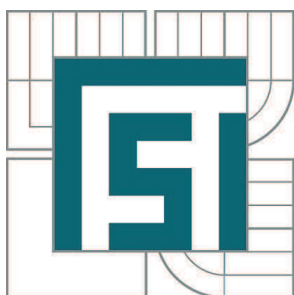


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ENERGETICKÝ ÚSTAV
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
ENERGY INSTITUTE

KLIMATIZACE LÉKÁRNY

AIR-CONDITIONING OF PHARMACY

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. LENKA MARTINCOVÁ

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. EVA JANOTKOVÁ, CSc.

BRNO 2013

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Energetický ústav

Akademický rok: 2012/13

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Lenka Martincová

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:

Klimatizace lékárny

v anglickém jazyce:

Air-conditioning of pharmacy

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Návrh a dimenzování zařízení pro klimatizaci a teplovzdušné větrání lékárny. Lékárna je samostatná prodejní jednotka v supermarketu bez návaznosti na centrální vzduchotechniku. Místnosti výdeje léčiv, skladu léčiv a přípravy léčiv musí být klimatizovány. Pro přípravu léků je maximální přípustná teplota v létě 26 °C a minimální teplota v zimě 20 °C. Ve výdejně léků uvažujte 2 prodávající a počet zákazníků stanovte z plochy místnosti (4 až 5 m² na zákazníka). V místnostech lékárny, které nejsou klimatizovány, je požadovaný stav prostředí zajištěn pomocí teplovzdušného větrání. V lékárně je celodenní osvětlení. Budova supermarketu se nachází v lokalitě s letní výpočtovou teplotou 32 °C a teplotou mokrého teploměru 20 °C a s výpočtovou teplotou zimní -12 °C. Dispozice objektu a stavební materiály dle dodané dokumentace.

Cíle diplomové práce:

Návrh a dimenzování zařízení pro klimatizaci a teplovzdušné větrání prodejních prostor. Stanovení množství větracího vzduchu. Výpočet tepelných ztrát a tepelné zátěže klimatizovaných prostor. Psychrometrický výpočet. Návrh strojovny klimatizace a rozvodů vzduchu. Dimenzování vzduchovodů. Rozpis materiálů. Zpracování potřebné výkresové dokumentace.

Seznam odborné literatury:

Chyský, J. - Hemzal, K. a kol.: Větrání a klimatizace. Technický průvodce sv. 31. BOLIT, Brno 1993.

Székyová, M. - Ferstl, K. - Nový, R.: Větrání a klimatizace. JAGA, Bratislava 2006.

ČSN EN 12831 Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu: březen 2005.

ČSN 730548 Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů: 1986.

ČSN 730540-3 Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin: 2005.

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

Nařízení vlády 68/2010 Sb., kterým se mění 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 2012/13.

V Brně, dne

doc. Ing. Zdeněk Skála, CSc.
Ředitel ústavu



prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.
Děkan

Abstrakt

Cílem diplomové práce je návrh klimatizace a teplovzdušného větrání lékárny. Lékárna je součástí budovy supermarketu. Lékárna má vlastní strojovnu a vlastní jednotku pro klimatizaci a teplovzdušné větrání. Řešení se zabývá výpočtem množství větracího vzduchu tepelných ztrát a zisků lékárny. Dle psychrometrických výpočtů jsou stanoveny výkony ohřívače, chladiče a zvlhčovače. Na dané průtoky vzduchu jsou navrženy distribuční elementy a rozvody vzduchového potrubí. Podle rozvodů jsou napočítány celkové tlakové ztráty v rozvodech. V závěru jsou navrženy jednotky na teplovzdušné větrání a klimatizaci a strojovna. Součástí práce jsou přílohy s výpočtem tepelných ztrát a zisků, výstupy z programu CLIMACAL, výkresová dokumentace a rozpis materiálů.

Klíčová slova:

Lékárna, teplovzdušné větrání, klimatizace, větrací jednotka, strojovna, ZZT

Abstract

Diploma thesis is focused on air-conditioning and hot air ventilation of the pharmacy. The pharmacy is a part of a supermarket building. The pharmacy has its own engine room and air-conditioning. Solution is focused with the calculation of the flow rate, thermal losses and profit of pharmacy. Power of heater, cooler and humidifier are calculated according to psychrometric evaluation. Distribution elements and distribution of a duct are designed according to the flow rate of air. Total pressure losses in the duct are calculated according to the distribution in the conclusion. Units are designed for hot air ventilation and air conditioning and the engine room. In appendix there are calculations of thermal losses and gain, output from programme of CLIMACAL, drawing documentation and material specifications.

Key words:

Pharmacy, hot air ventilation, air-conditioning, ventilation unit, engine room, recovery unit

Bibliografická citace VŠKP

MARTINCOVÁ, L. Klimatizace lékárny. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2013. 87 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Eva Janotková, CSc..

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně, dle pokynů vedoucího diplomové práce. Všechny podklady, ze kterých jsem čerpala, jsou řádně uvedeny v seznamu použité literatury.

.....

Lenka Martincová

Poděkování

Tímto bych na tomto místě chtěla poděkovat vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Evě Janotkové, CSc. za cenné rady a připomínky k mé práci a svým rodičům a přátelům za podporu během celé doby mého studia.

Obsah

1	ÚVOD	15
2	Větrání a klimatizační zařízení	16
2.1	Nucené větrání	16
2.2	Říditelné parametry prostředí	16
2.3	Klimatizace	16
2.4	Vzduchový klimatizační systém	17
2.5	Systém vodní.....	18
2.6	Systém kombinovaný vzduch – voda	19
2.7	Chladivové systémy	19
3	Analýza objektu.....	20
3.1	Stanovení průtoku vzduchu pro větrání	23
4	Výpočet součinitele prostupu tepla.....	24
4.1	Příklad výpočtu součinitele prostupu tepla stavební části č. 1.....	24
4.2	Přesný výpočet návrhové tepelné ztráty prostupem	25
4.3	Příklad výpočtu návrhové tepelné ztráty prostupu pro místnost 1.06.....	27
5	Návrhová tepelná ztráta větráním, zátopový tepelný výkon a celková návrhová tepelná ztráta	29
5.1	Návrhová tepelná ztráta větráním	29
5.2	Zátopový tepelný výkon	29
5.3	Příklad výpočtu návrhové tepelné ztráty větráním a zátopového tepelného výkonu pro místnost 1.06.....	29
5.3.1	Návrhová tepelná ztráta větráním.....	29
5.3.2	Zátopový tepelný výkon	30
5.4	Celková návrhová tepelná ztráta vytápěného prostoru	30
6	Tepelné zátěže klimatizovaného prostoru.....	31
6.1	Tepelné zisky od vnitřních zdrojů.....	31
6.2	Tepelné zisky z vnějšího prostředí.....	32
6.2.1	Tepelné zisky okny	32
6.2.2	Tepelné zisky venkovními stěnami	34
6.2.3	Tepelné zisky z přívodu venkovního vzduchu	34
6.3	Vodní zisky	35
7	Příklad výpočtu tepelné zátěže místnosti 1.06	36
7.1	Tepelné zisky od vnitřních zdrojů.....	36
7.2	Tepelné zisky od vnějších zdrojů.....	37
7.2.1	Tepelné zisky okny	37
7.2.2	Tepelné zisky venkovní stěnou.....	39
7.2.3	Tepelné zisky plochou střechou	39
7.2.4	Tepelné zisky z přívodu venkovního vzduchu	39
7.3	Vodní zisky	40
7.4	Shrnutí tepelné zátěže místnosti 1.06	40
8	Psychrometrické výpočty.....	41
8.1	Psychrometrický výpočet pro letní provoz	41
8.2	Psychrometrický výpočet pro zimní provoz	47
9	Koncové elementy pro klimatizované místnosti	52
9.1	Prvky pro směšovací proudění.....	52
9.2	Návrh přívodních distribučních elementů.....	52
9.3	Ukázkový návrh výustek pro místnost 1.01.....	54
9.4	Návrh odvodních distribučních elementů pro klimatizované místnosti	56
10	Teplovzdušné větrání.....	58
10.1	Ukázkový návrh teplovzdušného větrání pro místnost 1.02.....	58

10.1.1	Výpočet objemových toků pro 1.02	58
10.1.2	Ukázkový návrh přívodních vyústek pro 1.02	59
10.1.3	Ukázkový návrh odvodních vyústek pro 1.02.....	60
10.2	Souhrn návrhu vyústek pro teplovzdušné vytápění	60
10.2.1	Přívodní vyústky	61
10.2.2	Odvodní vyústky	61
11	Návrh potrubní sítě VZT	63
11.1	Návrh potrubní přívodní sítě klimatizace	67
11.2	Návrh redukčních clonek	76
11.3	Návrh regulační clonky pro odvod	76
11.4	Návrh tepelné izolace	76
12	Návrh klimatizačního zařízení.....	77
13	Technická zpráva	79
13.1	Úvod	79
13.2	Základní koncepční řešení	79
13.3	Popis technického řešení	80
13.4	Nároky energie	80
13.5	Měření a regulace (MaR).....	81
13.6	Nároky na související profese.....	81
13.7	Protihluková a protidešťová opatření	81
13.8	Izolace a nátěry	81
13.9	Protipožární opatření	81
13.10	Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení	81
13.11	Závěr TZ	81
14	ZÁVĚR.....	82
	Seznam použitých zdrojů.....	83
	Seznam důležitých označení a symbolů.....	84
	Seznam indexů	86
	Seznam příloh	87

1 ÚVOD

Tato práce se zabývá klimatizací a teplovzdušným větráním lékárny. V úvodu jsou vysvětleny pojmy, které neodmyslitelně patří k nucenému větrání a klimatizaci. Jsou zde zmíněny funkce, které zajišťuje klimatizace, a základní druhy klimatizačních systémů.

Cílem této práce je návrh klimatizace a teplovzdušného vytápění lékárny. Lékárna je umístěna v budově supermarketu, ale bez návaznosti na centrální jednotku vzduchotechniky. Budova supermarketu se nachází v lokalitě s letní výpočtovou teplotou 30 °C a zimní výpočtovou teplotou - 12 °C. Větrání je zajišťováno pouze venkovním vzduchem a je rovnotlaké.

Místnosti výdeje, skladu a přípravy léčiv musí být klimatizovány. Pro přípravu léčiv je maximální přípustná teplota v létě 26 °C a v zimě 20 °C. Tyto podmínky musí zajišťovat centrální klimatizace lékárny.

V ostatních místnostech je navrženo teplovzdušné vytápění, které zajišťuje vytápění v zimním období. V letním období zajišťuje výměnu vzduchu v těchto místnostech.

2 Větrání a klimatizační zařízení

2.1 Nucené větrání

Obecně větráním je zajištěn přívod venkovního vzduchu do prostředí, tak aby byly zajištěny podmínky potřebné kvality vzduchu ve vnitřním prostředí. Větrání také slouží i k odvodu vzduchu, který je znehodnocen. Větrání obecně můžeme rozdělit na dva druhy, a to větrání přirozené a nucené. V práci se budu zabývat větráním nuceným.

Nucené větrání je vlastně řízená mechanická výměna znehodnoceného vzduchu za vzduch venkovní. Nucená výměna vzduchu je mechanická. Vzduch je odsáván ventilátorem, který je součástí vzduchotechnického zařízení. Tato výměna vzduchu je nezávislá na klimatických podmínkách. Možná úprava kvality vzduchu je filtrací a teplotní úpravou.

Nucené větrání dělíme na dva druhy, větrání komfortní a průmyslové. Komfortní větrání musí zajistit hygienické podmínky pro kanceláře, shromažďovací prostory, atd. Průmyslové větrání zajišťuje stav prostředí pro průběh technologických procesů, případně zachycuje vzniklé škodliviny.

Nucené větrání dále členíme dle tlakových poměrů na větrání rovnotlaké, přetlakové a podtlakové.

2.2 Řiditelné parametry prostředí

Využití různých druhů větrání podle potřeb a účelu místnosti.

KVALITA VZDUCHU: - Přirozené větrání

- Nucené větrání

TEPLOTA V ZIMĚ: - Teplovzdušné vytápění

TEPLOTA V LÉTĚ: - Klimatizace

VLHKOST VZDUCHU: - Klimatizace

Parametry ovlivňující stav prostředí jsou teplota vzduchu, relativní vlhkost, střední radiační teplota, rychlost proudění a intenzita turbulence.

Při větrání v pracovních prostředích musí být splněny určité hygienické požadavky, které vycházejí z Nařízení vlády 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrana zdraví zaměstnanců při práci (NV č. 68/2010 Sb.). Podle třídy práce (I. – V.) se určuje minimální přiváděné množství venkovního vzduchu na osobu. Například při práci v sedě se přivádí 50 m³/h osobu, ale při velmi těžké práci se přivádí 90 m³/h osobu. V prostorách, kde je povoleno kouřit se navyšuje přívod vzduchu o 10 m³/h osobu.

2.3 Klimatizace

Klimatizací je míněna úprava vzduchu k zajištění požadované čistoty, teploty a vlhkosti vzduchu uvnitř budov, dopravních prostředků, zdravotnických zařízení a technologických provozů. Podmínky jsou udržovány celoročně bez ohledu na venkovní prostředí. Tyto úpravy zajišťuje klimatizační zařízení, které plní termodynamické funkce jako je ohřev, chlazení, vlhčení a odvlhčování.

Klimatizace komfortní

Větrání komfortní je tvorba vnitřního mikroklimatu v místnosti a v budovách tak, aby zformoval vnitřní prostředí pro optimální pobyt a činnost lidí. Nedílnou součástí klimatizace je přívod venkovního vzduchu a jeho úprava.

Klimatizace úplná

Klimatizační zařízení vykonává všechny čtyři funkce ohřev, chlazení, vlhčení a odvlhčování po celý rok.

Klimatizace dílčí

Zařízení vykonává pouze částečnou úpravu. Může být také kombinována s otopnou soustavou.

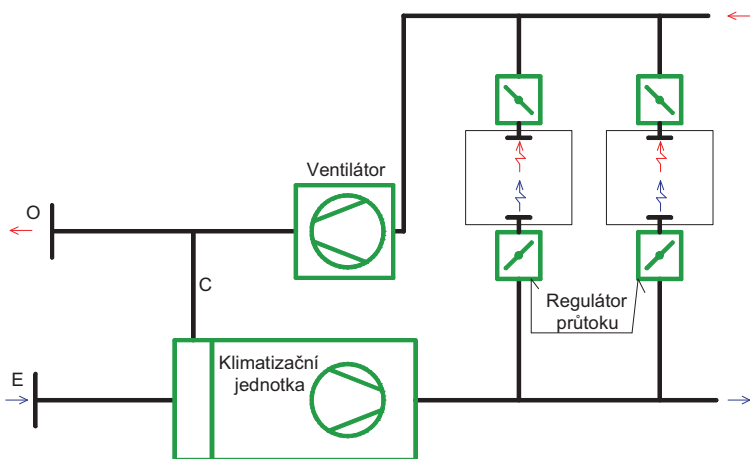
Podle teploty látky dělíme systémy na vzduchové, vodní, kombinované a chladivové. Vodní systémy s klimakonvektory dělíme na čtyřtrubkové a dvoutrubkové. U kombinovaných systémů kombinujeme dvě teplotní média a to vzduch a vodu. Tyto systémy také můžeme nazvat systémy s indukčními jednotkami. Posledním systémem je chladivový, který využívá systém přímého chlazení u jednotek Split, Multisplit a VRV.

2.4 Vzduchový klimatizační systém

U vzduchových systémů je vzduch vedený vzduchovody. Zařízení v dnešní době pracují s proměnlivým příívodem venkovního vzduchu dle potřeby. Do těchto systémů zařazujeme nízkotlaký jednokanálový systém, vysokotlaký systém jednokanálový s proměnlivým průtokem vzduchu a vysokotlaký systém dvoukanálový.

U nízkotlakého systému rychlost nepřesahuje 12 m/s a navrhuje se v několika variantách dle příívodu vzduchu. Systém může mít dvě základní provedení. Jednou variantou je úprava teploty vzduchu celoročně a úprava vlhkosti pouze v zimě. Druhá varianta je celoroční úprava teploty a vlhkosti vzduchu.

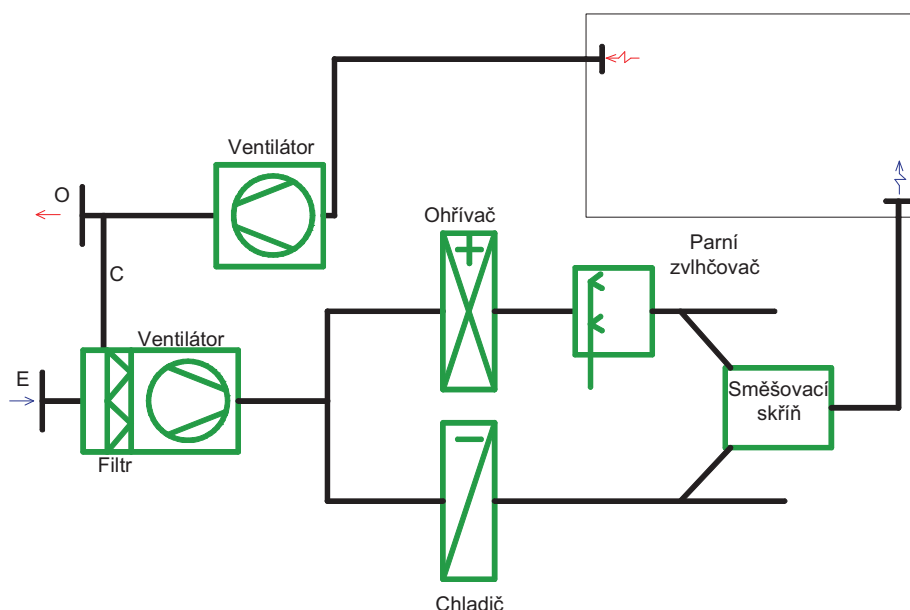
Vysokotlaký systém jednokanálový s proměnlivým průtokem vzduchu (Obr. 2.1) má rychlosti v hlavním vzduchovodu v rozmezí 12 – 20 m/s. U těchto rychlostí musíme dbát u vzduchovodů na větší těsnost. Tento systém však není hospodárný. Vysoké náklady je nutno vynaložit na těsnost potrubí a provoz. U tohoto systému je vzduch upravován v centrální klimatizační jednotce a poté hlavním vzduchovodem rozváděn po objektu. Regulace do jednotlivých místností je pomocí regulátoru průtoku, který je osazen před každou místností. Odvod vzduchu je také přes regulátory průtoku. Provoz centrální jednotky je řízen centrálním regulátorem, který volí optimální provoz jednotky.



Obr. 2.1 Schéma vzduchového systému jednokanálového s proměnným průtokem

U vysokotlakého systému dvoukanálového (Obr. 2.2) je upravován vzduch na dva stavy (teplý a chladný vzduch) a rozváděn po budově. K překonání tlakových ztrát vzduchovodů je potřebný vyšší dopravní tlak. Tento systém pracuje v rozmezí vysokých

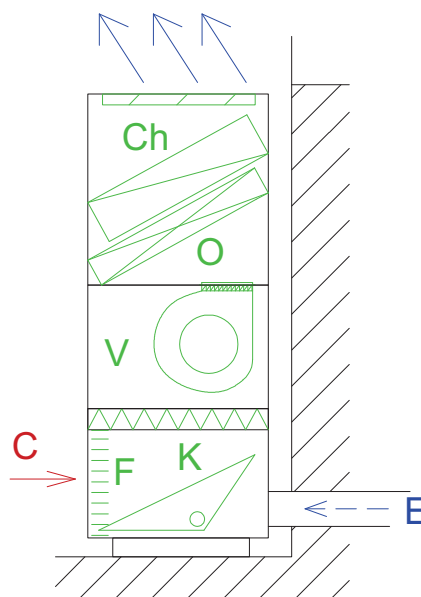
rychlostí (12 až 20 m/s). Objektem procházejí dva vzduchovody a před každou místností či zónou se spojují ve směšovací skříni. Poměr smíšení proudů je řízen termostatem, který je umístěn v místnosti. Teplota chladného vzduchu je v rozmezí 10 až 13 °C a teplý vzduch je teplejší než cirkulační vzduch (v létě o 1 až 3 °C).



Obr. 2.2 Schéma vzduchového dvoukanalového systému

2.5 Systém vodní

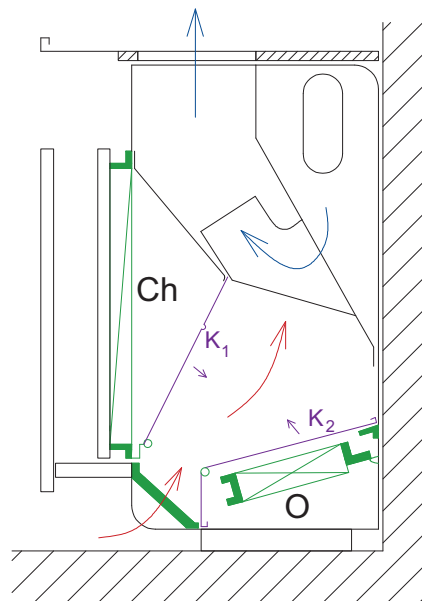
Chlazení a vytápění je zajišťováno vodou. Na více trubkový systém jsou napojeny ventilátorové jednotky (Obr. 2.3) (konvektory, klimakonvektory, fan-coily). Systém se dá využít v různých typech budov. Je levnější než centrální systémy. Přívod venkovního vzduchu je pomocí otvoru na fasádě nebo otevírání oken. Venkovní vzduch může být také upravován ve strojovně a poté rozváděn do místností. Základními prvky jednotky jsou filtr, ventilátor, výměník. Na výměník je napojen rozvod teplé a chladné vody, který je veden z centrálních zdrojů. Tento rozvod může být dvoutrubkový přepínací nebo čtyřtrubkový. Dvoutrubkový přepínací rozvod lze použít pro letní provoz s chladnou vodou a pro zimní provoz s teplou vodou. Čtyřtrubkový rozvod má dvě trubky chladné vody a dvě trubky teplé vody. Regulace výkonu vnitřních jednotek je řízena samostatně pro každou jednotku podle termostatu.



Obr. 2.3 Schéma ventilátorové jednotky
Ch – chladič, O – ohřívač, V – ventilátor,
K – klapka, F- filtr, C – cirkulační vzduch,
E – venkovní vzduch

2.6 Systém kombinovaný vzduch – voda

Je to vysokotlaký systém, který se hodí pro výškové budovy s vysokou tepelnou zátěží. V ústřední strojovně je upravován venkovní vzduch (primární). Teplota primárního vzduchu je udržována po celý rok konstantní, okolo 15 °C. Ve velmi rozsáhlých budovách je výhodné upravovat primární vzduch podle zón (podle světových stran), do kterých je pak rozváděn. Klimatizační jednotka se skládá z prvků: filtr, ohříváč a chladič, parní zvlhčovač a ventilátor. Po objektu je rozváděn primární vzduch a v koncových prvcích - indukčních jednotkách (Obr. 2.4) je upravován vodou (nositel tepla i chladu) ve výměníku tepla. Primární vzduch je přiváděn do indukčních jednotek, kde ejekčním účinkem strhává sekundární vzduch z místnosti. Sekundární vzduch prochází v indukční jednotce přes výměník tepla či chladu a poté je smíchán s primárním vzduchem a vyfukován do místnosti. Průtok sekundárního vzduchu je až osmkrát vyšší než průtok primárního vzduchu. K ohřevu nebo chlazení se používá topná nebo chladicí voda. Rozvod topné a chladicí vody do jednotek musí být rovnoměrný. Nejdokonalejší a nepoužívanější je systém rozvodu čtyřtrubkový.



Obr. 2.4 Indukční jednotka klapková; Ch – chladič, O – ohříváč, K₁, K₂ - klapky

Do kombinovaného systému se zařazují i aktivní chladicí trámce. Jsou určeny pro klimatizaci a případně i pro osvětlení. Jsou instalovány do podhledů a dělí se na pasivní a aktivní jednotky. Do aktivních jednotek se přivádí větrací vzduch upravený ve strojovně, který strhává sekundární vzduch. Systém se používá jak pro větrání, tak i pro chlazení a vytápění. Teplota vzduchu se reguluje na straně vody.

2.7 Chladivové systémy

Samostatné klimatizační jednotky se dělí podle konstrukce na okenní klimatizátory a mobilní klimatizační jednotky. Okenní klimatizátory obsahují chladicí zařízení s kondenzátorem chlazeným venkovním vzduchem. Mobilní klimatizační jednotky mají vestavěné chladicí zařízení chlazeným vzduchem nasávaným z klimatizované místnosti.

Chladivový systém se používá pro chlazení v letním období a pro ohřev v zimním období. Obrácením cyklu (změna směru toku chladiva) pracuje systém jako tepelné čerpadlo. Funkce kondenzátoru ve venkovní jednotce se změní na výparník a vnitřní jednotka je jako kondenzátor.

Split systémy mají vnitřní jednotku s výparníkem, expanzním ventilem, filtrem a ventilátorem a venkovní jednotku s kondenzátorem, kompresorem a ventilátorem. Venkovní a vnitřní jednotky jsou propojeny chladivovým potrubím. K úpravě vzduchu dochází přímo v obsluhovaných místnostech (individuální řízení). Tento systém ale nezajišťuje větrání. Proto musíme větrat jiným způsobem. Venkovní jednotka může být připojena s jednou nebo s více vnitřními jednotkami – multisplit (až 8 vnitřních jednotek), VRV systémy (až 40 vnitřních jednotek).

Tento systém je limitován délkou chladivových potrubí mezi vnitřní a venkovní jednotkou (malá jednotka – malá vzdálenost) a musíme si uvědomit, že venkovní jednotka je zdrojem hluku a tepla.

3 Analýza objektu

Úvod

Zadaná prodejna je samostatná prodejní jednotka (Obr. 3.1) v supermarketu bez závislosti na centrální jednotku.

Koncepční řešení

Teplotní vlastnosti pro danou oblast jsou nadmořská výška 226 m, výpočtová venkovní teplota $t_e = -12^\circ\text{C}$, průměrná venkovní teplota v otopném období pro danou lokalitu $t_{es} = 4,1^\circ\text{C}$ počet otopných dnů je 234 a teplota pro léto je zadána 32°C viz Tab. č. 3.1. Zásobování teplem je zajištěno teplovzdušným vytápěním. Požadované teploty v místnostech pro zimní období jsou uvedeny v Tab. č. 3.2 a pro letní období v Tab. č. 3.3.

Součinitelé tepelné vodivosti použitých stavebních materiálů jsou uvedeny Tab. č. 3.4.

Tab. č. 3.1 Klimatické údaje

Popis	Označení	Jednotka	Hodnota
Výpočtová venkovní teplota zima	θ_e	$^\circ\text{C}$	-12
Výpočtová venkovní teplota léto	θ_e	$^\circ\text{C}$	32
Roční průměrná teplota vzduchu	$\theta_{m,e}$	$^\circ\text{C}$	4,1

Tab. č. 3.2 Údaje o vytápěných místnostech v lékárně a teplotách pro zimu

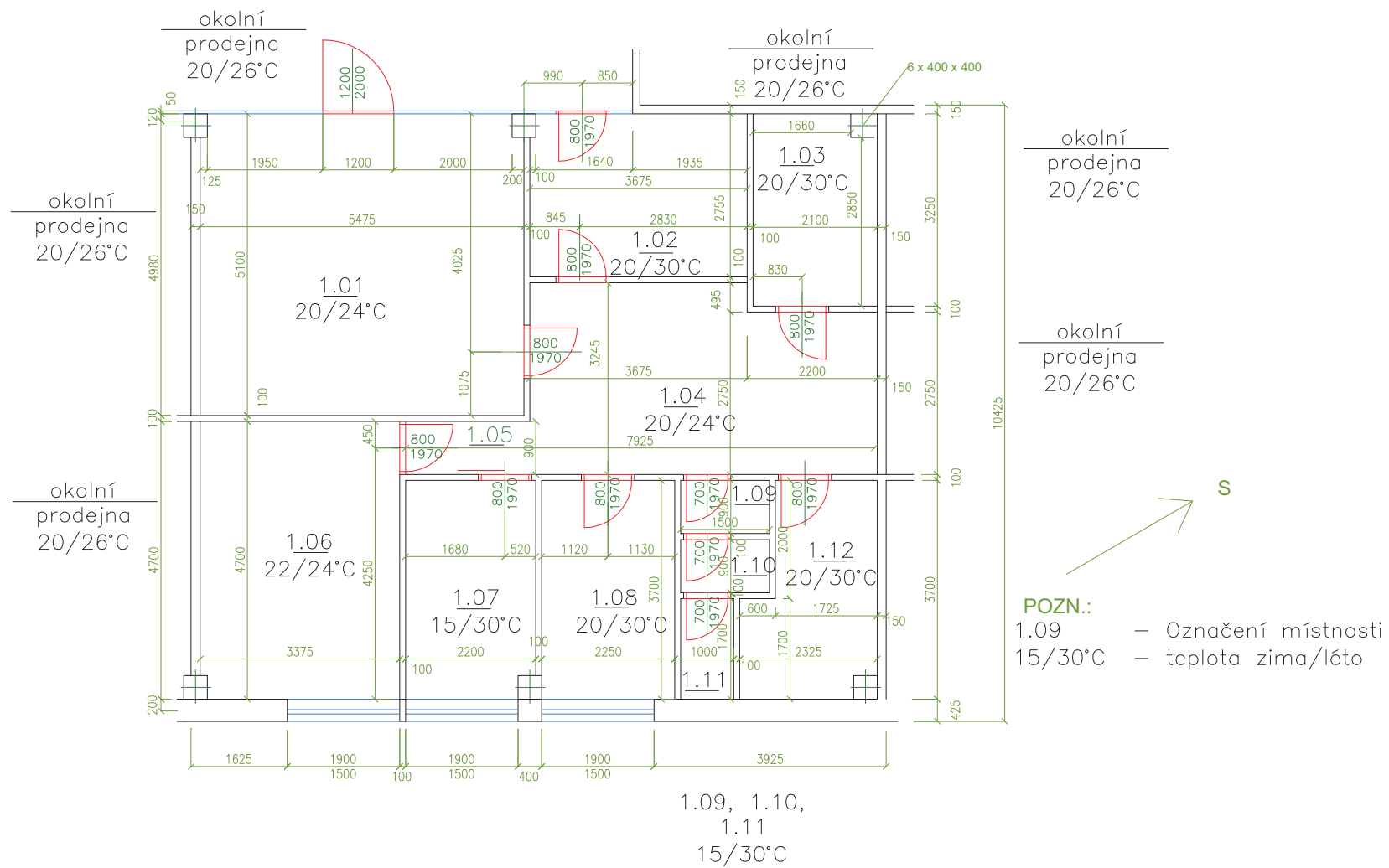
Označení místnosti	Výpočtová vnitřní teplota zima $\theta_{int,i}$ $^\circ\text{C}$	Plocha místnosti A_i m^2	Objem místnosti V_i m^3
1.01 - Výdej léčiv	20	27,79	97,27
1.02 - Příjem	20	10,14	35,49
1.03 - Šatna	20	6,65	23,28
1.04 - Sklad léčiv	20	17,98	62,93
1.05 - Chodba	20	1,89	6,62
1.06 - Příprava léčiv	20	15,86	55,51
1.07 - Strojovna	15	8,03	28,11
1.08 - Kancelář	20	8,33	29,16
1.09 - Předsíň	15	1,35	4,73
1.10 - Úklid	15	1,35	4,73
1.11 - WC	15	1,53	5,36
1.12 - Denní kout	20	7,24	25,34
Údaje o vytápěných okolních místnostech			
Označení místnosti	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$ $^\circ\text{C}$		
Okolní prodejny	20		

Tab. č. 3.3 Teploty pro léto

Označení místnosti	Výpočtová vnitřní teplota léto $\theta_{\text{int},i}$ °C	Počet osob v místnosti
1.01 - Výdej léčiv	24	8
1.02 - Příjem	30	1
1.03 - Šatna	30	3
1.04 - Sklad léčiv	24	1
1.05 - Chodba	24	0
1.06 - Příprava léčiv	24	2
1.07 - Strojovna	30	0
1.08 - Kancelář	30	1
1.09 - Předsín	30	0
1.10 - Úklid	30	0
1.11 - WC	30	0
1.12 - Denní kout	30	3
Údaje o vytápěných okolních místnostech		
Okolní prodejny	26	

Tab. č. 3.4 Údaje o materiálech - Součinitel tepelné vodivosti stavebních materiálů

č. materiálu	popis	λ $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	zdroj
1	YTONG P2 - 400 tl. 375 mm	0,110	[1]
2	Omítka vápenná	0,800	[2]
3	Omítka perlitová	0,110	[2]
4	YTONG P2 - 500 tl. 150 mm	0,130	[1]
5	YTONG P2 - 500 tl. 100 mm	0,130	[1]
6	Asfaltová lepenka	0,200	[2]
7	YTONG P3,3 - 600 stropní dílce	0,160	[1]
8	beton z perlitu	0,110	[2]
9	beton hutný	1,230	[2]
10	keramická dlažba	1,010	[2]
11	hydroizolace	0,200	[2]
12	Tepelná izolace ORSIL T	0,039	[3]
13	Tepelná izolace EPS 70 Z	0,039	[3]



Obr. 3.1 Půdorys lékárny

3.1 Stanovení průtoku vzduchu pro větrání

Výpočet výměny vzduchu při větrání je určen:

- 1) z dávek vzduchu na osobu či hygienické zařízení
- 2) na základě doporučené intenzity výměny vzduchu

V místnostech, kde je pobyt lidí, je určena minimální dávka vzduchu vzhledem k počtu osob dle Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. [4], kterým jsou upraveny podmínky při práci. Pro lehkou práci je dávka na osobu $\dot{V}_p = 50 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{os.}$ V místnostech s hygienickými zařízeními je minimální dávka odvodu vzduchu vzhledem k počtu zařízení v místnosti dle Vyhlášky č. 6/2003 Sb., Tab. č. 4 [5]. Například na jedno WC je dávka odváděného vzduchu $\dot{V}_o = 50 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{ks.}$, na jedno umyvadlo $\dot{V}_o = 30 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{ks.}$ V ostatních místnostech musí být zajištěna minimální výměna vzduchu dle normy ČSN 73 0540 – Tepelná ochrana budov: Část 2 [6]. Průtoky vzduchu pro jednotlivé místnosti jsou uvedeny v Tab. č. 3.5.

Tab. č. 3.5 Průtok vzduchu pro jednotlivé místnosti

Označení místnosti	Intenzita výměny vzduchu $n \text{ (h}^{-1}\text{)}$	Dávky vzduchu dle počtu osob $\dot{V}_e \text{ (m}^3/\text{h)}$
1.01 - Výdej léčiv	-	400
1.02 - Příjem	1	-
1.03 - Šatna	3	-
1.04 - Sklad léčiv	-	50
1.05 - Chodba	3	
1.06 - Příprava léčiv	-	100
1.07 - Strojovna	2	-
1.08 - Kancelář	3	-
1.09 - Předsíň	1	-
1.10 - Úklid	-	30
1.11 - WC	-	50
1.12 - Denní kout	2	-

4 Výpočet součinitele prostupu tepla

Postup výpočtu součinitele prostupu tepla konstrukcí je prováděn dle normy ČSN 73 0540 – Tepelná ochrana budov: Část 1-4 [7], [6], [8], [9]. Pro výpočet tepelných ztrát potřebujeme součinitele prostupu tepla U ($\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$), který nám udává množství tepla, které projde plochou 1 m^2 stavební konstrukce při rozdílu teplot před a za konstrukcí 1 K .

Součinitel prostupu tepla:

$$U = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} = \frac{1}{R_T} [\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}], \quad (4.1)$$

kde:

R_{si} je odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce;

R_{se} je odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce;

R je celkový odpor konstrukce;

kde R se spočítá jako:

$$R = \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} [\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}], \quad (4.2)$$

kde:

d_j je tloušťka jednotlivých materiálů v (m);

λ_j je součinitel tepelné vodivosti v ($\text{W/m} \cdot \text{K}$).

Hodnoty R_{si} a R_{se} jsou uvedeny v Tab. č. 4.1, kde hodnoty jsou z normy ČSN 73 0540 – Tepelná ochrana budov: Část 3 – Návrhové hodnoty veličin [8].

Tab. č. 4.1 Normové hodnoty tepelných odporů, norma [8]

Tepelný odpor při přestupu tepla (mezi vzduchem a stavební částí)	
popis	R_{si} nebo R_{se} $\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (vodorovný tepelný tok)	0,13
Odpor při přestupu tepla na vnější straně	0,04
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně - vodorovný povrch (tepelný tok směrem nahoru)	0,1
Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně - vodorovný povrch (tepelný tok směrem dolů)	0,17

4.1 Příklad výpočtu součinitele prostupu tepla stavební části č. 1

Pomocí rovnic (4.1) a (4.2) spočteme součinitele prostupu tepla vícevrstvou konstrukcí. Průběh teplot ve stavební konstrukci je zobrazen na Obr. 4.1.

Použité materiály: Omítka vápenná: $d_1 = 0,030 \text{ m}$; $\lambda_1 = 0,80 \text{ W/mK}$

YTONG P2-400: $d_2 = 0,375 \text{ m}$; $\lambda_2 = 0,11 \text{ W/mK}$

Omítka perlitová $d_3 = 0,020 \text{ m}; \lambda_3 = 0,11 \text{ W/mK}$

$$U_K = \frac{1}{0,13 + \left(\frac{0,030}{0,80} + \frac{0,375}{0,11} + \frac{0,020}{0,11} \right) + 0,04} = \frac{1}{3,8} = 0,26 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

Výpočet součinitelů prostupu tepla všech staveb konstrukcí je přehledně uveden v příloze A. 1.



Obr. 4.1 Průběh teplot v obvodové konstrukci – stavební část 1

4.2 Přesný výpočet návrhové tepelné ztráty prostupem

Výpočet byl prováděn podle ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu [10]. Tepelné ztráty jsou počítány pro každou místnost zvlášť a jejich součet nám dává hodnotu celkové tepelné ztráty objektu.

Návrhová tepelná ztráta prostupem místnosti (i)

$$\phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) [\text{W}], \quad (4.3)$$

kde:

$H_{T,ie}$ je měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí ve ($\text{W} \cdot \text{K}^{-1}$);

$H_{T,iue}$ je měrná tepelná ztráta z vytápěného prostoru do venkovního prostředí nevytápěným prostorem ve ($\text{W} \cdot \text{K}^{-1}$);

$H_{T,ig}$ je měrná tepelná ztráta do zeminy ve ($\text{W} \cdot \text{K}^{-1}$);

$H_{T,ij}$ je měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou ve ($\text{W} \cdot \text{K}^{-1}$)

Výpočet měrné tepelné ztráty z vytápěného prostoru do venkovního prostředí:

$$H_{T,ie} = \sum_K (A_K \cdot U_{KC} \cdot e_K) [\text{W} \cdot \text{K}^{-1}], \quad (4.4)$$

kde:

A_k je plocha stavební části (k) v (m^2);

U_{KC} je součinitel prostupu tepla stavební části (k) upravený o tepelný most ve ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$);

e_k korekční činitel vystavení povětrnostních vlivů, norma [10], příloha D. 4.1;

$$U_{KC} = U_K + \Delta U_{tb} [\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}], \quad (4.5)$$

kde:

U_K je součinitel prostupu tepla stavební části (k) ve ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$);

ΔU_{tb} je korekční součinitel tepelných mostů ve ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$), norma [10], tab. D.3a, b, c.

Výpočet měrné tepelné ztráty místnosti (i) přes nevytápěné prostory

$$H_{T,iue} = \sum_K (A_K \cdot U_{KC} \cdot b_u) [\text{W} \cdot \text{K}^{-1}], \quad (4.6)$$

kde:

b_u je teplotní redukční součinitel, norma [10], tab. D. 4, nebo známe-li teplotu nevytápěného prostoru θ_u , lze použít vztah:

$$b_u = \frac{\theta_{int,i} - \theta_u}{\theta_{int,i} - \theta_e} [-], \quad (4.7)$$

kde:

$\theta_{int,i}$ je teplota interiéru místnosti (i) v ($^{\circ}\text{C}$);

θ_e je venkovní výpočtová teplota v ($^{\circ}\text{C}$);

θ_u je teplota nevytápěného prostoru v ($^{\circ}\text{C}$).

Měrná tepelná ztráta do zeminy místnosti (i)

$$H_{T,ig} = \sum_K (A_K \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w [\text{W} \cdot \text{K}^{-1}], \quad (4.8)$$

kde:

A_k je plocha stavební části (k), která se dotýká zeminy v (m^2);

$U_{equiv,k}$ je ekvivalentní součinitel prostupu tepla stavební části (k) ve ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$) dle typologie podlahy norma [10], obrázky 3 až 6, tabulky 4 až 7;

G_w je korekční činitel, který uvažuje vliv spodní vody, který se musí uvažovat, pokud vzdálenost mezi úrovní podlahy podzemního podlaží a hladinou spodní vody je menší než 1 m, norma [10], příloha D. 4.3.;

f_{g1} je korekční součinitel uvažující vliv roční změny průběhu venkovní teploty, norma [10], příloha D. 4.3.;

f_{g2} je teplotní redukční činitel, který zahrnuje rozdíl mezi průměrnou roční venkovní teplotou a výpočtovou venkovní teplotou, který se stanoví jako:

$$f_{g2} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{me}}{\theta_{int,i} - \theta_e} [-], \quad (4.9)$$

kde:

$\theta_{int,i}$ je teplota interiéru místnosti (i) v ($^{\circ}\text{C}$);

θ_e je venkovní výpočtová teplota v ($^{\circ}\text{C}$);

θ_{me} je roční průměrná teplota v ($^{\circ}\text{C}$), norma [10], tab. NA. 1.

Stanovení $U_{equiv,k}$ dle normy [10], obrázky 3 až 6, tabulky 4 až 7, pomocí charakteristického parametru B' :

$$B' = \frac{A_g}{0,5 \cdot P} [\text{m}], \quad (4.10)$$

kde:

A_g je plocha uzavřené půdorysné konstrukce v (m^2);
 P je délka obvodových stěn oddělujících vytápěný prostor od venkovního prostředí v (m).

Měrná tepelná ztráta do/z vytápěného prostoru (i) s odlišnou teplotou

$$H_{T,ij} = \sum_K (A_K \cdot U_K \cdot f_{ij}) [\text{W} \cdot \text{K}^{-1}], \quad (4.11)$$

kde:

A_K je plocha stavební části (k) v (m^2);
 U_K je součinitel prostupu tepla stavební části (k) ve ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$);
 f_{ij} redukční teplotní činitel (zahrnuje teplotu na druhé straně konstrukce), který se vypočte ze vztahu:

$$f_{ij} = \frac{\theta_{\text{int},i} - \theta_j}{\theta_{\text{int},i} - \theta_e} [-], \quad (4.12)$$

kde:

$\theta_{\text{int},i}$ je teplota vytápěného prostoru (i) v ($^{\circ}\text{C}$);
 θ_e je venkovní výpočtová teplota v ($^{\circ}\text{C}$);
 θ_j je teplota vytápěného sousedního prostoru v ($^{\circ}\text{C}$).

4.3 Příklad výpočtu návrhové tepelné ztráty prostupu pro místnost 1.06

Zadaná venkovní výpočtová teplota je -12°C , ale pro výpočet tepelných ztrát pomocí klimatizačního zařízení je teplota uvažována -15°C . U měrné tepelné ztráty z vytápěného prostoru do venkovního prostředí $H_{T,ie}$ používáme zjednodušenou metodou pro výpočet měrné tepelné ztráty přes tepelné mosty a vazby. Započítáváme je zjednodušeně a to korekcí součinitele prostupu tepla korekčním součinitelem ΔU_{tb} , který je volen pro svislé části $0,05 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ dle normy [10], tab. D.3a, pro vodorovné části $0,05$ dle normy [10], tab. D.3b u oken $0,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ dle normy, tab. D.3c. Vše je pře násobeno korekčním součinitelem ε_K , který uvažujeme $\varepsilon_K = 1$ dle normy [10], Příloha D. 4.1.

Výpočet měrné tepelné ztráty z vytápěného prostoru do venkovního prostředí

Pomocí rovnice (4.5) si vypočteme součinitel prostupu, tepla, který je upravený o tepelný most. Tento součinitel prostupu tepla pak dosadíme do rovnice (4.4) a vypočteme z ní měrnou tepelnou ztrátu do venkovního prostředí.

Plochá střecha: $U_{KC1} = 0,23 + 0,05 = 0,28 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$; $A_{K1} = 15,86 \text{ m}^2$

Obvodová stěna: $U_{KC2} = 0,26 + 0,05 = 0,31 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$; $A_{K2} = 8,35 \text{ m}^2$

Okno: $U_{KC3} = 1,14 + 0,3 = 1,44 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$; $A_{K3} = 2,85 \text{ m}^2$

$$H_{T,ie} = (15,86 \cdot 0,28 \cdot 1) + (8,35 \cdot 0,31 \cdot 1) + (2,85 \cdot 1,44 \cdot 1) = 11,13 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1}$$

Výpočet měrné tepelné ztráty přes nevytápěné prostory

Pro místnost 1.06 nejsou žádné ztráty přes nevytápěné prostory $H_{T,iue} = 0 \text{ W/K}$

Výpočet měrné tepelné ztráty do zeminy

Dle normy [10], přílohy D. 4.3 byly určeny korekční činitelé. Korekční činitel $f_{g1} = 1,45$ a pro vzdálenost mezi předpokládanou hladinou spodní vody a úrovní základů větší než 1 m je $G_w = 1$. Poté pomocí rovnice (4.9) spočteme f_{g2} .

$$f_{g2} = \frac{24 - 4,1}{24 - (-15)} = 0,48$$

Plocha stavební části je $A_k = 15,86 \text{ m}^2$ a obvod části oddělující vnitřní a venkovní část $P = 3,38 \text{ m}$. Pomocí rovnice (4.10) vypočteme charakteristický parametr B' , kde pomocí něho a vypočtené hodnoty U_k v normě [10], tab. 4 vyhledáme $U_{equiv,k}$.

$$B' = \frac{15,86}{0,5 \cdot 3,38} = 9,38$$

$$U_K = 0,42 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} \rightarrow U_{equiv,k} = 0,2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

Vyhledané a vypočtené hodnoty dosadíme do rovnice (4.8) a vypočteme měrnou tepelnou ztrátu do zeminy.

$$H_{T,ig} = (15,86 \cdot 0,2) \cdot 1,45 \cdot 0,48 \cdot 1 = 2 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1}$$

Výpočet měrné tepelné ztráty do/z vytápěného prostoru s odlišnou teplotou

Pomocí rovnice (4.12) spočteme redukční teplotní součinitel, který se počítá z teploty počítané místnosti a teplotou sousední místnosti. Ze zadané plochy konstrukce A_{ki} a vypočteného součinitele tepla U_{ki} a f_{ij} spočteme z rovnice (4.11) měrnou tepelnou ztrátu pro prostup tepla do/z sousední místnosti.

Příčka 100 mm do místnosti 1.01 $A_{K1} = 11,83 \text{ m}^2$; $U_{k1} = 0,72 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$;

$$f_{i1} = \frac{22 - 20}{22 - (-15)} = 0,05$$

Příčka 100 mm do místnosti 1.05 $A_{K2} = 1,57 \text{ m}^2$; $U_{k2} = 0,72 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$;

$$f_{i2} = \frac{22 - 20}{22 - (-15)} = 0,05$$

Příčka 100 mm do místnosti 1.07 $A_{K3} = 13,3 \text{ m}^2$; $U_{k3} = 0,72 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$;

$$f_{i3} = \frac{22 - 15}{22 - (-15)} = 0,19$$

Dveře vnitřní do místnosti 1.05 $A_{K4} = 1,58 \text{ m}^2$; $U_{k4} = 2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$;

$$f_{i4} = \frac{22 - 20}{22 - (-15)} = 0,05$$

Příčka 150 mm do prostor obchodního domu $A_{K5} = 16,45 \text{ m}^2$; $U_{k5} = 0,56 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$;

$$f_{i5} = \frac{22 - 20}{22 - (-15)} = 0,05$$

$$H_{T,ij} = (11,83 \cdot 0,72 \cdot 0,05) + (1,57 \cdot 0,72 \cdot 0,05) + (13,30 \cdot 0,72 \cdot 0,19) + (1,58 \cdot 2 \cdot 0,05) + (16,45 \cdot 0,56 \cdot 0,05) = 3 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1}$$

Návrhová tepelná ztráta prostupem pro místnost 1.06

Pomocí rovnice (4.3) spočteme návrhovou tepelnou ztrátu prostupem místnosti 1.06.

$$\phi_{T,i} = (11 + 0 + 2 + 3) \cdot (22 - (-15)) = 592 \text{ W}$$

Výpočet ostatních místností je uveden v příloze A. 2.

5 Návrhová tepelná ztráta větráním, zátopový tepelný výkon a celková návrhová tepelná ztráta

5.1 Návrhová tepelná ztráta větráním

Tepelná ztráta větráním je vypočtena dle normy [10], 7. 2. Je počítáno pouze z tepelné ztráty infiltrací. Pro místnost (i) je návrhová tepelná ztráta větráním vyjádřena vztahem:

$$\phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \text{ [W]}, \quad (0.1)$$

kde:

$H_{V,i}$ je měrná tepelná ztráta větráním při rovnotlaké klimatizaci nebo větrání se vypočte:

$$H_{V,i} = \dot{V}_{inf} \cdot 0,34 \text{ [W} \cdot \text{K}^{-1}\text{]}, \quad (0.2)$$

kde:

$\dot{V}_{inf}$ je objemový tok vzduchu infiltrací a vypočte se:

$$\dot{V}_{inf} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i \text{ [m}^3 \cdot \text{h}^{-1}\text{]}, \quad (0.3)$$

kde:

V_i objem vytápěné místnosti (i) v metrech krychlových (m^3) vypočtený z vnitřních rozměrů;

n_{50} je intenzita výměny vzduchu za hodinu (h^{-1}) při rozdíl tlaků 50 Pa mezi vnitřkem a vnějškem budovy zahrnující účinky vzduchu, norma [10] tab. D. 7;

e_i stínící činitel, norma [10] tab. D. 8;

ε_i výškový korekční činitel, který zohledňuje zvýšení rychlosti prodělení vzduchu s výškou prostoru nad povrchem země, norma [10] tab. D. 9.

5.2 Zátopový tepelný výkon

Zátopový tepelný výkon je počítán pro vyrovnání účinku přerušovaného vytápění $\phi_{RH,i}$ ve vytápěném prostoru (i).

$$\phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH} \quad (5.4)$$

kde:

A_i podlahová plocha vytápěného prostoru (i) v metrech čtverečních (m^2);

f_{RH} korekční zátopový činitel, norma [10] tab. D. 10 a.

5.3 Příklad výpočtu návrhové tepelné ztráty větráním a zátopového tepelného výkonu pro místnost 1.06

5.3.1 Návrhová tepelná ztráta větráním

Dle zadaného objektu a jeho konstrukcí byla vybrána intenzita výměny vzduchu, norma [10], tab. D. 7, $n_{50} = 3$. Stínící součinitel, norma [10], tab. D. 8, $e = 0,02$ a dle výšky budovy je vybrán výškový korekční součinitel, norma [10], tab. D. 9, $\varepsilon = 1$. Objem místnosti 1.06 je $V_i = 56 \text{ m}^3$. Pomocí těchto hodnot spočteme objemový tok vzduchu infiltrací $\dot{V}_{inf}$ dle rovnice (0.3).

$$\dot{V}_{inf} = 2 \cdot 56 \cdot 3 \cdot 0,02 \cdot 1 = 6,66 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$$

Hodnotu dosadíme do rovnice (0.2) a vypočteme měrnou ztrátu větráním.

$$H_{V,i} = 6,66 \cdot 0,34 = 2 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1}$$

A z rovnice (0.1) vypočteme tepelnou ztrátu infiltrací.

$$\phi_{V,i} = 2 \cdot (22 - (-15)) = \mathbf{84\ W}.$$

Výpočet návrhové tepelné ztráty větráním ostatních místností je uveden v Příloze A. 3.

5.3.2 Zátopový tepelný výkon

Je počítán dle rovnice (5.4). Plocha místnosti je $A_i = 15,86\ \text{m}^2$ a korekční zátopový činitel $f_{RH} = 16$, norma [10] tab. D. 10 a, pro zátopový čas 2 h a předpokládaný pokles vnitřní teploty během teplotního útlumu 2K.

$$\phi_{RH,i} = 15,86 \cdot 16 = \mathbf{254\ W}$$

5.4 Celková návrhová tepelná ztráta vytápěného prostoru

Celková návrhová tepelná ztráta pro místnost (i)

$$\phi_{HL,i} = \phi_{T,i} + \phi_{V,i} + \phi_{RH,i} \quad (5.5)$$

Celková návrhová tepelná ztráta pro místnost 1.06

$$\phi_{HL,i} = 592 + 84 + 254 = \mathbf{930\ W}$$

Ztráty ostatních místností jsou uvedeny v příloze A. 4.

6 Tepelné zátěže klimatizovaného prostoru

Celý výpočet je prováděn dle normy ČSN 73 0548: Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů [11].

Výpočet je prováděn pro slunný den, vždy 21. den v měsíci a pro hodinu, kdy jsou očekávány největší zisky. Stanovení hodiny výpočtu se provádí dle intenzity sluneční radiace procházející standartním oknem podle normy [11] příloha 2, tab. č. 10. Pro každou místnost je výpočet prováděn samostatně. Pro klimatizované místnosti je stanovena teplota 26 °C, pokud není stanoveno jinak, a obvykle je tolerance teplot v místnostech ± 1 K. Záporné hodnoty tepelných zisků menších jak 100 W se nemusí uvažovat. Do následujících výpočtů jsou brány vnitřní rozměry místnosti. Pro výpočty se uvažuje nejvyšší venkovní teplota vzduchu $t_{e,max} = 30$ °C.

6.1 Tepelné zisky od vnitřních zdrojů

Produkce tepla od lidí

Produkce závisí na typu činnosti a teplotě v místnosti.

$$\dot{Q}_l = \dot{Q}_{c(26^\circ\text{C})} \cdot 0,1 \cdot (36 - t_i) \cdot i_l \quad [\text{W}], \quad (0.1)$$

kde:

i_l počet osob v místnosti;

t_i změna teploty v klimatizovaném prostoru o ± 1 K; $t_i = t'_i + 1$;

$\dot{Q}_{c(26^\circ\text{C})}$ je produkce tepla od člověka pro teplotu 26°C, norma [11] příloha 2, tab. č. 6.

Produkce tepla od svítidel

Počítá se pouze v případě, kdy se svítí v době oslunění. U hlubších místností se od 5 m od oken uvažuje umělé osvětlení.

$$\dot{Q}_{SV} = P_K \cdot c_1 \cdot c_2 \cdot S \quad [\text{W}], \quad (0.2)$$

kde:

P_K je příkon svítidel v ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$);

S je osvětlená plocha místnosti (m^2);

c_1 je součinitel současnosti používání;

c_2 je zbytkový součinitel.

Produkce tepla od elektronických zařízení

$$\dot{Q}_S = \Sigma P_K \cdot c_1 \cdot c_3 \quad [\text{W}], \quad (0.3)$$

kde:

P_K je příkon od elektronických zařízení v (W);

c_1 je součinitel současnosti používání;

c_3 je součinitel průměrného zatížení.

Produkce tepla od ventilátorů

Když je ventilátor umístěn v proudu vzduchu, mění se v teplo celý příkon elektromotoru.

$$\dot{Q}_V = \frac{\dot{V} \Delta p}{\eta_V \cdot \eta_m} \quad [\text{W}], \quad (0.4)$$

kde:

$\dot{V}$ objemový tok ventilátorem v ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$);

Δp celkový tlak ventilátoru v (Pa);

η_V účinnost ventilátoru;

η_m účinnost elektromotoru, norma [11] příloha 2, tab. č. 8.

Tepelné zisky ze sousedních místností

Sousedí-li klimatizovaná místnost s místností, v níž je jiná teplota, počítá se s tepelnými zisky.

$$\dot{Q}_{st} = \sum (U \cdot S \cdot (t_{is} - t_i)) \text{ [W]}, \quad (0.5)$$

kde:

U je součinitel prostupu tepla konstrukcí ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$);

S je plocha konstrukce (m^2);

t_{is} je teplota sousedních místností ($^{\circ}\text{C}$);

t_i je teplota klimatizované místnosti ($^{\circ}\text{C}$).

6.2 Tepelné zisky z vnějšího prostředí

6.2.1 Tepelné zisky okny

Prostup tepla okny

$$\dot{Q}_{OP} = U_O \cdot S_O \cdot (t_e - t_i) \text{ [W]}, \quad (0.6)$$

kde:

U_O je součinitel prostupu tepla oknem ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$);

S_O je plocha okna včetně rámu (m^2);

t_e je teplota venkovního vzduchu pro dobu, pro který uvádíme výpočet dle normy [11] příloha 1, tab. 2. ($^{\circ}\text{C}$);

t_i je teplota klimatizované místnosti ($^{\circ}\text{C}$).

Sluneční radiací

Rozvržení jednotlivých rozměrů je názorněji na Obr. 6.1.

- a) Sluneční deklinace

$$\delta = 23,5 \cdot \sin[(M - 1) \cdot 30 + D - 81] \text{ [}^{\circ}\text{]}, \quad (0.7)$$

kde:

M je číslo měsíce;

D je den v měsíci.

- b) Výška slunce nad obzorem

Značíme h v ($^{\circ}$) a její hodnotu nalezneme v normě [11], příloha 2, tab. č. 4.

- c) Sluneční azimut

Značíme a v ($^{\circ}$) a jeho hodnotu nalezneme v normě [11], příloha 2, tab. č. 4.

- d) Osluněná plocha okna

$$S_{OS} = [l_A - (e_1 - f)] \cdot [l_B - (e_2 - g)] \text{ [m}^2\text{]}, \quad (0.8)$$

kde:

l_A je šířka zasklené části okna (m);

l_B je výška zasklené části okna (m);

f je šířka svislé části rámu (m);

g je šířka vodorovné části rámu (m);

e_1, e_2 je délka stínu v okenním otvoru (m);

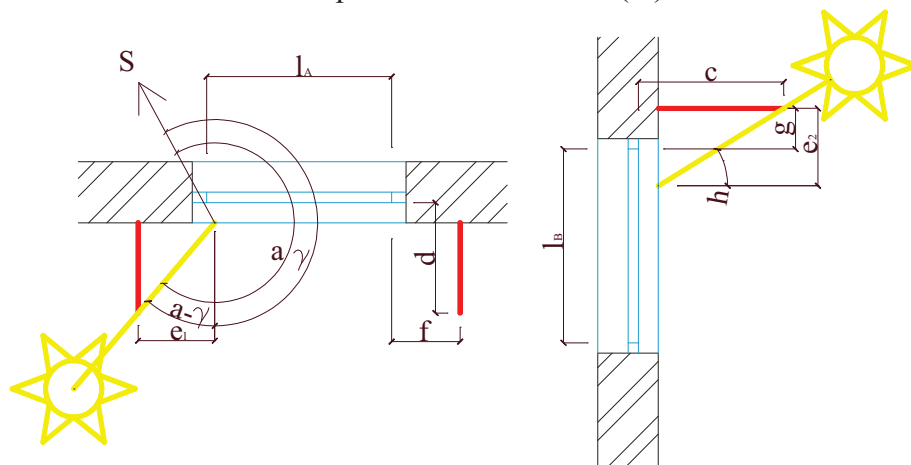
kde:

$$e_1 = d \cdot |\tan(a - \gamma)| \text{ [m]},$$

$$e_2 = c \cdot \left| \frac{\tan h}{\cos(a - \gamma)} \right| \text{ [m]}, \quad (0.9)$$

kde:

- d je hloubka zapuštění okna ve stěně (m);
 γ je azimutový úhly normály stěny ($^\circ$);
 c hloubka zapuštění okna ve stěně (m).



Obr. 6.1 Rozměry a úhly okna a slunolamů

Tepelný zisk sluneční radiací

$$\dot{Q}_{or} = [S_{OS} \cdot I_o \cdot c_o + (S_o - S_{OS}) \cdot I_{od}] \cdot s \quad [\text{W}], \quad (0.10)$$

kde:

- S_{OS} je osluněný povrch okna (m^2);
 S_o je plocha oken včetně rámců (m^2);
 I_o je Intenzita sluneční radiace standartním oknem dle normy [11], příloha 2, tab. č. 10 ($\text{W} \cdot \text{m}^2$);
 I_{od} je difúzní sluneční radiace (jako orientace na S) v ($\text{W} \cdot \text{m}^2$);
 c_o korekce na čistotu atmosféry, norma [11], čl 64;
 s stínící součinitel, norma [11], příloha 2, tab. č. 11.

Snížení tepelných zisků od osluněných oken

Pouze v případě, pokud se připouští kolísání teplot ± 1 K, stanoví se snížení tepelných zisků dle vztahu:

$$\Delta Q = 0,05 \cdot M \cdot \Delta t \quad [\text{W}], \quad (0.11)$$

kde:

- M je hmotnost obvodových vnitřních stěn, podlahy a stropu, která přicházení v úvahu pro akumulaci tepla v (kg);
 Δt je maximální připouštění překročení teploty v klimatizovaném prostoru v (K).

Pro akumulaci se uvažuje poloviční tloušťka vnitřních stěn, podlah a stropu, ale je-li tloušťka stěn $> 0,16$ m pro akumulaci se uvažuje tloušťka 0,08 m a je-li nášlapná vrstva podlahy koberec, uvažuje se jen 1/4 hmotnosti podlahy.

Pro konstrukci o tloušťce $\delta < 0,16$ m lze použít vztah:

$$M = \frac{\rho \cdot S}{2} \quad [\text{W}], \quad (6.12)$$

kde:

- ρ je plošná hustota v kg/m^2 ;
 S je plocha konstrukce.

Průměrné tepelné zisky v době provozu

$$Q_{orm} = \sum_{i=1}^n \frac{Q_{ori}}{n} [\text{W}], \quad (6.13)$$

kde:

Q_{ori} tepelný zisk pro hodinu provozu (i) ve (W);
 n je počet hodin provozu.

Pokud platí že: $\dot{Q}_{ormax} - \Delta Q < \dot{Q}_{orm}$ pak pro výpočet budeme uvažovat $\dot{Q}_{orm}$.

6.2.2 Tepelné zisky venkovními stěnami

Stěny středně těžké

Výpočet se provádí pro konstrukce, pro které platí, že tloušťka konstrukce δ se pohybuje v rozmezích hodnot 0,08 m až 0,45 m. Pro to platí vztah:

$$\dot{Q}_{zs} = U_K \cdot A_K \cdot [(t_{rm} - t_i) + m \cdot (t_{r\psi} - t_{rm})] [\text{W}], \quad (6.14)$$

kde:

U_K je součinitel prostupu tepla stavební části (k) ve ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$);
 A_K je plocha stavební části (k) bez oken v (m^2);
 t_{rm} je průměrná rovnocenná sluneční teplota za 24 hodin v závislosti na orientaci stěn, norma [11], příloha 2, tab. č. 13 v ($^{\circ}\text{C}$);
 t_i je teplota v klimatizovaném prostoru v ($^{\circ}\text{C}$);
 $t_{r\psi}$ rovnocenná sluneční teplota v době o ψ hodin dříve než hodina, pro kterou je výpočet prováděn;
 m je součinitel zmenšení teplotního kolísání při prostupu tepla stěnou, norma [11], obr. 2, nebo se vypočte jako:

$$m = \frac{1 + 7,6 \cdot \delta}{2500^{\delta}} [-], \quad (6.15)$$

ψ časové zpoždění (h), norma [11], obr. 2 nebo se vypočte jako:

$$\psi = 32 \cdot \delta - 0,5 [\text{h}], \quad (6.16)$$

kde:

δ je tloušťka stěny v (m).

Stěny těžké

Výpočet se provádí pro konstrukce, pro které platí, že tloušťka konstrukce δ je větší než 0,45 m. Pro to platí vztah:

$$\dot{Q}_{zs} = U_K \cdot A_K \cdot (t_{rm} - t_i) [\text{W}], \quad (6.17)$$

6.2.3 Tepelné zisky z přívodu venkovního vzduchu

Tepelná zátěž z přívodu venkovního vzduchu do klimatizačního zařízení.

$$\dot{Q}_{ec} = \dot{V}_e \cdot \rho_v \cdot c_{pv} \cdot (t_e - t_i) [\text{W}], \quad (6.18)$$

kde:

$\dot{V}_e$ množství přivedeného vzduchu (minimální hygienické množství na osobu) v ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$);
 ρ_v hustota venkovního vzduchu v ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$);
 c_{pv} měrná tepelná kapacita vzduchu při konstantním tlaku ($\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$);

t_e teplota externího vzduchu v ($^{\circ}\text{C}$);
 t_i teplota v interiéru – při povolené změně teploty v klimatizovaném prostoru o $\pm 1 \text{ K}$;
 $t_i = t'_i + 1$;
 t'_i výpočtová teplota v interiéru.

6.3 Vodní zisky

K vodním ziskům patří produkce páry od lidí, která se spočte jako:

$$\dot{m}_{wl} = \dot{m}_p \cdot i_l [\text{g} \cdot \text{h}^{-1}], \quad (6.19)$$

kde:

$\dot{m}_p$ produkce páry od jednoho člověka v ($\text{g} \cdot \text{h}^{-1}$);

i_l počet osob.

Určení tepelné zátěže klimatizačního prostoru vázaným teplem.

$$\dot{Q}_{iv} = \dot{m}_{wl} \cdot l_{23} [\text{W}], \quad (6.20)$$

kde:

$\dot{m}_{wl}$ produkce páry od lidí;

l_{23} měrné výparné teplo vody, $l_{23} = 2,5 \cdot 10^6 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$.

7 Příklad výpočtu tepelné zátěže místnosti 1.06

V mém případě jsou klimatizovány pouze tři místnosti. Místnost 1.01 (Výdej léčiv), 1.04 (Sklad léčiv) a 1.06 (Příprava léčiv). Místnosti 1.01 a 1.04 jsou vnitřní místnosti, pouze místnost 1.06 je prosklená do venkovního prostoru a je situována na JV část. Výpočet je prováděn pro 21. července. Provoz prodejny je od 8:00 – 19:00 hodin SELČ, ale v práci je však počítáno se slunečním časem v době od 7:00 – 18:00 hodin.

Výpočet se provádí pro nejvyšší venkovní teplotu vzduchu 30°C. Teplota v místnosti je 24±1°C.

Stanovení doby výpočtu: nejnepříznivější měsíc 21. července

Dle normy [11], příloha 2, tab. č. 10. Je stanovena nejnepříznivější hodina. Největší intenzita sluneční radiace procházejícím standardním oknem je pro 9 hodinu a to $I_o = 511 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$, ale budeme počítat s 10. hodinou, kde sice intenzita sluneční radiace procházejícím standardním oknem je o málo nižší to $I_o = 506 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$, ale rovnocenná sluneční teplota dle normy [11] přílohy 2, tab. č. 13. je vyšší a tudíž budeme mít vyšší zisky.

Záporné hodnoty tepelných zisků, pokud jsou menší, než 100 W se u součtů nemusí uvažovat.

7.1 Tepelné zisky od vnitřních zdrojů

Produkce tepla od lidí

Produkce tepla pro sedící, mírně aktivní lidi je dle normy [11], příloha 1, tab. 6 $\dot{Q}_{c(26^\circ\text{C})} = 62 \text{ W}$. V místnosti se nachází 2 osoby ($i_l = 2$), kde teplota je $t_i = 24 + 1 = 25^\circ\text{C}$. Tyto hodnoty dosadíme do rovnice (0.1) a získáme produkci tepla od lidí $\dot{Q}_l$.

$$\dot{Q}_l = 62 \cdot 0,1 \cdot (36 - 25) \cdot 2 = \mathbf{136 \text{ W}}$$

Produkce tepla od svítidel

Produkci vypočteme dle rovnice (0.2). Příkon svítidel je $P = 21 \text{ W}$ [12]. Osvětlenou plochu vypočteme z rozměrů místnosti 4,7 x 3,375 m, $S = 15,86 \text{ m}^2$. Budeme uvažovat celou plochu místnosti. V místnosti je předpokládáno celodenní osvětlení. V oknech jsou instalovány reflexní fólie, které snižují prostup tepla do místnosti. Součinitel současnosti používání je volen $c_l = 1$ a zbytkový součinitel je volen $c_2 = 0,7$, protože odvod vzduchu je předpokládán pod stropem.

$$\dot{Q}_{sv} = 21 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 15,86 = \mathbf{233 \text{ W}}$$

Produkce tepla od elektronických zařízení

Produkci vypočteme dle rovnice (0.3). V místnosti jsou použity dva počítače o výkonu jednoho počítače 150 W.

$$P = 2 \cdot 150 = 300 \text{ W}$$

Součinitel současnosti používání je volen $c_l = 1$ a součinitel průměrného zatížení je volen $c_3 = 0,7$.

$$\dot{Q}_s = 300 \cdot 1 \cdot 0,7 = \mathbf{210 \text{ W}}$$

Produkce tepla od ventilátorů

Když je ventilátor umístěn v proudu vzduchu, mění se v teplo celý příkon elektromotoru. Celkový tlak ventilátorem $\Delta p = 60 \text{ Pa}$. Účinnost ventilátoru $\eta_v = 0,7$ a účinnost motoru je $\eta_m = 0,6$.

Objemový tok ventilátorem $\dot{V}$ je určen z minimálního hygienického množství na osobu dle Nařízení vlády 361/2007 Sb. Minimální hygienické množství přivedeného vzduchu

pro mírnou aktivitu sedících lidí $\dot{V} = 50 \cdot 2 = 100 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Což odpovídá $\dot{V} = 0,028 \text{ m}^3/\text{s}$. Hodnoty dosadíme do rovnice (0.4).

$$\dot{Q}_V = \frac{0,028 \cdot 60}{0,7 \cdot 0,6} = 4 \text{ W}$$

Tepelné zisky ze sousedních místností

Ze zadaných konstrukcí pomocí rovnice (0.5) spočteme tepelné zisky ze sousedních místností.

Konstrukce do místnosti 1.01: $U = 0,72 \text{ W/m}^2\text{K}; S = 11,83 \text{ m}^2; t_{is} = 24^\circ\text{C}$

Konstrukce do místnosti 1.07: $U = 0,72 \text{ W/m}^2\text{K}; S = 13,3 \text{ m}^2; t_{is} = 30^\circ\text{C}$

Konstrukce do místnosti 1.05: $U = 0,72 \text{ W/m}^2\text{K}; S = 1,57 \text{ m}^2; t_{is} = 24^\circ\text{C}$

Konstrukce do supermarketu: $U = 0,56 \text{ W/m}^2\text{K}; S = 16,45 \text{ m}^2; t_{is} = 26^\circ\text{C}$

Podlaha $U = 0,42 \text{ W/m}^2\text{K}; S = 15,86 \text{ m}^2; t_{is} = 20^\circ\text{C}$

Dveře do místnosti 1.05: $U = 2 \text{ W/m}^2\text{K}; S = 1,58 \text{ m}^2; t_{is} = 24^\circ\text{C}$

$$\dot{Q}_{st1} = 0,72 \cdot 11,83 \cdot (24 - 24) = 0 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{st2} = 0,72 \cdot 13,3 \cdot (30 - 24) = 57 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{st3} = 0,72 \cdot 1,57 \cdot (24 - 24) = 0 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{st4} = 0,56 \cdot 16,45 \cdot (26 - 24) = 19 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{st5} = 0,42 \cdot 15,86 \cdot (20 - 24) = -26 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{st6} = 2 \cdot 1,58 \cdot (24 - 24) = 0 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{st} = \sum_{i=1}^n \dot{Q}_{si} = 57 + 19 = 76 \text{ W}$$

7.2 Tepelné zisky od vnějších zdrojů

7.2.1 Tepelné zisky okny

Prostup tepla okny

Prostup tepla okny se vypočte dle rovnice (0.6), kde za součinitel prostupu tepla dosadíme $U_O = 1,14 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ [13], plochu okna včetně rámu $S_O = 2,85 \text{ m}^2$ a teplotu venkovního vzduchu pro 10. hodinu dle normy [11], příloha 1, tab. 2., $t_e = 24,8^\circ\text{C}$.

$$\dot{Q}_{OP} = 1,14 \cdot 2,85 \cdot (24,8 - 24) = 3 \text{ W}$$

Sluneční radiací

a) Sluneční deklinace

$$\delta = 23,5 \cdot \sin[(7 - 1) \cdot 30 + 21 - 81] = 20,35^\circ$$

b) Výška slunce nad obzorem

$$\text{Pro VII. měsíc 10 hodin: } h = 52^\circ$$

c) Sluneční azimut

$$\text{Pro VII. měsíc 10 hodin: } a = 131^\circ$$

d) Osluněná plocha okna

Pro výpočet délky stínů z rovnic (0.9) potřebujeme znát tyto hodnoty:

$\gamma = 135^\circ$ pro JV stranu - azimutový úhel normály stěny

$d = c = 0,125$ m – hloubka zapuštění okna

$$e_1 = 0,125 \cdot |\tan(131 - 135)| = 0,0087 \text{ m}$$

$$e_2 = 0,125 \cdot \left| \frac{\tan 52}{\cos(131 - 135)} \right| = 0,16 \text{ m}$$

Pro výpočet osluněné plochy okna S_{OS} dle rovnice (0.8) potřebujeme tyto hodnoty:

$f = g = 0,05$ m – šířky vodorovné a svislé části rámu

$l_A = 1,8$ m a $l_B = 1,4$ m jsou rozměry zasklené části okna

Jelikož rozdíl hodnot $(e_1 - f) < 0$, to znamená, že stín nezasahuje do zasklené části okna a budeme dosazovat za tento rozdíl hodnotu 0.

$$S_{OS} = [1,8 - (0)] \cdot [1,4 - (0,16 - 0,05)] = 2,32 \text{ m}^2$$

Pro tepelný zisk sluneční radiací dle rovnice (0.10) si nalezneme v tabulkách hodnoty:

Intenzitu sluneční radiací procházejícím standartním oknem pro 10. hodinu, norma [11], příloha 2, tab. 10, je $I_o = 506 \text{ W} \cdot \text{m}^2$ a pro severní stranu $I_{od} = 130 \text{ W} \cdot \text{m}^2$. Korekce na čistotu atmosféry je volena pro velkoměstskou oblast dle normy [11], čl. 64, $c_o = 0,85$. Pro stínící součinitel jsou voleny dva způsoby stínění dle normy [11], příloha 2, tab.11. Reflexní fólie $s = 0,42$ a dvojité sklo $s = 0,9$. Stínící součinitel $s = 0,42 \cdot 0,9 = 0,378$.

$$\dot{Q}_{or} = [2,32 \cdot 506 \cdot 0,85 + (2,85 - 2,32) \cdot 130] \cdot 0,378 = \mathbf{403 \text{ W}}$$

Snížení tepelných zisků od osluněných oken

Uvažujeme kolísání teplot ± 1 K. Snížení tepelných zisků ΔQ spočteme dle rovnice (0.11), kde hmotnost vnitřních stěn, podlahy a stropu M zjistíme z rovnice (6.12).

Hmotnost podlahy o plošné hustotě $\rho = 430 \text{ kg/m}^2$ [14]. Plocha podlahy:

$$S_p = 3,375 \cdot 4,7 = 15,86 \text{ m}^2$$

požijeme rovnici:

$$M = \frac{430}{2} \cdot 15,86 = 3410 \text{ kg}$$

Hmotnost stěn $\delta = 100$ mm o plošné hustotě $\rho = 70 \text{ kg/m}^2$ [14]. Plocha stěn:

$$S_{s1} = 3,375 \cdot 3,5 + 4,7 \cdot 3,5 - 1,58 = 26,68 \text{ m}^2 \text{ (musíme odečíst plochu dveří)}$$

$$M = \frac{70}{2} \cdot 26,68 = 934 \text{ kg}$$

Hmotnost stěn $\delta = 150$ mm a plošné hustotě $\rho = 70 \text{ kg/m}^2$ [14]. Plocha stěn:

$$S_{s2} = 4,7 \cdot 3,5 = 16,45 \text{ m}^2$$

$$M = \frac{70}{2} \cdot 16,45 = 576 \text{ kg}$$

$$\sum M = 3410 + 934 + 576 = 4920 \text{ kg}$$

$$\Delta Q = 0,05 \cdot 4920 \cdot 1 = \mathbf{246 \text{ W}}$$

Průměrné tepelné zisky v době provozu

Výpočet pro jednotlivé hodiny byl prováděn pomocí programu Microsoft Excel viz příloha B. 1 dle rovnice (6.13).

$$\dot{Q}_{orm} = \frac{276 + 388 + 411 + 403 + 346 + 247 + 157 + 140 + 126 + 108 + 86 + 94}{12}$$

$$\dot{Q}_{orm} = \mathbf{231\ W}$$

$$\dot{Q}_{ormax} = \mathbf{411\ W}$$

$$411 - 246 = 165 < 231$$

Dále budeme uvažovat pro výpočet $\dot{Q}_{orm} = \mathbf{231\ W}$

7.2.2 Tepelné zisky venkovní stěnou

Venkovní konstrukce má tloušťku $\delta = 425\ \text{mm}$ a ta se pohybuje v rozmezích hodnot 0,08 m až 0,45 m – řadíme je do stěn středně těžkých. Pro to platí vztahy (6.14), (6.15) a (6.16).

Spočteme fázové posunutí ψ a součinitel zmenšení teplotního kolísání m pro stěnu o tloušťce $\delta = 425\ \text{mm}$

$$\psi = 32 \cdot 0,425 - 0,5 = 13\ \text{h}$$

Tomu odpovídá pro JV v 21 hodin teplota $t_{r\psi} = 23^\circ\text{C}$

$$m = \frac{1 + 7,6 \cdot 0,425}{2500^{0,425}} = 0,15$$

Průměrná rovníocenná sluneční teplota za 24 hodin v závislosti na orientaci stěny, dle normy [11], příloha 2, tab. č. 13, $t_{rm} = 30,2^\circ\text{C}$.

Součinitel prostupu tepla stěny je $U_K = 0,26\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ a plocha stěny bez okna je $A_K = 8,96\ \text{m}^2$

$$\dot{Q}_{zs1} = 0,26 \cdot 8,96 \cdot [(30,2 - 24) + 0,15 \cdot (23 - 30,2)] = \mathbf{12\ W}$$

7.2.3 Tepelné zisky plochou střechou

Střecha má tloušťku $\delta = 455\ \text{mm}$ a to je větší než 0,45 m – řadíme ji do stěn těžkých. Pro to platí vztahy (6.17).

Průměrná rovníocenná sluneční teplota za 24 hodin v závislosti na orientaci stěny, dle normy [11], příloha 2, tab. č. 13, $t_{rm} = 33,6^\circ\text{C}$.

Součinitel prostupu tepla stěny je $U_K = 0,23\ \text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ a plocha střechy je $A_K = 15,86\ \text{m}^2$

$$\dot{Q}_{zs2} = 0,23 \cdot 15,86 \cdot (33,6 - 24) = \mathbf{35\ W}$$

Celkové tepelné zisky venkovními stěnami:

$$\dot{Q}_{zs} = \dot{Q}_{zs1} + \dot{Q}_{zs2} = 12 + 35 = \mathbf{47\ W}$$

7.2.4 Tepelné zisky z přívodu venkovního vzduchu

Tepelné zisky z přívodu venkovního vzduchu vypočteme dle rovnice (6.18) Objemový tok venkovního vzduchu $\dot{V}_e$ je určen z minimálního hygienického množství na osobu dle Nařízení vlády 361/2007 Sb. Minimální hygienické množství přivedeného venkovního vzduchu pro mírnou aktivitu sedících lidí $\dot{V}_e = 50 \cdot 2 = 100\ \text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$. Což odpovídá $\dot{V}_e = 0,028\ \text{m}^3/\text{s}$.

Hustota vzduchu $\rho_v = 1,1649\ \text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ a měrná tepelná kapacita $c_{pv} = 1000\ \text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Teplota externího vzduchu v 10 hodin je $t_e = 24,8^\circ\text{C}$

$$\dot{Q}_{ec} = 0,028 \cdot 1,1649 \cdot 1000 \cdot (24,8 - (24 + 1)) = \mathbf{-7\ W}$$

7.3 Vodní zisky

Nejprve spočteme produkci páry člověkem pro 2 osoby z rovnice (6.19), kde dosadíme produkci páry jednoho člověka z normy [11], příloha 2, tab. 6, $\dot{m}_p = 98 \text{ g} \cdot \text{h}^{-1}$.

$$\dot{m}_{wl} = 98 \cdot 2 = \mathbf{196 \text{ g} \cdot \text{h}^{-1}}$$

Dále určíme tepelnou zátěž klimatizované místnosti vázaným teplem z rovnice (6.20)

$$\dot{Q}_{iv} = \frac{196 \cdot 2,5 \cdot 10^6}{1000 \cdot 3600} = \mathbf{136 \text{ W}}$$

7.4 Shrnutí tepelné zátěže místnosti 1.06

Tab. č. 7.1 Shrnutí tepelné zátěže místnosti 1.06 pro 21. července v 10 hodin

Tepelné zisky z vnitřního prostředí 1.06		
PRODUKCE TEPLA OD LIDÍ	$\dot{Q}_l$	136 W
PRODUKCE TEPLA OD SVÍTIDEL	$\dot{Q}_{sv}$	233 W
PRODUKCE OD ELEKTROTECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ	$\dot{Q}_s$	210 W
PRODUKCE TEPLA VENTILÁTOREM	$\dot{Q}_v$	4 W
TEPELNÉ ZISKY ZE SOUSEDNÍCH MÍSTNOSTÍ	$\dot{Q}_{st}$	76 W
Tepelné zisky z vnějšího prostředí 1.06		
PROSTUP TEPLA OKNY 1.01	$\dot{Q}_{op}$	3 W
TEPELNÝ SISK SLUNEČNÍ RADIACÍ	$\dot{Q}_{or}$	231 W
TEPELNÝ ZISK STŘECHOU	$\dot{Q}_{zs}$	47 W
TEPELNÁ ZÁTĚŽ KLIM. PROSTORU CITELNÝM TEPLEM	$\dot{Q}_{ic}$	940 W
TEPELNÁ ZÁTĚŽ VENKOVNÍM VZDUCHEM – CITELNÉ TEPLA	$\dot{Q}_{ec}$	-7 W
TEPELNÁ ZÁTĚŽ KLIMATIZOVANÉHO PROSTORU VÁZANÝM TEPLEM	$\dot{Q}_{iv}$	136 W
TEPELNÁ ZÁTĚŽ KLIMATIZAČNÍHO ZAŘÍZENÍ CITELNÝM TEPLEM $\dot{Q}_c = \dot{Q}_{ic} + \dot{Q}_{ec}$	$\dot{Q}_c$	933 W
CELKOVÁ TEPELNÁ ZÁTĚŽ KLIMATIZOVANÉHO PROSTORU $\dot{Q}_i = \dot{Q}_{ic} + \dot{Q}_{iv}$	$\dot{Q}_i$	1076 W

Výpočet pro ostatní místnosti je uveden v příloze B. 1.

8 Psychrometrické výpočty

Stav vzduchu můžeme určit graficky, ale pro přesnější znázornění v h-x diagramu jsou hodnoty stavu vzduchu vypočteny numericky dle následujících rovnic z teploty t a relativní vlhkosti φ .

$$p_p'' = \exp\left(23,58 - \frac{4044,2}{235,6 + t}\right) [\text{Pa}], \quad (8.1)$$

kde:

p_p'' je parciální tlak syté vodní páry při dané teplotě t v (Pa);
 t teplota stavu vzduchu v ($^{\circ}\text{C}$).

$$x = 0,622 \cdot \frac{\varphi \cdot p_p''}{p - \varphi \cdot p_p''} [\text{kg/kg}_{\text{s.v.}}], \quad (8.2)$$

kde:

x je měrná vlhkost v ($\text{g/kg}_{\text{s.v.}}$);
 p je barometrický tlak v (Pa) $p = 100\,000$ Pa.

$$h = 1,01 \cdot t + x \cdot (2500 + 1,84 \cdot t) [\text{kJ/kg}_{\text{s.v.}}], \quad (8.3)$$

kde:

h je entalpie vzduchu v ($\text{kJ/kg}_{\text{s.v.}}$)

8.1 Psychrometrický výpočet pro letní provoz

Provoz pouze s venkovním vzduchem. Psychrometrický výpočet vychází z volby obtokového součinitele F .

Obecný postup výpočtu:

1. Určí se faktor citelného tepla klimatizovaného prostoru ϑ_i .

$$\vartheta_i = \frac{\dot{Q}_{ic}}{\dot{Q}_i} [-], \quad (8.4)$$

kde:

$\dot{Q}_{ic}$ je tepelná zátěž klimatizovaného prostoru citelným teplem ve (W);
 $\dot{Q}_i$ je celková tepelná zátěž klimatizovaného prostoru ve (W).

2. Volba obtokového součinitele F dle provozu.
3. Stanovení efektivního faktoru citelného tepla ϑ_{ef} .

$$\vartheta_{ef} = \frac{\dot{Q}_{ic,ef}}{\dot{Q}_{i,ef}} = \frac{\dot{Q}_{ic} + F \cdot \dot{Q}_{ec}}{\dot{Q}_i + F \cdot \dot{Q}_e} [\text{W}], \quad (8.5)$$

kde:

$\dot{Q}_{ic,ef}$ je efektivní tepelná zátěž klimatizovaného prostoru citelným teplem ve (W);
 $\dot{Q}_{i,ef}$ je efektivní celková tepelná zátěž klimatizovaného prostoru ve (W);
 F je obtokový součinitel (-);
 $\dot{Q}_{ec}$ je tepelná zátěž venkovním vzduchem citelným teplem ve (W);
 $\dot{Q}_e$ je celková tepelná zátěž venkovním vzduchem;

kde $\dot{Q}_{ec}$ a $\dot{Q}_e$ se počítá jako:

$$\dot{Q}_{ec} = \dot{m}_{ve} \cdot c_{p,vzd} \cdot (t_e - t_i) \text{ [W]}, \quad (8.6)$$

$$\dot{Q}_e = \dot{m}_{ve} \cdot (h_e - h_i) \text{ [W]}, \quad (8.7)$$

kde:

$\dot{m}_{ve}$ je hmotnostní tok suchého venkovního vzduchu v (kg/s);

$c_{p,vzd}$ je tepelná kapacita vzduchu v (J/kg·K);

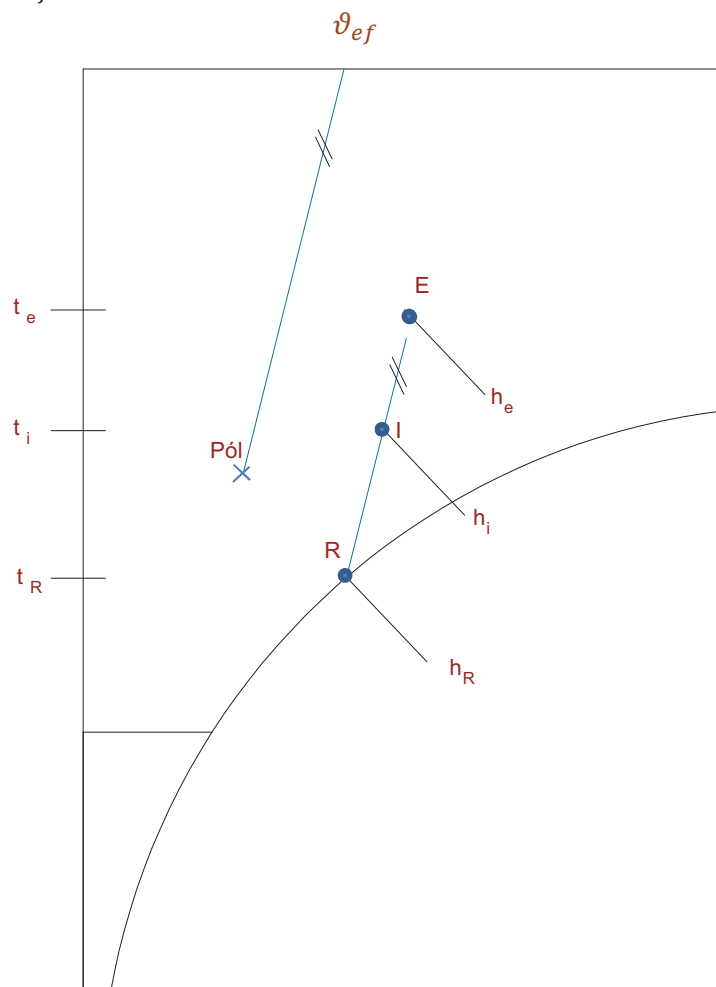
t_e je teplota venkovního vzduchu ve (°C);

t_i je teplota v interiéru ve (°C);

h_e je entalpie venkovního vzduchu v (J/kg_{s.v.});

h_i je entalpie vzduchu v interiéru v (J/kg_{s.v.}).

4. Určí se rosný bod R a povrchová teplota chladiče t_{pch} z průsečíku efektivního faktoru citelného tepla ϑ_{ef} a relativní vlhkosti $\varphi = 100 \%$ (viz Obr. 8.1).



Obr. 8.1 Grafické znázornění v h-x diagramu dle bodu 1.- 4.

5. Určí se množství vzduchu $\dot{m}_{v1}$ proudící klimatizační jednotkou.

Z rovnice (8.8) si vyjádříme $\dot{m}_{v1}$ a porovnáme s množstvím vzduchu $\dot{m}_{ve}$. Pokud $\dot{m}_{v1} = \dot{m}_{ve}$ pokračujeme dále ve výpočtu. Jestli-že $\dot{m}_{v1} > \dot{m}_{ve}$ přepočtem se předchozí hodnoty s novým množstvím vzduchu $\dot{m}_{v1}$.

$$\dot{Q}_{i,ef} = \dot{Q}_i + F \cdot \dot{Q}_e = \dot{m}_{v1} \cdot (h_i - h_R) \cdot (1 - F) \text{ [W]}, \quad (8.8)$$

kde:

h_R je entalpie vzduchu rosného bodu v (J/kg_{s.v.}).

6. Určí se stav přiváděného vzduchu P do klimatizovaného prostoru a to jako průsečík ER a směrnici ϑ_i , která je vedena bodem I (viz Obr. 8.2). Numericky získáme přiváděcí stav z rovnice obtoku (8.9).

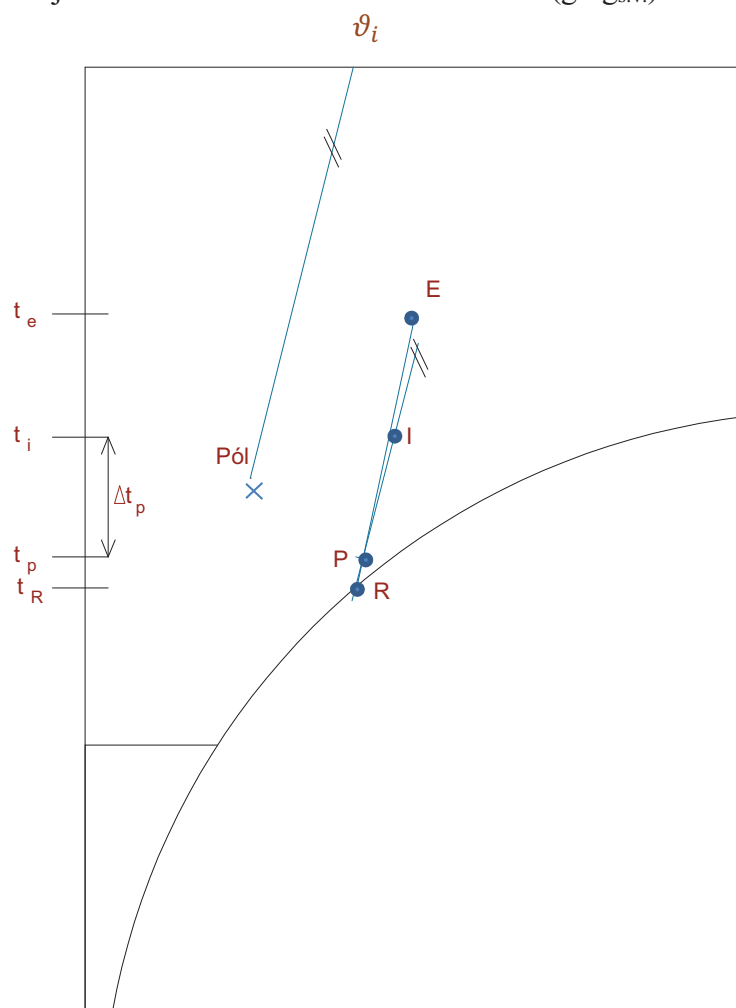
$$F = \frac{x_p - x_R}{x_e - x_R} [-], \quad (8.9)$$

kde:

x_p je měrná vlhkost přiváděného vzduchu v (g/kg_{s.v.});

x_R je měrná vlhkost rosného bodu v (g/kg_{s.v.});

x_e je měrná vlhkost venkovního vzduchu (g/kg_{s.v.}).



Obr. 8.2 Grafické znázornění v h-x diagramu bodu 6.

7. Zkontrolování pracovního rozdílu teplot Δt_p . Je-li $\Delta t_p \leq \Delta t_{pp}$ (přípustný rozdíl pracovních teplot), můžeme určit výkon chladiče dle rovnice (8.10).

$$\dot{Q}_{CH} = \dot{m}_{v1} \cdot (h_p - h_e) [W], \quad (8.10)$$

kde:

h_p je entalpie vzduchu přiváděného vzduchu v (J/kg_{s.v.}).

Pokud však $\Delta t_p > \Delta t_{pp}$ musíme zmenšit pracovní rozdíl teplot na přípustný Δt_{pp} a určit stav přiváděného vzduchu P' . Pomocí rovnice (8.11) určíme hmotnostní tok přiváděného vzduchu $\dot{m}'_{v1}$.

$$\dot{Q}_i = \dot{m}'_{v1} \cdot (h_i - h_{p'}) \text{ [W]}, \quad (8.11)$$

kde:

$h_{p'}$ je entalpie vzduchu přiváděného vzduchu v (J/kg_{s.v.}).

Pro letní provoz zadáno:

Budova supermarketu se nachází v lokalitě s letní výpočtovou teplotou $t_e = 32 \text{ °C}$, teplota mokrého teploměru $t_{em} = 20 \text{ °C}$. Doporučený stav vnitřního prostředí je 24 °C a relativní vlhkost 50 %. Celková zátěž klimatizovaného prostoru (místnosti 1.01, 1.04 a 1.06) citelným teplem je $\dot{Q}_{ic} = 3347 \text{ W}$ a celková tepelná zátěž klimatizovaného prostoru je $\dot{Q}_i = 4207 \text{ W}$. Množství venkovního vzduchu $\dot{V}_e = 0,152 \text{ m}^3/\text{s}$, tj. $\dot{m}_{ve} = 0,182 \text{ kg/s}$.

1. Určíme si faktor citelného tepla klimatizovaného prostoru ϑ_i z rovnice (8.4).

$$\vartheta_i = \frac{3347}{4207} = \mathbf{0,796}$$

2. Zvolíme obtokový součinitel $F = 0,05$.
3. Z rovnic (8.1), (8.2) a (8.3) vypočteme měrnou vlhkost a entalpii interiéru a exteriéru ze zadaných hodnot: $\varphi_i = 50 \text{ %}$; $t_i = 24 \text{ °C}$

$$p''_{pi} = \exp\left(23,58 - \frac{4044,2}{235,6 + 24}\right) = 2985 \text{ Pa}$$

$$x_i = 0,622 \cdot \frac{0,5 \cdot 2985}{10^5 - 0,5 \cdot 2985} = \mathbf{9,42 \cdot 10^{-3} \text{ kg/kg}_{s.v.}}$$

$$h_i = 1,01 \cdot 24 + 9,42 \cdot 10^{-3} \cdot (2500 + 1,84 \cdot 24) = \mathbf{48,21 \text{ kJ/kg}_{s.v.}}$$

$$\varphi_e = 33 \text{ %}; t_e = 32 \text{ °C}.$$

$$p''_{pe} = \exp\left(23,58 - \frac{4044,2}{235,6 + 32}\right) = 4756 \text{ Pa}$$

$$x_e = 0,622 \cdot \frac{0,33 \cdot 4756}{10^5 - 0,33 \cdot 4756} = \mathbf{9,92 \cdot 10^{-3} \text{ kg/kg}_{s.v.}}$$

$$h_e = 1,01 \cdot 32 + 9,92 \cdot 10^{-3} \cdot (2500 + 1,84 \cdot 32) = \mathbf{57,70 \text{ kJ/kg}_{s.v.}}$$

Stanovíme efektivní faktor citelného tepla ϑ_{ef} z rovnice (8.5), ale nejprve musíme spočítat tepelnou zátěž venkovního vzduchu citelným teplem $\dot{Q}_{ec}$ z rovnice (8.6) a celkovou tepelnou zátěž venkovním vzduchem $\dot{Q}_e$ z rovnice (8.7).

$$\dot{Q}_{ec} = 0,182 \cdot 1000 \cdot (32 - 24) = 1456 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_e = 0,182 \cdot (57,70 - 48,21) = 1727 \text{ W}$$

$$\vartheta_{ef} = \frac{3347 + 0,05 \cdot 1456}{4207 + 0,05 \cdot 1727} = \mathbf{0,797}$$

4. Pomocí h-x diagramu určíme rosný bod R, který má teplotu $t_{pch} = 10,5 \text{ °C}$ a entalpii $h_R = 30,8 \text{ kJ/kg}_{s.v.}$
5. Z rovnice (8.8) určíme množství vzduchu.

$$\dot{m}_{v1} = \frac{\dot{Q}_i + \dot{Q}_e \cdot F}{(h_i - h_R) \cdot (1 - F)} = \frac{4293}{(48,21 - 30,8) \cdot (1 - 0,05)} = \mathbf{0,26 \text{ kg/s}}$$

$$\dot{m}_{v1} > \dot{m}_{ve}$$

$$\dot{m}'_{ve} = 0,26 \text{ kg/s}$$

Znovu provedeme přepočet dle bodů 3.-5. s hodnotou $\dot{m}'_{ve}$.

3. Stanovíme efektivní faktor ϑ'_{ef}

$$\dot{Q}'_{ec} = 0,26 \cdot 1000 \cdot (32 - 24) = 2080 \text{ W}$$

$$\dot{Q}'_e = 0,26 \cdot (57,70 - 48,21) = 2467 \text{ W}$$

$$\vartheta'_{ef} = \frac{3347 + 0,05 \cdot 2080}{4207 + 0,05 \cdot 2467} = \mathbf{0,797}$$

4. Hodnoty rosného bodu R zůstávají (teplota $t_{pch} = 10,5 \text{ °C}$ a entalpie $h_R = 30,8 \text{ KJ/kg}_{s.v.}$, $x_R = 8 \text{ g/kg}_{s.v.}$)
 5. Překontrolujeme množství vzduchu.

$$\dot{m}'_{v1} = \frac{\dot{Q}_i + \dot{Q}'_e \cdot F}{(h_i - h_R) \cdot (1 - F)} = \frac{4330}{(48,21 - 30,8) \cdot (1 - 0,05)} = \mathbf{0,26 \text{ kg/s}}$$

$$\dot{m}'_{v1} = \dot{m}'_{ve}$$

6. Numericky vypočteme stav přiváděného vzduchu z rovnice (8.9) a (8.10).

$$x_p = x_R + F \cdot (x_e - x_R) = 8 + 0,05 \cdot (9,92 - 8) = \mathbf{8,1 \text{ g/kg}_{s.v.}}$$

$$h_p = h_i - \frac{\dot{Q}_i}{\dot{m}'_{ve}} = 48210 - \frac{4207}{0,26} = \mathbf{32,03 \text{ kJ/kg}_{s.v.}}$$

Z rovnice (8.3) dopočteme teplotu t_p .

$$t_p = \frac{h_p - 2500 \cdot x_p}{1,01 + 1,84 \cdot x_p} = \frac{32,03 - 2500 \cdot 8,1 \cdot 10^{-3}}{1,01 + 1,84 \cdot 8,1 \cdot 10^{-3}} = \mathbf{11,5 \text{ °C}}$$

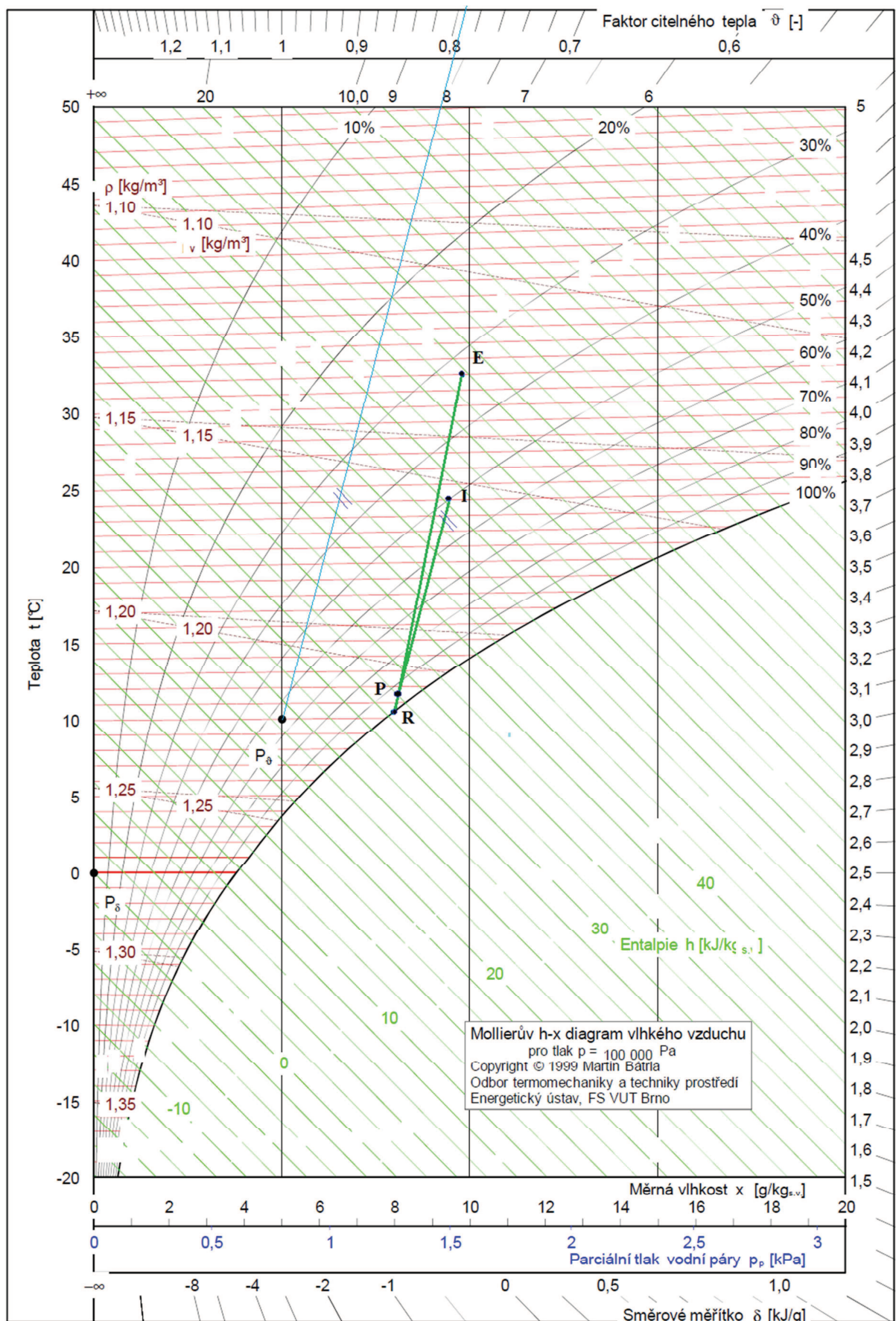
7. Přípustný rozdíl pracovních teplot dle katalogu firmy Mandík [15] je $\Delta t_{pp} = 14 \text{ K}$.

Z h-x diagramu vychází $\Delta t_p = 12,5 \text{ K}$.

Pomocí rovnice (8.11) můžeme spočítat výkon chladiče.

$$\dot{Q}_{CH} = 0,26 \cdot (32,03 - 57,70) = \mathbf{-6674 \text{ W}}$$

Grafické zobrazení letního provozu v h-x diagramu je na Obr. 8.3.



Obr. 8.3 Zobrazení letního provozu klimatizačního zařízení h-x diagramu

8.2 Psychrometrický výpočet pro zimní provoz

Při návrhu klimatizačního zařízení vycházíme z letního provozu, proto průtok vzduchu musí být totožný i v zimním období. V zimním období není problém s velkým rozdílem teplot.

Obecný postup výpočtu:

1. Určí se faktor citelného tepla klimatizovaného prostoru ϑ_i .

$$\vartheta_i = \frac{\dot{Q}_{ic}}{\dot{Q}_i} [-], \quad (8.12)$$

kde:

$\dot{Q}_{ic}$ je tepelná ztráta klimatizovaného prostoru citelným teplem v zimě ve (W);

$\dot{Q}_i$ je celková tepelná ztráta klimatizovaného prostoru ve (W);

kde:

$$\dot{Q}_i = \dot{Q}_{ic} + \dot{Q}_{iv} [\text{W}], \quad (8.13)$$

kde:

$\dot{Q}_{iv}$ je tepelná zátěž klimatizovaného prostoru vázaným teplem v zimě v (W).

2. Určíme předeřev pomocí ZZT. Obvykle je předeříván vzduch na 2-10°C. Podle účinnosti vypočteme, na jakou teplotu ho jsme schopni předeřít dle rovnice (8.14).

$$\eta = \frac{t_k - t_e}{t_i - t_e} [-], \quad (8.14)$$

kde:

t_k je teplota, na kterou je ZZT schopno předeřít vzduch v (°C);

t_e je teplota venkovního vzduchu v (°C);

t_i je teplota vzduchu v interiéru v (°C).

Předeřev probíhá za konstantní měrné vlhkosti.

3. Pomocí rovnice (8.15) vyjádříme entalpii přiváděného vzduchu h_p a směrnice ϑ_i , která je vedena bodem I, určí stav přiváděného vzduchu do klimatizovaného prostoru P.

$$\dot{Q}_i = \dot{m}'_{ve} \cdot (h_i - h_p) [\text{W}], \quad (8.15)$$

4. Následně z teploty t_k ohřejeme vzduch za konstantní měrné vlhkosti na teplotu t_p a dostaneme stav O ($t_p = t_o$).



- 48

$$N_{zv} = \dot{m}_{zv} \cdot l_{23} \text{ [W]}, \quad (8.19)$$

kde:

l_{23} je měrné výparné teplo vody v (J/kg).

Pro zimní provoz zadáno:

Budova supermarketu se nachází v lokalitě se zimní výpočtovou teplotou $t_e = -12^\circ\text{C}$, měrná vlhkost $x_e = 1 \text{ g/kg}_{\text{s.v.}}$. Doporučený stav vnitřního prostředí je 20°C a relativní vlhkost 50 %. Celková ztráta klimatizovaného prostoru (místnosti 1.01, 1.04 a 1.06) citelným teplem je $\dot{Q}_{ic} = -2349 \text{ W}$. Celková ztráta klimatizovaného prostoru vázaným teplem, které je přepočteno na teplotu v zimním období je $\dot{Q}_{iv} = 585 \text{ W}$. Množství venkovního vzduchu $\dot{m}'_{ve} = 0,26 \text{ kg/s}$. Účinnost ZZT je 50%.

1. Nejprve si z rovnice (8.13) vypočteme celkovou tepelnou zátěž klimatizovaného prostoru a dosadíme do rovnice (8.12) a vypočteme faktor citelného tepla klimatizovaného prostoru ϑ_i .

$$\dot{Q}_i = -2349 + 585 = -1764 \text{ W}$$

$$\vartheta_i = \frac{-2349}{-1764} = 1,33$$

2. Z rovnice (8.14) si vyjádříme teplotu, na kterou předejdeme venkovní vzduch t_k .

$$t_k = t_e + \eta \cdot (t_i - t_e) = -12 + 0,5 \cdot [20 - (-12)] = 4^\circ\text{C}$$

Z rovnic (8.1), (8.2) a (8.3) vypočteme měrnou vlhkost a entalpii vzduchu v interiéru a entalpii v exteriéru a ve stavu K ze zadaných hodnot:

$$\text{I: } \varphi_i = 50 \%; t_i = 20^\circ\text{C}$$

$$p''_{pi} = \exp\left(23,58 - \frac{4044,2}{235,6 + 20}\right) = 2339 \text{ Pa}$$

$$x_i = 0,622 \cdot \frac{0,5 \cdot 2339}{10^5 - 0,5 \cdot 2339} = 7,36 \cdot 10^{-3} \text{ kg/kg}_{\text{s.v.}}$$

$$h_i = 1,01 \cdot 20 + 7,36 \cdot 10^{-3} \cdot (2500 + 1,84 \cdot 20) = 38,87 \text{ kJ/kg}_{\text{s.v.}}$$

$$\text{E: } x_e = 1 \text{ kg/kg}_{\text{s.v.}}; t_e = -12^\circ\text{C}.$$

$$h_e = 1,01 \cdot (-12) + 1 \cdot 10^{-3} \cdot [2500 + 1,84 \cdot (-12)] = -9,64 \text{ kJ/kg}_{\text{s.v.}}$$

$$\text{K: } x_e = 1 \text{ kg/kg}_{\text{s.v.}}; t_k = 4^\circ\text{C}.$$

$$h_k = 1,01 \cdot 4 + 1 \cdot 10^{-3} \cdot [2500 + 1,84 \cdot 4] = 6,55 \text{ kJ/kg}_{\text{s.v.}}$$

3. Spočteme entalpii přiváděného vzduchu z rovnice (8.15) a sestrojíme bod P, který je průsečíkem rovnoběžky s ϑ_i vedené stavem I a entalpie.

$$h_p = h_i - \frac{\dot{Q}_i}{\dot{m}'_{ve}} = 38,870 - \frac{-1,764}{0,26} = 45,65 \text{ kJ/kg}_{\text{s.v.}}$$

4. Z grafu odečteme hodnotu teploty stavu P a měrnou vlhkost dopočtem z rovnice (8.3).

$$t_p = 27,8^\circ\text{C}$$

$$x_p = \frac{h_p - 1,01 \cdot t_p}{2500 + 1,84 \cdot t_p} = \frac{45,65 - 1,01 \cdot 27,8}{2500 + 1,84 \cdot 27,8} = 6,89 \cdot 10^{-3} \text{ kg/kg}_{\text{s.v.}}$$

Z ohřevu ze stavu K na teplotu t_p , dostaneme stav O s hodnotami:

$$t_o = 27,8^\circ\text{C}; x_o = 1 \text{ g/kg}_{\text{s.v.}} \text{ a dle rovnice (8.3) dopočteme } h_o.$$

$$h_o = 1,01 \cdot 27,8 + 1 \cdot 10^{-3} \cdot [2500 + 1,84 \cdot 27,8] = 30,63 \text{ kJ/kg}_{\text{s.v.}}$$

5. Vlhčíme parou na stav P.
6. Spočteme výkon ZZT (předehřívače) dle rovnice (8.16).

$$\dot{Q}_{př} = 0,26 \cdot [6,55 - (-9,64)] \cdot 10^3 = \mathbf{4209\ W}$$

Výkon ohřívače z rovnice (8.17)

$$\dot{Q}_{oh} = 0,26 \cdot (30,63 - 6,55) \cdot 10^3 = \mathbf{6261\ W}$$

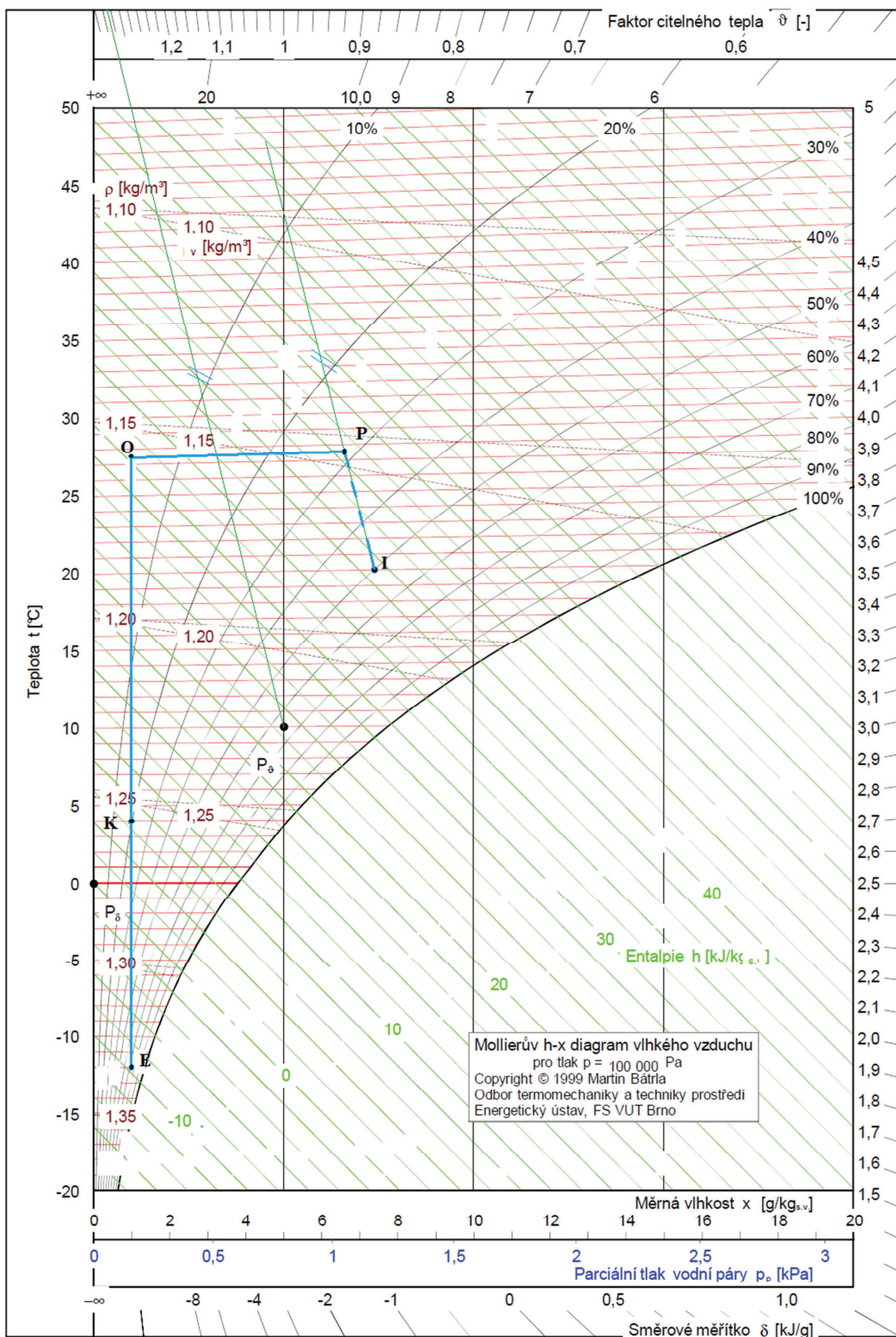
Průtok páry parním zvlhčovačem z rovnice (8.18)

$$\dot{m}_{zv} = 0,26 \cdot (6,89 - 1) = \mathbf{1,53\ kg/s}$$

Příkon parního zvlhčovače pro vývin páry z rovnice (8.19)

$$N_{zv} = 1,53 \cdot 2500 = \mathbf{3825\ W}$$

Grafické zobrazení letního provozu v h-x diagramu je na Obr. 8.5.



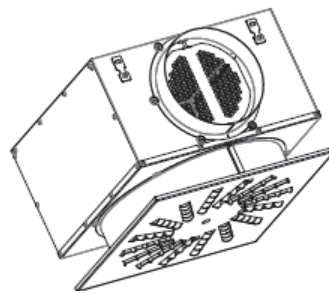
Obr. 8.5 Znáornění zimního provozu klimatizačního zařízení v h-x diagramu

9 Koncové elementy pro klimatizované místnosti

9.1 Prvky pro směšovací proudění

Dle výběru distribučního elementu se nám bude měnit obraz proudění a dosah proudu v prostoru. Prvky jsou určeny pro zabudování do stropních, stěnových a často i podlahových konstrukcí. Distribuce vzduchu je velmi důležitá pro pohodu prostředí. [16]

Prvky pro směšování vzduchu mohou být obdélníkové vyústky, vířivé vyústky viz Obr. 9.1, anemostaty. Zajišťují dobré provětrání a jsou vhodné pro chlazení i teplovzdušné vytápění.



Obr. 9.1 Vířivá vyústka [15]

9.2 Návrh přírodních distribučních elementů

Cílem celého návrhu je optimalizovat proudění typem, velikostí a situováním distribučních prvků. Pro návrh jsou uvažována tato kritéria: hygienická, technologická, fyzikální, ekonomická a architektonická. Důležité kritérium pro přívod vzduchu je rychlost proudění, teplotní difference, dosah proudu a hlučnost elementů.

Výchozími hodnotami pro návrh jsou: teplota, rychlost proudění, rozměry místnosti, objemový tok přírodního a odvodního vzduchu.

Zvolíme typ elementu a předběžně určíme jejich počet a situování.

Dle zvoleného výrobce podrobně navrhujeme distribuční elementy.

Posoudíme rychlost a akustické poměry.

Postup návrhu a výrobek je navrhnut od firmy Mandík [15]. Celkový průtok vzduchu pro větrání klimatizovaných prostor byl podle kap. 3.1 stanoven $\dot{V}_e = 0,152 \text{ m}^3/\text{s}$. Dle psychrometrických výpočtů je celkový průtok vzduchu stanoven $\dot{m}'_{ve} = 0,26 \text{ kg/s}$, který je rozpočítán na dané místnosti dle jejich tepelných zisků viz Tab. č. 9.1.

Tab. č. 9.1 Rozpočítání objemových toků pro jednotlivé místnosti dle tepelných zisků

Č. místnosti	Objemový tok vzduchu $\dot{V}_e [\text{m}^3/\text{s}]$	Tepelné zisky $\dot{Q}_i [\text{W}]$	Hmotnostní tok $\dot{m}'_{ve} [\text{kg/s}]$	Objemový tok $\dot{V}'_e [\text{m}^3/\text{s}]$	Objemový tok $\dot{V}'_e [\text{m}^3/\text{h}]$
1.01	0,110	2251	0,140	0,116	418
1.04	0,014	880	0,054	0,045	162
1.06	0,028	1076	0,066	0,055	198
Celkem	0,152	4207	0,26	0,216	778

Δt_L je rozdíl mezi teplotou vzduchu v ose proudu v délce L a teplotou vzduchu v místnosti ve vzdálenosti $L = A/2 + H_1$ nebo $L = X + H_1$ v (K).

Obr. 9.2 Rozložení vyústek v místnosti

1. Pro danou místnost určíme výchozí hodnoty, jako jsou:

- výška pracovní oblasti H_I ;
 - vzdálenost jednotlivých vyústek A ;
 - vzdálenost vyústek od stěny X ;
 - z h-x diagramu pracovní rozdíl teplot Δt_p ;
 - průtok vzduchu $\dot{V}_e$.
2. Dle katalogu [15] navrhne požadovanou vyústku s ohledem na vstupní parametry. Podle počtu navržených vyústek, můžeme určit průtok jednou vyústkou $\dot{V}_v$, dle rovnice (9.1).

$$\dot{V}_v = \frac{\dot{V}_e}{n} \text{ [m}^3\text{/h]}, \quad (9.1)$$

$\dot{V}_e$ je přívod venkovního vzduchu v (m^3/h), tj. $\dot{V}_e'$ dle Tab. č. 9.1;

n je počet vyústek v (-).

3. Pomocí parametrů výstky vypočteme dle rovnice (9.2) efektivní rychlost.

$$w_{ef} = \frac{\dot{V}}{S_{ef} \cdot 3600} \quad (9.2)$$

4. Z diagramu dle výrobce odečteme tlakovou ztrátu Δp_c a akustický výkon vyústky L_{wA} .
5. Spočteme si vzdálenost L (viz Obr. 9.2) pro další odečítání z diagramu teplotních koeficientů $\Delta t_L / \Delta t_v$ a rychlostí $\bar{w}_L$ a $\bar{w}_{H1}$.

Mezi výustěmi:

$$L = \frac{A}{2} + H_1 \quad (9.3)$$

Na stěně:

$$L = X + H_1 \quad (9.4)$$

Tímto postupem jsou navrženy všechny výústky.

9.3 Ukázkový návrh vyústek pro místnost 1.01

1. Výchozí hodnoty:

Pracovní oblast je zvolena $H_1 = 1,3$ m.

Vzdálenost vyústek $A = 2,1$ m a $X_1 = 1,7$ m a $X_2 = 1,7$ m.

Pracovní rozdíl teplot $\Delta t_p = -12,5$ K.

Průtok vzduchu $\dot{V}_e = 418$ m³/h.

2. Navrhujeme 2 vyústky typu:

VVM 400 C/V/P/16/R TPM001/96

(jmenovitý rozměr 400 mm; čtvercového průřezu; vodorovné připojení; přívod; 16 lamel; regulace). Rozmístění vyústek v místnosti je znázorněno na Obr. 9.4.

Pomocí rovnice (9.1) určíme průtok vzduchu vyústkou.

$$\dot{V}_v = \frac{\dot{V}_e}{n} = \frac{418}{2} = 209 \text{ m}^3/\text{h}$$

Základní parametry vyústky:

$\dot{V}_v = 100\text{--}320$ m³/h; $L_{wA} = 20\text{--}40$ dB;

$S_{ef} = 0,014$ m²

3. Vypočteme si efektivní rychlost dle rovnice (9.2).

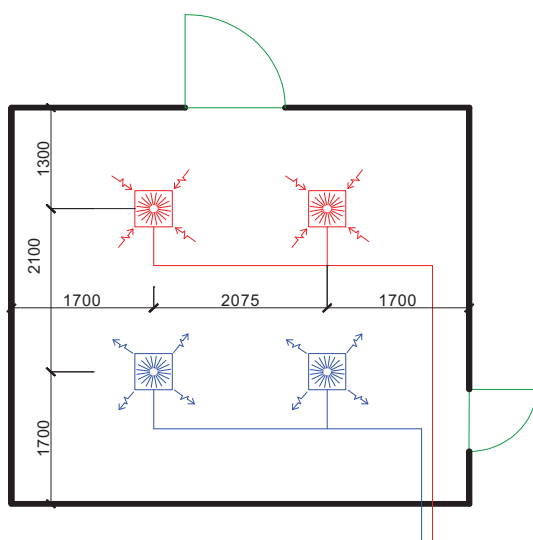
$$w_{ef} = \frac{209}{0,014 \cdot 3600} = 4,17 \text{ m/s}$$

4. Z diagramu, který je na Obr. 9.3 odečteme akustický výkon a tlakovou ztrátu vyústky. Nastavení klapek 45°.

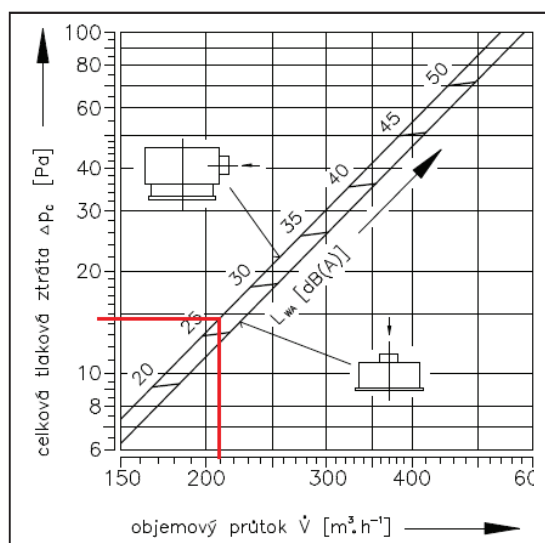
$L_{wA} = 26$ dB

$\Delta p_c = 14,5$ Pa

Podle úhlu nastavení klapek se výsledné hodnoty akustického výkonu a tlakové ztráty upravují opravným koeficientem.



Obr. 9.4 Situování distribučních elementů v místnosti 1.01



Obr. 9.3 Diagram tlakové ztráty a akustického výkonu pro velikost 400

5. Dle rovnic (9.3) a (9.4) si spočteme hodnotu L . Pomocí vypočtených hodnot můžeme z diagramu na Obr. 9.5 odečíst rychlost proudění vzduchu a teplotní koeficient.

Mezi výústěmi

$$L = \frac{2,1}{2} + 1,3 = 2,35 \text{ m}$$

$$\frac{\Delta t_L}{\Delta t_p} = 0,028 \rightarrow \Delta t_L = -0,35 \text{ K}$$

$$w_L = 0,21 \text{ m/s}$$

Na stěně

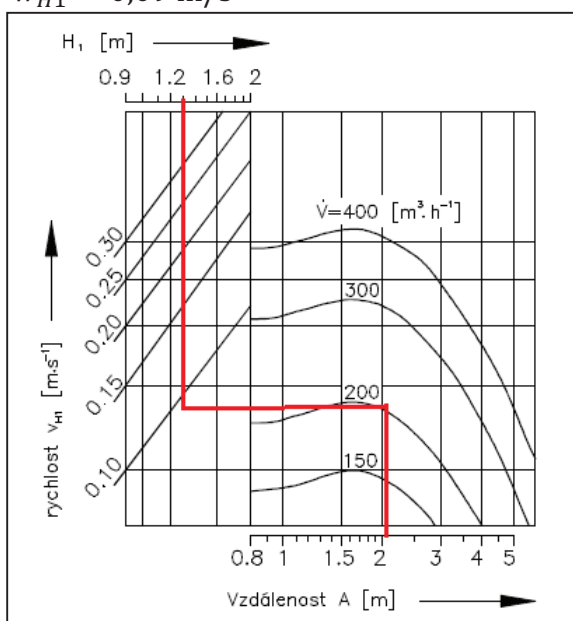
$$L_1 = L_2 = 1,7 + 1,3 = 3 \text{ m}$$

$$\frac{\Delta t_L}{\Delta t_p} = 0,021 \rightarrow \Delta t_L = -0,26 \text{ K}$$

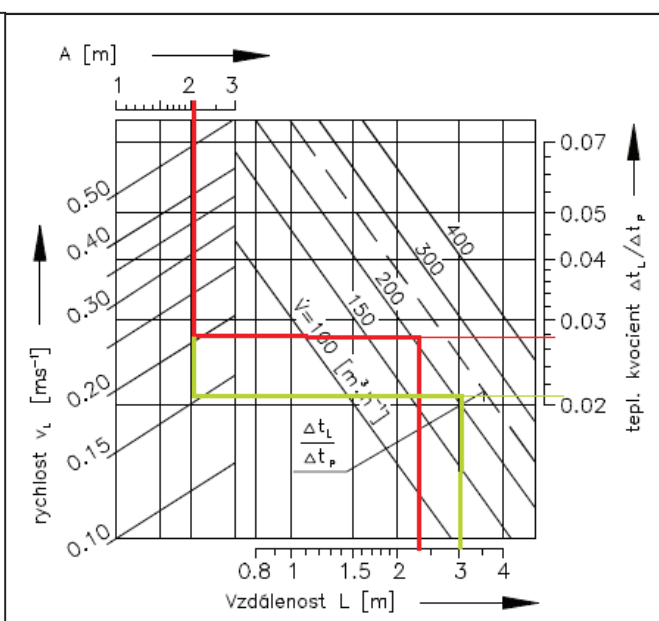
$$w_L = 0,15 \text{ m/s}$$

Rychlost v pracovní oblasti určíme z diagramu Obr. 9.6.

$$w_{H1} = 0,09 \text{ m/s}$$



Obr. 9.6 Uspořádání vyústí jednořadé pro velikost 400



Obr. 9.5 Rychlost vzduchu proudění a teplotní koeficient pro velikost 400

Souhrn návrhu přívodních vyústek pro místnosti 1.01, 1.04 a 1.06 je uveden v Tab. č. 9.2.

Tab. č. 9.2 Souhrn návrhu přívodních vyústek

Č. místnosti	Typ přívodních vyústky	Počet vyústek v místnosti	Průtok jednou vyústkou [m ³ /h]	Efektivní rychlost w_{ef} [m/s]	Akustický výkon L_w [dB]	Tlaková ztráta vyústky p_c [Pa]
1.01	VVM 400 C/V/P/16/R TPM001/96	2	209	4,17	26	15
1.04	VVM 400 C/V/P/16/R TPM001/96	1	162	3,21	<20	8,5
1.06	VVM 400 C/V/P/16/R TPM001/96	1	198	3,93	25	13

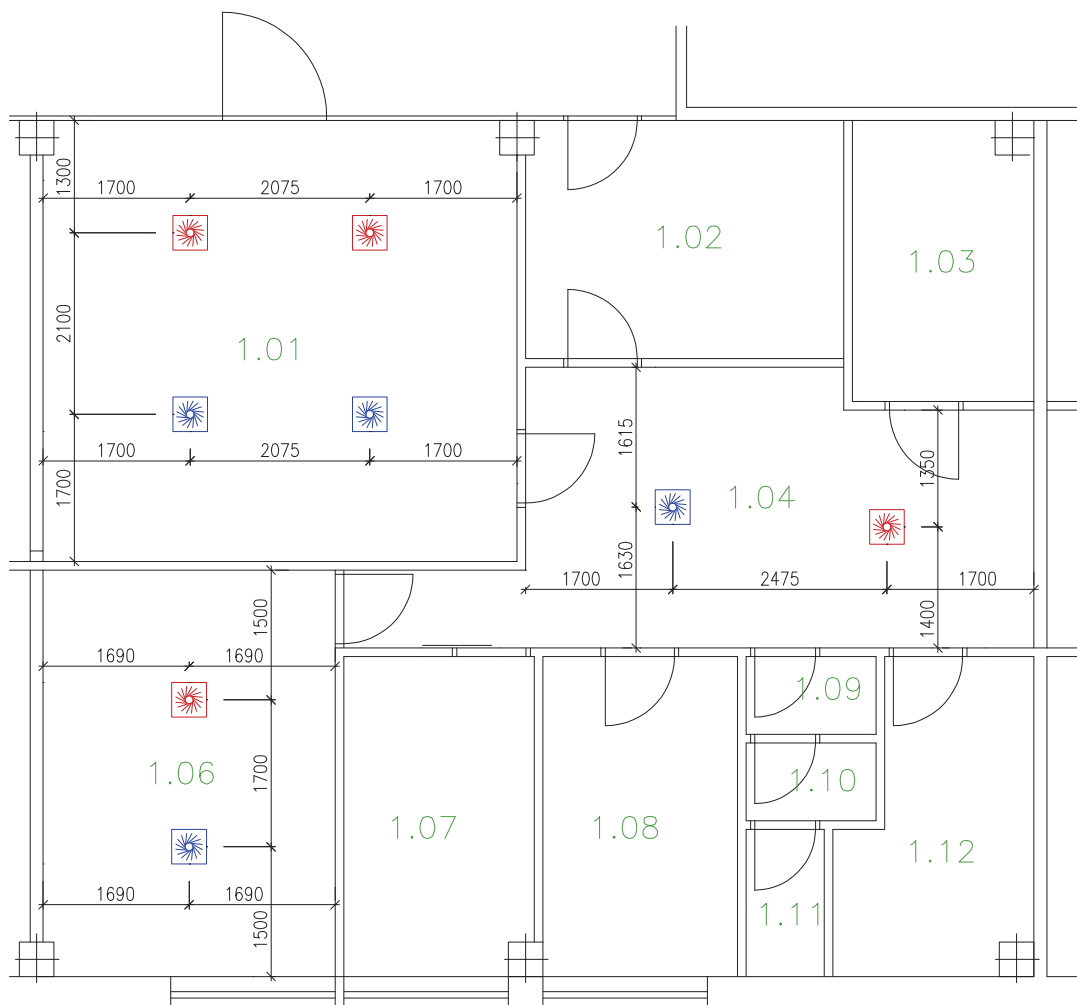
9.4 Návrh odvodních distribučních elementů pro klimatizované místnosti

Návrh odvodních vyústek je obdobný, jako při návrhu přívodních vyústek. Systém je navrhován rovnotlaký, to znamená, že množství přiváděného vzduchu je shodné s množstvím odváděného vzduchu. Také bude stejný počet odváděcích vyústek jako přiváděcích. Výsledek návrhu odvodních vyústek je shrnut v Tab. č. 9.3.

Tab. č. 9.3 Souhrn návrhu odvodních vyústek

Č. místnosti	Typ přívodních vyústky	Počet vyústek v místnosti	Průtok jednou vyústkou [m ³ /h]	Akustický výkon L_w [dB]	Tlaková ztráta vyústky p_c [Pa]
1.01	VVM 400 C/V/O/16/R TPM001/96	2	209	26	15
1.04	VVM 400 C/V/O/16/R TPM001/96	1	162	<20	8,5
1.06	VVM 400 C/V/O/16/R TPM001/96	1	198	25	13

Rozmístění přívodních a odvodních vyústek je uvedeno na Obr. 9.7.



Obr. 9.7 Rozmístění výústek pro klimatizované místnosti lékárny

10 Teplovzdušné větrání

V zimním období zajišťujeme teplovzdušným větráním potřebné množství větracího vzduchu a vytápění. Do vytápěné místnosti přivádíme vzduch o vyšší teplotě, než je v místnosti.

Průtok vzduchu pro teplovzdušné vytápění, který je potřebný k pokrytí tepelných ztrát $\dot{V}_p$ vychází z tepelné bilance, rovnice (10.1).

$$\dot{Q} = \dot{m}_{vp} \cdot c_p \cdot \Delta t = \dot{V}_p \cdot \rho \cdot c_p \cdot (t_p - t_i) \text{ [W]}, \quad (10.1)$$

kde:

$\dot{V}_p$ je objemový tok přívodního vzduchu v (m^3/s);

ρ je hustota vzduchu v (m^3/kg), hodnota pro standardní vzduch $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$;

c_p měrná tepelná kapacita vzduchu při konstantním tlaku v ($\text{J/kg}\cdot\text{K}$), hodnota pro vzduch $c_p = 1000 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$;

t_p je teplota přiváděného vzduchu v ($^\circ\text{C}$);

t_i je požadovaná teplota v místnosti v ($^\circ\text{C}$);

Teplota přiváděného vzduchu t_p je závislá na vnitřním prostředí.

Teplovzdušně větrat budeme místnosti 1.02 (Příjem), 1.03 (Šatna), 1.07 (Strojovna) 1.08 (Kancelář), 1.09 (Předsín), 1.10 (Úklid), 1.11(WC), 1.12 (Denní kout).

Minimální objemový tok venkovního větracího vzduchu vypočteme z rovnice (10.2).

$$\dot{V}_m = \frac{n \cdot V}{3600} [\text{m}^3/\text{s}], \quad (10.2)$$

kde:

n je intenzita výměny vzduchu v místnosti v (h^{-1});

V je objem místnosti v (m^3).

Objemový tok přívodního vzduchu $\dot{V}_e$ bereme hodnotu vždy větší hodnotu ze dvou vypočtených hodnot ($\dot{V}_p$ a $\dot{V}_m$).

Po výpočtu objemových toků vzduchu, můžeme navrhnout přívodní vyústky obdobně jako u návrhu vyústek pro klimatizaci (viz kap. 9.2).

Návrh odvodních vyústek je obdobný, jako při návrhu přívodních vyústek. Systém je navrhován rovnotlaký, Množství přiváděcích vyústek bude totožné jako odváděcích vyústek. Výsledek návrhu vyústek je shrnut v Tab. č. 10.1a Tab. č. 10.2.

10.1 Ukázkový návrh teplovzdušného větrání pro místnost 1.02

10.1.1 Výpočet objemových toků pro 1.02

Pro teplovzdušné větrání, využijeme zařízení pro klimatizaci. Tepelná ztráta místnosti je $\dot{Q}_z = 296 \text{ W}$, teplota vnitřního vzduchu v zimě je $t_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$. Teplota přívodního vzduchu je $t_p = 27,8 \text{ }^\circ\text{C}$ (viz psychrometrický výpočet pro zimu). Minimální výměna vzduchu v místnosti je $n = 1 \text{ h}^{-1}$ a objem místnosti je $V = 35,5 \text{ m}^3$.

Nejprve si vypočteme průtok přívodního vzduchu z rovnice (10.1).

$$\dot{V}_p = \frac{\dot{Q}_z}{\rho \cdot c_p \cdot (t_p - t_i)} = \frac{296}{1,2 \cdot 1000 \cdot (27,8 - 20)} = 0,033 \text{ m}^3/\text{s}$$

Poté si z rovnice (10.2) vypočteme minimální objemový tok větracího vzduchu.

$$\dot{V}_m = \frac{1 \cdot 35,5}{3600} = 0,01 \text{ m}^3/\text{s}$$

10.1.2 Ukázkový návrh přívodních vyústek pro 1.02

1. Výchozí hodnoty:

Pracovní oblast je zvolena $H_I = 1,3 \text{ m}$.

Pracovní rozdíl teplot $\Delta t_p = 7,8 \text{ K}$.

Vzdálenost vyústek od stěn $X_I = 1,1 \text{ m}$ a $X_2 = 1,4 \text{ m}$.

Průtok vzduchu je $\dot{V}_e = 0,033 \text{ m}^3/\text{s} = 119 \text{ m}^3/\text{h}$.

2. Navrhujeme 1 vyústku typu:

VVM 300 C/V/P/8/R TPM001/96

(jmenovitý rozměr 300 mm; čtvercového průřezu; vodorovné připojení; přívod; 8 lamel; regulace). Rozmístění vyústek v místnosti je znázorněno na Obr. 10.1.

Dle rovnice (9.1) spočteme objemový tok vyústkou.

$$\dot{V}_v = \frac{\dot{V}_e}{n} = \frac{119}{1} = 119 \text{ m}^3/\text{h}$$

Základní parametry vyústky [15]:

$$\dot{V}_v = 55\text{-}180 \text{ m}^3/\text{h}; L_{wA} = < 20\text{-}39 \text{ dB}; S_{ef} = 0,007 \text{ m}^2$$

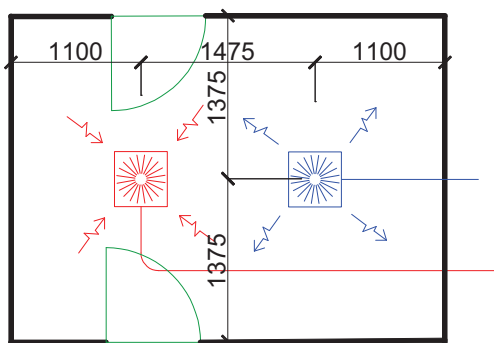
3. Efektivní rychlost w_{ef} dle rovnice (9.3).

$$w_{ef} = \frac{119}{0,007 \cdot 3600} = 4,72 \text{ m/s}$$

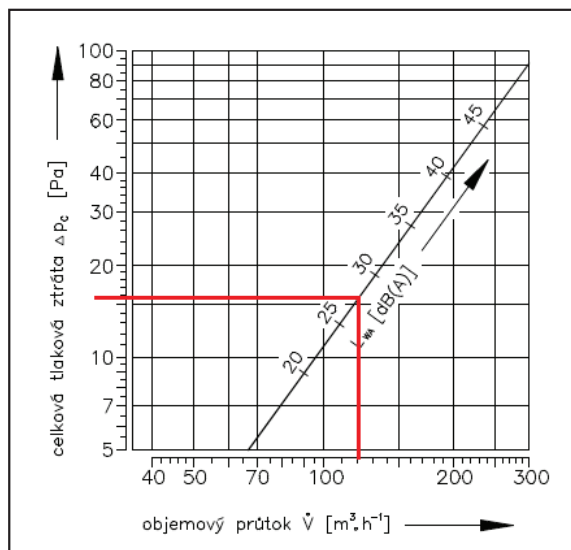
Z diagramu pro zvolenou vyústku Obr. 10.2 odečteme akustický výkon a tlakovou ztrátu vyústky.

$$L_{wA} = 27 \text{ dB}$$

$$\Delta p_c = 16 \text{ Pa}$$



Obr. 10.1 Schéma distribučních elementů pro místnost 1.02



Obr. 10.2 Diagram tlakové ztráty a akustického výkonu pro velikost 300

5. Dle rovnice (9.4) si spočteme hodnotu L . Pomocí vypočtených hodnot můžeme z diagramu Obr. 10.3 odečteme teplotní koeficient.

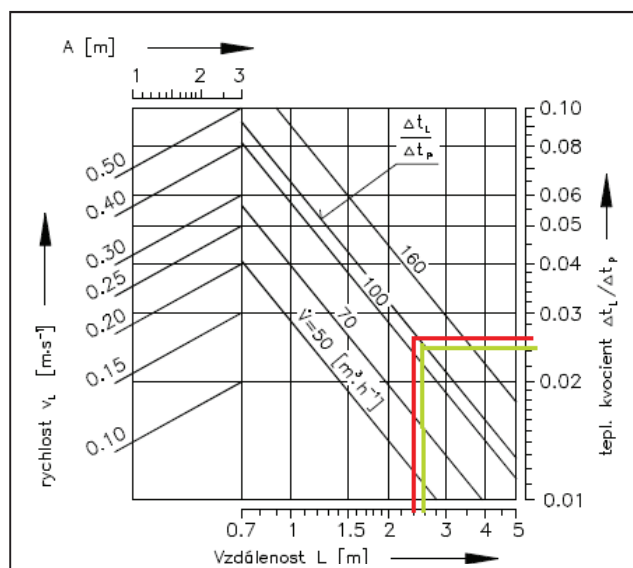
$$L_1 = 1,1 + 1,3 = 2,4 \text{ m}$$

$$L_2 = 1,3 + 1,3 = 2,6 \text{ m}$$

$$\frac{\Delta t_{L1}}{\Delta t_p} = 0,026 \rightarrow \Delta t_{L1} = 0,20 \text{ K}$$

$$\frac{\Delta t_{L2}}{\Delta t_p} = 0,025 \rightarrow \Delta t_{L2} = 0,20 \text{ K}$$

6. Rychlost w_{H1} neurčíme, protože máme pouze 1 výústku.



Obr. 10.3 Teplotní koeficient pro velikost 300

10.1.3 Ukázkový návrh odvodních vyústek pro 1.02

1. Výchozí hodnoty:

Průtok vzduchu je $\dot{V}_e = 0,033 \text{ m}^3/\text{s} = 119 \text{ m}^3/\text{h}$.

2. Navrhujeme 1 vyústku typu:

VVM 300 C/V/O/8/R TPM001/96

(jmenovitý rozměr 300 mm; čtvercového průřezu; vodorovné připojení; odvod; 8 lamel; regulace)

Akustický výkon a tlaková ztráta je totožná jako pro přívodní vyústku.

10.2 Souhrn návrhu vyústek pro teplovzdušné vytápění

Při návrhu vyústek postupujeme dle návrhu uvedený v úvodu kapitoly 10. Průtok v místnosti 1.09 je velmi malý, proto vyústku budeme navrhovat společně pro místnost 1.09, 1.10 a 1.11. Přívodní vyústka bude umístěna v místnosti 1.09, odvodní v místnosti 1.11. Přívod vzduchu do místnosti 1.10 bude zajištěn čtyřhrannou mřížkou nad dveřmi. Odvod vzduchu bude zajištěn čtyřhrannou mřížkou ve spodní části obou dveří v místnosti 1.10.

Výsledný návrh vyústek pro teplovzdušné vytápění je uveden v Tab. č. 10.1 pro přívodní vyústky a Tab. č. 10.2 pro odvodní vyústky. Rozmístění přívodních a odvodních vyústek je uvedeno na Obr. 10.4.

10.2.1 Přívodní vyústky

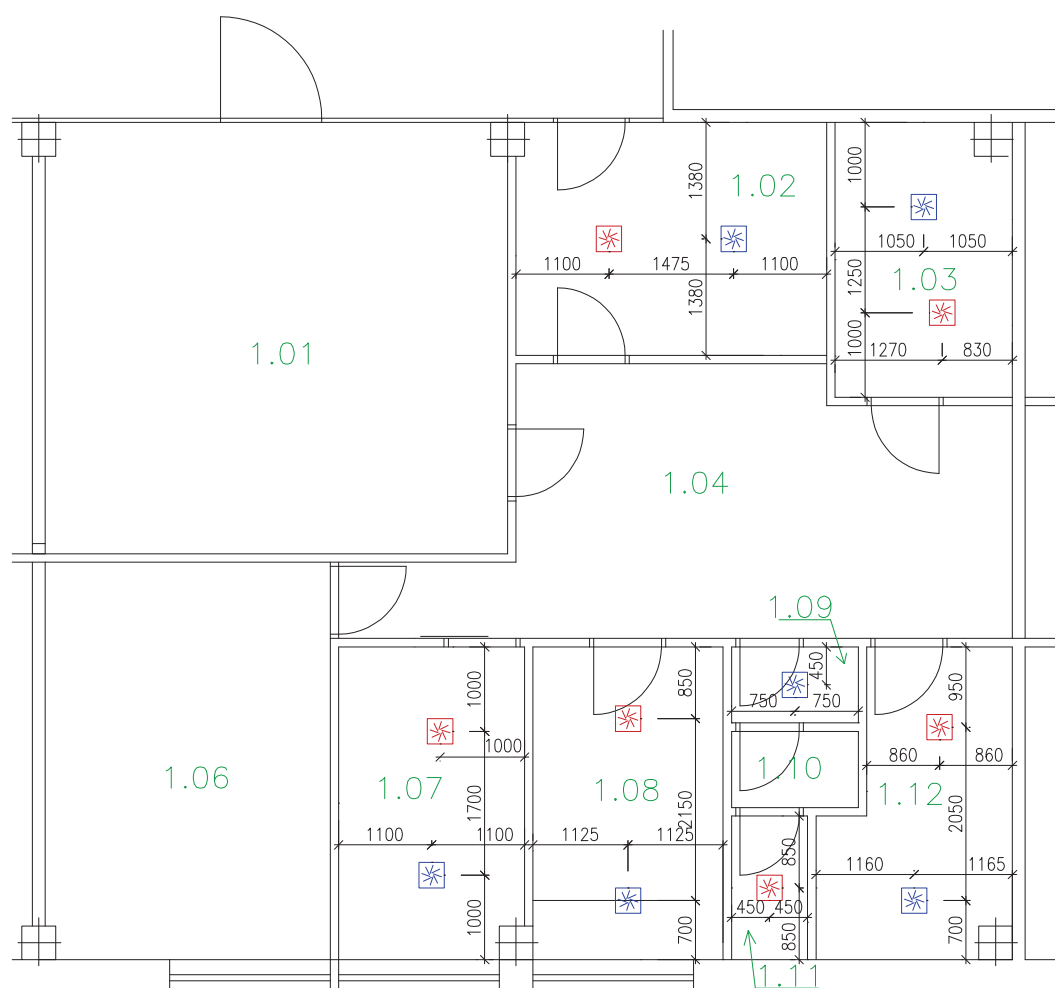
Tab. č. 10.1 Souhrn přívodních vyústek pro teplovzdušné vytápění

Č. místnosti	Typ přívodních vyústky	Počet vyústek v místnosti	Průtok jednou vyústkou [m ³ /h]	Efektivní rychlost w_{ef} [m/s]	Akustický výkon L_w [dB]	Tlaková ztráta vyústky p_c [Pa]
1.02	VVM 300 C/V/P/8/R TPM001/96	1	199	4,72	27	16
1.03	VVM 300 C/V/P/8/R TPM001/96	1	76	3,02	<20	6,5
1.07	VVM 300 C/V/P/8/R TPM001/96	1	76	3,93	<20	6,5
1.08	VVM 400 C/V/P/16/R TPM001/96	1	227	4,5	27	17
1.09, 1.10, 1.11	VVM 300 C/V/P/8/R TPM001/96	1	85	3,37	<20	8
1.12	VVM 300 C/V/P/8/R TPM001/96	1	140	5,56	31	20

10.2.2 Odvodní vyústky

Tab. č. 10.2 Souhrn odvodních vyústek pro teplovzdušné vytápění

Č. místnosti	Typ přívodních vyústky	Počet vyústek v místnosti	Průtok jednou vyústkou [m ³ /h]	Akustický výkon L_w [dB]	Tlaková ztráta vyústky p_c [Pa]
1.02	VVM 300 C/V/O/8/R TPM001/96	1	199	27	16
1.03	VVM 300 C/V/O/8/R TPM001/96	1	76	<20	6,5
1.07	VVM 300 C/V/O/8/R TPM001/96	1	76	<20	6,5
1.08	VVM 400 C/V/O/16/R TPM001/96	1	227	27	17
1.09, 1.10, 1.11	VVM 300 C/V/O/8/R TPM001/96	1	85	<20	8
1.12	VVM 300 C/V/O/8/R TPM001/96	1	140	31	20



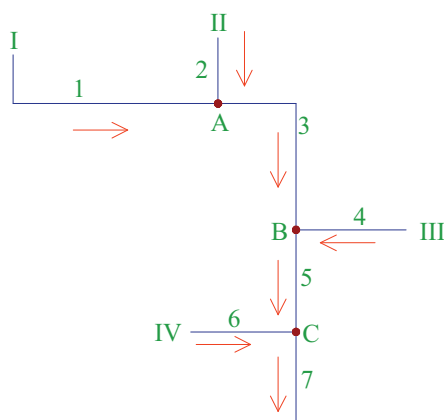
Obr. 10.4 Rozmístění výústek pro teplovzdušné větrání v lékárně

11 Návrh potrubní sítě VZT

Průměry vzduchovodů jsou určovány na základě aerodynamických výpočtů. Pomocí těchto výpočtů se snažíme dosáhnout v koncových bodech požadovaný objemový tok vzduchu. Výpočet provádíme metodou celkových tlaků, kde uvažujeme skutečné tlakové poměry při rozbočování a spojování proudů. Při návrhu vzduchovodu postupujeme následovně:

1. Zvolíme typ vzduchovodu (kruhový, čtyřhranný).
2. Navrhujeme vedení tras potrubní sítě.

Potrubní síť rozdělíme na jednotlivé úseky, které označíme čísly, a uzly označíme velkými písmeny, viz Obr. 11.1. Uzly sítě jsou místa napojení bočních větví na hlavní větev. Výpočtem nebo odhadem zvolíme hlavní větev (magistrálu).



Obr. 11.1 Obecné schéma potrubní trasy

3. Výchozí aerodynamickou podmínkou proudění ve vzduchotechnické síti je, že tlakové ztráty v uzlech A, B, C jsou pro příslušné větve stejné. Pokud z koncových bodů přitéká množství vzduchu, musí být síť nadimenzována tak, aby při těchto průtocích platily v jednotlivých uzlech sítě pro tlakové ztráty následující podmínky (pozn. hl. větev jsou úseky 1,3,5,7).

Uzel A $\Delta p_{z1} \geq \Delta p_{z2}$

Uzel B $\Delta p_{z1} + \Delta p_{z3} \geq \Delta p_{z4}$

Uzel C $\Delta p_{z1} + \Delta p_{z3} + \Delta p_{z5} \geq \Delta p_{z6}$

Proudí-li boční větví více vzduchu, doregulujeme tlakovou ztrátu boční větve pomocí škrtících elementů (regulační klapky, clonky, ...).

4. Dimenzování jednotlivých úseků a stanovení průměrů pro jednotlivé úseky a tlakových ztrát.

Nejprve zvolíme rychlost proudění na konci hlavní větve v úseku 1 w'_1 . Rychlosti se volí dle účelu potrubní sítě. Z této rychlosti vypočteme dle rovnice (11.1) předběžný průřez úseku potrubí S'_1 .

$$S'_1 = \frac{\dot{V}_1}{w'_1} [\text{m}^2] \quad (11.1)$$

kde:

$\dot{V}_1$ je průtok v úseku 1 v (m^3/s)

Jeho výsledný průřez volíme $S_1 = S'_1$, pokud je ve výrobním programu, nebo nejbližší menší průřez S_1 o rozměrech A, B a určíme rychlost w_1 z rovnice (11.2).

$$w_1 = \frac{\dot{V}_1}{S_1} [\text{m/s}] \quad (11.2)$$

Průběh rychlostí v hlavní větvi se zpravidla volí tak, aby rychlosti od koncových úseků směrem k ventilátoru neklesaly, a pokud stoupají, aby stoupaly minimálně. Proto musíme dodržet podmínku:

$$w_{i+1}/w_i \geq 1$$

Pro rychlosti v odbočkách platí stejné pravidlo.

Pro výpočet tlakové ztráty v odbočce využijeme rovnici (11.3).

$$p_{od,i} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot w_c^2 \cdot \xi_{od,i} [\text{Pa}] \quad (11.3)$$

kde:

ρ je hustota ve vzduchovodu v (kg/m^3), pro vzduch $\rho = 1,2 \text{ kg}/\text{m}^3$;

w_c je rychlost po spojení proudů v (m/s);

$\xi_{od,i}$ je součinitel místních ztrát v odbočce v (-);

5. Vypočteme tlakovou ztrátu jednotlivých úseků.

$$\Delta p_z = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot w^2 \cdot \left(\frac{\lambda \cdot l}{d_{ekv}} + \sum \xi_i \right) + p_c + p_{od,i} [\text{Pa}] \quad (11.4)$$

kde:

ρ je hustota ve vzduchovodu v (kg/m^3), pro vzduch $\rho = 1,2 \text{ kg}/\text{m}^3$;

w je skutečná rychlost v (m/s);

l je délka úseku v (m);

ξ je součinitel místních ztrát, vyčteme z katalogu ASHRAE [17] v (-);

λ je součinitel tření v (-);

p_c je tlaková ztráta vyústky v (Pa), v úseku s vyústkou;

$p_{od,i}$ je tlaková ztráta v odbočce pro daný úsek v (Pa);

d_{ekv} je ekvivalentní průměr v (m), který se pro čtyřhranné potrubí spočte:

$$d_{ekv} = \frac{2 \cdot A \cdot B}{A + B} [\text{m}] \quad (11.5)$$

kde:

A, B jsou rozměry čtyřhranného potrubí.

Součinitel tření pro kruhový průřez λ_0 vypočteme dle rovnice (11.6) (platí pro turbulentní proudění) [18].

$$\lambda_0 = \frac{1,318}{\left[\ln \left(\frac{\varepsilon}{3,7 \cdot d_{ekv}} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2} [-], \quad (11.6)$$

kde:

ε je ekvivalentní drsnost stěn potrubí v (m);

Re je Reynoldsovo číslo v (-);

$$Re = \frac{w \cdot d_{ekv}}{\nu} [-] \quad (11.7)$$

kde:

ν je kinematická viskozita v (m^2/s), pro vzduch při standartních podmínkách
 $\nu = 15,32 \cdot 10^{-6} m^2/s$;

Pro čtyřhranný průřez musíme provést korekci součinitele tření λ_0 dle rovnice (11.8) [18].

$$\lambda = C \cdot \lambda_0 \quad (11.8)$$

kde:

C je korekce pro čtyřhranný průřez v (-) a vypočte se při turbulentním proudění dle rovnice (11.9) [18];

$$C = 1,1 - 0,1 \cdot \frac{B}{A} \quad (11.9)$$

kde:

A, B jsou rozměry čtyřhranného potrubí v (m).

6. Stanovíme dopravní tlak ventilátoru z rovnice (11.10).

$$\Delta p_{CV} = p_{s2} - p_{s1} + g \cdot (\rho - \rho_e) \cdot h + \Delta p_{Z1,2} + p_{dv} \quad (11.10)$$

kde:

p_{s1}, p_{s2} je statický tlak na vstupu a výstupu v (Pa);

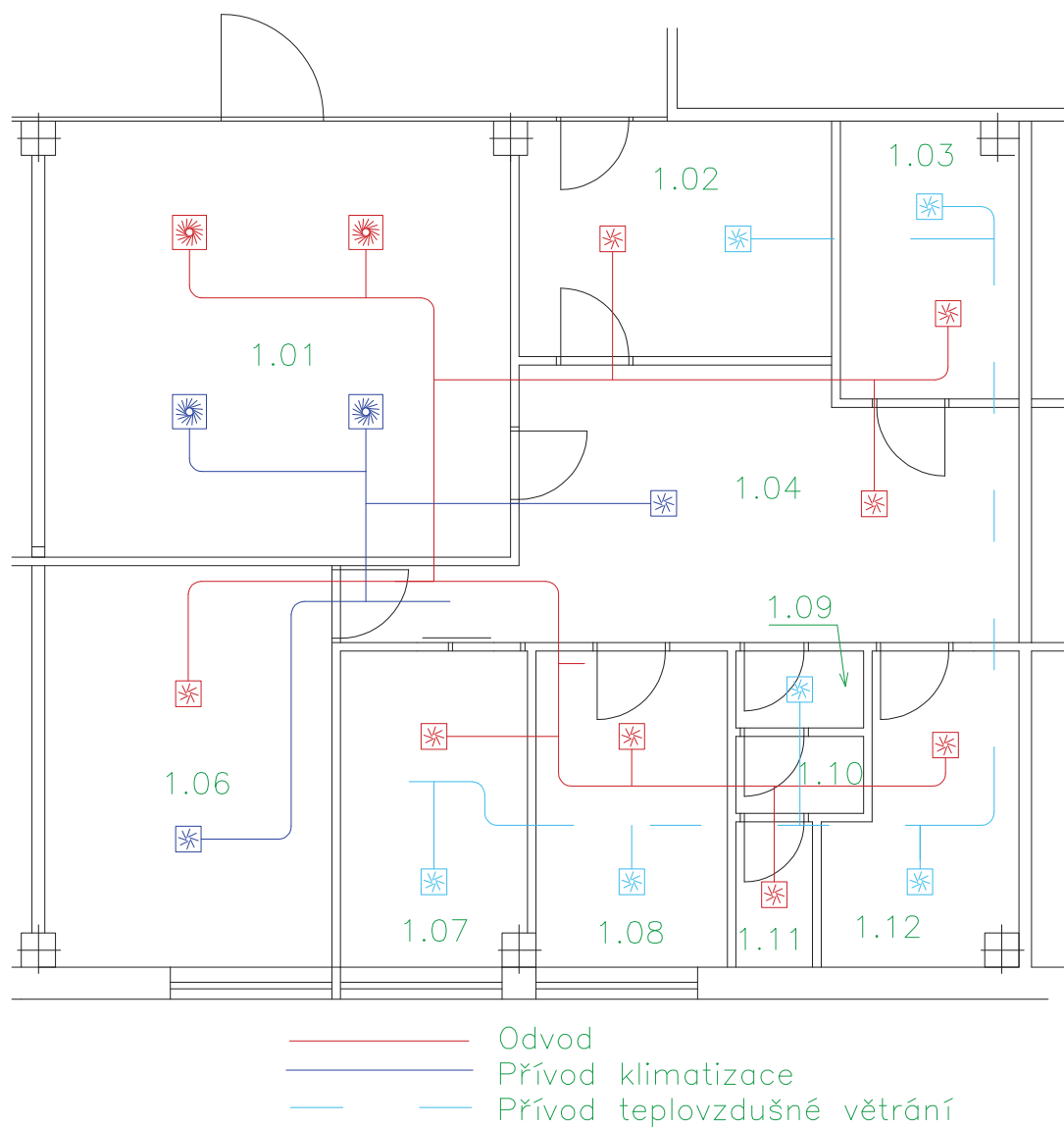
ρ, ρ_e je hustota ve vzduchovodu a v okolí vzduchovodu v (kg/m^3);

h je vertikální vzdálenost vstupu a výstupu v (m);

$\Delta p_{Z1,2}$ je tlaková ztráta v (Pa);

p_{dv} je dynamický tlak v (Pa).

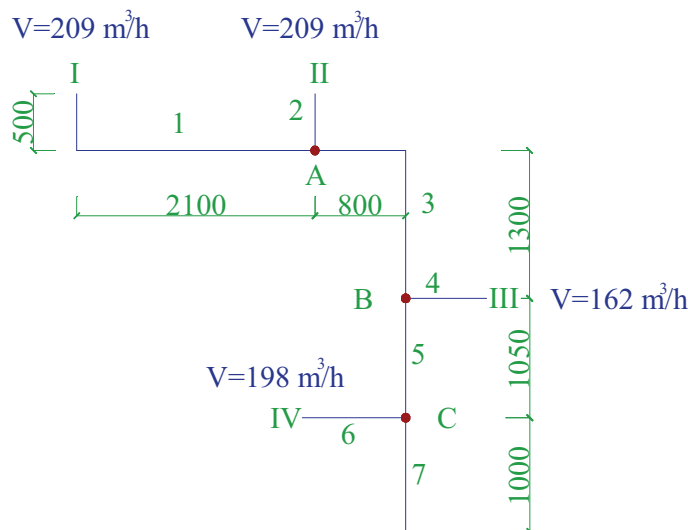
Při návrhu potrubní sítě budeme postupovat od nejvzdálenějšího úseku směrem k ventilátoru (strojovně). Zobrazení celkové potrubní sítě je na Obr. 11.2.



Obr. 11.2 Zobrazení potrubní sítě

11.1 Návrh potrubní přívodní sítě klimatizace

1. Volím typ vzduchovodu čtyřhranný s pružným připojením vyústek. Čtyřhranné potrubí je z pozinkovaného plechu s ekvivalentní drsností $\varepsilon = 0,15$ mm. Potrubí je zvoleno od firmy Kovoklima - Gürtler, spol. s r.o. [19].
2. Návrh potrubní sítě je na Obr. 11.3. Hlavní větev (magistrála) směřuje do místnosti 1.01. Průtok vzduchu na konci magistrály je $\dot{V}_1 = \dot{V}_2 = 209 \text{ m}^3/\text{h} = 0,058 \text{ m}^3/\text{s}$.



Obr. 11.3 Schéma trasy přívodního potrubí

Dimenzování úseku 1

Rychlost proudění na konci hlavní větve v úseku 1, volíme $w'_1 = 4,17$ m/s. Pomocí rovnice (11.1) vypočteme.

$$S' = \frac{0,058}{4,17} = 0,014 \text{ m}^2$$

Tomu odpovídá rozměr potrubí 140 x 100 mm (A x B). Tloušťka potrubí odpovídá 0,6 mm, ve výpočtu není uvažována. Ekvivalentní průměr potrubí vypočteme pomocí rovnice (11.5) a skutečnou plochu můžeme spočítat dle rovnice (11.11).

$$d_{ekv} = \frac{2 \cdot 0,14 \cdot 0,1}{0,14 + 0,1} = 0,12 \text{ m}$$

$$S_1 = A \cdot B = 0,14 \cdot 0,1 = 0,014 \text{ m} \quad (11.11)$$

Pomocí rovnice (11.2) vypočteme skutečnou rychlost v úseku 1.

$$w_1 = \frac{0,058}{0,014} = 4,14 \text{ m/s}$$

Pomocí rovnice (11.7) vypočteme Reynoldsovo číslo, které můžeme dosadit do rovnice (11.6) ze které dostaneme součinitel tření.

$$Re = \frac{4,14 \cdot 0,12}{15,32 \cdot 10^{-6}} = 32428$$

$$\lambda = \frac{1,318}{\left[\ln \left(\frac{0,15 \cdot 10^{-3}}{3,7 \cdot 0,12} + \frac{5,74}{32272^{0,9}} \right) \right]^2} = 0,026$$

Pomocí rovnic (11.8) a (11.9) provedeme korekci na čtyřhranný průřez.

$$C = 1,1 - 0,1 \cdot \frac{0,1}{0,14} = 1,029$$

$$\lambda = 1,029 \cdot 0,026 = \mathbf{0,027}$$

Výsledný součinitel tření $\lambda = 0,027$.

Z tabulek pro místní odpory větracích zařízení odečteme součinitel vřazených odporů pro jednotlivé součásti pro úsek 1 [17].

Pro oblouk $\alpha = 90^\circ$: $\xi = 0,15$

Pro změnu průřezu: $\xi = 1,53$

Dimenzování úseku 2

Rychlost proudění na konci hlavní větve v úseku 2, volíme $w_2' = 4,14$ m/s. Pomocí rovnice (11.1) vypočteme.

$$S' = \frac{0,058}{4,14} = 0,014 \text{ m}^2$$

Tomu odpovídá rozměr potrubí 140 x 100 mm (A x B). Ekvivalentní průměr potrubí vypočteme pomocí rovnice (11.5) a skutečnou plochu můžeme spočítat dle rovnice (11.11).

$$d_{ekv} = \frac{2 \cdot 0,14 \cdot 0,1}{0,14 + 0,1} = \mathbf{0,12 \text{ m}}$$

$$S_1 = A \cdot B = 0,14 \cdot 0,1 = 0,014 \text{ m} \quad (11.12)$$

Pomocí rovnice (11.2) vypočteme skutečnou rychlost v úseku 2.

$$w_1 = \frac{0,058}{0,014} = \mathbf{4,14 \text{ m/s}}$$

Pomocí rovnice (11.7) vypočteme Reynoldsovo číslo, které můžeme dosadit do rovnice (11.6) ze které dostaneme součinitel tření.

$$Re = \frac{4,14 \cdot 0,12}{15,32 \cdot 10^{-6}} = 32428$$

$$\lambda = \frac{1,318}{\left[\ln \left(\frac{0,15 \cdot 10^{-3}}{3,7 \cdot 0,12} + \frac{5,74}{32428^{0,9}} \right) \right]^2} = 0,026$$

Pomocí rovnic (11.8) a (11.9) provedeme korekci na čtyřhranný průřez.

$$C = 1,1 - 0,1 \cdot \frac{0,1}{0,14} = 1,029$$

$$\lambda = 1,029 \cdot 0,026 = \mathbf{0,027}$$

Výsledný součinitel tření $\lambda = 0,027$.

Z tabulek pro místní odpory větracích zařízení odečteme součinitel vřazených odporů pro jednotlivé součásti pro úsek 2 [17].

Pro změnu průřezu: $\xi = 1,53$

Po výpočtu úseku 2, musíme dopočítat odbočku v uzlovém bodě A. V tabulkách pro místní odpory [17], najdeme hodnoty pro přímý a boční směr. Z těchto hodnot vypočteme tlakovou ztrátu pro přímý a boční směr a připočteme k celkové tlakové ztrátě $\Delta p_{z,1}$ a $\Delta p_{z,2}$.

Pro úsek 1 přímý směr: $\xi_{od,1} = 0,05$;

Pro úsek 2 boční směr: $\xi_{od,2} = 0,52$.

Dle rovnice (11.3) vypočteme tlakové ztráty v obou směrech.

$$p_{od,1} = \frac{1}{2} \cdot 1,2 \cdot 4,14^2 \cdot 0,05 = 0,51 \text{ Pa}$$

$$p_{od,2} = \frac{1}{2} \cdot 1,2 \cdot 4,14^2 \cdot 0,52 = 5,35 \text{ Pa}$$

K tlakové ztrátě je nutno připočítat tlakovou ztrátu vyústky, která činí $p_{c,1} = 26 \text{ Pa}$ a $p_{c,2} = 26 \text{ Pa}$.

Pomocí rovnice (11.4) můžeme vypočítat tlakovou ztrátu pro úsek 1.

$$\Delta p_{z,1} = \frac{1}{2} \cdot 1,2 \cdot 4,14^2 \cdot \left(\frac{0,027 \cdot 2,6}{0,12} + 0,15 + 1,53 \right) + 26 + 0,51 = \mathbf{49,8 \text{ Pa}}$$

Pomocí rovnice (11.4) můžeme vypočítat tlakovou ztrátu pro úsek 2.

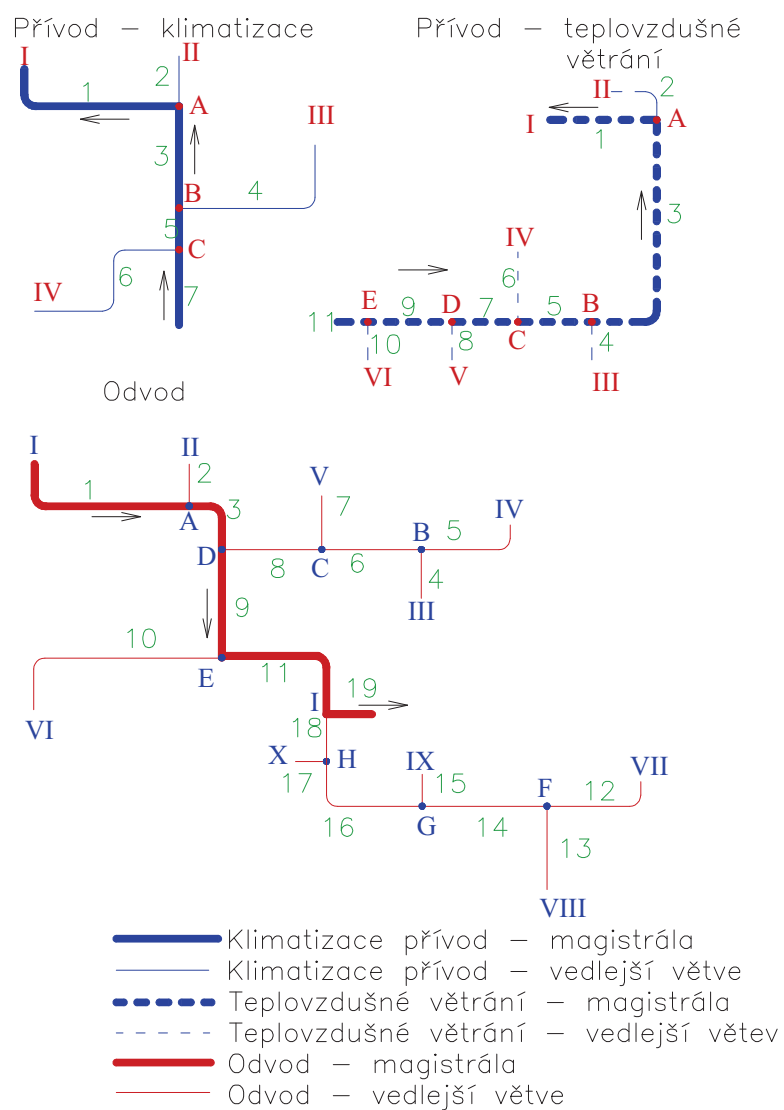
$$\Delta p_{z,2} = \frac{1}{2} \cdot 1,2 \cdot 4,14^2 \cdot \left(\frac{0,027 \cdot 0,5}{0,12} + 1,53 \right) + 26 + 5,35 = \mathbf{48,2 \text{ Pa}}$$

Na závěr porovnáme tlakové podmínky v uzlu A úseku 1 a 2.

$$\text{Uzel A} \quad \Delta p_{z,1} = 49,8 \geq \Delta p_{z,2} = 48,2$$

Tento rozdíl můžeme doregulovat pomocí vyústky.

Tímto způsobem pokračujeme dalším návrhem jednotlivých úseku dle schématu tras potrubí na Obr. 11.4. Výpočet dimenzí ve vzduchovodu a tlakových ztrát pro klimatizaci – přívod je uveden v Tab. č. 11.1 a rozdíl tlakových ztrát v jednotlivých uzlech je uveden Tab. č. 11.2. Výpočet dimenzí ve vzduchovodu a tlakových ztrát pro teplovzdušné větrání – přívod je uveden v Tab. č. 11.3 a rozdíl tlakových ztrát v jednotlivých uzlech pro teplovzdušné větrání je uveden v Tab. č. 11.4. Výpočet dimenzí ve vzduchovodu a tlakových ztrát odvodní větve společné pro klimatizaci a teplovzdušné větrání je uveden v Tab. č. 11.6 a rozdíl tlakových ztrát v jednotlivých uzlech pro odvod je uveden v Tab. č. 11.5. Součet celkových tlaků v hlavních větvích je v Tab. č. 11.7.



Obr. 11.4 Schéma tras potrubních sítí

Tab. č. 11.1 Výpočet dimenzí ve vzduchovodu a tlakových ztrát pro **klimatizaci - přívod**

Klimatizace - přívod																	
č. úseku	V [m ³ /h]	L [m]	w' [m/s]	S' [m ²]	A [mm]	B [mm]	d _{ekv} [m]	S [m ²]	w [m/s]	Re	λ ₀	C	λ	ξ	p _c [Pa]	p _{odb} [Pa]	p _z [Pa]
Úseky hlavní větve																	
1	209	2,60	4,17	0,014	140	100	0,12	0,014	4,14	32428	0,026	1,029	0,027	1,68	26,0	0,52	49,8
3	418	2,10	4,14	0,028	200	140	0,16	0,028	4,15	44583	0,021	1,030	0,022	0,18		-0,6	4,1
5	580	1,05	4,15	0,039	225	160	0,19	0,036	4,48	54631	0,020	1,029	0,021	0,00		-0,42	1,0
7	778	2,50	4,48	0,048	250	180	0,21	0,045	4,80	65611	0,019	1,028	0,020	1,36		0	22,1
Úseky vedlejších větví																	
2	209	0,50	4,14	0,014	140	100	0,12	0,014	4,14	32428	0,026	1,029	0,027	1,53	26,0	5,37	48,3
4	162	4,05	3,21	0,014	125	100	0,11	0,013	3,60	26110	0,024	1,020	0,024	2,81	8,5	5,77	51,5
6	198	4,68	3,93	0,014	140	100	0,12	0,014	3,93	29917	0,023	1,029	0,024	1,83	13,0	6,64	54,3

Dodatečné doregulování vedlejších větví bylo provedeno na výústkách.

Tab. č. 11.2 Rozdíl tlakových ztrát v jednotlivých uzlech pro **klimatizaci - přívod**

Klimatizace - přívod					
uzel	hlavní větev	p _z [Pa]	vedlejší větev	p _z [Pa]	Δp _z [Pa]
A	1	49,8	2	48,2	1,4
B	1+3	53,4	4	51,5	1,8
C	1+3+5	54,3	6	45,4	0,0

Tab. č. 11.3 Výpočet dimenzí ve vzduchovodu a tlakových ztrát pro **teplovzdušné větrání - přívod****Teplovzdušné větrání - přívod**

č. úseku	V [m ³ /h]	L [m]	w' [m/s]	S' [m ²]	A [mm]	B [mm]	d _{ekv} [m]	S [m ²]	w [m/s]	Re	λ ₀	C	λ	ξ	P _c [Pa]	P _{odb} [Pa]	P _z [Pa]
Úseky hlavní větve																	
1	119	2,90	4,72	0,007	110	100	0,10	0,011	3,01	20549	0,029	1,009	0,029	0,75	16	0,17	24,6
3	195	7,80	3,01	0,018	160	110	0,13	0,018	3,08	26190	0,027	1,031	0,028	0,16		0,07	10,4
5	335	1,42	3,08	0,030	200	140	0,16	0,028	3,32	35730	0,025	1,030	0,026	0,00		-0,32	1,1
7	420	1,98	3,32	0,035	200	160	0,18	0,032	3,65	42307	0,024	1,020	0,025	0,00		-0,50	1,7
9	596	2,30	3,65	0,045	225	180	0,20	0,041	4,09	53365	0,023	1,020	0,023	0,00		0,52	3,2
11	672	2,00	4,09	0,046	250	180	0,21	0,045	4,15	56672	0,023	1,028	0,023	1,36		0,00	16,3
Úseky vedlejších větví																	
2	76	0,99	3,02	0,007	100	100	0,10	0,010	2,11	13780	0,031	1,000	0,031	1,09	6,5	5,17	20,6
4	140	0,41	5,56	0,007	110	100	0,10	0,011	3,54	24176	0,028	1,009	0,028	0,92	20,0	2,92	31,9
6	85	1,44	3,37	0,007	100	100	0,10	0,010	2,36	15412	0,030	1,000	0,030	1,60	8,0	8,85	30,1
8	227	0,41	4,50	0,011	160	110	0,13	0,018	3,58	30488	0,026	1,031	0,028	0,77	17,0	7,02	34,7
10	76	0,41	3,00	0,007	110	100	0,10	0,011	1,92	13124	0,031	1,009	0,031	0,92	6,5	25,19	38,0

Dodatečné doregulování vedlejších větví bylo provedeno na vyústkách.

Tab. č. 11.4 Rozdíl tlakových ztrát v jednotlivých uzlech pro **teplovzdušné větrání -
přívod**

Teplovzdušné větrání - přívod					
uzel	hlavní větev	p_z [Pa]	vedlejší větev	p_z [Pa]	Δp_z [Pa]
A	1	21,6	2	20,6	3,9
B	1+3	31,9	4	31,9	0,0
C	1+3+5	33,1	6	30,1	3,0
D	1+3+5+7	34,7	8	34,7	0,0
E	1+3+5+7+9	38,0	10	38,0	0,0

Tab. č. 11.5 Rozdíl tlakových ztrát v jednotlivých uzlech pro **klimatizace a teplovzdušné
větrání - odvod**

ODVOD					
uzel	hlavní větev	p_z [Pa]	vedlejší větev	p_z [Pa]	Δp_z [Pa]
A	1	35,6	2	35,6	0,0
B	4	21,6	5	13,0	8,6
C	4+6	23,7	7	23,7	0,0
D	1+3	37,3	4+6+8	37,3	0,0
E	1+3+9	38,4	10	33,8	4,6
F	12	23,6	13	17,8	5,8
G	12+14	25,3	15	25,3	0,0
H	12+14+16	27,7	17	20,1	7,7
I	1+3+9+11	38,6	12+14+16+18	30,0	8,6

Tab. č. 11.6 Výpočet dimenzí ve vzduchovodu a tlakových ztrát pro klimatizaci a teplovzdušné větrání - odvod

č. úseku	V [m ³ /h]	L [m]	w' [m/s]	S' [m ²]	A [mm]	B [mm]	d _{ekv} [m]	S [m ²]	w [m/s]	Re	λ ₀	C	λ	ξ	P _c [Pa]	P _{odb} [Pa]	P _z [Pa]
HLAVNÍ VĚTEV - MAGISTRÁLA																	
1	209	2,80	4,00	0,015	180	140	0,16	0,0252	2,30	23685	0,024	1,022	0,025	0,25	26	7,22	35,4
3	418	0,63	2,30	0,050	250	200	0,22	0,05	2,32	33685	0,022	1,020	0,023	0,42		0,12	1,7
9	732	3,60	2,32	0,088	355	225	0,28	0,080	2,55	45767	0,021	1,037	0,022	0,00		-0,04	1,1
11	930	0,93	2,55	0,101	355	280	0,31	0,099	2,60	53110	0,022	1,000	0,023	0,00		-0,1	0,1
19	1458	3,08	2,60	0,156	450	315	0,37	0,142	2,86	69114	0,019	1,030	0,020	5,52		0	27,8
Úseky vedlejších větví																	
2	209	0,57	4,00	0,015	125	100	0,11	0,0125	4,64	33685	0,022	1,020	0,023	0,05	26,50	2,46	35,31
10	198	3,20	3,21	0,017	180	125	0,15	0,0225	2,44	23541	0,024	1,031	0,025	0,90	13,0	2,44	33,6
VEDLEJŠÍ VĚTVE																	
Úseky hlavní větve																	
4	162	2,77	4,17	0,011	160	110	0,13	0,018	2,56	21758	0,025	1,031	0,026	0,05	8,5	10,53	102,4
6	238	3,08	2,56	0,026	180	140	0,16	0,025	2,62	26971	0,024	1,022	0,024	0,00		-0,04	1,9
8	314	2,37	2,30	0,038	200	160	0,18	0,032	2,73	31630	0,023	1,020	0,023	0,00		0,31	1,69
Úseky vedlejší větve																	
5	76	0,72	4,17	0,005	100	100	0,10	0,01	2,11	13780	0,028	1,000	0,028	0,05	6,5	0,54	12,9
7	119	0,75	3,21	0,010	125	100	0,11	0,013	2,64	19179	0,026	1,020	0,026	0,05	13,0	1,92	23,6
Úseky hlavní větve																	
12	140	2,33	4,17	0,009	140	100	0,12	0,014	2,78	21154	0,025	1,029	0,026	0,20	20,0	0,05	23,4
14	225	1,68	2,78	0,023	180	125	0,15	0,023	2,78	26752	0,024	1,031	0,024	0,00		0,23	1,5
16	452	2,35	2,78	0,045	225	200	0,21	0,045	2,79	38567	0,022	1,011	0,022	0,00		1,15	2,3
18	528	0,38	2,79	0,053	250	200	0,22	0,050	2,93	42549	0,021	1,020	0,022	0,00		2,06	2,3

Tab. č. 11.6 Výpočet dimenzí ve vzduchovodu a tlakových ztrát pro **klimatizaci a teplovzdušné větrání – odvod** (pokračování)

č. úseku	V [m ³ /h]	L [m]	w' [m/s]	S' [m ²]	A [mm]	B [mm]	d _{ekv} [m]	S [m ²]	w [m/s]	Re	λ ₀	C	λ	ξ	P _c [Pa]	P _{odb} [Pa]	P _z [Pa]
Úseky vedlejší větve																	
13	85	1,20	4,17	0,006	100	100	0,10	0,01	2,36	15412	0,027	1,000	0,027	0,05	8,0	2,04	17,7
15	227	0,43	3,21	0,020	180	125	0,15	0,0225	2,80	26989	0,024	1,031	0,024	0,05	17,0	2,43	25,3
17	76	0,43	3,21	0,007	100	100	0,10	0,01	2,11	13780	0,028	1,000	0,028	0,05	6,5	7,86	20,0

Dodatečné doregulování vedlejších větví bylo provedeno na vyústkách pomocí regulačních klappek. Pro ostatní vedlejší větve, které nelze doregulovat vyústkami, se doporučuje doregulováním pomocí regulační clonky, která je navržena dle kap. 11.2.

Tab. č. 11.7 Součet celkových tlakových ztrát v hlavních větvích

Hlavní větve	Celková tlaková ztráta v hlavních větvích [Pa]
Klimatizace – přívod (1+3+5+7)	77
Teplovzdušné větrání – přívod (1+3+5+7+9+11)	57,3
Klimatizace a teplovzdušné větrání – odvod (1+3+9+11+19)	66,1

11.2 Návrh redukčních clonek

Redukční clonky musíme navrhovat dle podmínky:

$$\frac{\Delta p_z}{\Delta p_{d1}} = \left(n + \sqrt{\xi_i \cdot n \cdot (n - 1)} - 1 \right)^2 \quad (11.13)$$

kde:

Δp_z je tlak, který je potřeba seškrtnit v (Pa);

Δp_{d1} je dynamický tlak ve vzduchovodu v (Pa), který se spočte jako:

$$\Delta p_{d1} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot w_1^2 \quad (11.14)$$

kde:

ρ je hustota vzduchu, pro vzduch $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$;

w_1 je rychlost proudění vzduchu regulovaného úseku v (m/s);

n je poměr průřezu vzduchovodu a seškráceného vzduchovodu v (-);

$$n = \frac{S_1}{S_2} \quad (11.15)$$

kde:

S_1 je průřez vzduchovodu v (m);

S_2 je průřez clonky v (m).

ξ_i je místní odpor clonky, pro clonku $\xi_i = 0,5$;

11.3 Návrh regulační clonky pro odvod

Tlaková difference ve větvi 5 je malá, ale je možno navrhnout regulační clonku. Doregulování vedlejší větve 5 v odvodu, kde je tlaková difference $\Delta p_z = 8,6 \text{ Pa}$. Rychlost v úseku 5 je $w = 2,11 \text{ m/s}$.

Z rovnice (11.14) si vypočteme dynamický tlak:

$$\Delta p_{d5} = \frac{1}{2} \cdot 1,2 \cdot 2,11^2 = 2,7 \text{ Pa}$$

A dosadíme do první části rovnice (11.13):

$$\frac{\Delta p_z}{\Delta p_{d1}} = \frac{8,6}{2,7} = 3,2$$

Dosadíme do druhé části rovnice:

$$\left(n + \sqrt{\xi_i \cdot n \cdot (n - 1)} - 1 \right)^2 = 3,2 \longrightarrow n = 1,8796$$

A dosazením do rovnice (11.15) spočteme je průřez clonky.

$$S_2 = \frac{S_1}{n} = \frac{0,0201}{1,8796} = 0,011 \text{ m}^2$$

Průměr clonky dle plochy je $d_{cl} = 0,12 \text{ m}$. Navrhujeme regulační clonku SPI 160, která má průměr $d = 160 \text{ mm}$ od firmy Systemair [20].

11.4 Návrh tepelné izolace

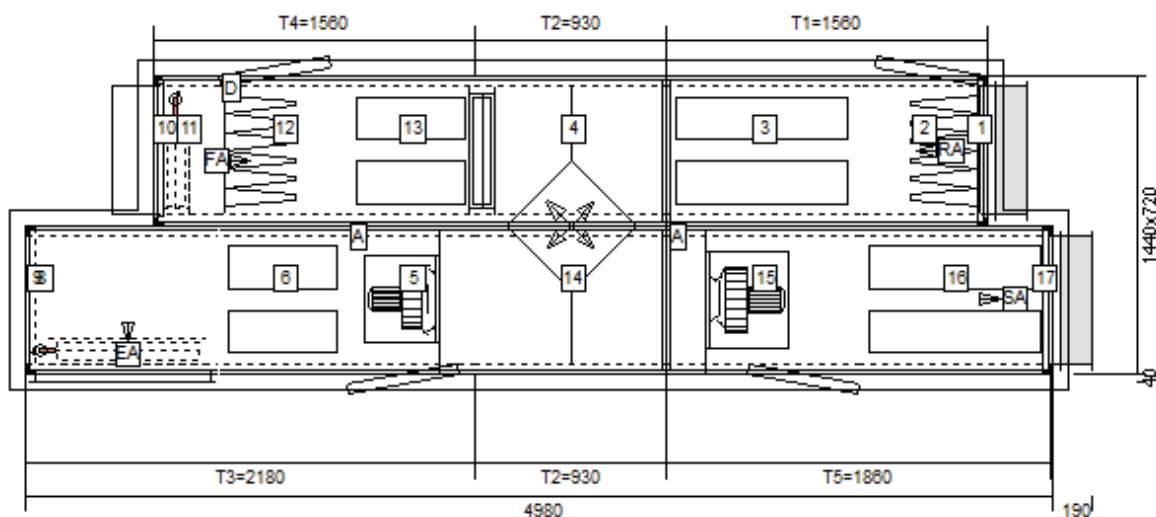
Veškeré vzduchovody budou izolovány tepelnou izolací. Tepelná izolace bude použita od firmy ISOVER [21]. Typ izolace bude použit Isover Klimarol, jsou to pásy z minerálních vláken. Tloušťka izolace je volena 40 mm ve vnitřním prostředí a 60 mm ve vnějším prostředí.

12 Návrh klimatizačního zařízení

Strojovna klimatizace se nachází v místnosti 1.07 a je větrána systémem teplovzdušného větrání. Je oddělena protipožárními klapkami. Prostor strojovny je velice malý, proto klimatizační zařízení je rozděleno do více zařízení. Celkový průtok vzduchu je $\dot{V}_e = 1581 \text{ m}^3/\text{h}$. Z toho je $\dot{V}_{e,k} = 778 \text{ m}^3/\text{h}$ pro klimatizaci a $\dot{V}_{e,k} = 803 \text{ m}^3/\text{h}$ je pro teplovzdušné větrání. Zařízení byla navržena v programu CLIMACAL 8.0.0 firmou JANKA ENGINEERING s.r.o. [22] K dispozici z centrální strojovny supermarketu je teplá voda 90/70 °C a chladicí voda 5/13 °C.

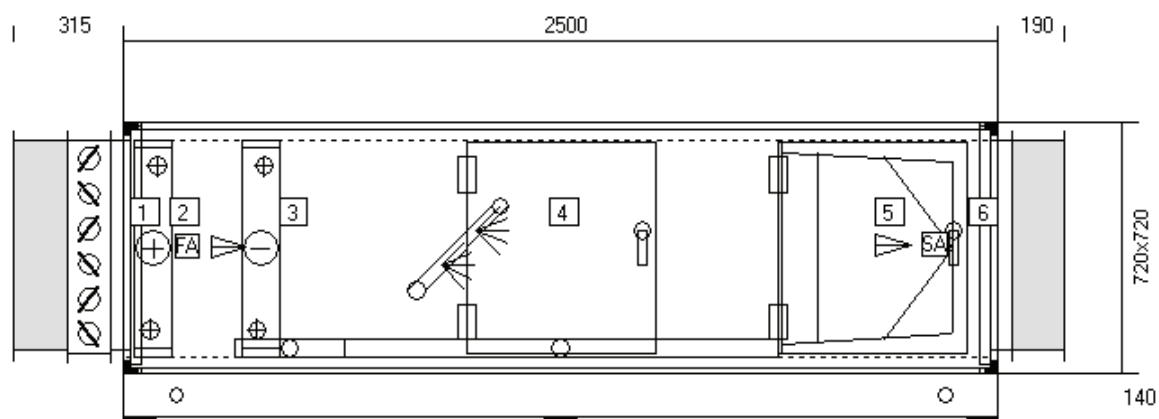
Pro zadané údaje byl zvolen typ větrací jednotky z řady PremiAir a to KLMOD 04, která je v hygienickém provedení. Například vyjímání filtrů je na stranu znečištěnou a tím nedochází k znečištění prostoru za filtrem. Vnitřní prostor jednotky je zcela hladký, proto údržba jednotky je jednodušší.

Venkovní vzduch pro klimatizaci a teplovzdušné větrání je nasáván společným otvorem do jednotky (Obr. 12.1), která je umístěna na střeše supermarketu. Jednotka obsahuje tlumiče hluku a deskový výměník, který v zimě přehřívá vzduch a v létě předchladzuje. Odtud je vzduch dopravován ventilátorem do dalších dvou jednotek.



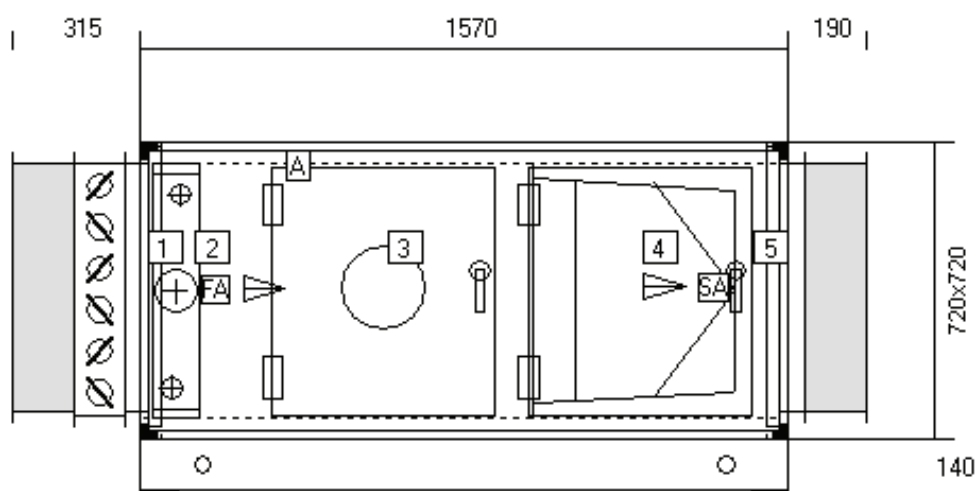
Obr. 12.1 Půdorys vstupní jednotky (Zařízení č. 1) [22]: 1, 10 a 11 – vstup vzduchu; 2 a 12 – filtr; 3, 6, 13 a 16 – tlumič hluku; 4 a 14 – ZZT; 5 – odvodní ventilátor; 7, 9 a 17 – výstup vzduchu; 8 – klapková komora; 15 – přívodní ventilátor

Jedna jednotka je umístěna na střeše a slouží pro úpravu vzduchu klimatizace (Obr. 12.2). Obsahuje ohřívač, chladič, zvlhčovač, filtr a regulační klapku, která reguluje průtok venkovního vzduchu do větve pro klimatizaci.



Obr. 12.2 Nárys jednotky pro klimatizaci (Zařízení č. 2) [22]: 1 – vstup vzduchu, 2 – ohřívač, 3 – chladič, 4 – zvlhčovač, 5 – filtr, 6 – výstup vzduchu

Druhá jednotka je umístěna ve strojovně a slouží pro úpravu vzduchu pro teplovzdušné větrání (Obr. 12.3). Obsahuje ohřívač, filtr a regulační klapku, která reguluje průtok venkovního vzduchu do větve pro teplovzdušné větrání.



Obr. 12.3 Nárys jednotky pro teplovzdušné větrání (Zařízení č. 3) [22]: 1 – vstup vzduchu, 2 – ohřívač, 3 – volná komora, 4 – filtr, 5 – výstup vzduchu.

Propojení jednotlivých zařízení je uvedeno ve výkresové dokumentaci. Zařízení č. 1 leží částečně nad místnostmi 1.12, 1.04 a částečně nad prostorem okolních prodejen. Zařízení č. 2 leží nad místností 1.05 (je to součást místnosti 1.04). Zařízení č. 3 se nachází ve strojovně(1.07). Podrobnější popis jednotlivých jednotek a prvků v nich obsažených je uveden v příloze C.

13 Technická zpráva

13.1 Úvod

Předmětem této projektové dokumentace je návrh vzduchotechniky v lékárně. Jedná se o část budovy supermarketu, která je jednopodlažní s plochou střechou. Část lékárny je klimatizována a část je teplovzdušně větrána.

Podklady pro zpracování

Podkladem pro zpracování byla projektová dokumentace obsahující půdorys lékárny a řez. Projekt je zpracován dle platných norem a hygienických předpisů. Při návrhu byly použity podklady výrobců.

Výpočtové hodnoty klimatických poměrů

Místo	:	Pardubice
Normální tlak vzduchu	:	98 kPa
Venkovní letní výpočtová teplota	:	32 °C
Venkovní zimní výpočtová hodnota	:	-12 °C

Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí

Označení místnosti	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{\text{int},i}$ °C		Hladina akustického tlaku L [dB]
	Léto	Zima	
1.01 – Výdej léčiv	24	20	28
1.02 – Příjem	30	20	27
1.03 – Šatna	30	20	20
1.04 – Sklad léčiv	24	20	20
1.05 – Chodba	24	20	
1.06 – Příprava léčiv	24	20	25
1.07 – Strojovna	30	15	20
1.08 – Kancelář	30	20	27
1.09 – Předsíň	30	15	20
1.10 – Úklid	30	15	
1.11 – WC	30	15	
1.12 – Denní kout	30	20	31

V chráněném prostoru staveb je stanovena maximální hladina akustického tlaku ve dne 50 dB a v noci 40 dB. Vnitřní vyústky splňují tyto požadavky.

13.2 Základní koncepční řešení

Klimatizace je navržena pouze pro místnosti 1.01, 1.04 a 1.06. Ostatní místnosti jsou teplovzdušně větrány – je zajištěna minimální hygienická výměna vzduchu v zimním i letním období. Zařízení budou pracovat v režimu rovnotlakém.

V zimním období je využíván deskový výměník pro ZZT, který předejde vzduchu na určitou teplotu. V letním období pak využíváme odpadní vzduch k předchlazení venkovního vzduchu.

Součástí zařízení jsou dva ohřívače. Jeden je navržen pro klimatizaci a druhý pro teplovzdušné větrání. Chladič a zvlhčovač je využíván pouze pro klimatizaci.

Průtoky vzduchu do systému klimatizace a do systému teplovzdušného větrání budou regulovány pomocí regulačních klapek.

Provoz VZT zařízení bude řízen samostatným MaR. VZT zařízení bude umístěné z části na střeše a z části ve strojovně. Je zde využita 2° filtrace vzduchu.

Hygienické větrání a klimatizace

V místnostech, kde je pobyt lidí, je určena minimální dávka vzduchu vzhledem k počtu osob na $\dot{V}_p = 50 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{os}$. V místnostech s hygienickými zařízeními je minimální dávka odvodu vzduchu vzhledem k počtu zařízení v místnosti na jedno WC je dávka odváděného vzduchu $\dot{V}_o = 50 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{ks}$, na jedno umyvadlo $\dot{V}_o = 30 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{ks}$. V ostatních místnostech musí být zajištěna minimální výměna vzduchu dle normy ČSN 73 0540 – Tepelná ochrana budov: Část 2 [6].

Energetické zdroje

Elektrická energie je uvažována pro pohon elektromotorů VZT zařízení: 3ph, 50 Hz, 230/400 V.

13.3 Popis technického řešení

Navržené systémy VZT jsou nízkotlaké a pracují v rovnotlakém režimu. Jednotka je vybavena ZZT, pomocí deskového výměníku.

Doprava vzduchu bude realizována vzduchotechnickým pozinkovaným potrubím čtyřhranného průřezu. Připojení distribučních prvků bude pomocí flexohadící. Potrubí je opatřeno tepelnou izolací. Distribuční prvky jsou zvoleny vířivé anemostaty.

Na střeše objektu je umístěno centrální sání a výfuk vzduchu. Klimatizační zařízení je vybaveno vanou pro odvod kondenzátu.

Větrací jednotka se dělí do tří částí:

Zařízení č. 1

Zařízení obsahuje kapsové filtry, tlumiče hluku, ventilátory a deskový výměník. Vzduch je nasáván společně jak pro systém klimatizace, tak pro systém teplovzdušného větrání. V deskovém výměníku je tento vzduch předejít.

Zařízení č. 2

Toto zařízení slouží pouze k úpravě vzduchu pro klimatizaci. Součástí zařízení je regulační klapka, která reguluje průtok do vzduchovodů pro klimatizaci. Dalšími zařízeními je ohřívač, chladič, zvlhčovač a filtr.

Zařízení č. 3

Toto zařízení slouží pro teplovzdušné větrání. Součástí zařízení je pouze regulační klapka, ohřívač a filtr.

13.4 Nároky energie

Pro dostatečný chod zařízení je nutno zajistit dostatečný zdroj energie. Zařízení č. 1 má příkon 2,6 kW, zařízení č. 2 má příkon 10,7 kW a zařízení č. 3 má příkon 5,9 kW.

13.5 Měření a regulace (MaR)

Navržené systémy budou regulovány samostatným systémem měření a regulace.

- Ovládání chodu ventilátorů a plynulá regulace otáček
- Regulace teploty vzduchu řízením výkonu teplovodního ohřívače v zimním období
- Regulace teploty vzduchu řízením vodního chladiče v letním období
- Umístění teplotních a vlhkostních čidel dle požadavku
- Ovládání uzavíracích klapek na jednotce
- Plynulá regulace výkonu ventilátorů frekvenčními měniči
- Snímání a signalizace zanesení filtrů
- Poruchová signalizace
- Snímání signalizace chodu a poruchy

13.6 Nároky na související profese

Stavební úpravy

Otvory přes stropní a stěnové konstrukce.

Vytápění

Připojení ohřívačů a zvlhčovačů na topnou vodu. Připojení chladičů na chladicí vodu.

Zdravotechnika

Připojení podlahové vpusti na kanalizaci ve strojovně. Odvod kondenzátu je zajištěn do kondenzační vany.

13.7 Protihluková a protidešťová opatření

Do jednotky jsou vloženy tlumiče hluku délky 840 mm. Napojení jednotek na potrubí je přes tlumící vložky. Venkovní jednotky jsou opatřeny střešou a výdechy jsou opatřeny protidešťovými žaluziemi.

13.8 Izolace a nátěry

Na potrubí jsou navrženy tepelné izolace od firmy Isover Klimarol. Vnější strany venkovních jednotek jsou lakované. Jednotky jsou tepelně izolované PUR pěnou.

13.9 Protipožární opatření

Jednotlivé požární úseky jsou odděleny požárními klapkami, které zamezují šíření požárů a kouře do ostatních požárních úseků.

13.10 Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení

Montáž provede odborná firma. Zařízení musí být pravidelně kontrolována a také čištěna dle platných požadavků. Platné předpisy a požadavky stanovují provoz zařízení.

13.11 Závěr TZ

Navržené větrací zařízení jsou navržena ke splnění požadavků na vnitřní mikroklima v místnostech, a aby splňovala hospodárnost a komfort.

14 ZÁVĚR

Při navrhování klimatizace a teplovzdušného větrání bylo postupováno dle platných předpisů a norem. Na požadované průtoky vzduchu byly navrženy distribuční prvky od firmy MANDÍK. Byly navrženy do všech místností vířivé anemostaty. Rozvody vzduchu budou z pozinkovaného plechu od firmy KOVOKLIMA - GÜRTLER, spol. s r.o. Připojení vyústek je pomocí flexohadic. Rozvody potrubí jsou izolovány izolací od firmy Isover Klimarol. Potrubí ze strojovny a do strojovny bude opatřeno požárními klapkami.

Vzduchotechnická jednotka byla navržena firmou JANKA ENGINEERING s.r.o. Vzduchotechnická jednotka pracuje pouze s venkovním vzduchem a je rozdělena do tří zařízení. První (vstupní zařízení) je umístěno na střeše. Toto zařízení využívá ZZT, pomocí deskového výměníku. Vzduch z tohoto zařízení je pak rozdělen pomocí regulačních klapek do dvou dalších zařízení. Jedno zařízení je pro teplovzdušné větrání a je umístěno ve strojovně. Součástí tohoto zařízení je ohřívač a filtr. Druhé zařízení je pro klimatizaci a je umístěné na střeše objektu. Obsahuje ohřívač, chladič a zvlhčovač.

Zařízení je navrženo pro celoroční provoz tak, aby splňovalo požadavky na větrání a vytápění prostoru lékárny. Rozpis materiálů je uveden v příloze D.

Seznam použitých zdrojů

- [1] „YTONG,“ [Online]. Available: <http://www.ytong.cz>. [Přístup získán 10 Říjen 2012].
- [2] I. Z. Reinberk, „TZB-info - Prostup tepla vícevrstvou konstrukcí a průběh teplot v konstrukci,“ 2 Září 2003. [Online]. Available: <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/68-prostup-tepla-vicestruvou-konstrukci-a-prubeh-teplot-v-konstrukci>. [Přístup získán 10 Říjen 2012].
- [3] „Divize Isover, Saint-Gobain Construction Products CZ a.s,“ [Online]. Available: www.isover.cz. [Přístup získán 18 Říjen 2012].
- [4] *Nařízení vlády 361/2007 Sb.*, Praha: Ministerstvo vnitra, 2007.
- [5] *Vyhláška 6/2003 Sb.*, Praha: Ministerstvo vnitra, 2003.
- [6] *ČSN 730540 - Tepelná ochrana budov: Část 2 - Požadavky*, 2007.
- [7] *ČSN 730540 - Tepelná ochrana budov: Část 1 - Terminologie*, 2005.
- [8] *ČSN 730540 - Tepelná ochrana budov: Část 3 - Návrhové hodnoty veličin*, 2005.
- [9] *ČSN 730540 - Tepelná ochrana budov: Část 4 - Výpočtové metody*, 2005.
- [10] *ČSN EN 12831: Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu*, 2005.
- [11] *ČSN 73 0548: Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostor*, Praha: Vydavatelství Úřadu pro normalizaci a měření, 1986.
- [12] *Svitidla - osvětlení*, 2012. [Online]. Available: www.svitidla-osvetleni.com. [Přístup získán 1 Prosinec 2012].
- [13] „VEKRA OKNA - Window Holding,“ [Online]. Available: www.vekra.cz.
- [14] „TZB - info,“ [Online]. Available: <http://www.tzb-info.cz>.
- [15] „MANDÍK,“ 2010. [Online]. Available: <http://www.mandik.cz/>. [Přístup získán 1 Březen 2013].
- [16] J. Vrána a kolektiv, *Technická zařízení budov v praxi*, Praha: Grada Publishing, a.s., 2007.
- [17] ASHRAE, *Handbook 2005 Fundamentals*, Atlanta, 2005.
- [18] P. Ing. Vladimír Zmrhal, „Vzduchotechnika,“ [Online]. Available: <http://www.users.fs.cvut.cz/~zmrhavla>. [Přístup získán 1 Duben 2013].
- [19] „Kovoklima - Gürtler, spol. s r.o.,“ 2012. [Online]. Available: www.gurtler.cz. [Přístup získán Duben 2013].
- [20] „Systemair,“ Systemair AB, 2012. [Online]. Available: <http://www.systemair.com>. [Přístup získán 20 Duben 2013].
- [21] „ISOVER,“ SAINT-GOBAIN, [Online]. Available: <http://www.isover.cz/>. [Přístup získán 22 Duben 2013].
- [22] J. E. s.r.o. a K. Ing. Derka, *CLIMACAL 8.0.0*, 2013.
- [23] C. J. Doc. Ing. Hirš a C. G. Ing. Günter, *Vzduchotechnika v příkladech*, Brno: Akademické vydavatelství CERM, 2006.
- [24] J. Chyský a I. K. a. k. Hemza, *Větrání a klimatizace. Technický průvodce sv. 31*, Brno: BOLIT, 1993.
- [25] G. C. o. N. S. F. o. Engineering, „The Engineering Tool Box,“ [Online]. [Přístup získán 18 Březen 2013].

Seznam důležitých označení a symbolů

Ozn.	Název	jednotka
a	Sluneční azimut	°
A	Plocha konstrukce	m ²
A	Vzdálenost mezi dvěma anemostaty	m
B'	Charakteristický parametr	-
b	Teplotní redukční součinitel	-
C	Korekce pro čtyřhranný průřez	-
c	Hloubka zapuštění okna	m
c_p	Měrná tepelná kapacita	J/kgK
c_o	Korekce na čistotu atmosféry	-
c	Součinitel současnosti, zatížení a zbytkový	-
d	Hloubka zapuštění okna	m
d_j	Tloušťka materiálu	m
d_{ekv}	Ekvivalentní průměr	m
e_k	Korekční součinitel vystavení povětrnostních vlivů	-
e_i	Stínící součinitel	-
$e_{1,2}$	Délka stínu	m
f_g	Korekční součinitel vlivu teploty	-
f	Šířka svislé části rámu	m
F	Obtokový součinitel	-
g	Šířka vodorovné části rámu	m
G_w	Korekční součinitel na vliv spodní vody	-
h	Výška slunce nad horizontem	°
h	Entalpie	kJ/kg _{s.v.}
H_T	Měrná tepelná ztráta	W/K
H_1	Výška pracovní oblasti	m
I_o	Intenzita sluneční radiace	Wm ²
I_o	Difúzní sluneční radiace	Wm ²
i_l	Počet osob v místnosti	-
l_{23}	Měrné výparné teplo vody	J/kg
l	Délkový rozměr	m
L_w	Hladina akustického tlaku	dB
m	Součinitel zmenšení teplotního kolísání	-
$\dot{m}_{wl}$	Produkce páry od lidí	g/h
$\dot{m}$	Hmotnostní tok vzduchu	kg/s
M	Hmotnost obvodových stěn	kg
n	Intenzita výměny vzduchu	h ⁻¹
N_{zvl}	Příkon parního zvlhčovače	W
Δp	Tlak	Pa
p_p''	Parciální tlak syté vodní páry	Pa
P	Délka obvodových stěn	m
P_k	Příkon	W
$\dot{Q}$	Tepelné zisky, ztráty a zátěže	W
R	Odpor při přestupu tepla	m ² K/W
Re	Reynoldsovo číslo	-
s	Stínící součinitel	-

Seznam důležitých symbolů a označení (pokračování)

ozn.	Název	jednotka
S	Osvětlená plocha místnosti	m^2
S	Plocha místnosti	m^2
S_{os}	Plocha okna	m^2
t	Teplota	$^{\circ}C$
U	Součinitel prostupu tepla	W/m^2K
ΔU_{tb}	Korekční součinitel tepelných mostů	W/m^2K
V_i	Objem místnosti	m^3
$\dot{V}$	Objemový průtok	m^3/h
w	Rychlost	m/s
x	Měrná vlhkost	$g/kg_{s.v.}$
X	Vzdálenost středu vyústky od stěny	m
γ	Azimutový úhel normály stěny	$^{\circ}$
δ	Sluneční deklinace	$^{\circ}$
ε	Výškový korekční činitel	-
ε	Ekvivalentní drsnost potrubí	m
η	Účinnost	-
θ	Výpočtová teplota	$^{\circ}C$
ϑ	Faktor citelného tepla	-
λ	Součinitel tepelné vodivosti	W/mK
λ	Součinitel tření	-
ν	Kinematická viskozita	m^2/s
ξ	Součinitel místních ztrát	-
ρ	Hustota	kg/m^3
φ	Relativní vlhkost	%
ϕ	Návrhová tepelná ztráta	W
ψ	Časové zpoždění	h

Seznam indexů

index	název
d	dynamický
c	citelný
C	celkový
e	venkovní, externí
ef	efektivní
ekv	ekvivalentní
es	daná lokalita
equiv	ekvivalentní
g	zemina
ch	chladič
i	vnitřní, interiér, daná místnost
int	interiér
j	sousední místnost
k	konstrukce
kc	Konstrukce upravená o tep. most
l	člověk
L	vzdálenost
m, me	průměrný
m	minimální
m	motor
max	maximální
o	odvodní
o	okno
o	radiace
od	difúzní radiace
od	odbočka
p	pára
P	přívodní
pch	Povrch chladiče
r	určitá hodina
R	Rosný bod
RH	zátop
s	statický
s	elektronické zařízení
sv	světla
T	celkový
tb	tepelný most
u	nevytápěný prostor
v	větrání
v	vázaný
v	suchý
w	Vliv vody
z	ztáta
zv	zvlhčení
1,2,..	Pořadová čísla
0	kruhový
50	Tlakový rozdíl při 50 Pa

Seznam příloh

- A. 1 – Výpočet součinitele prostupu tepla pro jednotlivé konstrukce
- A. 2 – Výpočet návrhové tepelné ztráty prostupem
- A. 3 – Výpočet větrání
- A. 4 – Celková návrhová tepelná ztráta větráním a prostupem
- B. 1 – Tepelné zisky místností
- C. 1 – Návrh větracích jednotek – výstup z programu CLIMACAL 8.0.0
- D. 1 – Rozpis materiálů pro klimatizaci - přívod
- D. 2 – Rozpis materiálů pro teplovzdušné větrání - přívod
- D. 3 – Rozpis materiálů pro odvod

Výkresová dokumentace

- 1 – V Stavební výkres, půdorys
- 2 – V Vzduchotechnika, půdorys
- 3 – V Vzduchotechnika, řezy
- 4 – V Vzduchotechnika, strojovna, půdorys, řez

PŘÍLOHA A

A. 1 – Výpočet součinitele prostupu tepla pro jednotlivé konstrukce

Stavenbní část	Č. Materiálu	Popis	D	λ	R	U _k
			M	W/m.K	m ² .K/W	W/m ² .K
Obvodová stěna						
1	14	Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (vodorovný tepelný tok)			0,130	
	3	Omítka perlitová	0,020	0,110	0,040	
	1	YTONG P2-400 tl. 375 mm	0,375	0,110	3,409	
	2	Omítka vápenná	0,030	0,800	0,038	
	15	Odpor při přestupu tepla na vnější straně			0,040	
Celková tloušťka a U _k			0,425		3,80	0,26
Plochá střecha						
2	16	Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně - vodorovný povrch (tepelný tok směrem nahoru)			0,100	
	3	Omítka perlitová	0,020	0,110	0,182	
	7	YTONG P3,3-600 stropní dílce	0,300	0,160	1,875	
	8	beton z perlitu	0,070	0,110	0,636	
	12	Tepelná izolace ORSIL T	0,060	0,039	1,538	
	6	Asfaltová lepenka	0,005	0,200	0,025	
	15	Odpor při přestupu tepla na vnější straně			0,040	
Celková tloušťka a U _k			0,455		4,40	0,23
Podlaha na zemině - Keramická dlažba						
3	17	Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně - vodorovný povrch (tepelný tok směrem dolů)			0,170	
	10	keramická dlažba	0,008	1,010	0,008	
	9	beton hutný	0,050	1,230	0,041	
	13	Tepelná izolace EPS 70 Z	0,08	0,039	2,051	
	11	hydroizolace	0,002	0,200	0,010	
	9	beton hutný	0,150	1,230	0,122	
Celková tloušťka a U _k			0,290		2,40	0,42

A. 1 – Výpočet součinitelů prostupu tepla pro jednotlivé konstrukce (pokračování)

Stavenbní část	Č. Materiálu	Popis	d	λ	R	U _k
			m	W/m.K	m ² .K/W	W/m ² .K
Vnitřní stěna - příčka 150 mm						
4	14	Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (vodorovný tepelný tok)			0,130	
	3	Omítka perlitová	0,020	0,110	0,182	
	4	YTONG P2-500 tl. 150 mm	0,150	0,130	1,154	
	3	Omítka perlitová	0,020	0,110	0,182	
	14	Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (vodorovný tepelný tok)			0,130	
Celková tloušťka a U _k			0,19		1,78	0,56
Vnitřní stěna - příčka 100 mm						
5	14	Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (vodorovný tepelný tok)			0,130	
	3	Omítka perlitová	0,020	0,110	0,182	
	5	YTONG P2-500 tl. 100 mm	0,100	0,130	0,769	
	3	Omítka perlitová	0,020	0,110	0,182	
	14	Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (vodorovný tepelný tok)			0,130	
Celková tloušťka a U _k			0,14		1,39	0,72
6	Okna Vekra Classic [13]			U _k	W/m ² .K	1,14
7	Dveře vnitřní (norma [8], Tab. D.2)			U _k	W/m ² .K	2
8	Prosklené výlohy (norma [8], Tab. D.1)			U _k	W/m ² .K	5,65

A.2 - Výpočet návrhové tepelné ztráty prostupem

Číslo místnosti		1.01				
Účel		Výdej léčiv				
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí						
kód	stavební část	U_k	ΔU_{tb}	$U_{kc}=U_k+\Delta U_{tb}$		
		W/m ² ·K	W/m ² ·K	W/m ² ·K		
2	Plochá střecha	0,23	0,05	0,28		
Tepelné mosty U_{tb}						
kód	stavební část	A_k	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$	
		m ²	W/m ² ·K	na jedn.	W/K	
2	Plochá střecha	27,79	0,28	1	7,71	
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}=\sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k$					7,71	
Tepelné ztráty přes nevytápěné prostory						
kód	stavební část	A_k	U_k	b_u	$A_k \cdot U_k \cdot b_u$	
		m ²	W/m ² ·K	na jedn.	W/K	
-	Žádná	-	-	-	-	
Celkový součinitel tepelné ztráty přes nevytápěné prostředí $H_{T,ie}=\sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u$					0,00	
Tepelné ztráty zeminou						
Výpočet B'		A_g	P	$B'=2 \cdot A_g/P$		
		m ²	m	m		
		119,96	11,6	20,68		
kód	stavební část	U_k	$U_{equiv,k}$	A_k	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	
		W/m ² ·K	W/m ² ·K	m ²	W/K	
3	Podlaha na zemině	0,42	0,15	27,79	4,17	
Celkem ekvivalentní stavební části		$\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}$ [W/K]			4,169	
Korekční činitelé		f_{g1}	f_{g2}	G_W	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$	
		na jedn.	na jedn.	na jedn.	na jedn.	
		1,45	0,45	1	0,66	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou $H_{T,ig}=(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$					2,75	
Tepelné ztráty do prostorů vytápěných na rozdílné teploty						
kód	stavební část	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$	θ sousedních o prostoru [°C]
		m ²	W/m ² ·K	na jedn.	W/K	
5	Příčka 100 mm (1.06)	11,83	0,72	0,00	0,00	20
5	Příčka 100 mm (1.04,1.05)	13,30	0,72	0,00	0,00	20
5	Příčka 100 mm (1.02)	9,80	0,72	0,00	0,00	20
7	Dveře vnitřní (1.04)	1,58	2,00	0,00	0,00	20
4	Příčka 150 mm (supermarket)	17,85	0,56	0,00	0,00	20
8	Prosklené výlohy (supermarket)	19,16	5,65	0,00	0,00	20
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami $H_{T,ij}=\sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$					0,00	
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}$					10,46	
Teplotní údaje						
Venkovní výpočtová hodnota		θ_e	°C	-15		
Vnitřní výpočtová hodnota		$\theta_{int,i}$	°C	20		
Výpočtový rozdíl teplot		$\theta_{int,i} - \theta_e$	°C	35		
Návrhová tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$			W		366	

A.2 - Výpočet návrhové tepelné ztráty prostupem (pokračování)

Číslo místnosti		1.02				
Účel		Příjem				
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí						
kód	stavební část	U_k	ΔU_{tb}	$U_{kc}=U_k+\Delta U_{tb}$		
		$W/m^2 \cdot K$	$W/m^2 \cdot K$	$W/m^2 \cdot K$		
2	Plochá střecha	0,23	0,05	0,28		
Tepelné mosty U_{tb}						
kód	stavební část	A_k	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$	
		m^2	$W/m^2 \cdot K$	na jedn.	W/K	
2	Plochá střecha	10,14	0,28	1	2,81	
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}=\sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k$					2,81	
Tepelné ztráty zeminou						
Výpočet B'		A_g	P	$B'=2 \cdot A_g/P$		
		m^2	m	m		
		119,96	11,6	20,68		
kód	stavební část	U_k	$U_{equiv,k}$	A_k	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	
		$W/m^2 \cdot K$	$W/m^2 \cdot K$	m^2	W/K	
3	Podlaha na zemině	0,42	0,15	10,14	1,52	
Celkem ekvivalentní stavební části		$\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}$ [W/K]			1,521	
Korekční činitelé		f_{g1}	f_{g2}	G_W	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$	
		na jedn.	na jedn.	na jedn.	na jedn.	
		1,45	0,45	1	0,66	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou $H_{T,ig}=(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$					1,00	
Tepelné ztráty do prostorů vytápěných na rozdílné teploty						
kód	stavební část	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$	θ sousedního prostoru [°C]
		m^2	$W/m^2 \cdot K$	na jedn.	W/K	
5	Příčka 100 mm (1.01)	9,80	0,72	0,00	0,00	20
5	Příčka 100 mm (1.04)	11,29	0,72	0,00	0,00	20
5	Příčka 100 mm (1.03)	9,64	0,72	0,00	0,00	20
7	Dveře vnitřní (1.04)	1,58	2,00	0,00	0,00	20
8	Prosklené výlohy	4,86	5,65	0,00	0,00	20
7	Dveře vnitřní (supermarket)	1,58	2,00	0,00	0,00	20
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami $H_{T,ij}=\sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$					0,00	
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}$					3,82	
Teplotní údaje						
Venkovní výpočtová hodnota		θ_e	°C	-15		
Vnitřní výpočtová hodnota		$\theta_{int,i}$	°C	20		
Výpočtový rozdíl teplot		$\theta_{int,i} - \theta_e$	°C	35		
Návrhová tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$					W	
					134	
Teplotní údaje						
Venkovní výpočtová hodnota		θ_e	°C	-15		
Vnitřní výpočtová hodnota		$\theta_{int,i}$	°C	20		
Výpočtový rozdíl teplot		$\theta_{int,i} - \theta_e$	°C	35		
Návrhová tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$					W	
					4674	

A.2 - Výpočet návrhové tepelné ztráty prostupem (pokračování)

Číslo místnosti		1.03				
Účel		Šatna a umývárna				
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí						
kód	stavební část	U _k	ΔU _{tb}	U _{kc} =U _k +ΔU _{tb}		
		W/m ² ·K	W/m ² ·K	W/m ² ·K		
2	Plochá střecha	0,23	0,05	0,28		
Tepelné mosty U _{tb}						
kód	stavební část	A _k	U _{kc}	e _k	A _k ·U _k ·e _k	
		m ²	W/m ² ·K	na jedn.	W/K	
2	Plochá střecha	6,65	0,28	1	1,85	
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí H _{T,ie} =Σ _k A _k ·U _k ·e _k					1,85	
Tepelné ztráty zeminou						
Výpočet B´		A _g	P	B´= 2·A _g /P		
		m ²	m	m		
		119,96	11,60	20,68		
kód	stavební část	U _k	U _{equiv,k}	A _k	A _k ·U _{equiv,k}	
		W/m ² ·K	W/m ² ·K	m ²	W/K	
3	Podlaha na zemině	0,42	0,15	6,65	1,00	
Celkem ekvivalentní stavební části		Σ _k A _k · U _{equiv,k} [W/K]			0,998	
Korekční činitelé		f _{g1}	f _{g2}	G _W	f _{g1} ·f _{g2} ·G _W	
		na jedn.	na jedn.	na jedn.	na jedn.	
		1,45	0,45	1	0,66	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou			H _{T,ig} =(Σ _k A _k ·U _{equiv,k}) ·f _{g1} ·f _{g2} ·G _W			0,66
Tepelné ztráty do prostorů vytápěných na rozdílné teploty						
kód	stavební část	A _k	U _k	f _{ij}	A _k ·U _k ·f _{ij}	θ
		m ²	W/m ² ·K	na jedn.	W/K	sousedních o prostoru [°C]
5	Příčka 100 mm (1.02)	9,64	0,72	0,00	0,00	20
5	Příčka 100 mm (1.04)	7,17	0,72	0,00	0,00	20
7	Dveře vnitřní (1.04)	1,58	2,00	0,00	0,00	20
8	Příčka 150 mm (supermarket)	15,75	0,56	0,00	0,00	20
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami H _{T,ij} =Σ _k A _k ·U _k ·f _{ij}					0,00	
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem H _{T,i} = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ig} + H _{T,ij}					2,50	
Teplotní údaje						
Venkovní výpočtová hodnota		θ _e	°C	-15		
Vnitřní výpočtová hodnota		θ _{int,i}	°C	20		
Výpočtový rozdíl teplot		θ _{int,i} - θ _e	°C	35		
Návrhová tepelná ztráta prostupem				Φ _{T,i} = H _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)		W
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami H _{T,ij} =Σ _k A _k ·U _k ·f _{ij}					0,00	
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem					H _{T,i} = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ig} + H _{T,ij}	
					21,85	
Teplotní údaje						
Venkovní výpočtová hodnota		θ _e	°C	-15		
Vnitřní výpočtová hodnota		θ _{int,i}	°C	20		
Výpočtový rozdíl teplot		θ _{int,i} - θ _e	°C	35		
Návrhová tepelná ztráta prostupem				Φ _{T,i} = H _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)		W
						765

A.2 - Výpočet návrhové tepelné ztráty prostupem (pokračování)

Číslo místnosti		1.04				
Účel		Sklad léčiv				
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí						
kód	stavební část	U _k	ΔU _{tb}	U _{kc} =U _k +ΔU _{tb}		
		W/m ² ·K	W/m ² ·K	W/m ² ·K		
2	Plochá střecha	0,23	0,05	0,28		
Tepelné mosty U _{tb}						
kód	stavební část	A _k	U _{kc}	e _k	A _k ·U _k ·e _k	
		m ²	W/m ² ·K	na jedn.	W/K	
2	Plochá střecha	17,98	0,28	1	4,99	
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí H _{T,ie} =Σ _k A _k ·U _k ·e _k					4,99	
Tepelné ztráty zeminou						
Výpočet B´		A _g	P	B´= 2·A _g /P		
		m ²	m	m		
		119,96	11,60	20,68		
kód	stavební část	U _k	U _{equiv,k}	A _k	A _k ·U _{equiv,k}	
		W/m ² ·K	W/m ² ·K	m ²	W/K	
3	Podlaha na zemině	0,42	0,15	17,98	2,70	
Celkem ekvivalentní stavební části Σ _k A _k · U _{equiv,k} [W/K]					2,697	
Korekční činitelé		f _{g1}	f _{g2}	G _W	f _{g1} ·f _{g2} ·G _W	
		na jedn.	na jedn.	na jedn.	na jedn.	
		1,45	0,45	1	0,66	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou H _{T,ig} =(Σ _k A _k ·U _{equiv,k}) ·f _{g1} ·f _{g2} ·G _W					1,78	
Tepelné ztráty do prostorů vytápěných na rozdílné teploty						
kód	stavební část	A _k	U _k	f _{ij}	A _k ·U _k ·f _{ij}	θ sousedního prostoru [°C]
		m ²	W/m ² ·K	na jedn.	W/K	
5	Příčka 100 mm (1.02)	11,29	0,72	0,00	0,00	20
5	Příčka 100 mm (1.03)	7,17	0,72	0,00	0,00	20
7	Dveře vnitřní (1.02)	1,58	2,00	0,00	0,00	20
7	Dveře vnitřní (1.03)	1,58	2,00	0,00	0,00	20
7	Dveře vnitřní (1.01)	1,58	2,00	0,00	0,00	20
5	Příčka 100 mm (1.08)	6,63	0,72	0,00	0,00	20
5	Příčka 100 mm (1.01)	7,17	0,72	0,00	0,00	20
7	Dveře vnitřní (1.08)	1,58	2,00	0,00	0,00	20
5	Příčka 100 mm (1.09)	3,87	0,72	0,14	0,40	15
7	Dveře vnitřní (1.09)	1,38	2,00	0,14	0,39	15
5	Příčka 100 mm (1.12)	5,62	0,72	0,00	0,00	20
7	Dveře vnitřní (1.12)	1,58	2,00	0,00	0,00	20
4	Příčka 150 mm (supermarket)	9,63	0,56	0,00	0,00	20
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami H _{T,ij} =Σ _k A _k ·U _k ·f _{ij}					0,79	
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem H _{T,i} = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ig} + H _{T,ij}					7,56	
Teplotní údaje						
Venkovní výpočtová hodnota		θ _e	°C	-15		
Vnitřní výpočtová hodnota		θ _{int,i}	°C	20		
Výpočtový rozdíl teplot		θ _{int,i} - θ _e	°C	35		
Návrhová tepelná ztráta prostupem			Φ _{T,i} = H _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)		W	
					264	

A.2 - Výpočet návrhové tepelné ztráty prostupem (pokračování)

Číslo místnosti		1.05				
Účel		Chodba				
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí						
kód	stavební část	U _k W/m ² ·K	ΔU _{tb} W/m ² ·K	U _{kc} =U _k +ΔU _{tb} W/m ² ·K		
2	Plochá střecha	0,23	0,05	0,28		
Tepelné mosty U _{tb}						
kód	stavební část	A _k m ²	U _{kc} W/m ² ·K	e _k na jedn.	A _k ·U _k ·e _k W/K	
2	Plochá střecha	1,89	0,28	1	0,52	
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí H _{T,ie} =Σ _k A _k ·U _k ·e _k					0,52	
Tepelné ztráty zeminou						
Výpočet B'		A _g m ²	P m	B'=2·A _g /P m		
		119,96	11,60	20,68		
kód	stavební část	U _k W/m ² ·K	U _{equiv,k} W/m ² ·K	A _k m ²	A _k ·U _{equiv,k} W/K	
3	Podlaha na zemině	0,42	0,15	1,89	0,28	
Celkem ekvivalentní stavební části Σ _k A _k · U _{equiv,k} [W/K]					0,284	
Korekční činitelé		f _{g1} na jedn.	f _{g2} na jedn.	G _W na jedn.	f _{g1} ·f _{g2} ·G _W na jedn.	
		1,45	0,45	1	0,66	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou H _{T,ig} =(Σ _k A _k ·U _{equiv,k}) ·f _{g1} ·f _{g2} ·G _W					0,19	
Tepelné ztráty do prostorů vytápěných na rozdílné teploty						
kód	stavební část	A _k m ²	U _k W/m ² ·K	f _{ij} na jedn.	A _k ·U _k ·f _{ij} W/K	θ sousedního prostoru [°C]
5	Příčka 100 mm (1.01)	7,35	0,72	0,00	0,00	
5	Příčka 100 mm (1.06)	1,57	0,72	0,00	0,00	
5	Příčka 100 mm (1.07)	6,30	0,72	0,14	0,65	
7	Dveře vnitřní (1.06)	1,58	2,00	0,00	0,00	
7	Dveře vnitřní (1.07)	1,58	2,00	0,14	0,45	
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami H _{T,ij} =Σ _k A _k ·U _k ·f _{ij}					1,10	
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem H _{T,i} = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ig} + H _{T,ij}					1,81	
Teplotní údaje						
Venkovní výpočtová hodnota	θ _e	°C	-15			
Vnitřní výpočtová hodnota	θ _{int,i}	°C	20			
Výpočtový rozdíl teplot	θ _{int,i} - θ _e	°C	35			
Návrhová tepelná ztráta prostupem ϕ _{T,i} = H _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)					W	63

A.2 - Výpočet návrhové tepelné ztráty prostupem (pokračování)

Číslo místnosti		1.06				
Účel		Příprava léčiv				
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí						
kód	stavební část	U _k	ΔU _{tb}	U _{kc} =U _k +ΔU _{tb}		
		W/m ² ·K	W/m ² ·K	W/m ² ·K		
2	Plochá střecha	0,23	0,05	0,28		
1	Obvodová stěna	0,26	0,05	0,31		
6	Okno	1,14	0,30	1,44		
Tepelné mosty U _{tb}						
kód	stavební část	A _k	U _{kc}	e _k	A _k ·U _k ·e _k	
		m ²	W/m ² ·K	na jedn.	W/K	
2	Plochá střecha	15,86	0,28	1,00	4,40	
1	Obvodová stěna	8,35	0,31	1,00	2,62	
6	Okno	2,85	1,44	1,00	4,10	
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí H _{T,ie} =Σ _k A _k ·U _k ·e _k					11,13	
Tepelné ztráty zeminou						
Výpočet B´		A _g	P	B´= 2·A _g /P		
		m ²	m	m		
		15,86	3,38	9,38		
kód	stavební část	U _k	U _{equiv,k}	A _k	A _k ·U _{equiv,k}	
		W/m ² ·K	W/m ² ·K	m ²	W/K	
3	Podlaha na zemině	0,42	0,2	15,86	3,17	
Celkem ekvivalentní stavební části Σ _k A _k · U _{equiv,k} [W/K]					3,172	
Korekční činitelé		f _{g1}	f _{g2}	G _W	f _{g1} ·f _{g2} ·G _W	
		na jedn.	na jedn.	na jedn.	na jedn.	
		1,45	0,45	1	0,66	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou H _{T,ig} =(Σ _k A _k ·U _{equiv,k}) ·f _{g1} ·f _{g2} ·G _W					2,09	
Tepelné ztráty do prostorů vytápěných na rozdílné teploty						
kód	stavební část	A _k	U _k	f _{ij}	A _k ·U _k ·f _{ij}	θ sousedních o prostoru [°C]
		m ²	W/m ² ·K	na jedn.	W/K	
5	Příčka 100 mm (1.01)	11,83	0,72	0,00	0,00	20
5	Příčka 100 mm (1.05)	1,57	0,72	0,00	0,00	20
5	Příčka 100 mm (1.07)	13,30	0,72	0,14	1,36	15
7	Dveře vnitřní (1.05)	1,58	2,00	0,00	0,00	20
5	Příčka 150 mm (supermarket)	16,45	0,56	0,00	0,00	20
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami H _{T,ij} =Σ _k A _k ·U _k ·f _{ij}					1,36	
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem H _{T,i} = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ig} + H _{T,ij}					16,00	
Teplotní údaje						
Venkovní výpočtová hodnota		θ _e	°C	-15		
Vnitřní výpočtová hodnota		θ _{int,i}	°C	20		
Výpočtový rozdíl teplot		θ _{int,i} - θ _e	°C	35		
Návrhová tepelná ztráta prostupem Φ _{T,i} = H _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)					W	
					560	

A.2 - Výpočet návrhové tepelné ztráty prostupem (pokračování)

Číslo místnosti		1.07				
Účel		Strojovna				
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí						
kód	stavební část	U_k	ΔU_{tb}	$U_{kc}=U_k+\Delta U_{tb}$		
		$W/m^2 \cdot K$	$W/m^2 \cdot K$	$W/m^2 \cdot K$		
2	Plochá střecha	0,23	0,05	0,28		
1	Obvodová stěna	0,26	0,05	0,31		
6	Okno	1,14	0,30	1,44		
Tepelné mosty U_{tb}						
kód	stavební část	A_k	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$	
		m^2	$W/m^2 \cdot K$	na jedn.	W/K	
2	Plochá střecha	8,03	0,28	1,00	2,23	
1	Obvodová stěna	4,85	0,31	1,00	2,62	
6	Okno	2,85	1,44	1,00	4,10	
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}=\sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k$					8,95	
Tepelné ztráty zeminou						
Výpočet B'		A_g	P	$B'=2 \cdot A_g/P$		
		m^2	m	m		
		8,03	2,20	7,30		
kód	stavební část	U_k	$U_{equiv,k}$	A_k	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	
		$W/m^2 \cdot K$	$W/m^2 \cdot K$	m^2	W/K	
3	Podlaha na zemině	0,42	0,22	8,03	1,77	
Celkem ekvivalentní stavební části		$\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}$ [W/K]			1,767	
Korekční činitele		f_{g1}	f_{g2}	G_W	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$	
		na jedn.	na jedn.	na jedn.	na jedn.	
		1,45	0,36	1	0,53	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou $H_{T,ig}=(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$					0,93	
Tepelné ztráty do prostorů vytápěných na rozdílné teploty						
kód	stavební část	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$	θ sousedních o prostoru [°C]
		m^2	$W/m^2 \cdot K$	na jedn.	W/K	
5	Příčka 100 mm (1.06)	13,30	0,72	-0,17	-1,59	20
5	Příčka 100 mm (1.05)	6,30	0,72	-0,17	-0,75	20
7	Dveře vnitřní (1.05)	1,58	2,00	-0,17	-0,53	20
7	Příčka 100 mm (1.08)	13,30	0,72	-0,17	-1,59	20
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami $H_{T,ij}=\sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$					-4,46	
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}$ [W/K]					5,42	
Teplotní údaje						
Venkovní výpočtová hodnota		θ_e	°C	-15		
Vnitřní výpočtová hodnota		$\theta_{int,i}$	°C	15		
Výpočtový rozdíl teplot		$\theta_{int,i} - \theta_e$	°C	30		
Návrhová tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$			W	162		

A.2 - Výpočet návrhové tepelné ztráty prostupem (pokračování)

Číslo místnosti		1.08				
Účel		Kancelář				
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí						
kód	stavební část	U_k	ΔU_{tb}	$U_{kc}=U_k+\Delta U_{tb}$		
		$W/m^2 \cdot K$	$W/m^2 \cdot K$	$W/m^2 \cdot K$		
2	Plochá střecha	0,23	0,05	0,28		
1	Obvodová stěna	0,26	0,05	0,31		
6	Okno	1,14	0,30	1,44		
Tepelné mosty U_{tb}						
kód	stavební část	A_k	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$	
		m^2	$W/m^2 \cdot K$	na jedn.	W/K	
2	Plochá střecha	8,33	0,28	1,00	2,31	
1	Obvodová stěna	5,03	0,31	1,00	1,58	
6	Okno	2,85	1,44	1,00	4,10	
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}=\sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k$					7,99	
Tepelné ztráty zeminou						
Výpočet B'		A_g	P	$B'=2 \cdot A_g/P$		
		m^2	m	m		
		8,33	2,25	7,40		
kód	stavební část	U_k	$U_{equiv,k}$	A_k	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	
		$W/m^2 \cdot K$	$W/m^2 \cdot K$	m^2	W/K	
3	Podlaha na zemině	0,42	0,22	8,33	1,83	
Celkem ekvivalentní stavební části		$\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k} [W/K]$			1,833	
Korekční činitelé		f_{g1}	f_{g2}	G_W	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$	
		na jedn.	na jedn.	na jedn.	na jedn.	
		1,45	0,45	1	0,66	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou $H_{T,ig}=(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$					1,21	
Tepelné ztráty do prostorů vytápěných na rozdílné teploty						
kód	stavební část	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$	θ sousedního prostoru [°C]
		m^2	$W/m^2 \cdot K$	na jedn.	W/K	
5	Příčka 100 mm (1.07)	13,30	0,72	0,14	1,36	15
5	Příčka 100 mm (1.04)	6,63	0,72	0,00	0,00	20
7	Dveře vnitřní (1.04)	1,58	2,00	0,00	0,00	20
7	Příčka 100 mm (1.09)	3,15	0,72	0,14	0,32	15
7	Příčka 100 mm (1.10)	3,50	0,72	0,14	0,36	15
7	Příčka 100 mm (1.11)	6,30	0,72	0,14	0,65	15
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami $H_{T,ij}=\sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$					2,69	
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}$					11,89	
Teplotní údaje						
Venkovní výpočtová hodnota		θ_e	°C	-15		
Vnitřní výpočtová hodnota		$\theta_{int,i}$	°C	20		
Výpočtový rozdíl teplot		$\theta_{int,i} - \theta_e$	°C	35		
Návrhová tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$					W	416

A.2 - Výpočet návrhové tepelné ztráty prostupem (pokračování)

Číslo místnosti		1.09				
Účel		Předsíň				
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí						
kód	stavební část	U _k W/m ² ·K	ΔU _{tb} W/m ² ·K	U _{kc} =U _k +ΔU _{tb} W/m ² ·K		
2	Plochá střecha	0,23	0,05	0,28		
Tepelné mosty U _{tb}						
kód	stavební část	A _k m ²	U _{kc} W/m ² ·K	e _k na jedn.	A _k ·U _k ·e _k W/K	
2	Plochá střecha	1,35	0,28	1,00	0,37	
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí H _{T,ie} =Σ _k A _k ·U _k ·e _k					0,37	
Tepelné ztráty zeminou						
Výpočet B´		A _g m ²	P m	B´= 2·A _g /P m		
		119,96	11,60	20,68		
kód	stavební část	U _k W/m ² ·K	U _{equiv,k} W/m ² ·K	A _k m ²	A _k ·U _{equiv,k} W/K	
3	Podlaha na zemině	0,42	0,15	1,35	0,20	
Celkem ekvivalentní stavební části		Σ _k A _k · U _{equiv,k} [W/K]			0,203	
Korekční činitelé		f _{g1} na jedn.	f _{g2} na jedn.	G _W na jedn.	f _{g1} ·f _{g2} ·G _W na jedn.	
		1,45	0,36	1	0,53	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou H _{T,ig} =(Σ _k A _k ·U _{equiv,k})·f _{g1} ·f _{g2} ·G _W					0,11	
Tepelné ztráty do prostorů vytápěných na rozdílné teploty						
kód	stavební část	A _k m ²	U _k W/m ² ·K	f _{ij} na jedn.	A _k ·U _k ·f _{ij} W/K	θ sousedních o prostoru [°C]
5	Příčka 100 mm (1.12)	3,15	0,72	-0,17	-0,38	20
5	Příčka 100 mm (1.04)	4,22	0,72	-0,17	-0,50	20
7	Dveře vnitřní (1.04)	1,38	2,00	-0,17	-0,46	20
5	Příčka 100 mm (1.08)	3,15	0,72	-0,17	-0,38	20
5	Příčka 100 mm (1.10)	3,87	0,72	0,00	0,00	15
7	Dveře vnitřní (1.10)	1,38	2,00	0,00	0,00	15
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami H _{T,ij} =Σ _k A _k ·U _k ·f _{ij}					-1,72	
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem H _{T,i} = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ig} + H _{T,ij}					-1,24	
Teplotní údaje						
Venkovní výpočtová hodnota		θ _e	°C	-15		
Vnitřní výpočtová hodnota		θ _{int,i}	°C	15		
Výpočtový rozdíl teplot		θ _{int,i} - θ _e	°C	30		
Návrhová tepelná ztráta prostupem			Φ _{T,i} = H _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)		W	
					-37	

A.2 - Výpočet návrhové tepelné ztráty prostupem (pokračování)

Číslo místnosti		1.10				
Účel		Úklid				
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí						
kód	stavební část	U _k W/m ² ·K	ΔU _{tb} W/m ² ·K	U _{kc} =U _k +ΔU _{tb} W/m ² ·K		
2	Plochá střecha	0,23	0,05	0,28		
Tepelné mosty U _{tb}						
kód	stavební část	A _k m ²	U _{kc} W/m ² ·K	e _k na jedn.	A _k ·U _k ·e _k W/K	
2	Plochá střecha	1,35	0,28	1,00	0,37	
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí H _{T,ie} =Σ _k A _k ·U _k ·e _k					0,37	
Tepelné ztráty zeminou						
Výpočet B'		A _g m ²	P m	B'=2·A _g /P m		
		119,96	11,60	20,68		
kód	stavební část	U _k W/m ² ·K	U _{equiv,k} W/m ² ·K	A _k m ²	A _k ·U _{equiv,k} W/K	
3	Podlaha na zemině	0,42	0,15	1,35	0,20	
Celkem ekvivalentní stavební části		Σ _k A _k · U _{equiv,k} [W/K]			0,203	
Korekční činitelé		f _{g1} na jedn.	f _{g2} na jedn.	G _W na jedn.	f _{g1} ·f _{g2} ·G _W na jedn.	
		1,45	0,36	1	0,53	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou H _{T,ig} =(Σ _k A _k ·U _{equiv,k}) ·f _{g1} ·f _{g2} ·G _W					0,11	
Tepelné ztráty do prostorů vytápěných na rozdílné teploty						
kód	stavební část	A _k m ²	U _k W/m ² ·K	f _{ij} na jedn.	A _k ·U _k ·f _{ij} W/K	θ sousedního prostoru [°C]
5	Příčka 100 mm (1.12)	3,15	0,72	-0,17	-0,38	20
5	Příčka 100 mm (1.11)	1,84	0,72	0,00	0,00	15
7	Dveře vnitřní (1.11)	1,38	2,00	0,00	0,00	15
5	Příčka 100 mm (1.08)	3,15	0,72	-0,17	-0,38	20
5	Příčka 100 mm (1.09)	3,87	0,72	0,00	0,00	15
7	Dveře vnitřní (1.09)	1,38	2,00	0,00	0,00	15
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami H _{T,ij} =Σ _k A _k ·U _k ·f _{ij}					-0,75	
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem H _{T,i} = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ig} + H _{T,ij}					-0,27	
Teplotní údaje						
Venkovní výpočtová hodnota		θ _e	°C	-15		
Vnitřní výpočtová hodnota		θ _{int,i}	°C	15		
Výpočtový rozdíl teplot		θ _{int,i} - θ _e	°C	30		
Návrhová tepelná ztráta prostupem			Φ _{T,i} = H _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)		W	-8

A.2 - Výpočet návrhové tepelné ztráty prostupem (pokračování)

Číslo místnosti		1.11				
Účel		WC				
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí						
kód	stavební část	U _k W/m ² ·K	ΔU _{tb} W/m ² ·K	U _{kc} =U _k +ΔU _{tb} W/m ² ·K		
2	Plochá střecha	0,23	0,05	0,28		
1	Obvodová stěna	0,26	0,05	0,31		
Tepelné mosty U _{tb}						
kód	stavební část	A _k m ²	U _{kc} W/m ² ·K	e _k na jedn.	A _k ·U _k ·e _k W/K	
2	Plochá střecha	1,53	0,28	1,00	0,42	
1	Obvodová stěna	3,15	0,31	1,00	0,99	
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí H _{T,ie} =Σ _k A _k ·U _k ·e _k					1,41	
Tepelné ztráty zeminou						
Výpočet B'		A _g m ²	P m	B'= 2·A _g /P m		
		1,53	0,90	3,40		
kód	stavební část	U _k W/m ² ·K	U _{equiv,k} W/m ² ·K	A _k m ²	A _k ·U _{equiv,k} W/K	
5	podlaha na zemině	0,42	0,28	1,53	0,43	
Celkem ekvivalentní stavební části Σ _k A _k · U _{equiv,k} [W/K]					0,428	
Korekční činitelé		f _{g1} na jedn.	f _{g2} na jedn.	G _w na jedn.	f _{g1} ·f _{g2} ·G _w na jedn.	
		1,45	0,36	1	0,53	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou H _{T,ig} =(Σ _k A _k ·U _{equiv,k}) ·f _{g1} ·f _{g2} ·G _w					0,23	
Tepelné ztráty do prostorů vytápěných na rozdílné teploty						
kód	stavební část	A _k m ²	U _k W/m ² ·K	f _{ij} na jedn.	A _k ·U _k ·f _{ij} W/K	θ sousedních o prostoru [°C]
5	Příčka 100 mm (1.12)	5,95	0,72	-0,17	-0,71	20
5	Příčka 100 mm (1.10)	1,84	0,72	0,00	0,00	15
7	Dveře vnitřní (1.10)	1,38	2,00	0,00	0,00	15
5	Příčka 100 mm (1.08)	6,30	0,72	-0,17	-0,75	20
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami H _{T,ij} =Σ _k A _k ·U _k ·f _{ij}						-1,47
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem H _{T,i} = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ig} + H _{T,ij}						0,17
Teplotní údaje						
Venkovní výpočtová hodnota		θ _e	°C	-15		
Vnitřní výpočtová hodnota		θ _{int,i}	°C	15		
Výpočtový rozdíl teplot		θ _{int,i} - θ _e	°C	30		
Návrhová tepelná ztráta prostupem			Φ _{T,i} = H _{T,i} · (θ _{int,i} - θ _e)		W	5

A.2 - Výpočet návrhové tepelné ztráty prostupem (pokračování)

Číslo místnosti		1.12				
Účel		Denní kout				
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí						
kód	stavební část	U_k	ΔU_{tb}	$U_{kc}=U_k+\Delta U_{tb}$		
		$W/m^2 \cdot K$	$W/m^2 \cdot K$	$W/m^2 \cdot K$		
2	Plochá střecha	0,23	0,05	0,28		
1	Obvodová stěna	0,26	0,05	0,31		
Tepelné mosty U_{tb}						
kód	stavební část	A_k	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_k \cdot e_k$	
		m^2	$W/m^2 \cdot K$	na jedn.	W/K	
2	Plochá střecha	7,24	0,28	1,00	2,01	
1	Obvodová stěna	8,14	0,31	1,00	2,55	
Celkový součinitel tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie}=\sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k$					4,56	
Tepelné ztráty zeminou						
Výpočet B'		A_g	P	$B'=2 \cdot A_g/P$		
		m^2	m	m		
		7,24	2,33	6,21		
kód	stavební část	U_k	$U_{equiv,k}$	A_k	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	
		$W/m^2 \cdot K$	$W/m^2 \cdot K$	m^2	W/K	
5	podlaha na zemině	0,42	0,24	7,24	1,74	
Celkem ekvivalentní stavební části $\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}$ [W/K]					1,738	
Korekční činitele		f_{g1}	f_{g2}	G_W	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$	
		na jedn.	na jedn.	na jedn.	na jedn.	
		1,45	0,45	1	0,66	
Celkový součinitel tepelné ztráty zeminou $H_{T,ig}=(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$					1,14	
Tepelné ztráty do prostorů vytápěných na rozdílné teploty						
kód	stavební část	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$	θ sousedního prostoru [°C]
		m^2	$W/m^2 \cdot K$	na jedn.	W/K	
5	Příčka 100 mm (1.11)	5,95	0,72	0,14	0,61	15
5	Příčka 100 mm (1.10)	3,50	0,72	0,14	0,36	15
7	Dveře vnitřní (1.04)	1,38	2,00	0,00	0,00	20
5	Příčka 100 mm (1.09)	3,50	0,72	0,14	0,36	15
5	Příčka 100 mm (1.04)	4,46	0,72	0,00	0,00	20
5	Příčka 100 mm (supermarket)	12,95	0,72	0,00	0,00	20
Celkový součinitel tepelné ztráty přes prostory s rozdílnými teplotami $H_{T,ij}=\sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$					1,33	
Celkový součinitel tepelné ztráty prostupem $H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}$					7,03	
Teplotní údaje						
Venkovní výpočtová hodnota		θ_e	°C	-15		
Vnitřní výpočtová hodnota		$\theta_{int,i}$	°C	20		
Výpočtový rozdíl teplot		$\theta_{int,i} - \theta_e$	°C	35		
Návrhová tepelná ztráta prostupem			$\Phi_{T,i} = H_{T,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$		W	
					246	

A.3 – Výpočet větrání

Označení místnosti	Objem místnosti	Výpočtová venkovní teplota	Výpočtová vnitřní teplota	Teplotní rozdíl	Nehráněné otvory	Intenzita výměny vzduchu při 50 Pa	Činitel zatloučení	Výškový korekční činitel	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e$	Návrhový součinitel tepelné ztráty větráním	Návrhová tepelná ztráta větráním $\phi_{v,i} = H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$
	V_i	θ_e	$\theta_{int,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$		n_{50}	e	e	$V_{inf,i}$	$H_{v,i}$	$\phi_{v,i}$
	m ³	°C	°C	°C	-	h ⁻¹	-	-	m ³ /h ⁻¹	W/K	W
1.01 - Výdej léčiv	97,3	-15	20	35	0	3	0,00	1	0,00	0	0
1.02 - Příjem	35,5		20	35	0	3	0,00	1	0,00	0	0
1.03 - Šatna a umývárna	23,3		20	35	0	3	0,00	1	0,00	0	0
1.04 - Sklad léčiv	62,9		20	35	0	3	0,00	1	0,00	0	0
1.05 - Chodba	6,6		20	35	0	3	0,00	1	0,00	0	0
1.06 - Příprava léčiv	55,5		20	35	1	3	0,02	1	6,66	2	79
1.07 - Strojovna	28,1		15	30	1	3	0,02	1	3,37	1	34
1.08 - Kancelář	29,2		20	35	1	3	0,02	1	3,50	1	42
1.09 - Předstíň	4,7		15	30	0	3	0,00	1	0,00	0	0
1.10 - Úklid	4,7		15	30	0	3	0,00	1	0,00	0	0
1.11 - WC	5,4		15	30	0	3	0,00	1	0,00	0	0
1.12 - denní kout	25,3		20	35	0	3	0,00	1	0,00	0	0
Celkem	378,5								13,53	5	155

Označení místnosti	Intenzita výměny vzduchu	Dávka vzduchu na osobu
	h ⁻¹	V (m ³ / h ⁻¹)
1.01 - Výdej léčiv		400
1.02 - Příjem	1	
1.03 - Šatna a umývárna	3	
1.04 - Sklad léčiv		50
1.05 - Chodba	3	
1.06 - Příprava léčiv		100
1.07 - Strojovna	2	
1.08 - Kancelář	3	
1.09 - Předstíň	1	
1.10 - Úklid		30
1.11 - WC		50
1.12 - denní kout	2	

A. 4 – Celková návrhová tepelná ztráta větráním a prostupem

Označení místnosti	Tepelný výkon - pro tepelné ztráty prostupem	Tepelný výkon - pro tepelné ztráty větráním	Zátopový tepelný výkon	Celkový tepelný výkon	Klimatizace
	$\phi_{T,i}$	$\phi_{v,i}$	$\phi_{RH,i}$	$\phi_{HL,i}$	$\phi_{HL,i}$
	W	W	W	W	W
1.01 - Výdej léčiv	366	0	445	-	811
1.02 - Příjem	134	0	162	296	
1.03 - Šatna a umývárna	88	0	106	194	
1.04 - Sklad léčiv	328	0	318	-	646
1.05 - Chodba					
1.06 - Příprava léčiv	560	79	254	-	893
1.07 - Strojovna	162	34	128	325	
1.08 - Kancelář	416	42	133	591	
1.09 - Předsíň	-37	0	22	-16	
1.10 - Úklid	-8	0	22	13	
1.11 - WC	5	0	24	30	
1.12 - denní kout	246	0	116	362	
Celkem [W]				1796	2349

PŘÍLOHA B

B. 1 – Tepelné zisky místností

Tepelné zisky z vnitřního prostředí 1.01

PRODUKCE TEPLA OD LIDÍ					
Produkce tepla	$Q_{c(26^{\circ}\text{C})}$	72	W		
Změna teploty	t_i	25	$^{\circ}\text{C}$		
Počet osob v místnosti	i_l	8			
Celková produkce od lidí	$\dot{Q}_l$	634	W		
PRODUKCE TEPLA OD SVÍTIDEL					
Osvětlená plocha	S	27,79	m^2		
Celkový příkon svítidel	P	21	W		
Součinitel současnosti chodu	c_1	1	-		
Součinitel zbytkový	c_2	0,7	-		
Celková produkce tepla svítidel	$\dot{Q}_{sv}$	409	W		
PRODUKCE TEPLA OD ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ					
Zařízení		2 x PC			
Příkon technologií	P	300	W		
Současnost používání	c_1	1	-		
Současnost prům. zatížení	c_3	0,7	-		
Produkce od technologie	Q_e	210	W		
Celková produkce tepla od el. Zařízení	$\dot{Q}_s$	210	W		
TEPELNÉ ZISKY OD VENTILÁTORŮ					
Objemový tok ventilátorem	V	0,11	m^3/s		
Celkový tlak ventilátorem	Δp	60,00	Pa		
Účinnost ventilátoru	η_v	0,70	-		
Účinnost motoru	η_m	0,6	-		
Celkové zisky od ventilátoru	$\dot{Q}_V$	16	W		
TEPELNÉ ZISKY ZE SOUSEDNÍCH MÍSTNOSTÍ					
Název sousední místnosti		1.06	1.02	1.05	prodejny
Plocha	S	11,81	9,64	13,28	17,85
Součinitel prostupu tepla	U	0,72	0,72	0,72	0,56
Teplota sousední místnosti	t_{is}	24	30	24	26
Tepelné zisky konstrukcemi	Q_s	0	42	0	20
Název sousední místnosti		dveře	výloha	podlaha	m^2 $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ $^{\circ}\text{C}$ W
Plocha	S	1,58	19,16	27,79	
Součinitel prostupu tepla	U	2,00	5,65	0,42	
Teplota sousední místnosti	t_{is}	24	26	20	
Tepelné zisky konstrukcemi	Q_s	0	217	-46	
Celkové tepelné zisky od vnitřních konstrukcí	$\dot{Q}_{ST}$	278	W		

B. 1 – Tepelné zisky místností (pokračování)

Tepelné zisky z vnějšího prostředí 1.01

Doba výpočtu

13 h

Tato hodina je volena z důvodu, že na tuto místnost působí tepelné venkovní zatížení pouze z horizontálního směru

TEPELNÝ ZISK VENKOVNÍMI STĚNAMI			
Stěny středně těžké		střecha	
Tloušťka stěny	δ	0,455	m
Součinitel prostupu stavební konstrukce	U_k	0,23	$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$
Plocha stavební konstrukce	A_k	27,79	m^2
Teplota v klim. prostoru	t_i	24	$^{\circ}C$
Prům. rovnocenná sluneční teplota	t_{rm}	33,6	$^{\circ}C$
Tepelné zisky stěnami	$\dot{Q}_{zs}$	60,7	W
Celkové tepelné zisky venkovními stěnami $\dot{Q}_{zs}$		61	W
TEPELNÁ ZÁTĚŽ Z PŘÍVODU VENKOVNÍHO VZDUCHU			
Množství přivedeného vzduchu	$\dot{V}_e$	0,11	$m^3 \cdot s^{-1}$
Hustota vzduchu	ρ_v	1,1649	$kg \cdot m^{-3}$
Měrná tepelná kapacita vzduchu	c_{pv}	1000	$J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$
Teplota exteriéru	t_e	30	$^{\circ}C$
Zátěž z přívodu venkovního vzduchu	$\dot{Q}_{ec}$	641	W
VODNÍ ZISKY			
Produkce páry od jednoho člověka	m_p	116	$g \cdot h^{-1}$
Počet osob	i_l	8	
Celková produkce páry	m_{wl}	928	$g \cdot h^{-1}$
Tepelná zátěž vázaným teplem	$\dot{Q}_{iv}$	644	W

B. 1 – Tepelné zisky místností (pokračování)

Tepelné zisky z vnitřního prostředí 1.01		
PRODUKCE TEPLA OD LIDÍ	$\dot{Q}_l$	634 W
PRODUKCE TEPLA OD SVÍTEL	$\dot{Q}_{sv}$	409 W
PRODUKCE OD ELEKTROTECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ	$\dot{Q}_s$	210 W
PRODUKCE TEPLA VENTILÁTOREM	$\dot{Q}_v$	16 W
TEPELNÉ ZISKY ZE SOUSEDNÍCH MÍSTNOSTÍ	$\dot{Q}_{st}$	278 W
Tepelné zisky z vnějšího prostředí 1.01		
PROSTUP TEPLA OKNY 1.01	$\dot{Q}_{op}$	0 W
TEPELNÝ SISK SLUNEČNÍ RADIACÍ	$\dot{Q}_{or}$	0 W
TEPELNÝ ZISK STŘECHOU	$\dot{Q}_{zs}$	61 W
TEPELNÁ ZÁTĚŽ KLIM. PROSTORU CITELNÝM TEPLEM	$\dot{Q}_{ic}$	1607 W
TEPELNÁ ZÁTĚŽ VENKOVNÍM VZDUCHEM – CITELNÉ TEPLA	$\dot{Q}_{ec}$	641 W
TEPELNÁ ZÁTĚŽ KLIMATIZOVANÉHO PROSTORU VÁZANÝM TEPLEM	$\dot{Q}_{iv}$	644 W
TEPELNÁ ZÁTĚŽ KLIMATIZAČNÍHO ZAŘÍZENÍ CITELNÝM TEPLEM $\dot{Q}_c = \dot{Q}_{ic} + \dot{Q}_{ec}$	$\dot{Q}_c$	2247 W
CELKOVÁ TEPELNÁ ZÁTĚŽ KLIMATIZOVANÉHO PROSTORU $\dot{Q}_i = \dot{Q}_{ic} + \dot{Q}_{iv}$	$\dot{Q}_i$	2251 W

B. 1 – Tepelné zisky místností (pokračování)

Tepelné zisky z vnitřního prostředí 1.04

PRODUKCE TEPLA OD LIDÍ					
Produkce tepla	$Q_{e(26^{\circ}\text{C})}$	62	W		
Změna teploty	t_i	25	$^{\circ}\text{C}$		
Počet osob v místnosti	i_l	1			
Celková produkce od lidí		$\dot{Q}_l$	68	W	
PRODUKCE TEPLA OD SVÍTIDEL					
Osvětlená plocha	S	19,87	m^2		
Celkový příkon svítidel	P	21	W		
Součinitel současnosti chodu	c_1	1	-		
Součinitel zbytkový	c_2	0,7	-		
Celková produkce tepla svítidel		$\dot{Q}_{sv}$	292	W	
PRODUKCE TEPLA OD ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ					
Zařízení		PC			
Příkon technologií	P	150	W		
Současnost používání	c_1	1	-		
Současnost prům. zatížení	c_3	0,7	-		
Produkce od technologie	Q_e	105	W		
Celková produkce tepla od el. Zařízení		$\dot{Q}_s$	105	W	
TEPELNÉ ZISKY OD VENTILÁTORŮ					
Objemový tok ventilátorem	V	0,014	m^3/s		
Celkový tlak ventilátorem	Δp	60,00	Pa		
Účinnost ventilátoru	η_v	0,70	-		
Účinnost motoru	η_m	0,6	-		
Celkové zisky od ventilátoru		$\dot{Q}_V$	2	W	
TEPELNÉ ZISKY ZE SOUSEDNÍCH MÍSTNOSTÍ					
Název sousední místnosti		1.06	1.02	1.03	1.12
Plocha	S	1,57	11,28	6,12	5,62
Součinitel prostupu tepla	U	0,72	0,72	0,72	0,72
Teplota sousední místnosti	t_{is}	24	30	30	30
Tepelné zisky konstrukcemi	Q_s	0	49	26	24
Název sousední místnosti		podlaha	1.09	1.08	1.07
Plocha	S	19,87	4	7	6,3
Součinitel prostupu tepla	U	0,42	0,72	0,72	0,72
Teplota sousední místnosti	t_{is}	20	30	30	30
Tepelné zisky konstrukcemi	Q_s	-33	17	29	27
Celkové tepelné zisky od vnitřních konstrukcí		$\dot{Q}_{ST}$	278	W	

B. 1 – Tepelné zisky místností (pokračování)

Název sousední místnosti		1.01	dveře	dveře	prodejny	
Plocha	S	7,17	9,28	3,16	9,63	m ²
Součinitel prostupu tepla	U	0,72	2	2	0,56	W·m ⁻² ·K ⁻¹
Teplota sousední místnosti	t _{is}	24	30	24	26	°C
Tepelné zisky konstrukcemi	Q _s	0	111	0	11	W
Celkové tepelné zisky od vnitřních konstrukcí		$\dot{Q}_{ST}$	294	W		

Tepelné zisky z vnějšího prostředí 1.04

Doba výpočtu

13 h

Tato hodina je volena z důvodu, že na tuto místnost působí tepelné venkovní zatížení pouze z horizontálního směru

TEPELNÝ ZISK VENKOVNÍMI STĚNAMI			
Stěny středně těžké		střecha	
Tloušťka stěny	δ	0,455	m
Součinitel prostupu stavební konstrukce	U _k	0,23	W·m ⁻² ·K ⁻¹
Plocha stavební konstrukce	A _k	19,87	m ²
Teplota v klim. prostoru	t _i	25	°C
Prům. rovníocenná sluneční teplota	t _{rm}	33,6	°C
Tepelné zisky stěnami	$\dot{Q}_{ZS}$	38,9	W
Celkové tepelné zisky venkovními stěnami		$\dot{Q}_{ZS}$	39 W
TEPELNÁ ZÁTĚŽ Z PŘÍVODU VENKOVNÍHO VZDUCHU			
Množství přivedeného vzduchu	$\dot{V}_e$	0,014	m ³ ·s ⁻¹
Hustota vzduchu	ρ_v	1,1649	kg·m ⁻³
Měrná tepelná kapacita vzduchu	c _{pv}	1000	J·kg ⁻¹ ·K ⁻¹
Teplota exteriéru	t _e	30	°C
Zátěž z přívodu venkovního vzduchu		$\dot{Q}_{ec}$	65 W
VODNÍ ZISKY			
Produkce páry od jednoho člověka	m _p	116	g·h ⁻¹
Počet osob	i _l	1	
Celková produkce páry		m _{wl}	116 g·h ⁻¹
Tepelná zátěž vázaným teplem		$\dot{Q}_{iv}$	81 W

B. 1 – Tepelné zisky místností (pokračování)

Tepelné zisky z vnitřního prostředí 1.04			
PRODUKCE TEPLA OD LIDÍ	$\dot{Q}_l$	68	W
PRODUKCE TEPLA OD SVÍTIDEL	$\dot{Q}_{sv}$	292	W
PRODUKCE OD ELEKTROTECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ	$\dot{Q}_s$	105	W
PRODUKCE TEPLA VENTILÁTOREM	$\dot{Q}_v$	2	W
TEPELNÉ ZISKY ZE SOUSEDNÍCH MÍSTNOSTÍ	$\dot{Q}_{st}$	294	W
Tepelné zisky z vnějšího prostředí 1.04			
PROSTUP TEPLA OKNY 1.01	$\dot{Q}_{op}$	0	W
TEPELNÝ SISK SLUNEČNÍ RADIACÍ	$\dot{Q}_{or}$	0	W
TEPELNÝ ZISK STŘECHOU	$\dot{Q}_{zs}$	39	W
TEPELNÁ ZÁTĚŽ KLIM. PROSTORU CITELNÝM TEPLEM	$\dot{Q}_{ic}$	800	W
TEPELNÁ ZÁTĚŽ VENKOVNÍM VZDUCHEM – CITELNÉ TEPLA	$\dot{Q}_{ec}$	65	W
TEPELNÁ ZÁTĚŽ KLIMATIZOVANÉHO PROSTORU VÁZANÝM TEPLEM	$\dot{Q}_{iv}$	81	W
TEPELNÁ ZÁTĚŽ KLIMATIZAČNÍHO ZAŘÍZENÍ CITELNÝM TEPLEM $\dot{Q}_c = \dot{Q}_{ic} + \dot{Q}_{ec}$	$\dot{Q}_c$	865	W
CELKOVÁ TEPELNÁ ZÁTĚŽ KLIMATIZOVANÉHO PROSTORU $\dot{Q}_i = \dot{Q}_{ic} + \dot{Q}_{iv}$	$\dot{Q}_i$	880	W

B. 1 – Tepelné zisky místností (pokračování)

Tepelné zisky z vnitřního prostředí 1.06

PRODUKCE TEPLA OD LIDÍ					
Produkce tepla	$Q_{e(26^{\circ}\text{C})}$	62	W		
Změna teploty	t_i	25	$^{\circ}\text{C}$		
Počet osob v místnosti	i_l	2			
Celková produkce od lidí $\dot{Q}_l$		136	W		
PRODUKCE TEPLA OD SVÍTEL					
Osvětlená plocha	S	15,86	m^2		
Celkový příkon svítidel	P	21	W		
Součinitel současnosti chodu	c_1	1	-		
Součinitel zbytkový	c_2	0,7	-		
Celková produkce tepla svítidel $\dot{Q}_{sv}$		233	W		
PRODUKCE TEPLA OD ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ					
Zařízení		2 x PC			
Příkon technologií	P	300	W		
Současnost používání	c_1	1	-		
Současnost prům. zatížení	c_3	0,7	-		
Produkce od technologie	Q_e	210	W		
Celková produkce tepla od el. Zařízení $\dot{Q}_s$		210	W		
TEPELNÉ ZISKY OD VENTILÁTORŮ					
Objemový tok ventilátorem	V	0,028	m^3/s		
Celkový tlak ventilátorem	Δp	60,00	Pa		
Účinnost ventilátoru	η_v	0,70	-		
Účinnost motoru	η_m	0,6	-		
Celkové zisky od ventilátoru $\dot{Q}_v$		4	W		
TEPELNÉ ZISKY ZE SOUSEDNÍCH MÍSTNOSTÍ					
Název sousední místnosti		1.01	1.07	1.05	prodejny
Plocha	S	11,83	13,30	1,57	16,45
Součinitel prostupu tepla	U	0,72	0,72	0,72	0,56
Teplota sousední místnosti	t_{is}	24	30	24	26
Tepelné zisky konstrukcemi	Q_s	0	57	0	19
Název sousední místnosti		podlaha	dveře	m^2 $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ $^{\circ}\text{C}$ W	
Plocha	S	15,86	1,58		
Součinitel prostupu tepla	U	0,56	2		
Teplota sousední místnosti	t_{is}	20	24		
Tepelné zisky konstrukcemi	Q_s	-26	0		
Celkové tepelné zisky od vnitřních konstrukcí $\dot{Q}_{ST}$		278	W		

B. 1 – Tepelné zisky místností (pokračování)

Tepelné zisky z vnějšího prostředí 1.06

Doba výpočtu

10 h

Sluneční deklinace	δ	20,35	°
Výška slunce	h	52	°
Sluneční azimut	a	131	°
Azimutový úhle normály stěny	γ	135	°
Intenzita sluneční radiace standartním oknem	I_o	506	$W \cdot m^2$
Difúzní sluneční radiace	I_{od}	130	$W \cdot m^2$
Korekce na čistotu atmosféry	c_0	0,85	-

PROSTUP TEPLA OKNY

Plocha okna s rámy	S_o	2,85	m^2
Součinitel prostupu tepla	U_o	1,14	$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$
Teplota venkovního vzduchu	t_e	24,8	°C
Tepelné zisky okny	$\dot{Q}_{OP}$	3	W
Celkové tepelné zisky od oken	$\dot{Q}_{OP}$	3	W

TEPELNÝ ZISK SLUNEČNÍ RADIACÍ

Šířka zasklené části okna	l_A	1,8	m
Výška zasklené části okna	l_B	1,4	m
Šířka svislé části rámu	f	0,05	m
Šířka vodorovné části rámu	g	0,05	m
Hloubka okna	c	0,125	m
Hloubka okna	d	0,125	m
Délka stínu	e_1	0,0087	m
Délka stínu	e_2	0,16	m
Osluněná plocha okna	S_{os}	2,32	m^2
Stínící součinitel	s	0,378	
Tepelný zisk sluneční radiací	$\dot{Q}_{or}$	403	W
Celkový tepelný zisk sluneční radiací	$\dot{Q}_{or}$	403	W

Snížení tepelných zisků od osluněných oken

Konstrukce		podlaha	stěny 100	stěny 150	
Pošná hustota	ρ	430	70	70	$kg \cdot m^2$
Plocha konstrukce	S	15,89	26,68	16,45	m^2
Tloušťka konstrukce	δ	0,29	0,1	0,15	m
Max přípustné překročení teploty	Δt	1	1	1	K
Hmotnost stěn pro akumulaci	m	3410	934	576	kg
	ΔQ	170	47	29	W
Celkové snížení tepelných zisků od osluněných oken		246	W		

B. 1 – Tepelné zisky místností (pokračování)

Průměrné tepelné zisky	Q_{orm}	231	W
------------------------	-----------	-----	---

Maximální hodnota

$$\dot{Q}_{ormax} - \Delta Q < \dot{Q}_{orm}$$

Tepelný zisk sluneční radiací	$\dot{Q}_{or}$	231	W
-------------------------------	----------------	-----	---

TEPELNÝ ZISK VENKOVNÍMI STĚNAMI

Stěny středně těžké		stěna	střecha	
Tloušťka stěny	δ	0,425	0,455	m
Součinitel prostupu stavební konstrukce	U_k	0,26	0,23	$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$
Plocha stavební konstrukce	A_k	8,96	15,86	m^2
Teplota v klim. prostoru	t_i	24	24	$^{\circ}C$
Prům. rovníocenná sluneční teplota	t_{rm}	30,2	33,6	$^{\circ}C$
Součinitel zmenšení teplotního kolísání při prostupu tepla stěnou	m	0,15		-
Časové zpoždění	ψ	13		h
Rovníocenná sluneční teplota v době o ψ hodin dříve	$t_{r\psi}$	23		$^{\circ}C$
Tepelné zisky stěnami	$\dot{Q}_{zs}$	12	35	W

Celkové tepelné zisky venkovními stěnami 47 W

TEPELNÁ ZÁTĚŽ Z PŘÍVODU VENKOVNÍHO VZDUCHU

Množství přivedeného vzduchu	$\dot{V}_e$	0,0280	$m^3 \cdot s^{-1}$
Hustota vzduchu	ρ_v	1,1649	$kg \cdot m^{-3}$
Měrná tepelná kapacita vzduchu	c_{pv}	1000	$J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$
Teplota exteriéru	t_e	24,8	$^{\circ}C$

Zátěž výměnou vzduchu $\dot{Q}_{ec}$ -7 W

VODNÍ ZISKY

Produkce páry od jednoho člověka	m_p	98	$g \cdot h^{-1}$
Počet osob	i_l	2	
Celková produkce páry		196	$g \cdot h^{-1}$
Tepelná zátěž vázaným teplem	$\dot{Q}_{iv}$	136	W

B. 1 – Tepelné zisky místností (pokračování)

Sluneční deklinace	δ	°	20,35											
Korekce na čistotu atmosféry	c_0	-	0,85											
Azimutový úhle normály stěny	γ	°	135											
PROSTUP TEPLA OKNY														
Plocha okna s rámy	S_{ol}	m ²	2,85											
Součinitel prostupu tepla	U_o	W·m ⁻² ·K ⁻¹	1,14											
Teplota venkovního vzduchu	t_e	°C	19,50	21,20	23,00	24,80	26,50	27,90	29,10	29,80	30,00	29,80	29,1	27,9
Tepelné zisky okny	Q_{ol}	W	-15	-9	-3	3	8	13	17	19	19	19	17	13
Provoz lékárny			7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
TEPELNÝ ZISK RADIACÍ														
Výška slunce	h	°	25	34	44	52	58	60	58	52	44	34	25	15
Sluneční azimut	a	°	88	100	114	131	152	180	208	229	246	260	272	283
Šířka zasklené části okna	l_A	m	1,8											
Výška zasklené části okna	l_B	m	1,4											
Šířka svislé části rámu	f	m	0,05											
Šířka vodorovné části rámu	g	m	0,05											
Hloubka okna	c	m	0,125											
Hloubka okna	d	m	0,125											
Délka stínu	e_1	m	0,13	-0,09	-0,05	-0,01	0,04	0,13	0,41	-1,79	-0,33	-0,18	-0,12	-0,08
Délka stínu	e_2	m	0,09	0,10	0,13	0,16	0,21	0,31	0,68	-2,29	-0,34	-0,15	-0,08	-0,04
Osluněná plocha okna	S_{os}	m ²	2,34	2,61	2,38	2,32	2,23	1,97	1,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Stínící součinitel	s		0,378											
Intenzita slun. radiace	I_o	W·m ²	335	452	511	506	437	316	185	130	117	100	78	53
Intenzita dif. slun. radiace	I_{od}	W·m ²	80	100	117	130	139	141	139	130	117	100	80	87
Tepelný zisk slun. radiací pro h	Q_{or}	W	267	388	411	403	346	247	157	140	126	108	86	94

B. 1 – Tepelné zisky místností (pokračování)

Tepelné zisky z vnitřního prostředí 1.06		
PRODUKCE TEPLA OD LIDÍ	$\dot{Q}_l$	136 W
PRODUKCE TEPLA OD SVÍTIDEL	$\dot{Q}_{sv}$	233 W
PRODUKCE OD ELEKTROTECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ	$\dot{Q}_s$	210 W
PRODUKCE TEPLA VENTILÁTOREM	$\dot{Q}_v$	4 W
TEPELNÉ ZISKY ZE SOUSEDNÍCH MÍSTNOSTÍ	$\dot{Q}_{st}$	76 W
Tepelné zisky z vnějšího prostředí 1.06		
PROSTUP TEPLA OKNY 1.01	$\dot{Q}_{op}$	3 W
TEPELNÝ SISK SLUNEČNÍ RADIACÍ	$\dot{Q}_{or}$	231 W
TEPELNÝ ZISK STŘECHOU	$\dot{Q}_{zs}$	47 W
TEPELNÁ ZÁTĚŽ KLIM. PROSTORU CITELNÝM TEPLEM	$\dot{Q}_{ic}$	940 W
TEPELNÁ ZÁTĚŽ VENKOVNÍM VZDUCHEM – CITELNÉ TEPLLO	$\dot{Q}_{ec}$	-7 W
TEPELNÁ ZÁTĚŽ KLIMATIZOVANÉHO PROSTORU VÁZANÝM TEPLEM	$\dot{Q}_{iv}$	136 W
TEPELNÁ ZÁTĚŽ KLIMATIZAČNÍHO ZAŘÍZENÍ CITELNÝM TEPLEM $\dot{Q}_c = \dot{Q}_{ic} + \dot{Q}_{ec}$	$\dot{Q}_c$	933 W
CELKOVÁ TEPELNÁ ZÁTĚŽ KLIMATIZOVANÉHO PROSTORU $\dot{Q}_i = \dot{Q}_{ic} + \dot{Q}_{iv}$	$\dot{Q}_i$	1076 W

PŘÍLOHA C

C. 1 – Návrh větracích jednotek – výstupy z programu CLIMACAL 8.0.0

Zařízení č. 1

Technické údaje



Velikost jednotky

KLMOD 04

Průtok odvod / přívod

1581 / 1581 m³/h

0,44 / 0,44 m³/s

Vnitřní

0,6mm ext./0,6mm int.

Externí tlak
9002)

66,1 / 399 Pa

Vnější

Pozink

Lakovaný (RAL

Rychlost ve volném průřezu

1,1 / 1,1 m/s

Kostra

Hliník

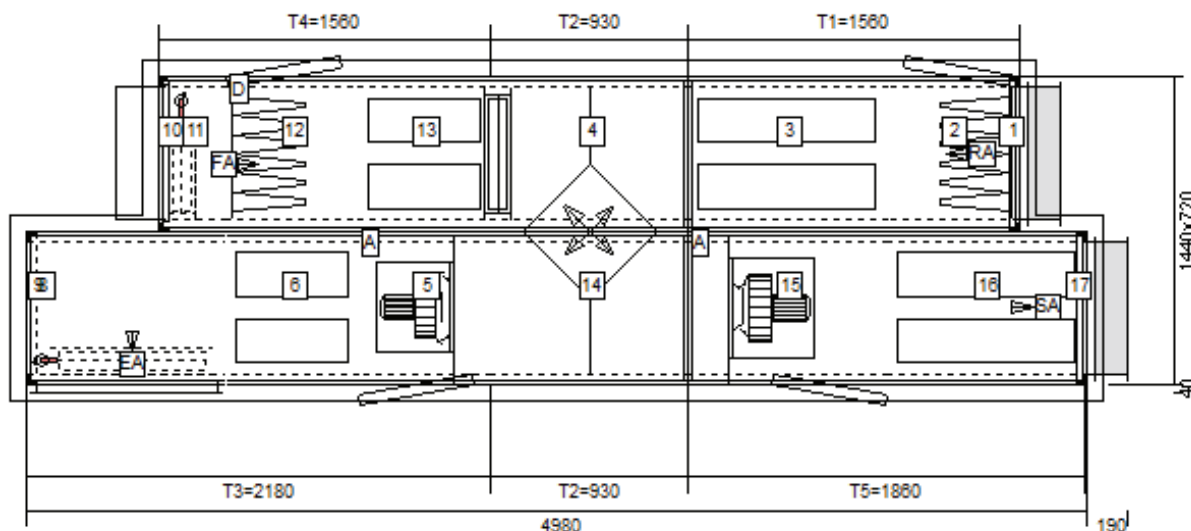
Typ jednotky

Venkovní - Hygienické p.

Izolace

PUR pěna / 50 mm

Tmelení



Půdorys

A.....Okno

D.....Průchodky pro tlaková čidla (pár)

Jednotka s rámem a střechou

Celková hmotnost: 257 kg

Odvodní vzduch

Transportní sekce 1

Délka: 1550 mm

(1) Vstup vzduchu

Odvodní vzduch

Čelní připojení celoplošné

s Snímatelné 'Dveře (Pravé)

620 x 600 mm

Max. průtok

1581

m³/h

0,44

m³/s

(2) Filtr

Údaje o filtru

Typ

Krátký kapsový
filtr nacvakávací

s Snímatelné 'Dveře (Pravé)

Údaje o proudění

Průtok

1581

m³/h

0,439

m³/s

Vyložení filtrů

592x592

Transportní sekce 2 *Délka: 930 mm*

Příslušenství	- 1x Vana nerez - 1x Sifon
---------------	-------------------------------

Transportní sekce 3 *Délka: 2170 mm*

Příslušenství	- 1x Okno - 1x F.M. sam. 1,5kW 3x400V (IP54) s LCP panelem (ID Basic drive - 912028)
---------------	---

(6) Tlumič hluku									
Šířka kulis	205	mm	Provedení		Standard		Rychlost vzduchu		3,4 m/s
Délka kulis	530	mm	Počet kulis		2		Tlaková ztráta		4 Pa
<i>Hladina ak. výkonu</i>	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	
Útlum hluku	2	5	10	13	16	12	11	11	
(7) Výstup vzduchu									

(8+9) Klapková komora + (9) Výstup vzduchu			s Snímatelné 'Dveře (Levé)				
Odpadní vzduch	Pravá klapka široká vnitřní	710 x 510 mm					
Max. průtok	1581	m3/h	Tlaková ztráta	1	Pa	Ovládací moment	4 Nm
	0.44	m3/s					

Přívodní vzduch

Transportní sekce 4 Délka: 1550 mm

(10) Vstup vzduchu							
Čerstvý vzduch	Čelní klapka celoplošná vnitřní		450 x 510 mm				
Max. průtok	1581	m3/h	Tlaková ztráta	3	Pa	Ovládací moment	4 Nm
	0,44	m3/s					
(12) Filtr		s	Snímatelné 'Dveře (Levé)				
Údaje o filtru			Údaje o proudění			Vyložení filtrů	
Typ	Krátký kapsový		Průtok	1581	m3/h	592x592	
	filtr nacíkavací			0,439	m3/s		
Třída filtrace	G4		Poč./ Max. tl. ztr.	17/250	Pa		
Čelní plocha	0,35	m2	Vyp. tlak. ztráta	134	Pa		
Délka filtru	360	mm					

Příslušenství - 1x Průchodky pro tlaková čidla (pár)

(13) Tlumič hluku								
Šířka kulis	205	mm	Provedení	Standard		Rychlost vzduchu		3,4 m/s
Délka kulis	530	mm	Počet kulis	2		Tlaková ztráta		4 Pa
Hladina ak. výkonu	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Útlum hluku	2	5	10	13	16	12	11	11

Transportní sekce 2 Délka: 930 mm

(14) Zpětné získávání tepla						
Údaje o ZZT			Údaje o proudění (Zima)			
Typ	Deskový výměník		Průtok	1581	m3/h	
	Model R			0,439	m3/s	
	obtok (4Nm)		Vstup vzduchu	-12/81	°C/%r.H.	
Materiál	AL		Výstup vzduchu	6/19	°C/%r.H.	
Rychlost na vým.	1,9	m/s	Celkový výkon	9	kW	
Rozteč lamel	4.4	mm	Účinnost	55	%	
			Tlaková ztráta	73	Pa	
Údaje o proudění (Léto)						
			Průtok	1581	m3/h	
				0,439	m3/s	
			Vstup vzduchu	32/33	°C/%r.H.	
			Výstup vzduchu	28/40	°C/%r.H.	
			Celkový výkon	2	kW	
			Účinnost	47	%	
			Tlaková ztráta	73	Pa	

Transportní sekce 5 Délka: 1860 mm

(15) Přívodní ventilátor			s								Snímatelné 'Dveře (Pravé)									
Údaje o ventilátoru											Údaje o motoru									
Velikost			D 315 P Standard								Výkon				1.1 @					
Lopatky			Plug Fan												OP 0,4 kW					
Izolátory			Pryž								Napětí				230/400V-3ph-50Hz					
Otáčky OP./max.			2153/2930 ot/min								Krytí				IP55 - Termistory					
Účinnost			70 %												(A11)					
Příkon			0,39 kW								Prov./Max. Frekv.				37/51 Hz					
											Otáčky				2880 ot/min					
											Jmenovitý proud				2.24 @					
															OP 1,35 A					
											Kód motoru				80.2.B3.1,1kW.S.S					
Údaje o proudění																				
Průtok			1581 m3/h																	
			0,439 m3/s																	
Celk. tlak. ztráta			219 Pa																	
Externí tlak			399 Pa																	
Dynamický tlak			12 Pa																	
Celkový tlak			630 Pa																	
Hladina ak. výkonu			63 Hz		125 Hz		250 Hz		500 Hz		1 kHz		2 kHz		4 kHz		8 kHz		dB(A)	

Lw opláštění	30	41	46	46	43	43	35	27	51
Lp*	13	24	29	29	26	26	18	10	34
Lw Čerstvý vzduch	38,5	48	51	53	50	51	47	40	58
Lw Přívodní vzduch	42	51	56	58	57	61	57	49	65
*hladina akustického tlaku vypočtená ve vzdálenosti 2 m (pro volné pole)									

Příslušenství

- 1x Okno
- 1x F.M. sam. 1,5kW 3x400V (IP54) s LCP panelem (ID Basic drive - 912028)

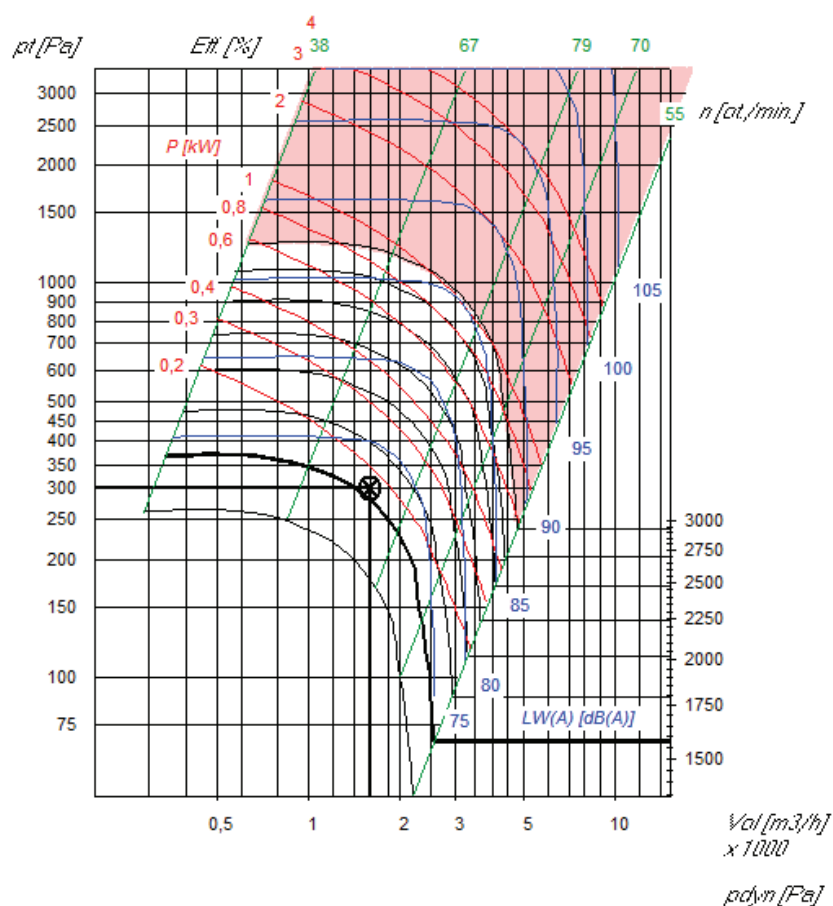
(16) Tlumič hluk

Šířka kulis	205	mm	Provedení		Standard		Rychlost vzduchu		3,4 m/s
Délka kulis	840	mm	Počet kulis		2		Tlaková ztráta		
<i>Hladina ak. výkonu</i>	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	
Útlum hluku	3	8	15	19	19	12	12	13	

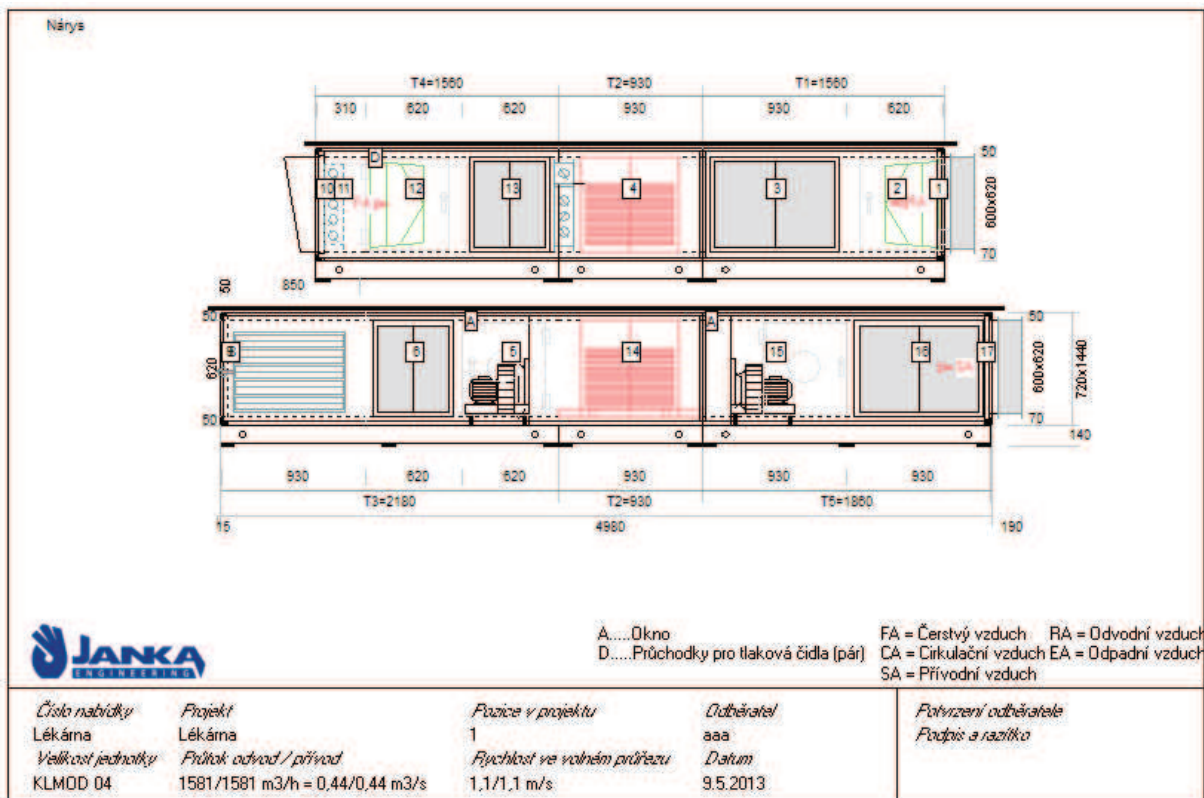
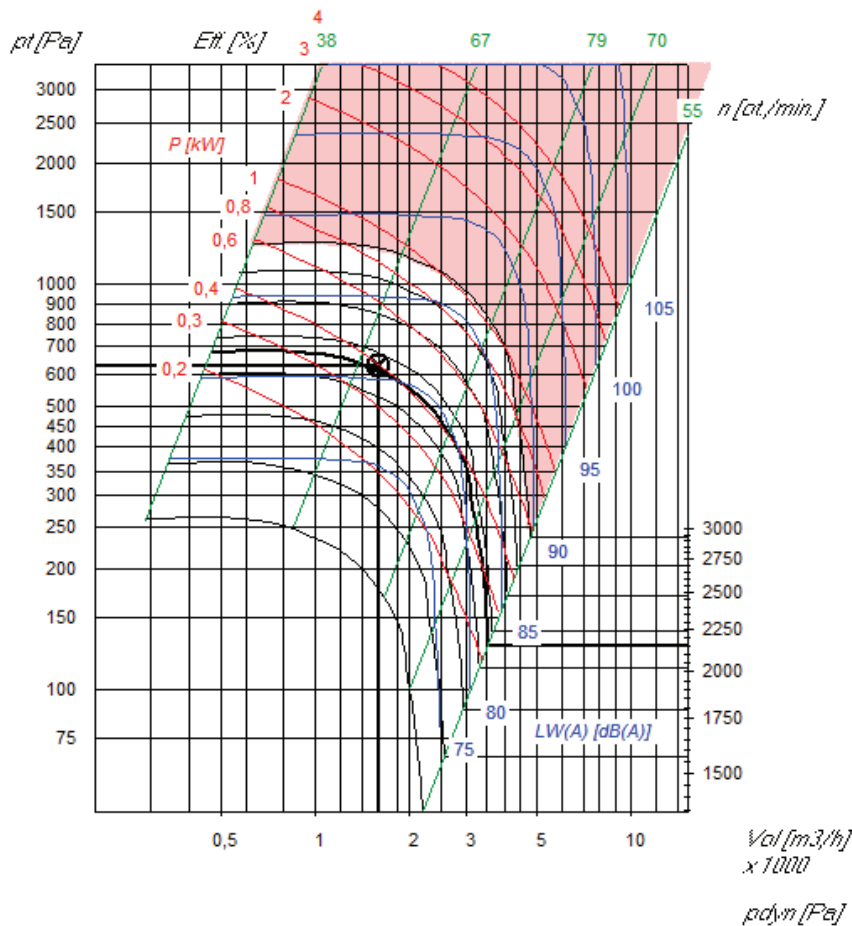
(17) Výstup vzduchu

Přívodní vzduch	Čelní připojení celoplošné	620 x 600 mm
Max. průtok	1581	m ³ /h
	0,44	m ³ /s

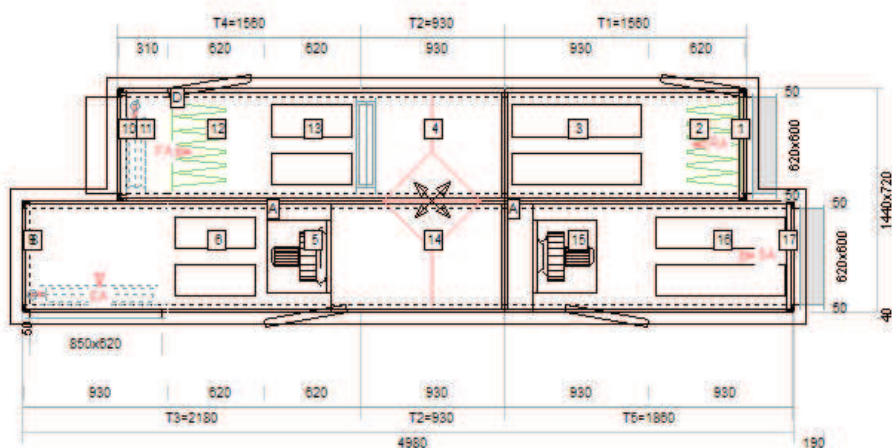
Odvodní ventilátor D 315 P Standard



Přívodní ventilátor D 315 P Standard



Přidání



A.....Okno
D.....Průchodky pro tlaková čidla (pár)

FA = Čerstvý vzduch RA = Odvodní vzduch
CA = Cirkulační vzduch EA = Odpadní vzduch
SA = Přívodní vzduch

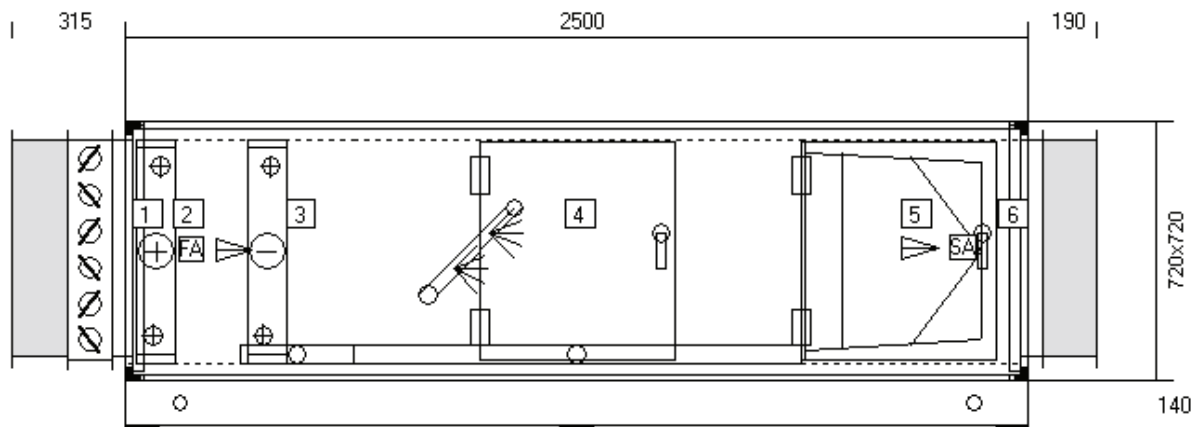
Číslo nabídky	Projekt	Pozice v projektu	Odběratel	Potvrzení odběratele
Lékárna	Lékárna	1	aaa	Podpis a razítko
Velikost jednotky	Přítok odvod / přívod	Rychlost ve volném průřezu	Datum	
KLMD 04	1581/1581 m ³ /h = 0,44/0,44 m ³ /s	1,1/1,1 m/s	9.5.2013	

Zařízení č. 2

Technické údaje

Velikost jednotky	KLMOD 04	Opláštění	
Průtok na přívodu	778 m ³ /h	Tloušťka panelu	0,6mm ext./0,6mm
	0,22 m ³ /s	Vnitřní	Pozink
Externí tlak	0 Pa	Vnější	Lakovaný
Rychlost ve volném průřezu	0,6 m/s	Kostra	Hliník
Typ jednotky	Venkovní - Hygienické p.	Izolace	PUR pěna / 50 mm
Nadmořská výška	0 m		

Tmelení



Nárys

Jednotka s rámem a střechou

Celková hmotnost: 70 kg

Transportní sekce 1 Délka: 2480 mm

(1) Vstup vzduchu									
Čerstvý vzduch	Čelní klapka celoplošná vnější	600 x 610 mm							
Max. průtok	778	m ³ /h	Tlaková ztráta	0	Pa	Ovládací moment	4	Nm	
	0,22	m ³ /s							
Příslušenství - 1x Manžeta 620x600mm									
(2) Ohřivač									
(450941) Připojení Pravé									
Údaje o výměníku			Údaje o proudění			Údaje o médiu			
Typ	Výměník	"A"	Průtok	778	m ³ /h	Typ	Voda		
Materiál	Cu/Al		0,216	m ³ /s	Glykol	0	%		
Rychlost na vým.	0,8	m/s	Vstup vzduchu	6/19	°C/%r.H.	Vstup/výstup	90/70	°C	
Řad/okruhů	1/11		Výstup vzduchu	27,8/5	°C/%r.H.	Průtok	246	kg/h	
Rozteč lamel	2,12	mm	Bezpečnostní koef.	42	%	Tlaková ztráta	0,5	kPa	
Připojení	DN15	Zvenku	Celkový výkon	5,7	kW				
			Tlaková ztráta	3	Pa				
(3) Chladič									
(450947) Připojení Pravé									
Údaje o výměníku			Údaje o proudění			Údaje o médiu			
Typ	Výměník	"G"	Průtok	778	m ³ /h	Typ	Voda		
Materiál	Cu/Al		0,216	m ³ /s	Glykol	0	%		
Rychlost na vým.	0,8	m/s	Vstup vzduchu	28/40	°C/%r.H.	Vstup/výstup	5/13	°C	
Řad/okruhů	6/13		Výstup vzduchu	11,5/98	°C/%r.H.	Průtok	540	kg/h	
Rozteč lamel	2,54	mm	Bezpečnostní koef.	0	%	Tlaková ztráta	1	kPa	
Připojení	DN32	Zvenku	Celkový výkon	5	kW				
			Citelný výkon	4,5	kW				
			Kondenzace	1,3	l/h				
			Tlaková ztráta	18	Pa				
Příslušenství - 1x Vana Al									
- 1x Sifon									
(4) Zvlhčovač									
s			Snímatelné 'Dveře (Pravé)			Připojení Pravé			
Údaje o vlhčení			Zahnuje parní a kondenzátní potrubí pro připojení vyvíječe do vzdálenosti 3m.			Údaje o médiu			
			Údaje o proudění						

Typ	Parní Carel UE005XL001 & 1x DP060D30R0	Průtok	778 0,216	m3/h m3/s	Průtok	5 kg/h
Připojení	Modulační 3/4 "	Vstup vzduchu	27,8/5	°C/%r.H.	Výstup vzduchu	27,8/27
		Tlaková ztráta	0	Pa		

Příslušenství
- 1x Vana Al
- 1x Sifon

(5) Filtr

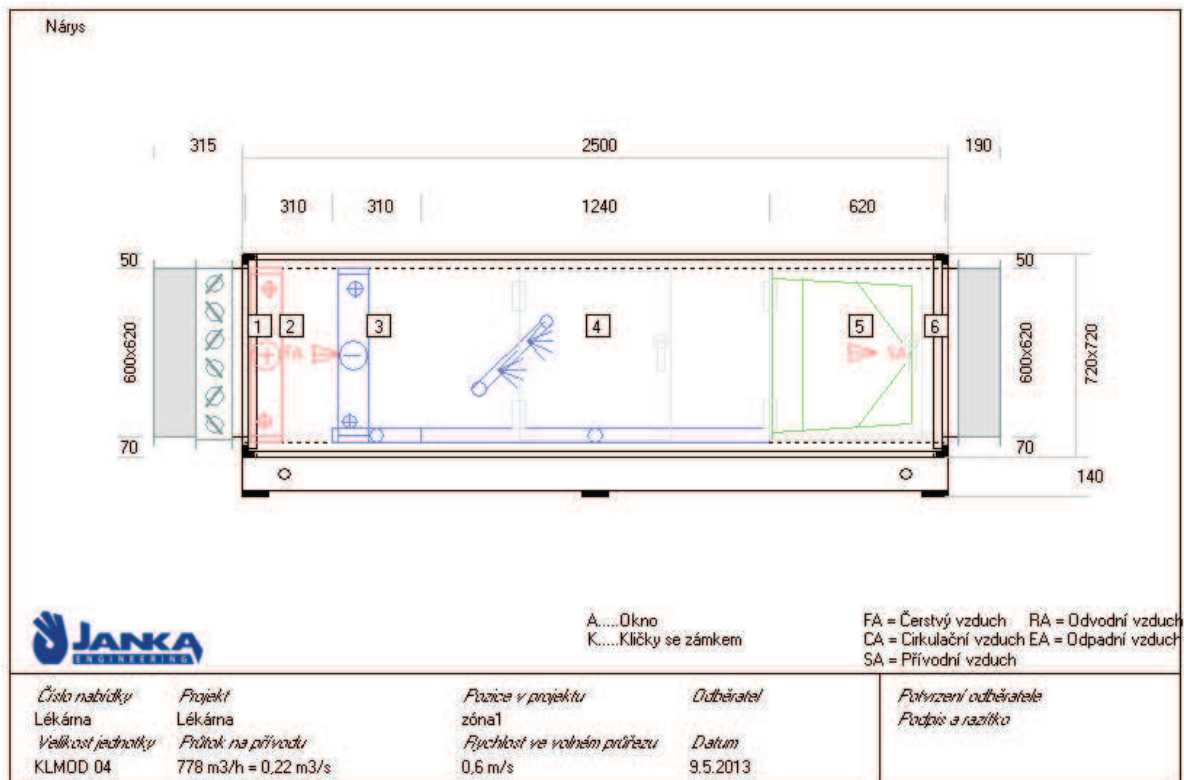
Údaje o filtru						
Typ	Dlouhý kapsový filtr navrhávací		Průtok	778 0,216	m3/h m3/s	Vyložení filtrů 592x592
Třída filtrace	F7		Poč./ Max. tl. ztr.	38/450	Pa	
Čelní plocha	0,35	m2	Vyp. tlak. ztráta	244	Pa	
Délka filtru	700	mm				

(6) Výstup vzduchu

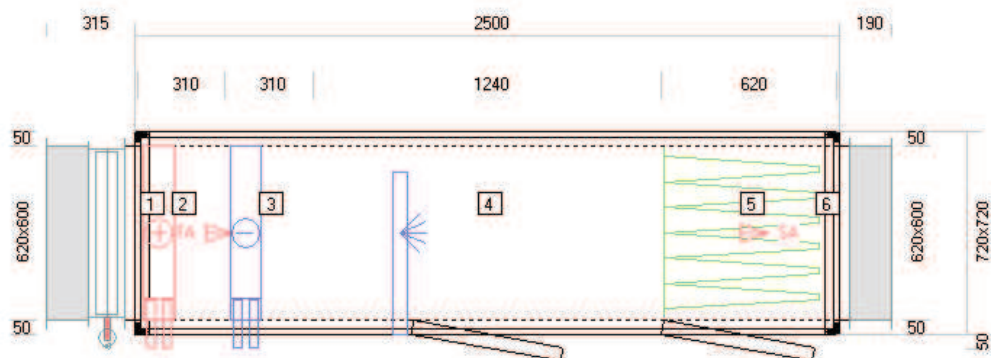
Přívodní vzduch Čelní připojení celoplošné 620 x 600 mm

Max. průtok 778 m3/h
0,22 m3/s

Příslušenství - 1x Manžeta 620x600mm



Půdorys



A.....Okno
K.....Klíčky se zámkem

FA = Čerstvý vzduch RA = Odvodní vzduch
CA = Cirkulační vzduch EA = Odpadní vzduch
SA = Přívodní vzduch

Číslo nabídky

Projekt

Poloha v projektu

Odběratel

Poloha odběratele

Lékárna

Lékárna

zóna1

Datum

Podpis a razítko

Velikost jednotky

Přítok na přívodu

Rychlost ve volném průřezu

KLMOD 04

778 m³/h = 0,22 m³/s

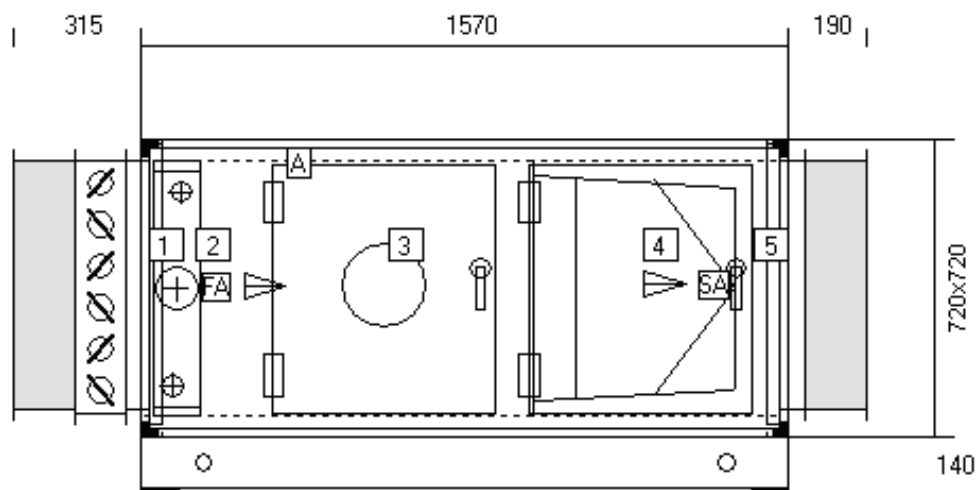
0,6 m/s

9.5.2013

Zařízení č.3

Technické údaje

Velikost jednotky	KLMOD 04	Opláštění	
Průtok na přívodu	803 m3/h	Tloušťka panelu	0,6mm ext./0,6mm
	0,22 m3/s	Vnitřní	Pozink
Externí tlak	0 Pa	Vnější	Pozink
Rychlost ve volném průřezu	0,6 m/s	Kostra	Hliník
Typ jednotky	Vnitřní - Hygienické p.	Izolace	PUR pěna / 50 mm
Nadmožská výška	0 m		
Tmelení			



Nárys

Jednotka s rámem

Celková hmotnost: 32 kg

Transportní sekce 1 Délka: 1550 mm

(1) Vstup vzduchu							
Čerstvý vzduch	Čelní klapka celoplošná vnější 600 x 610 mm						
Max. průtok	803	m3/h	Tlaková ztráta	0	Pa	Ovládací moment	4 Nm
	0,22	m3/s					

Příslušenství - 1x Manžeta 620x600mm

(2) Ohřivač (450941)			Připojení Pravé					
Údaje o výměníku			Údaje o proudění			Údaje o médiu		
Typ	Výměník	"A"	Průtok	803	m3/h	Typ	Voda	
Materiál	Cu/Al		0,223	m3/s	Glykol	0	%	
Rychlost na vým.	0,8	m/s	Vstup vzduchu	6/19	°C/%r.H.	Vstup/výstup	90/70	°C
Řad/okruhů	1/11		Výstup vzduchu	27,8/5	°C/%r.H.	Průtok	252	kg/h
Rozteč lamel	2,12	mm	Bezpečnostní koef.	39	%	Tlaková ztráta	0,6	kPa
Připojení	DN15	Zvenku	Celkový výkon	5,9	kW			
			Tlaková ztráta	3	Pa			

(3) Volná komora 620mm s Snímatelné 'Dveře (Pravé)

Příslušenství - 1x Okno

(4) Filtr							
s Snímatelné 'Dveře (Pravé)							
Údaje o filtru				Údaje o proudění		Vyložení filtrů	
Typ	Dlouhý kapsový filtr nacvakávací			Průtok	803	m3/h	592x592
Třída filtrace	F7				0,223	m3/s	
Čelní plocha	0,35	m2		Poč./ Max. tl. ztr.	38/450	Pa	
Délka filtru	700	mm		Vyp. tlak. ztráta	244	Pa	

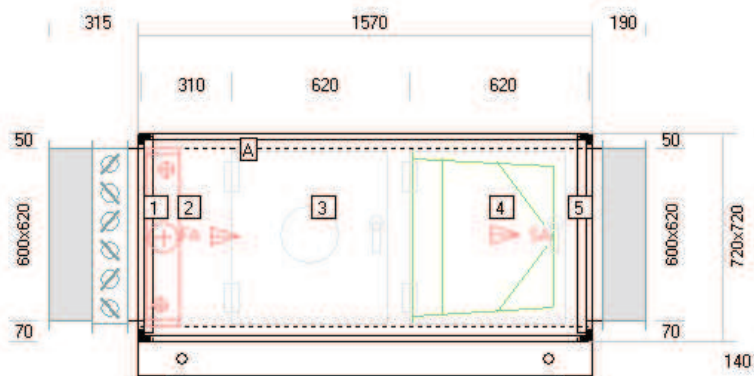
(5) Výstup vzduchu

Přívodní vzduch Čelní připojení celoplošné 620 x 600 mm

Max. průtok 803 m3/h
0,22 m3/s

Příslušenství - 1x Manžeta 620x600mm

Nárys

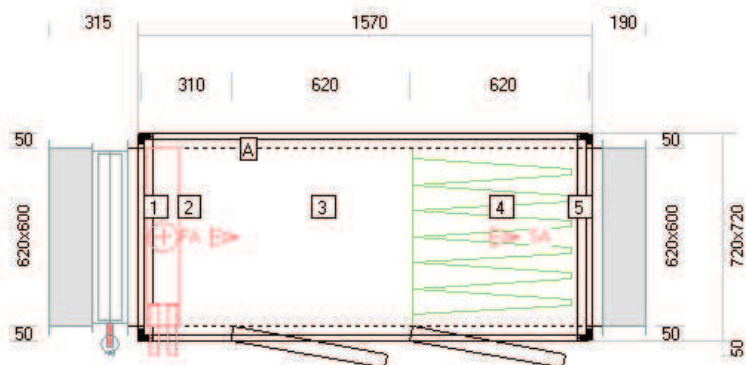


A.....Okno
K.....Klíčky se zámkem

FA = Čerstvý vzduch RA = Odvodní vzduch
CA = Cirkulační vzduch EA = Odpadní vzduch
SA = Přívodní vzduch

Číslo nabídky	Projekt	Poloha v projektu	Odběratel	Poloha odběratele
Lékárna	Lékárna	zóna2		Podpis a razítka
Velikost jednotky	Průtok na přívodu	Rychlost ve volném průřezu	Datum	
KLMOD 04	803 m ³ /h = 0,22 m ³ /s	0,6 m/s	9.5.2013	

Půdorys

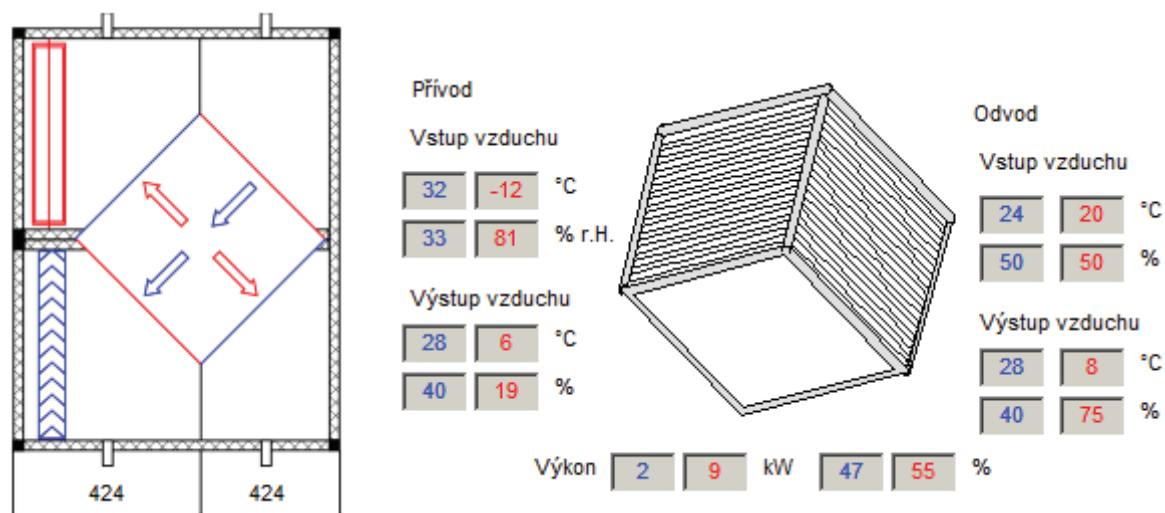


A.....Okno
K.....Klíčky se zámkem

FA = Čerstvý vzduch RA = Odvodní vzduch
CA = Cirkulační vzduch EA = Odpadní vzduch
SA = Přívodní vzduch

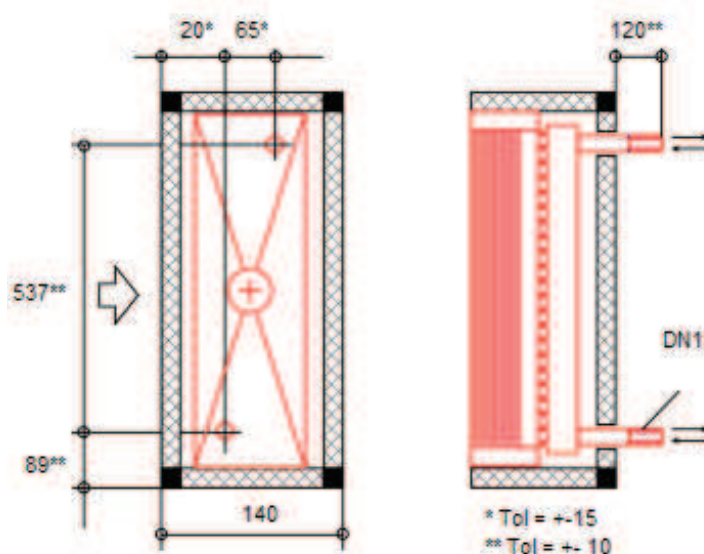
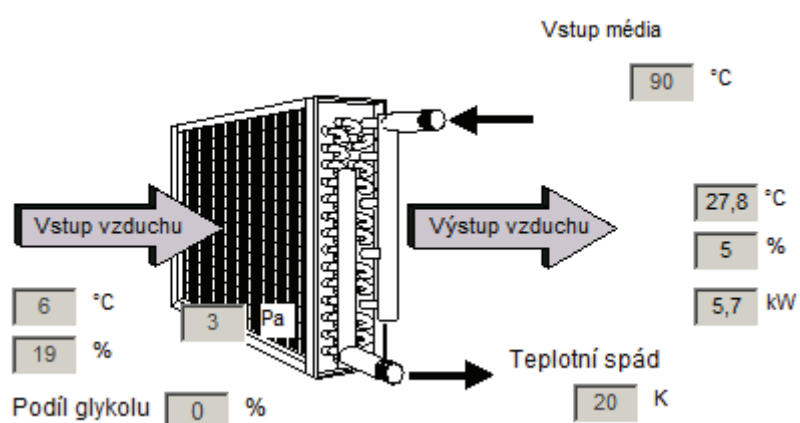
Číslo nabídky	Projekt	Poloha v projektu	Odběratel	Poloha odběratele
Lékárna	Lékárna	zóna2		Podpis a razítka
Velikost jednotky	Průtok na přívodu	Rychlost ve volném průřezu	Datum	
KLMOD 04	803 m ³ /h = 0,22 m ³ /s	0,6 m/s	9.5.2013	

Zpětné získávání tepla

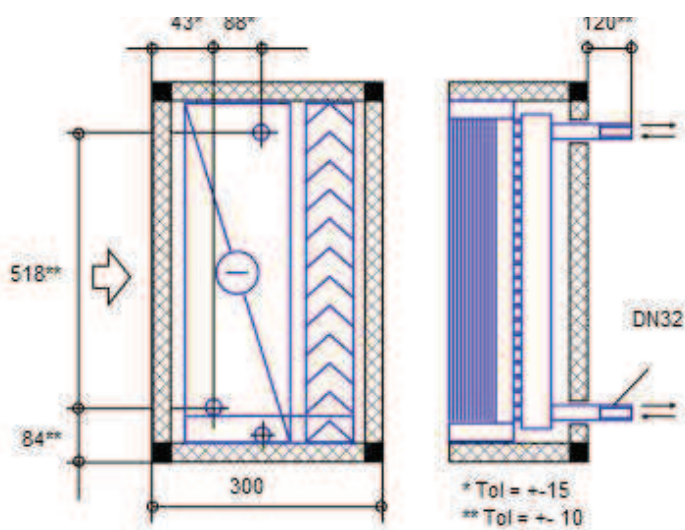
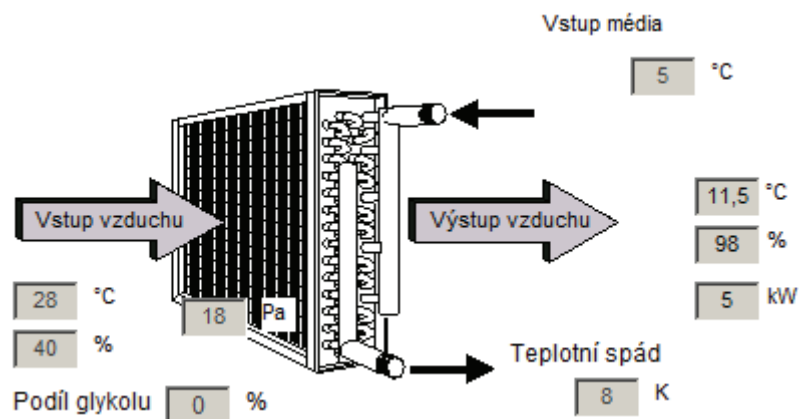


Ohřívač a chladič pro klimatizaci

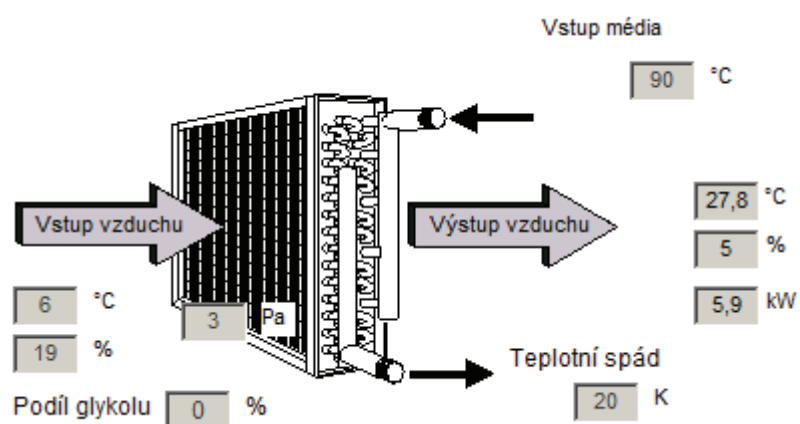
Ohřívač

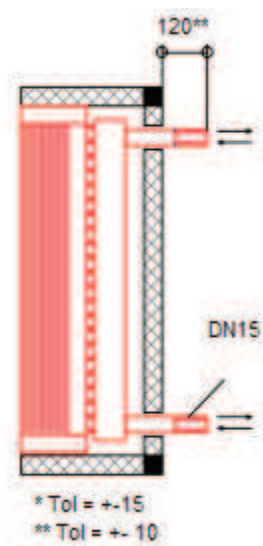
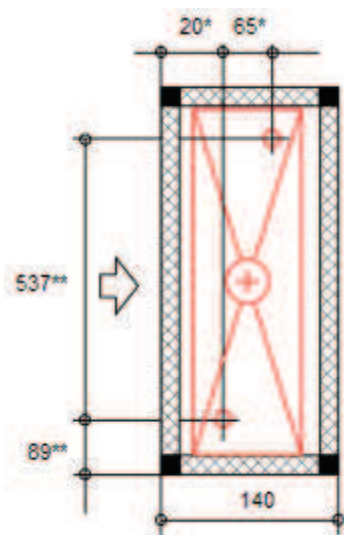


Chladič



Ohřívač pro teplovzdušné větrání





Příloha D

D.1 – Rozpis použitých materiálů pro klimatizaci - přívod

Pozice	Popis	Počet kusů
1.01	Vířivé vyústky firmy Mandík, typ: VVM 400 C/V/P/16/R TPM001/96	4
1.02	Flexihadice $\varnothing$ 200 mm; l = 400 mm	1
1.03	Přechod 140 x 100 mm - $\varnothing$ 200 mm; l = 250 mm	3
1.04	Oblouk 90°; R = 150; 140 x 100 mm	3
1.05	Přímá trouba 140 x 100 mm; l = 1400 mm	1
1.06	Rozbočka nesymetrická 140 x 100 – 140 x 100 – 200 x 140 mm	1
1.07	Rozbočka nesymetrická 125 x 100 – 200 x 140 – 225 x 160 mm	1
1.08	Flexihadice $\varnothing$ 200 mm; l = 800 mm	1
1.09	Přechod 125 x 100 mm - $\varnothing$ 200 mm; l = 250 mm	1
1.10	Přímá trouba 125 x 100 mm; l = 1100 mm	1
1.11	Odskok 125x 100 mm; l = 300 mm; e = 150 mm	2
1.12	Přímá trouba 125 x 100 mm; l = 500 mm	1
1.13	Přímá trouba 225 x 160 mm; l = 500 mm	1
1.14	Rozbočka nesymetrická 140 x 110 – 225 x 160 – 250 x 180 mm	1
1.15	Přímá trouba 140 x 100 mm; l = 500 mm	1
1.16	Přímá trouba 140 x 100 mm; l = 2200 mm	1
1.17	Oblouk 90°; R = 150; 250 x 180 mm	2
1.18	Přímá trouba 250 x 180 mm; l = 200 mm	1
1.19	Požární klapka PKI-S-EI 90S 250 x 180 mm DV1-2 S BKS1 PR	1
1.20	Přímá trouba 250 x 180 mm; l = 245 mm	1
1.21	Přechod nesymetrický 250 x 180 mm – 600 x 620 mm; l = 540 mm	1

D.2 – Rozpis použitých materiálů pro teplovzdušné větrání – přívod

Pozice	Popis	Počet kusů
2.01	Vířivé vyústky firmy Mandík, typ: VVM 300 C/V/P/8/R TPM001/96	5
2.02	Flexihadice ø 160 mm; l = 500 mm	1
2.03	Přechod 110 x 100 mm - ø 160 mm	3
2.04	Přímá trouba 110 x 100 mm; l = 2000 mm	1
2.05	Flexihadice ø 160 mm; l = 250 mm	4
2.06	Přechod 100 x 100 mm - ø 160 mm	2
2.07	Oblouk 90°; R = 150; 100 x 100 mm	1
2.08	Rozbočka nesymetrická 110 x 110 – 100 x 100 – 160 x 110 mm	1
2.09	Přímá trouba 160 x 110 mm; l = 3000 mm	2
2.10	Přímá trouba 160 x 110 mm; l = 500 mm	2
2.11	Oblouk 90°; R = 150; 160 x 110 mm	1
2.12	Rozbočka nesymetrická 110 x 110 – 160 x 110 – 200 x 140 mm	1
2.13	Přímá trouba 200 x 140 mm; l = 1100 mm	1
2.14	Rozbočka nesymetrická 100 x 100 – 200 x 140 – 200 x 160 mm	1
2.15	Přímá trouba 100 x 100 mm; l = 800 mm	1
2.16	Přímá trouba 200 x 160 mm; l = 1500 mm	1
2.17	Rozbočka nesymetrická 160 x 110 – 200 x 160 – 200 x 180 mm	1
2.18	Přechod 160 x 110 mm - ø 200 mm	1
2.19	Flexihadice ø 200 mm; l = 250 mm	1
2.20	Vířivé vyústky firmy Mandík, typ: VVM 400 C/V/P/16/R TPM001/96	1
2.21	Přímá trouba 200 x 180 mm; l = 800 mm	1
2.22	Požární klapka PKTM III – C 200 x 180/375 mm .40 TPM 075/09	1
2.23	Oblouk 90°; R = 150; 225 x 180 mm	2
2.24	Přímá trouba 225 x 180 mm; l = 330 mm	1
2.25	Rozbočka nesymetrická 225 x 180 – 250 x 180 – 110 x 100 mm	1
2.26	Flexihadice ø 160 mm; l = 550 mm	1
2.27	Přímá trouba 250 x 180 mm; l = 800 mm	1
2.28	Oblouk 90°; R = 150; 250 x 180 mm	1
2.29	Přímá trouba 250 x 180 mm; l = 1840 mm	1
2.30	Oblouk nesymetrický 90°; R = 150; 250 x 180 na 620 x 500 mm	1
2.31	Přechod nesymetrický 620 x 500 mm – 600 x 620 mm; l = 300 mm	1
2.32	Oblouk 90°; R = 150; 620 x 600 mm	6
2.33	Přímá trouba 250 x 180 mm; l = 2500 mm	1
2.34	Požární klapka PKI-S-EI 90S 620 x 600 mm DV1-2 S BKS1 PR	1
2.35	Přímá trouba 250 x 180 mm; l = 280 mm	1
2.36	Přímá trouba 250 x 180 mm; l = 3250 mm	1
2.37	Přímá trouba 250 x 180 mm; l = 1170 mm	1
2.38	Přímá trouba 250 x 180 mm; l = 600 mm	1
2.39	Rozbočka symetrická 620 x 600 mm	1

D.3 – Rozpis použitých materiálů pro odvod

Pozice	Popis	Počet kusů
3.01	Vířivé vyústky firmy Mandík, typ: VVM 400 C/V/O/16/R TPM001/96	5
3.02	Flexihadice ø 200 mm; l = 280 mm	3
3.03	Přechod 180 x 100 mm - ø 200 mm; l = 250 mm	1
3.04	Oblouk 90°; R = 150; 180 x 100 mm	1
3.05	Přímá trouba 180 x 100 mm; l = 1600 mm	1
3.06	Rozbočka nesymetrická 125 x 100 – 180 x 100 – 250 x 200 mm	1
3.07	Přechod 125 x 100 mm - ø 200 mm; l = 250 mm	1
3.08	Přímá trouba 250 x 200 mm; l = 250 mm	2
3.09	Oblouk 90°; R = 150; 250 x 200 mm	1
3.10	Rozbočka nesymetrická 200 x 160 – 250 x 200 – 355 x 225 mm	1
3.11	Flexihadice ø 200 mm; l = 750 mm	1
3.12	Přechod 160 x 110 mm - ø 200 mm; l = 250 mm	1
3.13	Přímá trouba 160 x 110 mm; l = 1600 mm	1
3.14	Vířivé vyústky firmy Mandík, typ: VVM 300 C/V/O/8/R TPM001/96	5
3.15	Flexihadice ø 160 mm; l = 450 mm	2
3.16	Redukční clonka SPI 160	2
3.17	Přechod 100 x 100 mm - ø 160 mm; l = 250 mm	3
3.18	Přímá trouba 100 x 100 mm; l = 250 mm	1
3.19	Přímá trouba 180 x 140 mm; l = 2600 mm	1
3.20	Rozbočka nesymetrická 125 x 100 – 180 x 140 – 200 x 160 mm	1
3.21	Přímá trouba 125 x 100 mm; l = 500 mm	1
3.22	Přechod 125 x 100 mm - ø 160 mm; l = 250 mm	1
3.23	Flexihadice ø 160 mm; l = 550 mm	1
3.24	Přímá trouba 200 x 160 mm; l = 1600 mm	1
3.25	Přímá trouba 355 x 225 mm; l = 1940 mm	1
3.26	Flexihadice ø 200 mm; l = 550 mm	1
3.27	Přechod 180 x 125 mm - ø 200 mm; l = 250 mm	2
3.28	Oblouk 90°; R = 150; 180 x 125 mm	1
3.29	Přímá trouba 180 x 125 mm; l = 1100 mm	1
3.30	Odskok 180 x 125 mm; l = 300 mm; e = 150 mm	2
3.31	Přímá trouba 180 x 125 mm; l = 500 mm	1
3.32	Rozbočka nesymetrická 355 x 225 – 180 x 125 – 355 x 280 mm	1
3.33	Přímá trouba 355 x 280 mm; l = 980 mm	1
3.34	Oblouk 90°; R = 150; 355 x 280 mm	1
3.35	Přechod nesymetrický 355 x 280 mm – 315 x 450 mm; l = 375 mm	1
3.36	Rozbočka symetrická 315 x 450 mm	1
3.37	Přechod nesymetrický 250 x 200 mm – 315 x 450 mm; l = 100 mm	1
3.38	Flexihadice ø 160 mm; l = 330 mm	1
3.39	Požární klapka PKTM III – C 100 x 100/375 mm .40 TPM 075/09	1

D.3 – Rozpis použitých materiálů pro odvod (pokračování)

Pozice	Popis	Počet kusů
3.40	Rozbočka nesymetrická 100 x 100 – 250 x 200 – 225 x 200 mm	1
3.41	Přímá trouba 225 x 200 mm; l = 200 mm	1
3.42	Oblouk 90°; R = 150; 225 x 200 mm	1
3.43	Přímá trouba 225 x 200 mm; l = 350 mm	1
3.44	Rozbočka nesymetrická 180 x 125 – 225 x 200 – 225 x 200 mm	1
3.45	Přímá trouba 225 x 180 mm; l = 500 mm	1
3.46	Odskok 225 x 180 mm; l = 300 mm; e = 150 mm	1
3.47	Přímá trouba 225 x 180 mm; l = 400 mm	1
3.48	Rozbočka nesymetrická 100 x 100 – 225 x 180 – 140 x 100 mm	1
3.49	Přímá trouba 140 x 100 mm; l = 250 mm	1
3.50	Odskok 140 x 100 mm; l = 300 mm; e = 150 mm	1
3.51	Přímá trouba 140 x 100 mm; l = 1000 mm	1
3.52	Oblouk 90°; R = 150; 140 x 100 mm	1
3.53	Přechod 140 x 100 mm - ø 160 mm; l = 250 mm	1
3.54	Flexihadice ø 160 mm; l = 260 mm	1
3.55	Přímá trouba 450 x 315 mm; l = 200 mm	1
3.56	Požární klapka PKI-S-EI 90S 450 x 315 mm DV1-2 S BKS1 PR	1
3.57	Přímá trouba 450 x 315 mm; l = 200 mm	1
3.58	Oblouk 90°; R = 150; 450 x 315 mm	1
3.59	Přímá trouba 450 x 315 mm; l = 1800 mm	1
3.60	Přechod nesymetrický 450 x 315 mm – 600 x 620 mm; l = 1180 mm	1