q_{cvp}	W	214	255	283	374	608	710	821	830	822	615
Tepelná zátěž větraného prostoru citelným teplem	Q_{ic}	W	270	312	339	430	665	766	878	887	879	671
Tepelná zátěž vzduchotech. zařízení citelným teplem	Q_c	W	135	177	204	295	530	631	743	752	744	536
Tepelná zátěž větraného prostoru vázaným teplem	Q_{iv}	W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Celková tepelná zátěž větraného prostoru	**Q_i**	**W**	**270**	**312**	**339**	**430**	**665**	**766**	**878**	**887**	**879**	**671**

Příloha 15 Výpočet tepelné zátěže Kancelář mistra 008

Sluneční čas	τ	h	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Venkovní výpočtová teplota	t_e	°C	21,2	23	24,8	26,5	27,9	29,1	29,8	30	29,8	29,1
Vnitřní výpočtová teplota	t_i	°C	24,2	26	27,8	29,5	30,9	32,1	32,8	33	32,8	32,1
Sluneční deklinace	δ	°	20,35	20,35	20,35	20,35	20,35	20,35	20,35	20,35	20,35	20,35
Zemská šířka ČR 50°	ψ	°	34	44	52	58	60	58	52	44	34	25
Sluneční azimut	a	°	100	114	131	152	180	208	229	246	260	272
Délka vodorovného stínu	e_1	m	Stíněné	Stíněné	Stíněné	0,327	0,100	0,031	0,007	0,038	0,070	0,107
Délka svislého stínu	e_2	m	Stíněné	Stíněné	Stíněné	0,547	0,245	0,167	0,128	0,103	0,082	0,068
Osluněná plocha oken	S_{os}	m^2	0,00	0,00	0,00	0,31	1,18	1,43	1,55	1,60	1,65	1,66
Intenzita přímé sluneční radiace na plochu kolmou ke slunečním paprskům	I_{Dk}	W/m^2	620	702	747	773	780	773	747	702	620	510
Intenzita difuzní sluneční radiace	I_d	W/m^2	116	139	154	163	166	163	154	139	116	93
Úhel mezi normálou osluněného povrchu a směrem paprsků	θ	°	118	105	92	81	69	60	52	48	47	52
Propustnost standardního okna	t_D	-	0,00	0,00	0,00	0,35	0,64	0,76	0,81	0,83	0,84	0,82
Intenzita difuzní radiace standardním oknem	I_{od}	W/m^2	99	118	131	139	141	139	131	118	99	79
Celková intenzita sluneční radiace procházející standardním oknem	I_{Ok}	W/m^2	99	118	131	181	317	437	504	511	451	336
Tepelné zisky sluneční radiací okny	Q_{orn}	W	181	216	239	266	444	636	760	783	702	528
Tepelný zisky prostupem tepla okny	Q_{okn}	W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tepelné zisky venkovními stěnami	Q_s	W	0	0	0	0	0	-106	-108	-104	0	0
Tepelné zisky z přívodu čerstvého větracího vzduchu	Q_L	W	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
Tepelné zisky od vnitřních zdrojů citelným teplem	Q_{cvz}	W	749	727	705	684	667	652	644	641	644	652
Tepelné zisky od vnějších zdrojů citelným teplem	Q_{cvp}	W	181	216	239	266	444	531	653	678	702	528
Tepelná zátěž větraného prostoru citelným teplem	Q_{ic}	W	929	942	944	950	1111	1183	1296	1320	1345	1180
Tepelná zátěž vzduchotech. zařízení citelným teplem	Q_c	W	829	842	844	850	1011	1083	1196	1220	1245	1080
Tepelná zátěž větraného prostoru vázaným teplem	Q_{iv}	W	139	161	183	206	224	239	248	250	248	239
Celková tepelná zátěž větraného prostoru	**Q_i**	**W**	**1068**	**1103**	**1127**	**1156**	**1334**	**1422**	**1544**	**1570**	**1593**	**1419**

Příloha 16 Výpočet tepelné zátěže Čistidla myčky 009

Sluneční čas	τ	h	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Venkovní výpočtová teplota	t_e	°C	21,2	23	24,8	26,5	27,9	29,1	29,8	30	29,8	29,1
Vnitřní výpočtová teplota	t_i	°C	24,2	26	27,8	29,5	30,9	32,1	32,8	33	32,8	32,1
Tepelné zisky od svítidel	Q_{sv}	W	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Tepelné zisky od ventilátoru	Q_v	W	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Tepelné zisky venkovními stěnami	Q_s	W	403	296	275	241	201	185	201	251	345	489
Tepelné zisky z přívodu čerstvého větracího vzduchu	Q_L	W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tepelné zisky od vnitřních zdrojů citelným teplem	Q_{cvz}	W	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Tepelné zisky od vnějších zdrojů citelným teplem	Q_{cvp}	W	403	296	275	241	201	185	201	251	345	489
Tepelná zátěž větraného prostoru citelným teplem	Q_{ic}	W	422	314	294	260	220	204	219	269	363	508
Tepelná zátěž vzduchotech. zařízení citelným teplem	Q_c	W	422	314	294	260	220	204	219	269	363	508
Tepelná zátěž větraného prostoru vázaným teplem	Q_{iv}	W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Celková tepelná zátěž klimatizovaného prostoru	**Q_i**	**W**	**422**	**314**	**294**	**260**	**220**	**204**	**219**	**269**	**363**	**508**

Příloha 17 Tlakové ztráty Přívodní vedlejší větev Myčka 001

Číslo úseku	Objemový průtok daného úseku		Délka úseku	Navržený vzduchuvod			Skutečné hodnoty		Ekvival. průměr	Tlakový spád	Součinitel místních odporů	Tlaková ztráta			
				Průměr	Šířka	Výška	Průřez potrubí	Rychlost v potrubí				Třením	Místními odpory	Vyústky nebo elementu	Celková
	V		l	d	a	b	S	w	d_e	R	∑ξ	Δp_R	Δp_m	Δp_v	Δp_z
	$m^3 . h^{-1}$	$m^3 . s^{-1}$	m	mm	mm	mm	m^2	$m . s^{-1}$	m	$Pa . m^{-1}$	-	Pa	Pa	Pa	Pa
50	**996,4**	**0,2768**	**1,43**	**-**	**250**	**400**	**0,1**	**2,76786**	**0,308**	**0,3522**	**0,28**	**0,5**	**1,3**	**4,5**	**6,3**
51	**1993**	**0,5536**	**1,43**	**-**	**450**	**400**	**0,18**	**3,0754**	**0,424**	**0,2892**	**0**	**0,4**	**0,0**	**4,5**	**4,9**
52	**2989**	**0,8304**	**1,43**	**-**	**450**	**400**	**0,18**	**4,6131**	**0,424**	**0,6186**	**0,05**	**0,9**	**0,6**	**16,5**	**18,0**
53	**3986**	**1,1071**	**1,43**	**-**	**500**	**400**	**0,2**	**5,53572**	**0,444**	**0,8204**	**0**	**1,2**	**0,0**	**21,5**	**22,7**
54	**4982**	**1,3839**	**3,9**	**-**	**500**	**400**	**0,2**	**6,91964**	**0,444**	**1,2467**	**1,8**	**4,9**	**51,7**	**40**	**96,6**
															148,5

Příloha 18 Tlakové ztráty Přívodní potrubí větve vedlejší Montážní hala, Klempírna. Tlustě je označena větev větší tlakovou ztrátou.

Číslo úseku	Objemový průtok daného úseku		Délka úseku	Navržený vzduchovod			Skutečné hodnoty		Ekvival. průměr	Tlakový spád	Součinitel místních odporů	Tlaková ztráta			
				Průměr	Šířka	Výška	Průřez potrubí	Rychlost v potrubí				Třením	Místními odpory	Vyústky	Celková
	V		l	d	a	b	S	w	d_e	R	∑ξ	Δp_R	Δp_m	Δp_v	Δp_z
	$m^3 . h^{-1}$	$m^3 . s^{-1}$	m	mm	mm	mm	m^2	$m . s^{-1}$	m	$Pa . m^{-1}$	-	Pa	Pa	Pa	Pa
28	593	0,165	5,216	250	-	-	0,0491	3,35739	0,25	0,6538	0,32	3,4	2,2	28	33,6
29	593	0,165	3,371	250	-	-	0,0491	3,35739	0,25	0,6538	1,006058	2,2	6,8	28	37,0
30	1187	0,330	5,233	-	250	315	0,07875	4,18554	0,279	0,8641	0,07	4,5	0,7	-	5,3
31	**806**	**0,224**	**2,621**	**250**	**-**	**-**	**0,0491**	**4,56216**	**0,25**	**1,1618**	**1,4030555**	**3,0**	**17,5**	**50**	**70,6**
32	**1993**	**0,554**	**3,618**	**-**	**355**	**315**	**0,11183**	**4,95019**	**0,334**	**0,9474**	**0,1**	**3,4**	**1,5**	**-**	**4,9**
33	806	0,224	2,6	250	-	-	0,0491	4,56216	0,25	**1,1618**	1,24	3,0	15,5	50	68,5
34	**199**	**0,055**	**3,714**	-	**110**	**160**	**0,0176**	**3,14861**	**0,130**	**1,2953**	**0,06**	**4,8**	**0,4**	**8**	**13,2**
35	**340**	**0,094**	**2,11**	-	**160**	**160**	**0,0256**	**3,68871**	**0,160**	**1,3535**	**0,04**	**2,9**	**0,3**	**13**	**16,2**
36	**480**	**0,133**	**2,11**	-	**225**	**160**	**0,036**	**3,70684**	**0,187**	**1,1266**	**0,14**	**2,4**	**1,2**	**13**	**16,5**
37	**208**	**0,058**	**0,845**	-	**110**	**160**	**0,0176**	**3,27695**	**0,130**	**1,3961**	**0,07**	**1,2**	**0,5**	**8**	**9,6**
38	**415**	**0,115**	**0,621**	-	**200**	**160**	**0,032**	**3,60465**	**0,178**	**1,1381**	**1**	**0,7**	**7,8**	**8**	**16,5**
39	**896**	**0,249**	**3,2**	-	**315**	**200**	**0,063**	**3,94913**	**0,245**	**0,9104**	**0**	**2,9**	**0,0**	**-**	**2,9**
40	**1067**	**0,296**	**1,5**	-	**315**	**200**	**0,063**	**4,70473**	**0,245**	**1,2641**	**1,3**	**1,9**	**17,3**	**7**	**26,2**
41	**3866**	**1,074**	**3,98**	-	**630**	**315**	**0,19845**	**5,41143**	**0,420**	**0,8431**	**0,1**	**3,4**	**1,8**	-	**5,1**
42	806	0,224	2,133	250	-	-	0,0491	4,56216	0,25	1,1618	1,04	2,5	13,0	50	65,5
43	**4672**	**1,298**	**3,8**	-	**710**	**315**	**0,22365**	**5,80301**	**0,436**	**0,9168**	**0,09**	**3,5**	**1,8**	-	**5,3**
44	806	0,224	2,09	250	-	-	0,0491	4,56216	0,25	1,1618	1,04	2,4	13,0	50	65,4
45	**5478**	**1,522**	**3,8**	-	**800**	**315**	**0,252**	**6,03884**	**0,452**	**0,9458**	**0,1**	**3,6**	**2,2**	-	**5,8**
46	806	0,224	2,04	250	-	-	0,0491	4,56216	0,25	1,1618	1,04	2,4	13,0	50	65,4
47	**6285**	**1,746**	**3,8**	-	**900**	**315**	**0,2835**	**6,15778**	**0,467**	**0,9432**	**0,08**	**3,6**	**1,8**	-	**5,4**
48	806	0,224	2,04	250	-	-	0,0491	4,56216	0,25	1,1618	1,04	2,4	13,0	50	65,4
49	**7091**	**1,970**	**5,5**	-	**900**	**315**	**0,2835**	**6,94771**	**0,467**	**1,1827**	**0,41**	**6,5**	**11,9**	-	**18,4**
															115,4

Příloha 19 Tlakové ztráty Přívod vedlejší větev Čistidla myčky a Kancelář

Číslo úseku	Objemový průtok daného úseku		Délka úseku	Navržený vzduchovod			Skutečné hodnoty		Ekvival. průměr	Tlakový spád	Součinitel místních odporů	Tlaková ztráta			
				Průměr	Šířka	Výška	Průřez potrubí	Rychlost v potrubí				Třením	Místními odpory	Vyústky	Celková
	V		l	d	a	b	S	w	d_e	R	∑ξ	Δp_R	Δp_m	Δp_v	Δp_z
	$m^3 . h^{-1}$	$m^3 . s^{-1}$	m	mm	mm	mm	m^2	$m . s^{-1}$	m	$Pa . m^{-1}$	-	Pa	Pa	Pa	Pa
55	**159,8**	**0,0444**	**2,8**	**-**	**160**	**200**	**0,032**	**1,38706**	**0,178**	**0,1899**	**1,25**	**0,5**	**1,4**	**28**	**30,0**
56	173,9	0,0483	2,95	-	110	200	0,022	2,19596	0,142	0,5934	0,861263	1,8	2,5	12	16,2
57	**333,7**	**0,0927**	**1**	**-**	**200**	**200**	**0,04**	**2,31743**	**0,200**	**0,4298**	**0,6**	**0,4**	**1,9**	**-**	**2,4**
															48,6

Příloha 20 Tlakové ztráty Odváděcí vedlejší větev Montážní hala, Klempírna

Číslo úseku	Objemový průtok daného úseku		Délka úseku	Navržený vzduchovod		Skutečné hodnoty		Ekvival. průměr	Tlakový spád	Součinitel místních odporů	Tlaková ztráta			
				Šířka	Výška	Průřez potrubí	Rychlost v potrubí				Třením	Místními odpory	Vyústky	Celková
	V		l	a	b	S	w	d_e	R	∑ξ	Δp_R	Δp_m	Δp_v	Δp_z
	$m^3 . h^{-1}$	$m^3 . s^{-1}$	m	mm	mm	m^2	$m . s^{-1}$	m	$Pa . m^{-1}$	-	Pa	Pa	Pa	Pa
11	974,7	0,2708	2	250	400	0,1000	2,70759	0,308	0,3380	0,050	0,6760008	0,2	4,5	5,4
12	1949	0,5415	6,172	400	400	0,1600	3,38449	0,400	0,3715	0,000	2,2926056	0,0	4,5	6,8
13	2930	0,8138	3,138	400	400	0,1600	5,08627	0,400	0,7973	0,040	2,5018126	0,6	19,5	22,6
14	3910	1,0861	3,125	500	400	0,2000	5,43044	0,444	0,7914	0,000	2,4731917	0,0	22,5	25,0
15	4890	1,3584	3,125	500	400	0,2000	6,79186	0,444	1,2038	0,010	3,7620214	0,3	32	36,0
16	5870	1,6307	3,125	560	400	0,2240	7,27971	0,467	1,2909	0,000	4,0340212	0,0	35	39,0
17	6851	1,9029	3,125	560	400	0,2240	8,49527	0,467	1,7244	0,010	5,3886621	0,4	40	45,8
18	7831	2,1752	3,125	630	400	0,2520	8,63184	0,489	1,6757	0,000	5,2365304	0,0	42	47,2
19	8811	2,4475	3,8	630	400	0,2520	9,71234	0,489	2,0904	0,670	7,9435572	37,9	51	96,9
														324,8

Příloha 21 Kusovník Přívodní potrubí Montážní hala, Klempírna

Pozice	Název	Rozměry [mm]			Firemní označení	ks
		a	b	l		
1.01	Flexo - přímá trouba	-	-	17500	IMOS-flexohadice Φ 250	-
1.02	Přechod osový	-	-	315	IMOS-PROK, 250, 315, 315, 250,spoj 1,2	14
1.03	Rozbočka	-	-	500	IMOS -TK (IMOS-OLP, 250, 315, 125, 0, 0, 90, 250, spoj1,2 + IMOS-OL, 250, 125, 0, 0, 90, 250, spoj 1,2)	1
1.04	Přímá trouba	250	315	2000	IMOS -RR, 250, 315, 2000, spoj 1,2	1
1.05	Přímá trouba	250	315	350	IMOS -RR, 250, 315, 350, spoj 1,2	1
1.06	Rozbočka	-	-	550	IMOS -TK (IMOS-OLP, 250, 315, 75, 0, 0, 90, 150, spoj 1,2 + IMOS-RR 250, 315, 550, spoj 1,2 + IMOS-OLP, 250, 315, 75, 0, 0, 90, 150, spoj 1,2)	1
1.07	Přímá trouba	400	315	2282	IMOS -RR, 400, 315, 2282, spoj 1,2	1
1.08	Přímá trouba	400	315	2400	IMOS -RR, 400, 315, 2400, spoj 1,2	1
1.09	Rozbočka	-	-	550	IMOS -TK (IMOS-OLP, 250, 315, 115, 0, 0, 90, 150, spoj1,2 + IMOS-RR 400, 315, 550, spoj 1,2 + IMOS-OLP, 250, 315,115, 0, 0, 90, 150, spoj 1,2)	1
1.10	Přímá trouba	630	315	2000	IMOS -RR, 630, 315, 2000, spoj 1,2	2
1.11	Přímá trouba	630	315	1250	IMOS -RR, 630, 315, 1250, spoj 1,2	1
1.12	Rozbočka	-	-	550	IMOS -TK (IMOS-OLP, 250, 315, 0, 0, 0, 90, 150, spoj 1,2 + IMOS-RR 630, 315, 550, spoj 1,2 + IMOS-OLP, 250, 315, 0 ,0, 0, 90, 150, spoj 1,2)	1
1.13	Odskok přechodový	-	-	630	IMOS-ODP, 400, 630, 630, 315, 85, spoj 1,2	1
1.14	Přímá trouba	630	400	2000	IMOS -RR, 630, 400, 2000, spoj 1,2	1
1.15	Přímá trouba	630	400	620	IMOS -RR, 630, 400, 620, spoj 1,2	1
1.16	Přechod osový	-	-	400	IMOS-PROK, 250, 400, 400, 250,spoj 1,2	8
1.17	Rozbočka	-	-	550	IMOS -TK (IMOS-OLP, 250, 315, 85, 0, 0, 90, 150, spoj 1,2 + IMOS-RR 630, 400, 550, spoj 1,2 + IMOS-OLP, 250, 315, 85, 0, 0, 90, 150, spoj 1,2)	1
1.18	Přímá trouba	800	400	2000	IMOS -RR, 800, 400, 2000, spoj 1,2	1
1.19	Přímá trouba	800	400	1250	IMOS -RR, 800, 400, 1250, spoj 1,2	1
1.20	Rozbočka	-	-	550	IMOS -TK (IMOS-OLP, 250, 315, 50, 0, 0, 90, 150, spoj 1,2 + IMOS-RR 800, 400, 550, spoj 1,2 + IMOS-OLP, 250, 315, 50, 0, 0, 90, 150, spoj 1,2)	1
1.21	Přímá trouba	900	400	2000	IMOS -RR, 900, 400, 2000, spoj 1,2	1
1.22	Přímá trouba	900	400	1250	IMOS -RR, 900, 400, 1250, spoj 1,2	1
1.23	Rozbočka	-	-	550	IMOS -TK (IMOS-OLP, 250, 315, 50, 0, 0, 90, 150, spoj 1,2 + IMOS-RR 900, 400, 550, spoj 1,2 + IMOS-OLP, 250, 315, 50, 0, 0, 90, 150, spoj 1,2)	1
1.24	Přímá trouba	1000	400	2000	IMOS -RR, 1000, 400, 2000, spoj 1,2	1
1.25	Přímá trouba	1000	400	1250	IMOS -RR, 1000, 400, 1250, spoj 1,2	1

Pokračování přílohy 21

1.26	Rozbočka	-	-	550	IMOS -TK (IMOS-OLP, 250, 315, 60, 0, 0, 90, 150, spoj 1,2 + IMOS-RR 1000, 400, 550, spoj 1,2 + IMOS-OLP, 250, 315, 60, 0, 0, 90, 150, spoj 1,2)	1
1.27	Přímá trouba	1120	400	1250	IMOS -RR, 1120, 400, 1305, spoj 1,2	1
1.28	Oblouk	1120	400	-	IMOS-OL, 400, 1120, 0, 0, 90, 150, spoj 1,2	1
1.29	Přímá trouba	1120	400	2970	IMOS -RR, 1120, 400, 2907, spoj 1,2	1
1.30	Přechod osový	-	-	250	IMOS-PROK, 250, 250, 25, 250,spoj 1,2	2
1.31	Oblouk	250	250	-	IMOS-OL, 250, 250, 0, 0, 90, 150, spoj 1,2	1
1.32	Přímá trouba	250	250	2000	IMOS -RR, 250, 250, 2000, spoj 1,2	1
1.33	Přímá trouba	250	250	450	IMOS -RR, 250, 250, 450, spoj 1,2	1
1.34	Rozbočka přechodová	-	-	550	IMOS-RBP, 250, 315, 250, 250, 250, 250, spoj 1,2,3	1
1.35	Přímá trouba	250	250	2283	IMOS -RR, 250, 250, 2283, spoj 1,2	1
1.36	Přímá trouba	250	250	2400	IMOS -RR, 250, 250, 2400, spoj 1,2	1
1.37	Rozbočka	-	-	550	IMOS -TK (IMOS-OLP, 250, 315, 105, 0, 0, 90, 150, spoj 1,2 + IMOS-RR 250, 315, 550, spoj 1,2	1
1.38	Přímá trouba	355	315	750	IMOS -RR, 355, 315, 750, spoj 1,2	1
1.39	Přímá trouba	355	315	2400	IMOS -RR, 355, 315, 2400, spoj 1,2	1
1.40	Rozbočka	-	-	500	IMOS -TK (IMOS-OLP, 250, 315, 275, 0, 0, 90, 150, spoj 1,2 + IMOS-RR 355, 315, 500, spoj 1,2 + IMOS-OLP, 315, 200, 0, 0, 0, 90, 150, spoj 1,2)	1
1.41	Přímá trouba	630	315	1400	IMOS -RR, 630, 315, 1400, spoj 1,2	1
1.42	Rozbočka	-	-	550	IMOS -TK (IMOS-OLP, 250, 315, 80, 0, 0, 90, 150, spoj 1,2 + IMOS-RR 630, 315, 550, spoj 1,2	1
1.43	Přímá trouba	710	315	1250	IMOS -RR, 710, 315, 1250, spoj 1,2	1
1.44	Přímá trouba	710	315	2000	IMOS -RR, 710, 315, 2000, spoj 1,2	1
1.45	Rozbočka	-	-	550	IMOS -TK (IMOS-OLP, 250, 315, 90, 0, 0, 90, 150, spoj 1,2 + IMOS-RR 710, 315, 550, spoj 1,2	1
1.46	Přímá trouba	800	315	1250	IMOS -RR, 800, 315, 1250, spoj 1,2	1
1.47	Přímá trouba	800	315	2000	IMOS -RR, 800, 315, 2000, spoj 1,2	1
1.48	Rozbočka	-	-	550	IMOS -TK (IMOS-OLP, 250, 315, 100, 0, 0, 90, 150, spoj 1,2 + IMOS-RR 800, 315, 550, spoj 1,2	1
1.49	Přímá trouba	900	315	1250	IMOS -RR, 900, 315, 1250, spoj 1,2	1
1.50	Přímá trouba	900	315	2000	IMOS -RR, 900, 315, 2000, spoj 1,2	1
1.51	Rozbočka	-	-	550	IMOS-RBP, 900, 315, 900, 250,150, 150, 550, spoj 1,2,3	1
1.52	Přímá trouba	900	315	1415	IMOS -RR, 900, 315, 1415, spoj 1,2	1
1.53	Oblouk	900	315	-	IMOS-OL, 900, 315, 0, 0, 90, 150, spoj 1,2	1
1.54	Přímá trouba	900	315	1345	IMOS -RR, 900, 315, 1345, spoj 1,2	1

Pokračování přílohy 21

1.55	Odskok přechodový	-	-	1120	IMOS-ODP, 400, 1120, 900, 315, 85, spoj 1,2	1
1.56	Rozbočka symetrická	-	-	1269	IMOS-RBS, 1120, 400, 1120, 1120, 150 ,150, 1420, spoj 1,2,3	1
1.57	Odskok přechodový	-	-	1120	IMOS-ODP, 400, 1120, 710, 900, 310, spoj 1,2	1
1.58	Rozbočka	-	-	500	IMOS -TK (IMOS-OL, 200, 200, 0, 0, 90, 150, spoj 1,2 + IMOS-RR 900, 710, 500, spoj 1,2	1
1.59	Přímá trouba	900	710	1120	IMOS -RR, 900, 710, 1120, spoj 1,2	1
1.60	Přímá trouba	900	710	1000	IMOS -RR, 900, 710, 1000, spoj 1,2	1
1.61	Rozbočka	-	-	800	IMOS -TK (IMOS-OL, 500, 400, 0, 0, 90, 150, spoj 1,2 + IMOS-RR 900, 710, 800, spoj 1,2	1
1.62	Přímá trouba	900	710	1200	IMOS -RR, 900, 710, 1200, spoj 1,2	1
1.63	Přímá trouba	900	710	250	IMOS -RR, 900, 710, 250, spoj 1,2	1
1.64	Tlumící vložka	900	710	100	IMOS-TVH-900, 710, spoj 1,2	1
1.65	Oblouk	900	710	-	IMOS-OL, 900, 710, 0, 0, 90, 150, spoj 1,2	2
1.66	Přímá trouba	900	710	1300	IMOS -RR, 900, 710, 1300, spoj 1,2	1
1.67	Přechod symetrický	-	-	1000	IMOS- PRO, 1120, 900, 710, 900, 1000, 0, 0, spoj 1,2	1
1.68	Oblouk přechodový	-	-	-	IMOS- OLP, 1540, 900, 1120, 0, 0, 90, 300, spoj 1,2	1
1.69	Přímá trouba	1540	900	945	IMOS -RR, 1540, 900, 945, spoj 1,2	1
1.70	Oblouk přechodový	-	-	-	IMOS- OLP, 1540, 1540, 900, 0, 0, 90, 300, spoj 1,2	1
1.71	Tlumící vložka	1540	1540	100	IMOS-TVH-1540, 1540, spoj 1,2	1

Příloha 22 Kusovník Odváděcí vzduchovod Montážní hala, Klempírna

Pozice	Název	Rozměry [mm]			Firemní označení	ks
		a	b	l		
2.01	Koncový kus	250	400	1600	IMOS-RR, 400, 250, 1600, spoj 1,2	2
2.02	Přechod stranový	-	-	560	IMOS-PRA, 400, 400, 250, 400, 560, 0 ,150 spoj 1,2	2
2.03	Přímá trouba	400	400	1400	IMOS -RR, 400, 400, 1400, spoj 1,2	2
2.04	Přímá trouba	400	400	2400	IMOS -RR, 400, 400, 2400, spoj 1,2	6
2.05	Přechod stranový	-	-	560	IMOS-PRA, 500, 400, 400, 400, 560, 0 ,100 spoj 1,2	2
2.06	Přímá trouba	500	400	1800	IMOS -RR, 500, 400, 1800, spoj 1,2	2
2.07	Přímá trouba	500	400	2400	IMOS -RR, 500, 400, 2400, spoj 1,2	2
2.08	Přímá trouba	500	400	1600	IMOS -RR, 500, 400, 1600, spoj 1,2	2
2.09	Přechod stranový	-	-	560	IMOS-PRA, 560, 400, 500, 400, 560, 0 ,60 spoj 1,2	2
2.10	Přímá trouba	560	400	1600	IMOS -RR, 560, 400, 1600, spoj 1,2	4
2.11	Přímá trouba	560	400	2400	IMOS -RR, 560, 400, 2400, spoj 1,2	2
2.12	Přechod stranový	-	-	630	IMOS-PRA, 630, 400, 560, 400, 630, 0 ,70 spoj 1,2	2
2.13	Přímá trouba	630	400	1800	IMOS -RR, 630, 400, 1800, spoj 1,2	3

2.14	Přímá trouba	630	400	2400	IMOS -RR, 630, 400, 2400, spoj 1,2	3
2.15	Přímá trouba	630	400	1600	IMOS -RR, 630, 400, 1600, spoj 1,2	2
2.16	Oblouk	630	400	-	IMOS-OL, 630, 400, 0, 0, 90, 150, spoj 1,2	2
2.17	Odskok	630	400	1400	IMOS-OD, 630, 400, 600, 1400, spoj 1,2	1
2.18	Přímá trouba	630	400	2235	IMOS -RR, 630, 400, 2235, spoj 1,2	1
2.19	Odskok	630	400	1000	IMOS-OD, 630, 400, 85, 1000, spoj 1,2	1
2.20	Přímá trouba	630	400	1685	IMOS -RR, 630, 400, 1685, spoj 1,2	1
2.21	Rozbočka symetrická	-	-	1200	IMOS-RBS, 900, 400, 630, 630, 150, 150, 0, spoj 1,2,3 instalovat dva vodící plechy	1
2.22	Odskok přechodový	-	-	1000	IMOS-ODP, 900, 500, 630, 400, 1000, 85, 0 spoj 1,2	1
2.23	Přímá trouba	900	500	2220	IMOS -RR, 900, 500, 2220, spoj 1,2	1
2.24	Přímá trouba	900	500	2400	IMOS -RR, 900, 500, 2400, spoj 1,2	1
2.25	Přímá trouba	900	500	250	IMOS -RR, 900, 500, 250, spoj 1,2	1
2.26	Tlumící vložka	900	500	100	IMOS-TVH-900, 500, spoj 1,2	1
2.27	Odskok přechodový	-	-	2200	IMOS-ODP, 1540, 900, 500, 900, 2200, -50, 0 spoj 1,2	1
2.28	Oblouk přechodový	-	-	-	IMOS- OLP, 1540, 1540, 900, 0, 0, 90, 300, spoj 1,2	1

Příloha 23 Kusovník přívodní potrubí Příruční sklad, WC s umývárnou, Sklad

Pozice	Název	Rozměry [mm]			Firemní označení	ks
		a	b	l		
3.01	Koncový kus	110	160	1250	IMOS -RR, 110, 160, 1250, spoj 1	1
3.02	Přímá trouba	110	160	2400	IMOS -RR, 110, 160, 2400, spoj 1,2	1
3.03	Přechod asymetricky	-	-	160	IMOS-PRA, 160, 160, 110, 160, 50, spoj 1,2	1
3.04	Přímá trouba	160	160	2400	IMOS -RR, 160, 160, 1800, spoj 1,2	1
3.05	Přechod asymetricky	-	-	225	IMOS-PRA, 225, 160, 160, 160, 75, spoj 1,2	1
3.06	Přímá trouba	225	160	690	IMOS -RR, 225, 160, 690, spoj 1,2	1
3.07	Přímá trouba	225	160	2000	IMOS -RR, 225, 160, 2000, spoj 1,2	1
3.08	Rozbočka	-	-	500	IMOS -TK (IMOS-OL, 200, 160, 0, 0, 90, 150, spoj 1,2 + IMOS-PRA, 200, 315, 160, 225, 500, 90, spoj 1,2	1
3.09	Koncový kus	110	160	500	IMOS -RR, 110, 160, 1250, spoj 1	1
3.10	Přechod asymetricky	-	-	200	IMOS-PRA, 200, 160, 110, 160, 50, spoj 1,2	1
3.11	Přímá trouba	200	160	800	IMOS -RR, 160, 160, 800, spoj 1,2	1
3.12	Oblouk	200	160	-	IMOS-OL, 200, 160, 0, 0, 90, 300, spoj 1,2	1
3.13	Přímá trouba	200	1600	492	IMOS -RR, 160, 160, 492, spoj 1,2	1
3.14	Přímá trouba	315	200	1800	IMOS -RR, 315, 200, 1800, spoj 1,2	1
3.15	Přímá trouba	315	200	1675	IMOS -RR, 315, 200, 1675, spoj 1,2	1
3.16	Oblouk	200	315	-	IMOS-OL, 200, 315, 0, 0, 90, 150, spoj 1,2	1
3.17	Oblouk	315	200	-	IMOS-OL, 315, 200, 0, 0, 90, 150, spoj 1,2	1

Příloha 24 Kusovník Odpadní potrubí WC s umývárnou

Pozice	Název	Rozměry [mm]			Firemní označení	ks
		a	b	l		
4.01	Koncový kus	200	200	1500	IMOS -RR, 200, 200, 1500, spoj 1	1
4.02	Oblouk	200	200	-	IMOS-OL, 200, 200, 0, 0, 90, 150, spoj 1,2	1
4.03	Přechod osový	-	-	200	IMOS-PROK, 200, 200, 200, 200,spoj 1,2	1
4.04	Flexo - přímá trouba	-	-	800	IMOS-flexohadice Φ 200	-

Příloha 25 Kusovník Přívod Kancelář mistra a čistidla myčky

Pozice	Název	Rozměry [mm]			Firemní označení	ks
		a	b	l		
5.01	Flexo - přímá trouba	-	-	1000	IMOS-flexohadice Φ 160	-
5.02	Přechod osový	-	-	160	IMOS-PROK, 160, 200, 160, 160, spoj 1,2	1
5.03	Přímá trouba	160	200	1000	IMOS -RR, 160, 200, 1000, spoj 1,2	1
5.04	Rozbočka	-	-	410	IMOS -TK (IMOS-OLP, 110, 200,40, 0, 0, 90, 150, spoj 1,2 + IMOS-RR, 160, 200, 410, spoj 1,2	1
5.05	Koncový kus	110	200	1000	IMOS -RR, 110, 200, 1000, spoj 1	1
5.06	Přímá trouba	110	200	2000	IMOS -RR, 110, 200, 2000, spoj 1,2	1

Příloha 26 Kusovník přívodní potrubí Myčka

Pozice	Název	Rozměry [mm]			Firemní označení	ks
		a	b	l		
6.01	Koncový kus	250	400	1000	IMOS-RR, 250, 400, 1000, spoj 1,2	1
6.02	Přechod asymetricky	-	-	450	IMOS-PRA, 400, 400, 400, 250 ,450, 150, spoj 1,2	1
6.03	Přímá trouba	450	400	2400	IMOS -RR, 450, 400, 2400, spoj 1,2	1
6.04	Přechod asymetricky	-	-	500	IMOS-PRA, 500, 400, 450, 400, 500, 50, spoj 1,2	1
6.05	Přímá trouba	500	400	2400	IMOS -RR, 500, 400, 2400, spoj 1,2	1
6.06	Oblouk	500	400	-	IMOS-OL, 500, 400, 0, 0, 90, 150, spoj 1,2	2
6.07	Přímá trouba	500	400	1250	IMOS -RR, 500, 400, 1250, spoj 1,2	2
6.08	Přímá trouba	500	400	250	IMOS -RR, 500, 400, 250, spoj 1,2	2

Příloha 27 Kusovník odpadní potrubí Myčka

Pozice	Název	Rozměry [mm]			Firemní označení	ks
		a	b	l		
7.01	Koncový kus	250	400	1000	IMOS-RR, 250, 400, 1000 , spoj 1,2	1
7.02	Přechod asymetricky	-	-	400	IMOS-PRA, 400, 400, 400, 250, 400, 150, spoj 1,2	1
7.03	Přímá trouba	400	400	2400	IMOS -RR, 400, 400, 2400, spoj 1,2	1
7.04	Přímá trouba	400	400	1600	IMOS -RR, 400, 400, 1600, spoj 1,2	1
7.05	Přechod osový	-	-	160	IMOS-PROK, 400, 400, 400, 400, spoj 1,2	1
7.06	Oblouk	-	-	-	IMOS-OLR, 400, 400, 0, 0, 90, 300, spoj 1,2	1
7.07	Přímá trouba	-	-	706	IMOS -RP, 400, 706, spoj 1,2	1

Příloha 28 Kusovník Místní odsávání NEDERMAN + IMOS

Pozice	Název	Rozměry [mm]			Firemní označení	ks
		a	b	l		
9.01	Odsávací hadicový naviják 865	NEDERMAN			NR-B, hadice 100, 10 m, , Obj. č. 20801865	2
					PRYŽOVÁ KONCOVKA Obj. č. 20802561	2
9.02	Odsávací hadicový naviják 865	NEDERMAN			NR-B, hadice 120,7.5 m, Obj. č. 20801865	2
					PRYŽOVÁ KONCOVKA Obj. č. 20803461	2
9.03	Odsávací ventilátor	NEDERMAN			VENTILÁTOR N16, Obj. č. 14510121	2
9.04	Odsávací ventilátor	NEDERMAN			VENTILÁTOR N24, Obj. č. 14510122	2
9.05	Flexo - přímá trouba	-	-	6000	IMOS-flexohadice Φ 160	-
9.06	Spiro nohavicový kus	-	-	-	IMOS-NK-60-280-160-160	2
9.07	Spiro přímý kus	-	-	1400	IMOS-SR-280-1400	1
9.08	Výfuková hlavice	-	-	-	IMOS-VHK-1-280-2-S-Z	2
9.09	Spiro přímý kus	-	-	873	IMOS-SR-280-873	1

Příloha 29 Kusovník Vzduchotechnická zařízení

Pozice	Název	Rozměry [mm]			Firemní označení	ks
		a	b	l		
8.01	Vířivá vyústka	625	625	340	IMOS- VVKR-Q-P-H-1-Q-625x48	18
8.02	Vířivá vyústka	625	625	340	IMOS- VVKR-Q-P-H-1-Q-625x40	6
8.03	Vířivá vyústka	300	300	250	IMOS- VVKR-Q-P-V-1-Q-300x8	1
8.04	Čtyřhranná vyústka	325	125	-	IMOS-VP1-2-325-125-1	3
8.05	Čtyřhranná vyústka	225	125	-	IMOS-VP1-2-225-125-1	4
8.06	Čtyřhranná vyústka	325	145	-	IMOS-VP1-2-325-145-1	2
8.07	Dveřní mřížky	525	225	-	IMOS-DMNJ-525x225-17,5-UR	5
8.08	Čtyřhranná vyústka	635	325	-	IMOS-VP1-2-635-325-1	27
8.09	Regulátor průtoku	500	400	350	IMOS- RPV-H-I-500x400-2x7	1
8.10	Regulační klapka	200	200	106	IMOS-RK-200x200-R-P2	1
8.11	Regulační klapka	900	315	106	IMOS-RK-900x315-R-P2	1
8.12	Protipožární klapka	900	710	-	IMOS-PK-I-S-EI90S-900x710-ZV-P-BKS1	1
8.13	Protipožární klapka	900	500	-	IMOS-PK-I-S-EI90S-900x500-ZV-P-BKS1	1
8.14	Odvodní ventilátor místnost 006	ELEKTRODESING			VENTIÁTOR-EDAV 200-4P	1
					ZPĚTNÁ KLAPKA PRUŽINOVÁ TSK 200	1
					MONTÁŽNÍ PŘÍRUBA BRIDA 200	1
					OCHRANNÁ MŘÍŽKA DEF-T 200	1
					VENKOVNÍ ŽALUZIE PMR-200W	1
8.15	Odvodní ventilátor místnost 001	ELEKTRODESING			STŘEŠNÍ VENTILÁTOR CTVT/6-pol-450	1
					TLUMIČ HLUKU JAA710	1
					Adapter pro připojení příruby JPA 710	1
					Pružná spojka JAE 710	1
					Montážní rám JMS 710	1
8.16	Odvodní ventilátor místnost 009	ELEKTRODESING			AXIÁLNÍ VENTILÁTOR DEKOR 200	1
					VENKOVNÍ ŽALUZIE PER-100	1