

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**Modernizace vzduchotechnického systému
supermarketu**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Tomáš Knapp

Vedoucí bakalářské práce : Ing. Zuzana Veverková Ph.D.

2017/2018



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Knapp</u>	Jméno: <u>Tomáš</u>	Osobní číslo: <u>438131</u>
Zadávací katedra: <u>125 - TZB</u>		
Studijní program: <u>(B3651) Stavební inženýrství</u>		
Studijní obor: <u>(3608R008) Konstrukce pozemních staveb</u>		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: <u>Modernizace vzduchotechnického systému supermarketu</u>	
Název bakalářské práce anglicky: <u>Modernization of supermarket ventilation system</u>	
Pokyny pro vypracování: Studie problematiky větrání supermarketu - kvalita vnitřního prostředí, požadavky, zákony, normy - analýza stávajícího stavu vzduchotechnického systému řešeného objektu - návrh opatření modernizace vzduchotechnického systému - technické řešení, vyhodnocení - výběr nejvhodnější varianty Zpracování projektové dokumentace vybrané varianty	
Seznam doporučené literatury: Gebauer, G. - Vzduchotechnika budov Gebauer, G., Horká, O., Rubínová, O. - Vzduchotechnika, Era, ISBN: 80-7366-027-X, 2005 ČSN EN 13779 Větrání nebytových budov	
Jméno vedoucího bakalářské práce: <u>Ing. Zuzana Veverková, Ph.D.</u>	
Datum zadání bakalářské práce: <u>21.02.2018</u>	Termín odevzdání bakalářské práce: <u>28.5.2018</u> <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

<u>28.2.2018</u>	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

PROHLÁŠENÍ

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

V Praze, 13. května 2018

Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych touto cestou poděkoval především vedoucí bakalářské práce Ing. Zuzaně Veverkové Ph.D. a to nejen za trpělivost a obrovskou ochotu, kterou prokázala při vedení mé bakalářské práce, ale také za individuální a především lidský přístup. Dále patří moje poděkování mé rodině a blízkým, kteří mě během mého studia podporovali.

Obsah

PROHLÁŠENÍ.....	3
PODĚKOVÁNÍ.....	4
Abstrakt.....	7
Abstract.....	8
1. Úvod.....	9
2. Popis objektu.....	10
2.1 Historie.....	10
2.2 Stávající stav.....	11
2.3 Zhodnocení stavu.....	12
2.4 Modernizace.....	12
3. Základní výpočtové údaje.....	15
3.1 Vnější výpočtové údaje.....	15
3.2 Tepelně technické vlastnosti budovy.....	15
3.3 Požadavky na vnitřní prostředí.....	16
3.4 Předpokládané provozní doby.....	17
3.5 Požadavky na provoz klimatizace.....	17
3.6 Dimenzování zařízení z hlediska výměny vzduchu.....	17
3.7 Maximální hodnoty hladin hluku.....	18
3.8 Osvětlení prostoru.....	18
4. Návrh zařízení na větrání a klimatizace prodejní plochy.....	19
4.1 Potřeba minimálního množství vzduchu na osoby.....	19
4.2 Potřebné množství výměny vzduchu.....	19
4.3 Výpočet pro letní období.....	20
4.4 Výpočet pro zimní období.....	22
4.5 Výpočet množství vzduchu z letního stavu.....	25

4.6	Zimní provoz	27
5	Specifikace navržených komponentů	28
5.1	Vzduchotechnická jednotka	28
5.2	Zaregulování potrubní sítě	29
5.3	Koncové elementy	29
5.4	Použití tlumičů hluku	31
6.	Provoz zařízení	32
6.1	Výpočet výkonu ohřívače	32
6.2	Roční spotřeba tepla	32
6.3	Roční náklady na vytápění	33
6.4	Výpočet výkonu chladiče	34
6.5	Roční spotřeba chladu	34
6.6	Roční náklady na chlazení	35
6.7	Úspora oproti staré jednotce za vytápění a chlazení	37
	Roční náklady zaneseny v grafu	38
7.	Závěr	38
8.	Zdroje	39
9.	Přílohy:	41

Abstrakt

Anotace

Bakalářská práce se zabývá zmodernizováním vzduchotechnického zařízení a porovnáním nákladů za provoz v obchodním domě na Americké ulici v Plzni. Seznamuje se stávajícím stavem v části supermarketu s popisem tohoto stavu, postupem návrhu nového řešení a ekonomického vyhodnocení současného a navrhovaného řešení ve stupni realizační dokumentace.

Jméno a příjmení autora:

Tomáš Knapp

Název práce:

Modernizace vzduchotechnického systému supermarketu

Typ práce:

Bakalářská práce

Pracoviště:

ČVUT Praha, Fakulta Stavební, Thákurova 7, 166 29, Praha 6, K125 Katedra Technických zařízení budov

Vedoucí práce:

Ing. Zuzana Veverková Ph.D.

Rok obhajoby:

2018

Klíčová slova

Vzduchotechnika, rekuperace, prodejna, vzduchotechnická jednotka, teplovzdušné vytápění, chlazení.

Jazyk:

Čeština

Abstract

Annotation

The bachelor thesis deals with the modernization of the air-conditioning equipment and the comparison of the costs of operation in the department store on Americká Street in Pilsen. He is familiar with the current state of the supermarket with a description of this situation, the process of designing a new solution and the economic evaluation of the current and proposed solution in the stage of implementation documentation.

Author's first name and surname:

Tomas Knapp

Title:

Modernization of supermarket ventilation system

Type of thesis:

Bachelor thesis

Department:

Czech Technical University in Prague, Faculty of Civil Engineering, Department of Microenvironmental and Building Services Engineering, Thákurova 7, 166 29 Prague 6

Supervisor:

Ing. Zuzana Veverková Ph.D.

The year of presentation:

2018

Keywords

Ventilation, recuperation, shop, air-conditioning unit, hot-air heating, cooling.

Language:

Czech

1. Úvod

Hlavním tématem této práce je porovnání dvou systémů větrání prodejních prostor supermarketu (stávajícího systému cca 25 let starého bez zpětného získávání tepla a nově navrženého dle současné legislativy a technických možností). Práce se zabývá zhodnocením stávajícího technického stavu, návrhem nového řešení, ale i ekonomickým vyhodnocením (úspory provozních nákladů a návratností investice). V novém řešení je obsažen výpočet tepelných ztrát, zisků v letním období, dimenzování výkonu vzduchotechnického zařízení s ohledem na tyto zisky/ztráty a na počet osob v dotčeném prostoru. Dále zvolení větrací jednotky s příslušnou vzduchovou kapacitou, složením a výkony s návaznými potrubními rozvody a distribučními prvky.

2. Popis objektu

2.1 Historie

Obchodní dům Americká

Jedná se obchodní dům z roku 1968. Je to jeden z prvních plnosortimentních obchodních domů v tehdejší Československu. Nachází se v blízkosti Plzeňského nádraží na Americké třídě. Nejprve nesl jméno Prior, následně po roce 1993 se prostřídalo více majitelů K-mart, Careffoure a až po posledního majitele od roku 1996 bylo Tesco. Hlavní konstrukci tvoří železobetonový skelet a na fasádu architekti zvolili plášť z eloxovaného hliníkového obkladu na takzvaných boletických sendvičových panelech. Od té doby bylo na objektu provedeno mnoho rekonstrukcí od pláště budovy po vzduchotechniku.

Poslední majitel (obchodní řetězec Tesco) se rozhodl, že k datu 16.10.2017 nebude provozovat svůj obchod, jelikož nechce investovat do budovy a následně objekt prodal. Dům je ve velice výhodné lokalitě z mnoha důvodů. Největším lákadlem je umístění stavby. Jelikož Americká třída je jedna z nejrušnějších ulic a také je přímo v centru města. Dalším zajímavým aspektem je, že pozemek bývalého Teska sousedí s pozemkem, kde stál jeden ze symbolů komunismu v Plzni a to Dům kultury Inwest, který byl roku 2012 zbořen a od té doby se vede mnoho sporů co s pozemkem dál. Investor chtěl vystavět velký komplex obchodního domu, ale jeho záměr byl zastaven referendem.

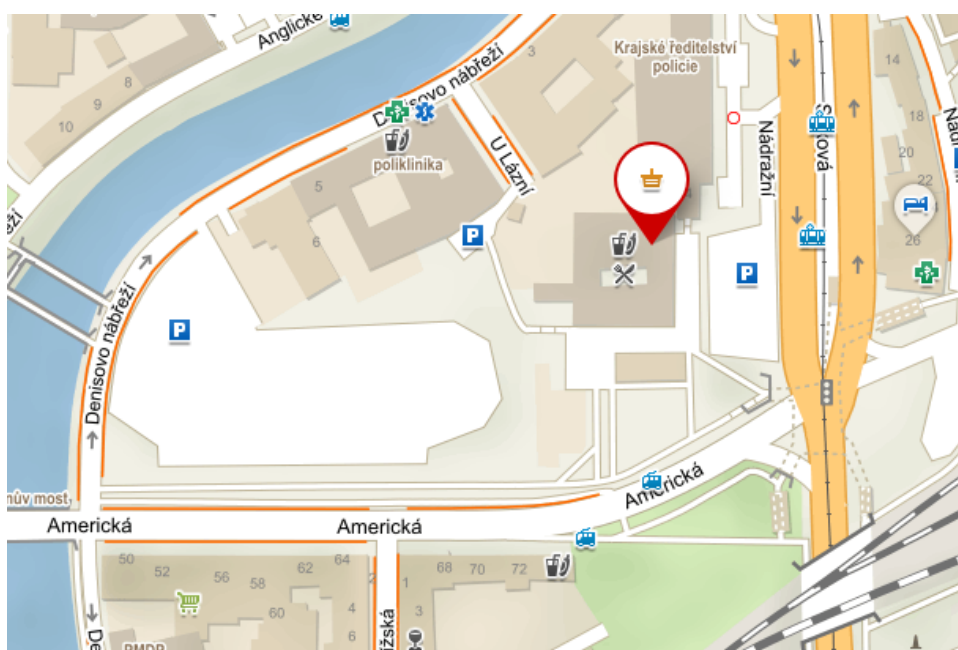
[1]

Po prodeji domu novým investorům, bylo rozhodnuto, že v budově bude nový řetězec supermarketů a s novým otevřením bude provedena celková rekonstrukce budovy. **A moje bakalářská práce se bude zabývat modernizací vzduchotechnického systému prodejny potravin v přízemí.**

Půdorysné rozměry budovy jsou 52,4m na 49m. Obchodní dům má 3 nadzemní a jedno podzemní podlaží, které je pod polovinou budovy. Podzemní podlaží bylo využíváno k prodeji kosmetiky až po zahradnické potřeby. V prvním nadzemním podlaží byla prodejna oblečení a posledním patře se prodávala elektronika. S touto koncepcí se dále počítá i nadále.



Obrázek 1.01 - Pohled na budovu. Autor: Ladislav Němec, MAFRA, 25. července 2017



Obrázek 1.02 - Poloha obchodního centra

2.2 Stávající stav

Prodejní prostor je teplovzdušně větrán a vytápěn s možností chlazení vzduchu v letním období. S touto koncepcí budu i já pracovat. Odvod i přívod vzduchu je každý řešen nezávisle (bez ZZT), přes odtahovou a přívodní jednotku, ve které je řešená úprava vzduchu.

Přívodní zařízení se skládá ze dvou přívodních sestavných jednotek - zařízení č. 2 a 3 (v sestavě komory: filtrační třídy M 4, ohřívací vodní, chladič vodní, filtrační F 7

a ventilátorové), tlumičů hluku a potrubního rozvodu. Jednotky nasávají z nasávací komory, částečně je vzduch cirkulován (ze zař. č. 4) a po úpravě na požadované parametry je vzduch veden do příslušných prostor a vyfukován přes koncové elementy.

K odvodu vzduch z prodejní plochy slouží radiální ventilátor RNH 800, který je napojen na potrubní rozvody s koncovými elementy. Část vzduchu je vracena (cirkulována) přes zařízení č.2. Poměr směšovacího vzduchu je pevně nastaven na 50%, zbývající odváděný vzduch je vyveden nad střechu objektu.

Viz: projektová dokumentace - výkres č.4 SCHÉMA – STÁVAJÍCÍ STAV, vzduchové výkony a příkony zařízení jsou v technické zprávě v tabulkách 1,2 a 3.

Přívod	Odvod
40000 m ³ /h	27300 m ³ /h

Tabulka 1.01 - Stávající zařízení množství přiváděného a odváděného vzduchu

2.3 Zhodnocení stavu

Stávající zařízení je v provozu přes 20 let, tzn. že je již značně opotřebované z hlediska technického stavu. Po stránce funkčnosti je hlavním nedostatkem absence zpětného získávání tepla ve strojní části. Funguje pouze s pevně nastaveným poměrem cirkulačního vzduchu a motory ventilátorů nemají možnost změn otáček. Tato strojní část již dnes nevyhovuje nařízení komise (EU) č. 1253/2014.

Potrubní část je pravděpodobně mírně zkorodovaná a zanesená prachem. Distribuční elementy jsou zašpiněné a některé vykazují vyšší hlučnost.

Stávající řešení je poplatné době vzniku a dnes by již nesplňovalo nejnovější standardy.

2.4 Modernizace

Celá budova prochází rekonstrukcí, proto v mém návrhu počítám s rekonstrukcí obvodového pláště a zasklení (v přízemí prodejního prostoru jsou dvě celé strany proskleny), které následně bude zmodernizováno na dnešní normové hodnoty. S těmito hodnotami budu následně počítat při výpočtu tepelných ztrát a zisků.

Možnosti modernizace jsou:

1. Výměna stávajícího zařízení za nové
2. Ponechání stávajícího s částečnou úpravou zařízení

1. Výměna stávajícího zařízení - Znamenalo by to demontovat staré zařízení s veškerými elementy a následně vymyslet nové řešení se započítáním nových parametrů obvodového pláště.

Výhody:

- a) po přepočítání tepelných ztrát a zisků (po zateplení objektu) je možno snížit průtok vzduchu
- b) nahrazení dvou jednotek, které měly pouze pevně danou cirkulaci na 50 %, jednotkou s plynule regulovatelnou cirkulací (na dané minimum přívodu čerstvého vzduchu) a se zpětným získáváním tepla pomocí rotačního výměníku
- c) z toho vyplývá nižší potřeba tepla nebo chladu, lepší ekonomičnost provozu, možno chladit v přechodném období chladnějším venkovním vzduchem a v zimě ze zbytku odváděného vzduchu pomocí ZZT uspoříme cca (70-85 %) tepla
- d) nižší příkon elektromotorů; navíc EC motory nebo motory řízené frekvenčními měniči – ekonomičtější provoz, zaregulování na potřebné otáčky bez maření energie (škrcením)
- e) řešení umožní snižovat průtok vzduchu dle návštěvnosti prodejny, uzavíráním některé vnitřní přívodní potrubní větve (regulátory průtoku)

Nevýhody:

- a) vyšší počáteční investice, jelikož musíme platit demontáž starého zařízení a následně pořídit nové zařízení s montáží
- b) větší časová náročnost na realizaci

2. Ponechání stávajícího zařízení - V tomto případě by se ponechalo stávající strojní zařízení. Provedli by se patřičné úpravy na potrubní síti a vyměnili opotřebované součástky na zařízeních.

Výhody:

- a) nižší počáteční investice, tzn. zaplacení projektu, úprava zařízení a potrubní sítě
- b) možnost rychlého uvedení do provozu

Nevýhody:

- a) výrazně dražší provoz, jelikož zařízení nevyužívá ZZT a plynulé řízení
- b) nejistá doba funkčnosti. Zařízení byla již dlouho v provozu a mohou se v následující době objevovat poruchy
- c) špatná regulovatelnost starého zařízení

Po zvážení všech kladů a záporů jsem se rozhodl pro možnost č. **1. výměna stávajícího zařízení.**

Toto řešení je zpracováno v projektové části mé bakalářské práce a závěrem je uvedeno ekonomické vyhodnocení (návratnost investice)

V příloze [P.1] přikládám výtah z nařízení komise EU o rekuperaci tepla s částmi, které se týkají obchodního domu – prodejna.

3. Základní výpočtové údaje

3.1 Vnější výpočtové údaje

Výpočtové teploty venkovního vzduchu a hodnoty relativní vlhkosti pro návrh klimatizačních a větracích zařízení jsou pro tento projekt předpokládány následující:

Parametry	Chladné období	Teplé období
Teplota suchého teploměru	-12 °C	+32 °C
Relativní vlhkost vzduchu	90 %	35 %
Měrná vlhkost vzduchu	1 g/kg	10 g/kg
Entalpie vzduchu	-10 kJ/kg	58 kJ/kg

Tabulka 1.02 - Klimatické podmínky v místě umístění
[2]

3.2 Tepelně technické vlastnosti budovy

Pro orientační výpočet tepelných zisků a ztrát odpovídající tomuto projektovému stupni bylo uvažováno s následujícími hodnotami vyhovujícími hodnotám doporučeným normou ČSN 730540-2.

Prosklené plochy vč. rámu (otevíratelné či neotevíratelné)

součinitel prostupu tepla $U = 1,3 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$

stínící součinitel prosklených vertikálních ploch $s_1 = 0,3$

stínící součinitel žaluzií $s_2 = 0,24$

Svislé stavební konstrukce neprosklené

součinitel prostupu tepla $U = 0,3 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$

součinitel pohltivosti slunečního záření $\Psi = 0,3$

Podlaha

součinitel prostupu tepla mezi vytápěnými

a nevytápěnými prostory

$$U = 0,45 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$$

[3]

3.3 Požadavky na vnitřní prostředí

Pro dimenzování klimatizačních zařízení jsou použity hodnoty vycházející z praxe (čerpáno např.: technický průvodce, TZB info)

Výpočty hodnot jsou v části 4.

Prostor	Obsazenost [m ² /osoba]	Maximální tepelná zátěž		
		Lidé [W]	Osvětlení [W/m ²]	Technologie [W]
Prodejní plocha 1266m ²	Max. návštěvníci 250 osob Max. zaměstnanci 25 osob	24205	10	1200
Příprava pečiva 62m ²	2 osoby	198	10	řeší technolog p.
Chodba 32m ²			8	
Vstup 199m ²			8	

Tabulka 1.03 - Údaje o řešených prostorech

	Místnost	Chladné období	Teplé období	
Číslo	Název	Teplota suchého teploměru [°C]	Teplota suchého teploměru [°C]	Relativní vlhkost [%]
101	Vstupní zádveří	10	N	35-70
102	Vstupní hala	20	26	35-70
102	Prodejní plocha	20	26	35-70
104	Příprava pečiva	20	26	35-70
210	Chodba	20	26	35-70

Tabulka 1.04 - Požadované vnitřní teploty a vlhkosti

[4] [5]

3.4 Předpokládané provozní doby

Dle informací uživatele jsou prodejní doby daného supermarketu následující:

pondělí – neděle 8:00 – 21:00

3.5 Požadavky na provoz klimatizace

Klimatizační zařízení musí zajistit:

Odpovídající komfort pracovníků, zaměstnanců a návštěvníků prodejny při akceptování obvyklých činností a charakteru pobytu v daných prostorách.

Plnou funkčnost jednotlivých prostor s ohledem na jejich využití, požadavky provozu a instalované technologie při venkovních klimatických podmínkách.

Mrazící boxy mají umístěny agregáty vně objektu, proto nezapočítávám od nich žádné zisky a únik chladu do prostředí zanedbávám.

3.6 Dimenzování zařízení z hlediska výměny vzduchu

Dimenzování přívodu a odvodu vzduchu do nuceně větraných prostor je provedeno na základě:

-minimálních hodnot danými českými právními předpisy nebo českými technickými normami

-potřebného množství v důsledku požadované teploty vzduchu

Prostor	Minimální množství přiváděného venkovního vzduchu [m³h⁻¹/osoba]
Prodejní plocha	
zaměstnanec	70 m ³ /h
návštěvník	30 m ³ /h

Tabulka 1.05 - Minimální množství čerstvého vzduchu na lidi
[6]

Poznámka:

a) V objektu budu pracovat s rovnotlakým systémem.

3.7 Maximální hodnoty hladin hluku

Vzduchotechnické zařízení navrhují na tyto hodnoty:

Prostor	Maximální hladina akustického tlaku dB(A)
Prodejní plocha	50

Tabulka 1.06 - Maximální hodnota akustického tlaku

[7]

Poznámka:

- a) Výše uvedené hodnoty se nevztahují na havarijní provoz budovy.
- b) Uvedené hodnoty platí pro pobytovou zónu příslušného prostoru ze sbírky zákonů 217/2016

3.8 Osvětlení prostoru

Prostor	Minimální osvětlenost E_{pk} [Lx]
Prodejní plocha	200

Tabulka 1.06 - minimální hodnota osvětlenosti

Uvažují kategorii B s velkým kontrastem pro obchodní prostory.

Poznámka:

- a) Uvedené hodnoty platí obchodní prostory z ČSN 36 0450

[8]

4. Návrh zařízení na větrání a klimatizace prodejní plochy

Dimenzování

Pro dimenzování vzduchového výkonu větracího zařízení bude použito následujících hodnot:

-plocha prodejny	$S = 1266 \text{ m}^2$
-maximální počet návštěvníků v jednom okamžiku	$n_1 = 250 \text{ osob}$
-maximální počet pracovníků prodejny v jednom okamžiku	$n_2 = 27 \text{ osob}$

4.1 Potřeba minimálního množství vzduchu na osoby

návštěvníci	$30 \text{ m}^3/\text{h}$ vzduchu
zaměstnanci	$70 \text{ m}^3/\text{h}$ vzduchu

$$V_{\text{prodejna}} = 30 \cdot 250 + 70 \cdot 27 = 9390 \text{ m}^3/\text{h} \text{ vzduchu}$$

Na prodejnu je potřeba minimálně $9390 \text{ m}^3/\text{h}$ čerstvého vzduchu. Vypočítané z potřebného množství vzduchu na osoby.

4.2 Potřebné množství výměny vzduchu

Výpočet množství přiváděného vzduchu podle produkce škodlivin -obecný vzorec

Vzorec:

$$V_p = M / (C_{\text{max,hm}} - C_{p,\text{hm}})$$

Použité veličiny:

V_p	potřebné množství vzduchu pro udržení nejvýše přípustné koncentrace $[\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}]$
M	množství vznikající škodliviny $[\text{g} \cdot \text{h}^{-1}]$
$C_{\text{max,hm}}$	koncentrace škodlivin v interiéru, koncentrace škodlivin v odváděném vzduchu, většinou je rovna maximální přípustné koncentraci podle hygienických předpisů $[\text{g} \cdot \text{m}^{-3}]$

$C_{p,hm}$ koncentrace škodlivin v přiváděném vzduchu do místnosti [g.m⁻³]

4.3 Výpočet pro letní období

Úprava obecného vzorce na odvod tepelné zátěže:

$$V_p = \frac{Q_{zisky}}{\rho C_v (t_i - t_p)}$$

V_p množství přivedeného vzduchu [m³ .s⁻¹]

Q_{zisky} celková tepelná zátěž větraného interiéru citelným teplem [W]

t_i teplota interiérového vzduchu [K, °C]

t_p teplota přiváděného vzduchu [K, °C]

ρ měrná hmotnost vzduchu [kg.m⁻³]

$\rho=1,2 \text{ kg.m}^{-3}$

c_v měrná tepelná kapacita vzduchu [J.kg⁻¹ .K⁻¹]

$c_v=1010 \text{ J.kg}^{-1} .\text{K}^{-1}$

U objektu budeme zaznamenávat tepelné zisky od lidí, světla, oslunění, technologického zařízení (pokladny).

$Q_{lidé}$

$Q_{lidé} = N_j \cdot 6,2 \cdot (36 - t_i) \quad n_j = 0,85 \cdot n_z + 0,75 \cdot n_d + n_m = 0,85 \cdot 122 + 0,75 \cdot 27 + 122 = 246$

$Q_{lidé} = 246 \cdot 6,2 \cdot (36 - 22) =$

$Q_{lidé} = 24403 \text{ W}$

n_z - počet žen

n_d - počet dětí

n_m - počet mužů

Q_{svítidla}

Světla v prodejním prostoru a pekárně pravděpodobně produkují tepelný zisk okolo $10\text{W}/\text{m}^2$

Světla v chodbě a vstupu uvažují tepelný zisk $8\text{W}/\text{m}^2$

Hodnoty beru dle běžných standartů.

$$Q_{\text{svítidla}} = 10 \cdot (A_{\text{prodejna}} + A_{\text{pekárna}}) + 8 \cdot (A_{\text{chodba}} + A_{\text{vstup}})$$

$$Q_{\text{svítidla}} = 10 \cdot (1266 + 62) + 8 \cdot (32 + 199)$$

$$\underline{Q_{\text{svítidla}} = 15128 \text{ W}}$$

Q_{tech.zařízení}

V řešené ploše se nachází zařízení s tepelným ziskem.

Započítávám pokladny.

Poznámka:

Prostor pekárny nezapočítávám, jelikož lokální chlazení místnosti je součástí dodávky typové technologie pekárny, s návazností na tepelný zisk pekárny (zařízení bude bezprostředně reagovat na technologii pekárny).

(Není to předmětem mé bakalářské práce)

$$Q_{\text{pokl.}} = 200 \text{ W}$$

$$n = 6 \text{ ks}$$

$$Q_{\text{tech.zařízení}} = Q_{\text{pokl.}} \cdot n = 200 \cdot 6 =$$

$$\underline{Q_{\text{tech.zařízení}} = 1200 \text{ W}}$$

Q_{oslunění}

V programu KmP od firmy Klima Praha jsem vymodeloval modernizaci obvodového pláště prodejny a situaci objektu (orientace vůči světovým stranám). Ve výpočtu návrhu vycházím z maximálních hodnot interiéru a exteriéru.

SOUČET PRO STĚNY: 1, 2, 3

Nvýšk	Čisto	Měsíc	Akumul.hmot	ti	OdHod	DoHod	=Společné hodnoty zadání				
0.310	0.850	7	0	26.0	6	21					
Den.* Čas [h]	SLUNCE azim. [°]	výška [°]	* TEPLŮTY te [°C]	ti [°C]	* OKNA - konvek. qok [w]	ZISKY radiac. qor [w]	* STĚNA -OKNA Qst [w]	* CELKEM místnost Qcel [w]	* CELKEM -akumul Qc-a [w]	*ZISK průměrný qorm [w]	*DIMENSUJI Qc-a(nebc Qorm+Qst)
4	54	0	8.8	26	-6231	0	-398	-6629	0	7634	7237
5	66	6	9.8	26	-5841	2336	-476	-3981	0	7634	7158
6	77	15	11.6	26	-5220	4525	-543	-1239	0	7634	7091
7	88	25	13.8	26	-4412	6643	-595	1636	1636	7634	7040
8	99	35	16.4	26	-3470	8458	-627	4362	4362	7634	7007
9	113	44	19.2	26	-2459	9945	-638	6848	6848	7634	6996
10	130	52	22.0	26	-1448	11054	-627	8979	8979	7634	8979
11	153	58	24.6	26	-506	11740	-585	10649	10649	7634	10649
12	180	60	26.8	26	303	11973	-518	11758	11758	7634	11758
13	207	58	28.6	26	923	11740	-432	12231	12231	7634	12231
14	230	52	29.6	26	1313	11054	-241	12126	12126	7634	12126
15	247	44	30.0	26	1446	9945	-129	11262	11262	7634	11262
16	261	35	29.6	26	1313	8458	-26	9746	9746	7634	9746
17	268	25	28.6	26	923	6643	65	7630	7630	7634	7699
18	283	15	26.8	26	303	4525	136	4963	4963	7634	7770
19	294	6	24.6	26	-506	2337	183	2014	2014	7634	7818
20	306	0	22.0	26	-1448	0	204	-1244	0	7634	7838
21	318	0	19.2	26	-2459	0	195	-2264	0	7634	7829

Tabulka 1.07 - Maximální oslunění

Q_{oslunění}=12231W

4.4 Výpočet pro zimní období

Úprava obecného vzorce na kompenzaci tepelných ztrát:

$$Vp = \frac{Q_{ztráty}}{\rho \cdot Cv \cdot (ti - tp)}$$

Q_{ztráty} celková tepelné ztráty objektu [W]

Požadovaná teplota interiéru v zimě je 20 °C

Q_{tep.} ztráta konstrukcí

Výpočet tepelných ztrát konstrukcí jsem vypočítal na portálu www.tzb-info.cz

[9]

Lokalita a vlastnosti budovy

Plzeň	(Tabulka)	Poloha budovy	Nechráněná	???	
Venkovní výpočtová teplota t_e	-12 °C	Nastavit teplotu u stěn	Druh budovy	Osamělá	???
Krajina	Normální	Charakteristické číslo budovy B	8	$Pa^{0.67}$???
		Přirážka p_2 na urychlení zátupu	0	???	

Místnost (u obálkové metody to jsou další vlastnosti budovy)

Číslo a název místnosti	1		
Zvětšení char. čísla budovy ΔB	0	$Pa^{0.67}$???
Venkovní výpočtová teplota t_e	-12 °C	???	Nastavit teplotu u stěn
Vnitřní výpočtová teplota t_i	20 °C	(Tabulka)	
Orientace místnosti	JZ	=> přirážka $p_3 = 0$???
Počet těsných dveří	0	???	
Počet netěsných dveří	2	???	
Charakteristické číslo místnosti M	0.7	???	
Tepelný zisk Q_z		W	???

Rozměry

Půdorysný rozměr a	37 m	Půdorysný rozměr b	49,2 m	Půdorysná plocha místnosti P	1821 m ²	???
Konstrukční výška VK	4,1 m	Světla výška VS	3,8 m	Vypočtená plocha obálkových konstrukcí ΣS_1	434 m ²	???
Vytápěný objem V	746 m ³	Objem místnosti V_m	691 m ³	Sečtená plocha všech obálkových konstrukcí ΣS_2	2261 m ²	???

Teplota větracího vzduchu t_{vv}	-12 °C	???	
<input checked="" type="radio"/> Intenzita výměny vzduchu n	0	h^{-1}	???
<input type="radio"/> Objemový průtok		m^3/h	???

Parametry obálkové konstrukce (místnosti / budovy)

	Typ konstr.	Počet	$t_{e,i}$ [°C]	U [W/m ² K]	Plocha konstrukce						Q_0 [W]	Infiltrace	
					d [m]	v [m]	S [m ²]	S_d [m ²]	S_v [m ²]	$S-S_d-S_v$ [m ²]		i_L [m ³ /m.s.Pa ^{0.67}]	L [m]
1.	vložit smazat SSD	1	-12	1,3	37	3,8	140	0	0	140	5849	<input type="text"/> x 10 ⁻⁴	<input type="text"/>
2.	vložit smazat SSD	1	-12	1,3	36,2	3,8	137	0	0	137	5722.5	<input type="text"/> x 10 ⁻⁴	<input type="text"/>
3.	vložit smazat SO	1	-12	0,3	50	3,8	190	0	0	190	1824	<input type="text"/> x 10 ⁻⁴	<input type="text"/>
4.	vložit smazat PDL	1	-3	0,45	0	0	<input checked="" type="checkbox"/> 900	0	0	900	8315	<input type="text"/> x 10 ⁻⁴	<input type="text"/>
5.	vložit smazat PDL	1	18	0,45	0	0	<input checked="" type="checkbox"/> 900	0	0	900	810	<input type="text"/> x 10 ⁻⁴	<input type="text"/>

Tepelná ztráta postupem

ΣQ_0	23520 W	???
Průměrný součinitel prostupu tepla k_c	0.169 W/m ² K	???
Přirážka p_1	0.03	???
Přirážka p_2	0	???
Přirážka p_3	0	???
Q_p	24117 W	???

Tepelná ztráta větráním / infiltrací

Tepelná ztráta infiltrací Q_{inf} =	0 W	???
Tepelná ztráta větracím vzduchem $Q_{v,v}$ =	0 W	???
Tepelná ztráta větráním Q_v =	0 W	???
Vypočtená intenzita výměny vzduchu $n_{vypočtená}$ =	0	???

<http://vylapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypoety/107-vypocet-tepelne-ztraty-objektu-dle-csn-08-0210>

23

5. 3. 2018

Výpočet tepelné ztráty objektu dle ČSN 08 0210 - TzB-info

Celková tepelná ztráta místnosti

Tepelná ztráta místnosti Q_c =	24117 W	???
Měrná tepelná ztráta místnosti q_c =	3.2 W/m ³	???

Změny obálkových konstrukcí ???

Typ konstr.	U_1 [W/m ² K]	U_2 [W/m ² K]	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Zaměnit součinitel prostupu tepla

Obrázek 1.01 - Tepelná ztráta konstrukce

$Q_{\text{tep. ztráta konstrukcí}} = 24117 \text{ W}$

Q předpoklád větrání dveřmi - vchodové a východové dveře

dveře jsou v objektu dvoje – otevírání na pohybové čidlo a otevrou se celé – délka

5,2m a 5,6m s výškou 3,8m

dveře jsou otevřeny 30% času

-jsou vybaveny vzduchovou clonou s účinností 75%

Vzorec na výpočet aerace vzduchu:

$$V_p = \frac{2 \cdot \mu \cdot A}{3 \cdot \rho_i} \left(\frac{\sqrt{(\rho_e + \rho_i) \cdot 2 \cdot g \cdot \rho_e \cdot \rho_i \cdot B^3}}{\sqrt{(\sqrt[3]{\rho_i} + \sqrt[3]{\rho_e})^2}} \right)$$

$$V_{p1} = \frac{2 \cdot 0,8 \cdot 5,2}{3 \cdot 1,2} \left(\frac{\sqrt{(1,3 + 1,188) \cdot 2 \cdot 9,81 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 3,8^3}}{\sqrt{(\sqrt[3]{1,2} + \sqrt[3]{1,3})^2}} \right) = 8750 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_{p2} = \frac{2 \cdot 0,8 \cdot 5,6}{3 \cdot 1,2} \left(\frac{\sqrt{(1,3 + 1,188) \cdot 2 \cdot 9,81 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 3,8^3}}{\sqrt{(\sqrt[3]{1,2} + \sqrt[3]{1,3})^2}} \right) = 9500 \text{ m}^3/\text{h}$$

V _{p1,2}	průtok vzduchu	[m ³ /h]
B	výška dveří	[m]
A	šířka dveří	[m]
μ	výtokový součinitel	[-]

V_p=(18250/100) . 30 =5475m³/h -> úprava clonou 25% -> 1370 m³/h při -12 °C

Q_{větrání dveřmi}= V . ρ . c_p . ΔT =1370/3600 . 1,2 . 1,01 . (20--12)=

Q_{větrání dveřmi}= 14700 W

4.5 Výpočet množství vzduchu z letního stavu

$$V_p = \frac{Q_{zisky}}{\rho \cdot C_v \cdot (t_i - t_p)}$$

V_p= V_e+V_c

V_p= Přiváděný vzduch

V_e= Venkovní vzduch

V_c= Cirkulační vzduch

V_{e min}=9390 m³/h

$$V_{pmax} = \frac{Q_{zisky}}{\rho \cdot C_v \cdot (t_i - t_p)} = \frac{Q_{lidé} + Q_{osvětlení} + Q_{oslunění} + Q_{pokladny}}{\rho \cdot C_v \cdot (t_i - t_p)} = \frac{24403 + 15128 + 12231 + 1200}{1,2 \cdot 1010 \cdot (26 - 21)} =$$

31462 m³/h =31500 m³/h

V_{c min}=22072 m³/h

Z vypočítaných hodnot volím průtok na přívodní a odvodní elementy 31500 m³/h.

A jednotku, ohříváč a chlazení dimenzuji na 34000 m³/h z důvodu netěsnosti potrubí a rezervy výkonu. (rezerva do 10 %)

Množství vzduchu na koncových elementech

celkem 31500 m³/h

Množství vzduchu počítané na jednotce

čerstvý vzduch	9500 m ³ /h	28%
cirkulační vzduch	24500 m ³ /h	72%
celkem	34000 m ³ /h	100%

Parametry pro ohřev a chlazení

Jednotka bude vybavena rekuperací, ohřevem, chlazením a klasickým příslušenstvím.

Letní období

počítám s účinností rekuperační jednotky s hodnotou $n=83\%$ na teploty a $n=40\%$ na vlhkost

odváděný vzduch	t_i	26°C	$x_i=10,5$ g/kg
čerstvý vzduch	t_e	32°C	$x_e=10$ g/kg
vzduch za rekuperátorem	t_r	27°C	$x_r=10,2$ g/kg
vzduch po smíšení	t_s	26,3°C	$x_s=10,4$ g/kg
přiváděný vzduch	t_p	21°C	$x_p=9,2$ g/kg

Teplota a vlhkost vzduchu po rekuperaci

$$n = \frac{t_r - t_e}{t_i - t_e}$$

$$0,83 = \frac{32 - t_r}{32 - 26}$$

$$t_e = 27^\circ\text{C}$$

$$n = \frac{x_r - x_e}{x_i - x_e}$$

$$0,4 = \frac{x_r - 10}{10,5 - 10}$$

$$X_r = 10,2 \text{ g/kg}$$

Teplota a vlhkost vzduchu po smíšení s cirkulačním vzduchem

$$t_s = 0,28 \cdot 27^\circ\text{C} + 0,72 \cdot 26^\circ\text{C} = 26,3^\circ\text{C}$$

$$t_s = 26,3^\circ\text{C}$$

$$x_s = 0,28 \cdot 10,2 + 0,72 \cdot 10,5 = 10,4 \text{ g/kg}$$

$$x_s = 10,4 \text{ g/kg}$$

n	účinnost	[-]
x_e	měrný obsah vody	[g/kg]
t_r	teplota po rekuperaci	[°C]
t_s	teplota po smíšení	[°C]

Průběh teplot a vlhkostí je znázorněn v HX diagramu v příloze [P.2]

4.6 Zimní provoz

$$\Delta t = \frac{Q_{ztáty}}{\rho \cdot C_v \cdot V_{pmin}} = \frac{24117 + 14700}{1,2 \cdot 1010 \cdot 31500} = 3,66^\circ\text{C} \text{ volím teplotní rozdíl } 4^\circ\text{C}$$

Ze vzorce vychází, že přiváděný vzduch musí být v zimní provozu o 4 °C vyšší než uvnitř objektu, tudíž 24°C

Zimní období

počítám s účinností rekuperační jednotky s hodnotou $n=84\%$ na teplotu a $n=70\%$ na vlhkost

odváděný vzduch	t_i	20°C	$x_i=7,3 \text{ g/kg}$
čerství vzduch	t_e	-12°C	$x_e=1 \text{ g/kg}$
vzduch za rekuperátorem	t_r	14,8°C	$x_r=5,4 \text{ g/kg}$
vzduch po smíšení	t_s	18,5°C	$x_s=6,8 \text{ g/kg}$
přiváděný vzduch	t_p	24°C	$x_p=6,8 \text{ g/kg}$

Teplota a vlhkost vzduchu po rekuperaci

$$n = \frac{t_r - t_e}{t_i - t_e}$$

$$0,84 = \frac{t_r + 12}{20 + 12}$$

$$t_e = 14,8^\circ\text{C}$$

$$n = \frac{x_r - x_e}{x_i - x_e}$$

$$0,7 = \frac{x_r - 1}{7,3 - 1}$$

$$X_r = 5,4 \text{ g/kg}$$

Teplota a vlhkost vzduchu po smíšení s cirkulačním vzduchem

$$t_s = 0,28 \cdot 14,8^\circ\text{C} + 0,72 \cdot 20^\circ\text{C} = 18,5^\circ\text{C}$$

$$t_s = 18,5^\circ\text{C}$$

$$x_s = 0,28 \cdot 5,4 + 0,72 \cdot 7,3 = 6,8 \text{ g/kg}$$

$$x_s = 6,8 \text{ g/kg}$$

Průběh teplot a vlhkostí je znázorněn v HX diagramu v příloze [P.3]

5 Specifikace navržených komponentů

5.1 Vzduchotechnická jednotka

Slouží pro teplovzdušné vytápění a větrání s možností chlazení v letním období prodejních prostor v 1.NP. Vzduchotechnická jednotka je od firmy Flakt Group s identifikačním označením DencoHappel CAIRplus SX 280.160IVBV, která pracuje s průtokem vzduchu 34 000 m³/h a je umístěná ve strojovně v 1.NP.

Jednotka je vybavena ventilátory s EC motorem, regeneračním výměníkem (ZZT a přenos vlhkosti), směšovací komorou, vodním ohříváčem, vodním chladičem a běžným příslušenství.

Přívodní i odvodní ventilátory zajišťují v potrubní síti dopravu vzduchu do 450 Pa hydraulických ztrát. Tlakové ztráty na potrubí příkládám v příloze [P.4]

Regenerační výměník by měl pracovat podle výrobců s účinností zpětného získávání tepla v létě 83% a v zimě 84%. Ve výměníku dochází k přenosu vlhkosti s účinností 40% v létě a 69% v zimě.

Směšovací komora má možnost s volně nastavitelným poměrem čerstvého a cirkulačního vzduchu s návazností na měření a regulaci.

Vodní ohřivač bude pracovat s maximálním výkonem 63 kW. Vodní oběh bude pracovat s 70/50°C teplotním spádem. Chlazení vzduchu zajišťuje vodní chladič s maximálním výkonem 147 kW a teplotním spádem 6/12°C

Pro bližší specifikaci přikládám technický list [TECH.1]

5.2 Zaregulování potrubní sítě

Zaregulování potrubní sítě bude přes čtyři regulátory průtoku vzduchu (na každé větvi potrubní sítě jeden).

Navrhuji regulátory VAV typ TVT. Jedná se o čtyřhranné regulátory s variabilním průtokem vzduchu pro zaregulování přívodní sítě s možností uzavření regulačních okruhů. V prostoru budou čtyři regulátory s velikostí 800/600 a 700/600 viz. výkresová dokumentace.

K regulátoru bude umístěn dodatečný tlumič TX, který je jako příslušenství.

Netěsnost při zavřeném listu je podle ČSN EN 1751, třídy 3 a netěsnost pláště podle stejné normy je třídy C.

Zařízení nevyžaduje údržbu, materiály podléhají jen nepatrnému opotřebení.

Ve velikosti 800x600 při průtoku 7990 m³/h vzduchu a rychlosti 4,62 m/s má zařízení s tlumičem TX tlakovou ztrátu 50 Pa. Rozměry a hmotnost přikládám v technickém listu.

Objednací klíč: TVT/800x600(700x600)/easy/Z/0

Pro bližší specifikaci přikládám technický list [TECH.2]

5.3 Koncové elementy

Na přívod vzduchu navrhuji vířivé anemostaty série TDF-SilentAIR v čtvercové desce v horizontálním provedení s pevnými lamelami.

Velikost anemostatu je 500mm.

Pro přesné hodnoty rychlostí vzduchu a akustiky jsem použil návrhový program od dodavatelské firmy Trox.



Construction style
System
Connection
Damper blade for volume flow rate balancing
Nominal size
Total amount

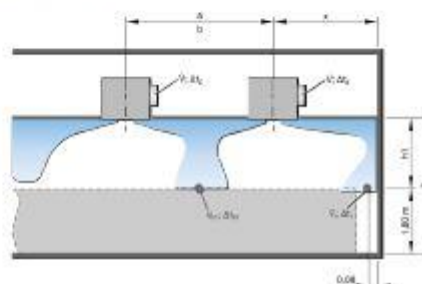
TDF-SA-Q-Z-H-M/500

Q Square
Z Supply air
H Horizontal
M With damper blade

Input Data

Strategy: Multi row diffuser arrangement
Volume flow V 480 m³/h
Distance a 3,6 m
Distance b 3,6 m
Distance x 3,8 m
Distance h_1 2,0 m
Supply air to room air temperature -6 K

Schematic side view



Results

Distance $(h_1 + x)$ 5,8 m
Effective air velocity v_{eff} 4,76 m/s
Velocity at h_1 v_{h1} 0,12 m/s
Temperature difference at h_1 Δt_{h1} -0,41 K
Velocity at l v_l 0,14 m/s
Temperature difference at l Δt_l -0,27 K

Acoustic results

	Δp_1 [Pa]	LWA [dB(A)]	63Hz [dB]	125Hz [dB]	250Hz [dB]	500Hz [dB]	1kHz [dB]	2kHz [dB]	4kHz [dB]	8kHz [dB]	LWNC	LWNR
damper blade position open	33	38	36	42	43	35	29	19	< 15	< 15	32	34
damper blade position 45°	44	38	37	41	42	34	32	25	< 15	< 15	30	32
damper blade position closed	131	42	35	43	44	38	37	35	29	27	35	38

Description

Ceiling swirl diffusers with square or circular diffuser face. Supply air and extract air variants for comfort zones. Diffuser face with fixed air control blades for horizontal swirling supply air discharge creating high induction levels. For installation into all types of suspended ceilings. Ready-to-install component which consists of the diffuser face and a plenum box, side entry or top entry spigot, and suspension holes or suspension lugs. The diffuser face is fixed to the cross bar with a central screw. Spigot suitable for ducts to EN 1506 or EN 13180. Sound power level of the air-regenerated noise measured according to EN ISO 5135.

Obrázek 1.02 - Parametry přívodního anemostatu

Na odťah vzduchu navrhuji stropní anemostaty série DLQ v čtvercové desce v horizontálním provedení s pevnými lamely.

Velikost anemostatu je 600mm.

Pro bližší specifikaci přikládám technický list [TECH.3,4]

5.4 Použití tlumičů hluku

Tlumiče hluku za jednotkou na odtahovém i na přívodním nejsou potřeba. Jelikož na utlumení hluku stačí délka a rozvětvení potrubní sítě.

Za regulátorem průtoku přívodní sítě navrhuji typový tlumič hluku k používanému regulátoru.

Přikládám výpočet v příloze [P.5,6]

6.3 Roční náklady na vytápění prodejny v 1. NP

Ohřívač vzduchu je vodní napojený na výměňkovou stanici v objektu. Výměníková stanice je zásobovaná horkovodem Plzeňské teplárenské.

Aktuální cena:

319,1 Kč/GJ bez DPH

366,97 Kč/GJ s DPH

Náklady - nový stav

91927 kWh/rok . 0,0036=331 GJ/rok

cena bez DPH

331 . 319,1= 105622 Kč/rok

cena s DPH

331 . 366,97= 121467 Kč/rok

Náklady - předchozí stav

569073 kWh/rok . 0,0036=2048,7 GJ/rok

cena bez DPH

2048,7 . 319,1= 653740 Kč/rok

cena s DPH

362,24 . 366,97= 751811 Kč/rok

Q_{ch}	roční spotřeba chladu	[kWh/rok]
t_i	teplota interiéru	[°C]
t_e	teplota exteriéru	[°C]
t_{es}	průměrná výpočtová teplota	[°C]
h	počet hodin v chladné sezóně	

Počet hodin v chladné sezóně jsem určil z teplot posledních 6 let a následně jsem sečetl počet hodin v teplotách vyšších 20°C (teploty, kdy uvažuji chlazení) a z nich jsem vypočetl průměrnou teplotu, která vychází na 24,3°C.

Zjednodušený výpočet na spotřebu jsem nikde nenašel. Proto jsem použil tento vzorec, který může přibližně dokumentovat situaci.

Výpočet hodin je přiložen v příloze [P.7]

6.6 Roční náklady na chlazení prodejny v 1. NP

Ceny jsou přibližné, jelikož cenu bude určovat majitel objektu. Ceny s kterými počítám jsou převzaty ze společnosti Innogy s dodávkou pro Plzeň.

Aktuální cena:

796,3 Kč/GJ bez DPH

963,5 Kč/GJ s DPH

Náklady - nový stav

30442 kWh/rok . 0,036=1096 GJ/rok

cena bez DPH

1096 . 796,3= 872745 Kč/rok

cena s DPH

$1096 \cdot 963,5 = 1055966 \text{ Kč/rok}$

Náklady - předchozí stav

$65957 \text{ kWh/rok} \cdot 0,036 = 2374,7 \text{ GJ/rok}$

cena bez DPH

$2048,7 \cdot 796,3 = 1890974 \text{ Kč/rok}$

cena s DPH

$2048,7 \cdot 963,5 = 2288024 \text{ Kč/rok}$

	nový stav	předchozí stav
cena bez DPH	872745 Kč	1890974 Kč
cena s DPH	1055966 Kč	2288024 Kč
procentuálně	46%	100%

Tabulka 1.10 - Nákladů na chlazení za rok

Úspora chladu je více než 53% za rok.

6.7 Úspora oproti staré jednotce za vytápění a chlazení prodejny

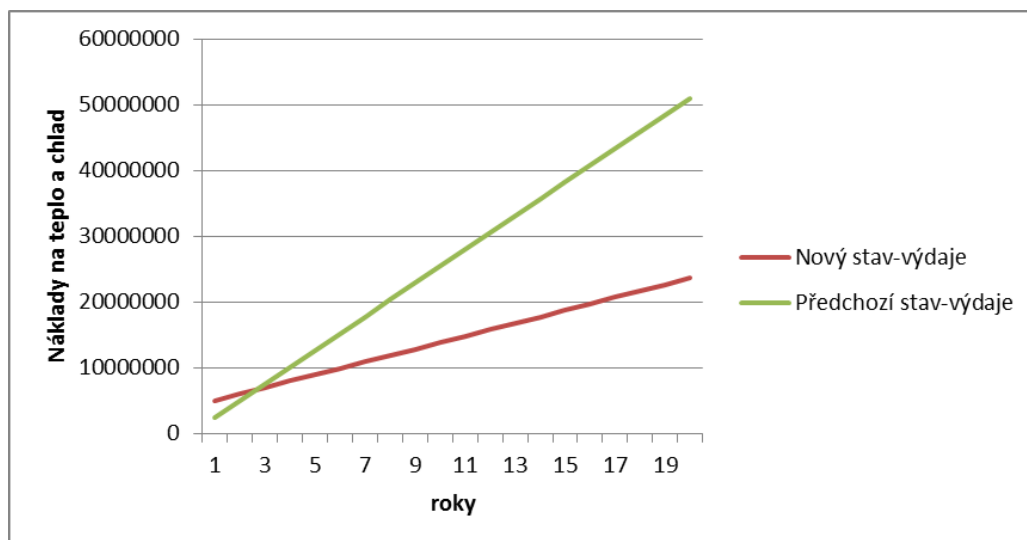
V nákladech je počítáno s potřebnými financemi na vytápění a chlazení prodejny. Do provozních nákladů jsem nezapočítával spotřebu elektrické energie spojenou s provozem zařízení a cenu za pravidelnou údržbu zařízení.

V ceně za první rok nového stavu je započtena cena za modernizaci (projektová dokumentace, celé zařízení, rozvod tepla a chladu a měření a regulace). Ceny jednotlivých položek jsou doloženy v příloze [P.8]

roky	náklady nový stav [Kč]	náklady stávající stav [Kč]	Úspora za rok [Kč]
1	5080754	2544714	-2536040
2	978367	2544714	-969693
3	978367	2544714	596654
4	978367	2544714	2163001
5	978367	2544714	3729348
6	978367	2544714	5295695
7	978367	2544714	6862042
8	978367	2544714	8428389
9	978367	2544714	9994736
10	978367	2544714	11561083
11	978367	2544714	13127430
12	978367	2544714	14693777
13	978367	2544714	16260124
14	978367	2544714	17826471
15	978367	2544714	19392818
16	978367	2544714	20959165
17	978367	2544714	22525512
18	978367	2544714	24091859
19	978367	2544714	25658206
20	978367	2544714	27224553

Tabulka 1.09 - Úspora nákladů oproti stávajícímu stavu

Roční náklady na vytápění a chlazení - zaneseny v grafu



Obrázek 1.03 - Graf ročních nákladů

Postup výpočtů v příloze [P.8] –

7. Závěr

Po propočítání nákladů vychází, že nově navržené řešení i přes počáteční investici je mnohem výhodnější než provozní náklady předchozího řešení. Návratnost investice za pořízení nového VZT vybavení jsou zhruba 2 roky a devět měsíců. Na úsporu nákladů spojených s provozem vzduchotechniky má největší podíl nově použitá rekuperace, plynulé řízení směšování a nově navržený obvodový plášť. Při provozní době, která je delší než jedna směna (v našem případě cca 15 hodin) se doba návratnosti investice výrazně zkracuje. Při uvažované době životnosti cca 15-20 let se investiční náklady vrátí vícenásobně. Krom ekonomické výhodnosti, je nutno splnit u všech nových větracích zařízení tohoto typu i legislativní náležitosti vyplývající z nařízení EU 1254/2014, která rekuperaci tepla výslovně nařizuje.

8. Zdroje

[1]

TONAROVÁ, Miroslava. Plzeňané i po 45 letech stále chodí do Prioru Zdroj: https://plzensky.denik.cz/zpravy_region/plzenane-i-po-45-letech-stale-chodi-do-prioru-20130920.html. *Plzeňský deník* [online]. 2013, 22.9.2013 [cit. 2018-04-18]. Dostupné z: https://plzensky.denik.cz/zpravy_region/plzenane-i-po-45-letech-stale-chodi-do-prioru-20130920.html

[2]

Vnitřní výpočtové teploty dle ČSN EN 12831 a doporučené relativní vlhkosti vzduchu dle ČSN 06 0210. In: TZB info [online]. [cit. 2018-05-04]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/28-vnitri-vypoctove-teploty-dle-csn-en-12831-a-doporucene-relativni-vlhkosti-vzduchu-dle-csn-06-0210>

[3]

Normové hodnoty součinitele prostupu tepla UN,20 jednotlivých konstrukcí dle ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky. *TZB info* [online]. [cit. 2018-04-18]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/136-normove-hodnoty-soucinitele-prostupu-tepla-un-20-jednotlivych-konstrukci-dle-csn-73-0540-2-2011-tepelna-ochrana-budov-cast-2-pozadavky>

[5]

MUDR. LAJČÍKOVÁ, CSC., Ariana. Nařízení vlády č. 178/2001 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci novelizováno [online]. In: . Státní zdravotní ústav Praha [cit. 2018-04-30]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-vetrani-klimatizace/1678-narizeni-vlady-c-178-2001-sb-kterym-se-stanovi-podminky-ochrany-zdravi-zamestnancu-pri-praci-novelizovano>

[6]

ING. MIKULOVÁ, Olga. Požadavky na větrání vnitřních pobytových prostor. TZB info [online]. 5.12.2005: Zdravotní ústav Praha, 2005, 5.12.2005 [cit. 2018-04-18].

Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/2911-pozadavky-na-vetrani-vnitri-nich-pobyto-nych-prostor>

[7]

Nařízení vlády č. 217/2016 Sb. In: . Praha, 2016, ročník 2016, číslo 217.

[8]

ČSN 36 0450. Umělé osvětlení vnitřních prostorů. 1986. Praha.

[9]

ING. REINBERK, Zdeněk. *Výpočet tepelné ztráty objektu dle ČSN 06 0210* [online]. In: . TZB info [cit. 2018-04-20]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/107-vypocet-tepelne-ztraty-objektu-dle-csn-06-0210>

[10]

NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 1253/2014. In: . Evropský parlament: Evropská unie, 2014, ročník 2014, L 337/8.

[Vzorce]

ING. ADAMOVSÝ, PH.D., Daniel. *125TZ02 - Technická zařízení budov 2 - přednášky* [online]. In: . Katedra technických zařízení budov, České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, 2017 [cit. 2018-04-18].

9. Přílohy:

[P.1] – Nařízení EU o rekuperaci tepla – výtah částí, které se týkají bakalářské práce

Nařízení EU o rekuperaci tepla

NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 1253/2014 ze dne 7. července 2014, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/ES, pokud jde o požadavky na ekodesign větracích jednotek

Článek 1

Předmět a oblast působnosti

1. Toto nařízení se vztahuje na větrací jednotky a stanoví požadavky na ekodesign pro jejich uvádění na trh nebo do provozu.

Článek 2

Definice

Pro účely tohoto nařízení se rozumí:

1) „větrací jednotkou“ elektricky poháněný spotřebič vybavený alespoň jedním oběžným kolem, jedním motorem a skříní určený k nahrazování použitého vzduchu v budově nebo v její části venkovním vzduchem;

6) „obousměrnou větrací jednotkou“ větrací jednotka, která vytváří proud vzduchu mezi vnitřním a vnějším prostorem a je vybavena ventilátory odvádějícími i přivádějícími vzduch;

Článek 3

Požadavky na ekodesign

2. Od 1. ledna 2016 musí větrací jednotky pro jiné než obytné budovy splňovat zvláštní požadavky na ekodesign stanovené v příloze III bodě 1.

4. Od 1. ledna 2018 musí větrací jednotky pro jiné než obytné budovy splňovat zvláštní požadavky na ekodesign stanovené v příloze III bodě 2.

PŘÍLOHA III

Zvláštní požadavky na ekodesign větracích jednotek pro jiné než obytné budovy podle čl. 3 odst. 2 a čl. 3 odst. 4

1. Od 1. ledna 2016:

— Všechny větrací jednotky, s výjimkou jednotek pro duální použití, musí být vybaveny vícerychlostním pohonem nebo pohonem s proměnnými otáčkami.

— Všechny obousměrné větrací jednotky musí mít systém zpětného získávání tepla.

— Systém zpětného získávání tepla musí mít zařízení umožňující tepelný obtok.

— Minimální tepelná účinnost $\eta_{t,nrvu}$ všech systémů zpětného získávání tepla s výjimkou oběhových systémů zpětného získávání tepla obousměrných větracích jednotek musí být 67 % a bonus za účinnost $E = (\eta_{t,nrvu} - 0,67) * 3\,000$, pokud tepelná účinnost $\eta_{t,nrvu}$ činí nejméně 67 %, jinak $E = 0$.

— Minimální tepelná účinnost $\eta_{t,nrvu}$ oběhových systémů zpětného získávání tepla obousměrných větracích jednotek musí být 63 % a bonus za účinnost $E = (\eta_{t,nrvu} - 0,63) * 3\,000$, pokud tepelná účinnost $\eta_{t,nrvu}$ činí nejméně 63 %, jinak $E = 0$.

— Minimální účinnost ventilátoru pro jednosměrné větrací jednotky ($\eta_{v,u}$) je:

— $6,2 \% * \ln(P) + 35,0 \%$, jestliže $P \leq 30 \text{ kW}$

— Maximální vnitřní měrný příkon ventilátoru větracích součástí ($SFP_{int,limit}$) ve $W/(m^3/s)$ činí:

— pro obousměrnou větrací jednotku s oběhovým systémem zpětného získávání tepla: $1\,700 + E - 300 * q_{nom}/2 - F$, jestliže $q_{nom} < 2 \text{ m}^3/\text{s}$, a $1\,400 + E - F$, jestliže $q_{nom} \geq 2 \text{ m}^3/\text{s}$;

2. Od 1. ledna 2018:

— Všechny větrací jednotky, s výjimkou jednotek pro duální použití, musí být vybaveny vícerychlostním pohonem nebo pohonem s proměnnými otáčkami.

— Všechny obousměrné větrací jednotky musí mít systém zpětného získávání tepla.

Systém zpětného získávání tepla musí mít zařízení umožňující tepelný obtok.

— Minimální tepelná účinnost $\eta_{t,nrvu}$ všech systémů zpětného získávání tepla s výjimkou oběhových systémů zpětného získávání tepla obousměrných větracích jednotek musí být 73 % a bonus za účinnost $E = (\eta_{t,nrvu} - 0,73) * 3\,000$, pokud tepelná účinnost $\eta_{t,nrvu}$ činí nejméně 73 %, jinak $E = 0$.

— Minimální tepelná účinnost $\eta_{t,nrvu}$ oběhových systémů zpětného získávání tepla obousměrných větracích jednotek musí být 68 % a bonus za účinnost $E = (\eta_{t,nrvu} - 0,68) * 3\,000$, pokud tepelná účinnost $\eta_{t,nrvu}$ činí nejméně 68 %, jinak $E = 0$.

— Minimální účinnost ventilátoru pro jednosměrné větrací jednotky ($\eta_{v,i}$) je:

— $6,2 \% * \ln(P) + 42,0 \%$, jestliže $P \leq 30 \text{ kW}$

— Maximální vnitřní měrný příkon ventilátoru větracích součástí (SFP_{int_limit}) ve $\text{W}/(\text{m}^3/\text{s})$ činí:

— pro obousměrnou větrací jednotku s oběhovým systémem zpětného získávání tepla: $1\,600 + E - 300 * q_{nom}/2 - F$, jestliže $q_{nom} < 2 \text{ m}^3/\text{s}$, a $1\,300 + E - F$, jestliže $q_{nom} \geq 2 \text{ m}^3/\text{s}$; 25.11.2014 L 337/18 Úřední věstník Evropské unie cs

— Pokud je součástí konfigurace filtrační jednotka, je systém řízení výrobku vybaven vizuální nebo zvukovou signalizací, která se aktivuje, pokud tlaková ztráta filtru překročí maximální přípustnou konečnou tlakovou ztrátu.

PŘÍLOHA V

Požadavky na informace o větracích jednotkách pro jiné než obytné budovy podle čl. 4 odst. 2.

1. Od 1. ledna 2016 musí být poskytovány následující informace o výrobku:

- a) název nebo ochranná známka výrobce;
- b) identifikační značka modelu používaná výrobcem, tj. kód, obvykle alfanumerický, který odlišuje konkrétní model větrací jednotky pro jiné než obytné budovy od jiných modelů se stejnou ochrannou známkou nebo stejným názvem dodavatele;
- c) deklarovaná typologie v souladu s článkem 2 (větrací jednotky pro obytné budovy, větrací jednotky pro jiné než obytné budovy, jednosměrné větrací jednotky, obousměrné větrací jednotky);
- d) typ pohonu, který je instalován nebo má být instalován (více rychlostní pohon nebo pohon s proměnnými otáčkami);
- e) typ systému zpětného získávání tepla (oběhový, jiný, žádný);
- f) tepelná účinnost zpětného získávání tepla (v % nebo „nepoužije se“, pokud výrobek nemá žádný systém zpětného získávání tepla);
- g) jmenovitý průtok větracích jednotek pro jiné než obytné budovy v m^3/s ;
- h) efektivní elektrický příkon (kW);
- i) SFP_{int} v $W/(m^3/s)$;
- j) účinná nátoková rychlost v m/s při konstrukčním průtoku;
- k) jmenovitý vnější tlak ($\Delta p_{s, ext}$) v Pa;
- l) vnitřní tlaková ztráta větracích součástí ($\Delta p_{s, int}$) v Pa;
- m) volitelně: vnitřní tlaková ztráta jiných než větracích součástí ($\Delta p_{s, add}$) v Pa;
- n) statická účinnost ventilátorů použitých v souladu s nařízením (EU) č. 327/2011;
- o) deklarovaná maximální vnější netěsnost (%) skříní větracích jednotek; a deklarovaná maximální vnitřní netěsnost (%) obousměrných větracích jednotek nebo přenesení (pouze u regeneračních výměníků tepla); v obou případech se měří

nebo vypočítává zkušební metodou přetlakování nebo sledovacího plynu při deklarovaném tlaku v systému;

p) energetická náročnost, pokud možno energetická klasifikace, filtrů (deklarované informace o vypočítané roční spotřebě energie);

q) popis vizuálního upozornění na výměnu filtru u větracích jednotek pro jiné než obytné budovy určených pro použití s filtrem, včetně textu poukazujícího na důležitost pravidelné výměny filtru pro výkon a energetickou účinnost jednotky;

r) hladina akustického výkonu skříně (L_{WA}) zaokrouhlená na nejbližší celé číslo, v případě větracích jednotek pro jiné než obytné budovy určených k použití ve vnitřních prostorech;

s) internetová adresa návodu na demontáž v souladu s bodem 3.

2. Informace uvedené v bodě 1 písm. a) až s) jsou k dispozici:

— v technické dokumentaci větracích jednotek pro jiné než obytné budovy

— na volně přístupných internetových stránkách výrobců, jejich zplnomocněných zástupců a dovozců.

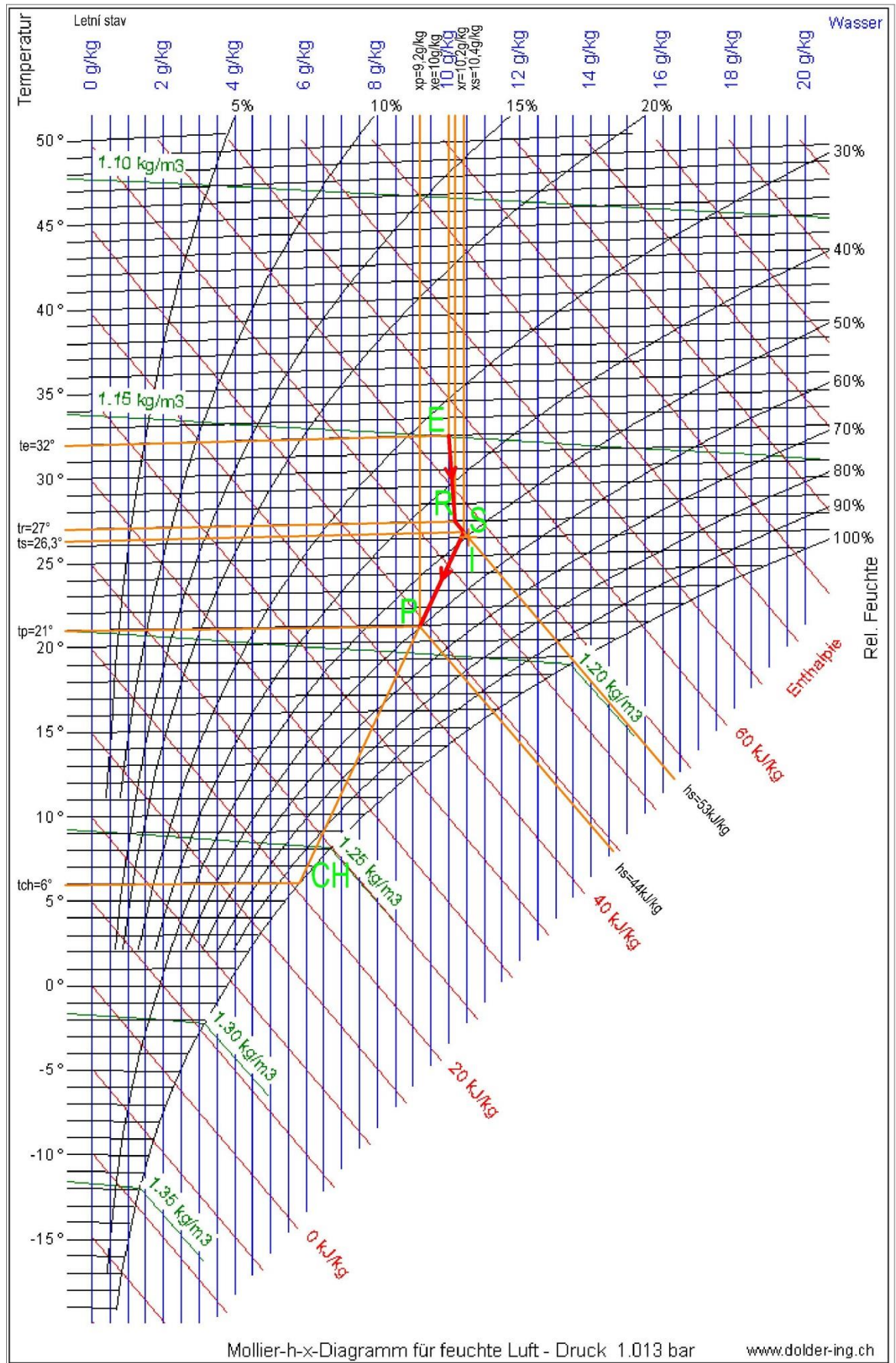
3. Výrobce na svých volně přístupných internetových stránkách zveřejní podrobné pokyny, v nichž mimo jiné označí nástroje potřebné pro ruční předběžnou montáž/demontáž motorů s trvalým magnetem a elektronických součástek (desek s plošnými spoji a displejů > 10 g nebo > 10 cm²), baterie a větší plastové díly (> 100 g) pro účely účinné recyklace materiálů, s výjimkou modelů, v jejichž případě se vyrábí méně než 5 jednotek ročně.

[10]

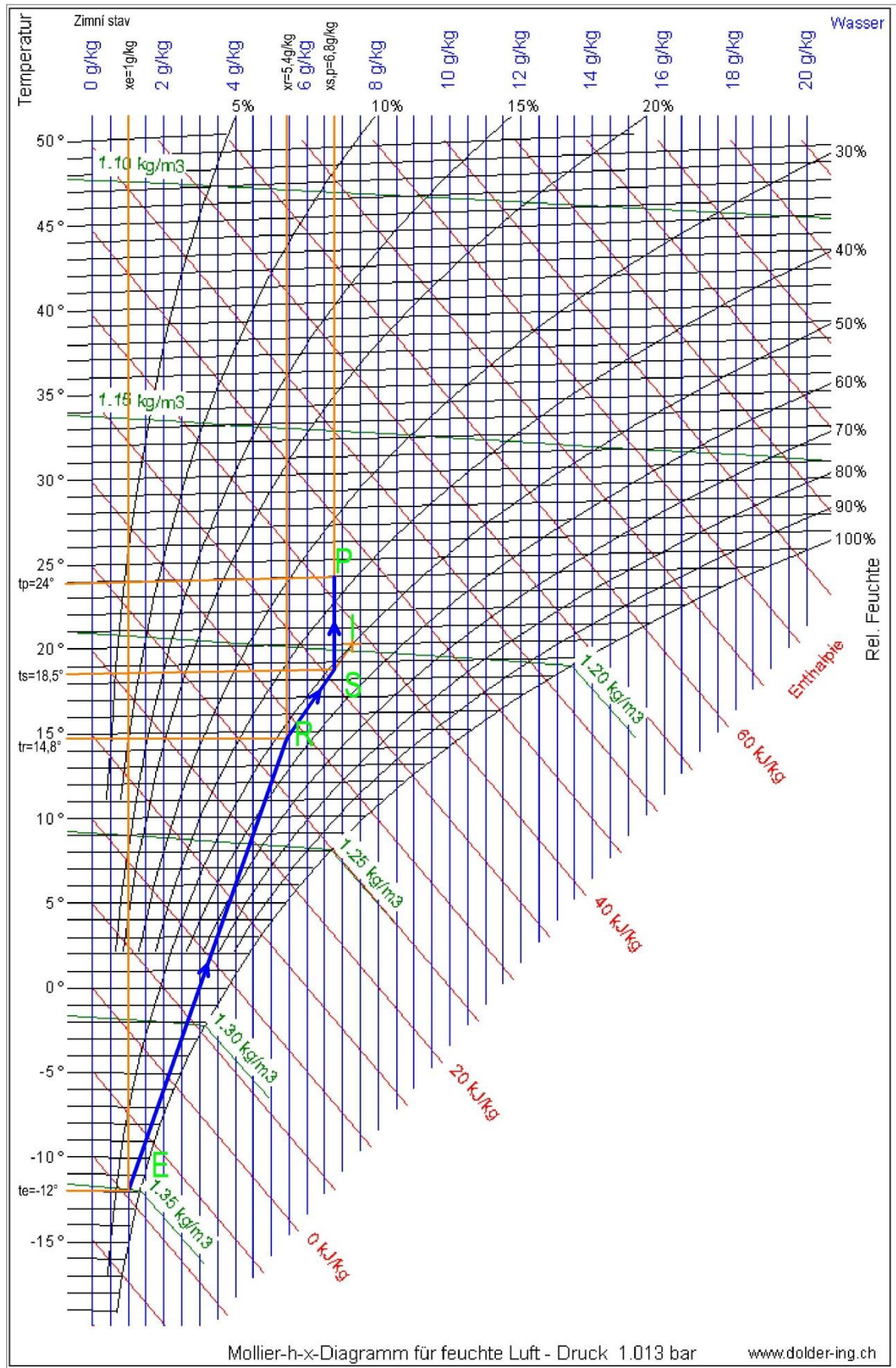
Dle vyhlášky EU dodávám informace o navrženém výrobku:

- | | | |
|----|--------------------------|--|
| a) | Název společnosti: | Fläkt Group |
| b) | Identifikace modelu: | DencoHappel CAIRplus SX 280.160IVBV |
| c) | Typologie: | Větrací jednotka pro jiné než obytné budovy –
obousměrná větrací jednotka |
| d) | Typ pohonu: | Pohon s proměnlivými otáčkami |
| e) | Typ ZZT: | Rotační výměník |
| f) | Účinnost ZZT - | eta/eta Norm 84/73 % |
| g) | Jmenovitý průtok | 9,44 m ³ /s |
| h) | Ef. elektrický příkon | 14,88 kW |
| i) | SFP | SVLint/SVLint limit - 435/1130 W/(m ³ /s) |
| j) | Nátok. Rychlost | 1,16 m/s |
| k) | Jmen. vnější tlak: | 767 Pa |
| l) | Vnitř. tlak. ztráta in: | 267 Pa |
| m) | Vnitř. tlak. ztráta add: | 500 Pa |
| n) | Účinn. Ventilátorů: | 66,5% |
| o) | Max vnější netěsnost: | 2,5% |
| p) | Energet. náročnost: | Filtry – 1139 a 1412 kWh |
| q) | Výměna filtrů. | Na manometru je označená hodnota při, které je
potřeba filtr vyměnit |
| r) | Hladina ak. výkonu: | Max akustická hladina výkonu = 90 dB |
| s) | Web. str. na demont.: | https://www.flaktgroup.com/ |

[P.2] – HX diagram s průběhem teplot a vlhkostí v letním období



[P.3] – HX diagram s průběhem teplot a vlhkostí v zimním období



[P.4] – Výpočet tlakových ztrát na odtahu a přívodu

	V(m ³ /h)	V(m ³ /s)	l(m)	pl(kg/m ³)	d	Al(mm)	vyška(mm)	Wsk(m/s)	k	e-k/d	λ	R(Pa/m)	IR ² (Pa)	zřetač(Z Pa)	Z R ² Hz (Pa)			
Odtah- 1	symetrický přechod 2540x1540 na 1800x1000	31500	8,75	1300	1,2	1520,3	2170	3,4463744	0,15	9,87E-05	0,01194	0,07276	0,094587	0,65	4,632224	4,7268109		
2	oblouk	31500	8,75	1250	1,2	1285,7	1800	1000	4,8611111	0,15	0,000117	0,012329	0,16995	0,212434	0,45	6,380208	6,5926422	
3	symetrický přechod 1800x1000 na 1600x1000	31500	8,75	470	1,2	1259,3	1700	1000	5,1470588	0,15	0,000119	0,012379	0,07344	0,034516	0,155	2,463776	2,49829186	
4	potrubní klapka	31500	8,75	400	1,2	1230,8	1600	1000	5,46875	0,15	0,000122	0,012433	0,07251	0,029004	0,65	11,66382	11,6928227	
5	symetrický přechod 1800x1000 na 1600x1000	31500	8,75	470	1,2	1259,3	1700	1000	5,1470588	0,15	0,000119	0,012379	0,07344	0,034516	0,65	10,33196	10,3664796	
6	potrubí	31500	8,75	9000	1,2	1285,7	1800	1000	4,8611111	0,15	0,000117	0,012329	1,23362	11,01257		20	11,0125716	
7	rozbočka na výfuk	31500	8,75		1,2										20		66,88962	
Přívod- 8	symetrický přechod 2540x1540 na 1800x800	31500	8,75	1500	1,2	1520,3	2170	3,4463744	0,15	9,87E-05	0,01194	0,08395	0,12593	0,65	4,632224	4,75815342		
9	symetrický přechod 1800x800 na 1600x800	31500	8,75	470	1,2	1088	1700	800	6,4338235	0,15	0,000138	0,012736	0,13664	0,064222	0,173	4,296706	4,360928	
10	potrubní klapka	31500	8,75	400	1,2	1066,7	1600	800	6,8359375	0,15	0,000141	0,012785	0,13443	0,053772	0,65	18,22472	18,2784879	
11	symetrický přechod 2540x1540 na 1800x800	31500	8,75	470	1,2	1088	1700	800	6,4338235	0,15	0,000138	0,012736	0,13664	0,064222	0,65	16,14369	16,2079152	
12	potrubí	31500	8,75	1320	1,2	1107,7	1800	800	6,0763889	0,15	0,000135	0,012691	0,33504	0,442255		0	0,44225458	
13	oblouk	31500	8,75	1200	1,2	1107,7	1800	800	6,0763889	0,15	0,000135	0,012691	0,30458	0,3655	0,45	9,969076	10,3345752	
14	potrubí	31500	8,75	1680	1,2	1107,7	1800	800	6,0763889	0,15	0,000135	0,012691	0,42642	0,716379		0	0,71637932	
15	oblouk	31500	8,75	1200	1,2	1107,7	1800	800	6,0763889	0,15	0,000135	0,012691	0,30458	0,3655	0,45	9,969076	10,3345752	
16	potrubí	31500	8,75	8480	1,2	1107,7	1800	800	6,0763889	0,15	0,000135	0,012691	2,15239	18,25224		0	18,2522404	
17	odbočka s přechodem 1800x800,800x630,1500x8	23500	6,52778	500	1,2	1077,6	1650	800	4,9452862	0,15	0,000139	0,01276	0,08688	0,04394	0,3	4,402054	4,445493556	
18	potrubí	23500	6,52778	5810	1,2	1043,5	1500	800	5,4398148	0,15	0,000144	0,012841	1,26942	7,375308		0	7,37530769	
19	odbočka s přechodem 1500x800,800x630,1000x8	15510	4,30833	500	1,2	975,61	1250	800	4,3083333	0,15	0,000154	0,013012	0,07427	0,037136	0,3	3,41113	3,37824842	
20	potrubí	15510	4,30833	5070	1,2	888,89	1000	800	5,3854167	0,15	0,000169	0,013256	1,31571	6,670639		0	6,6706387	
21	odbočka s přechodem 1000x800,710x630,800x63	8930	2,48056	500	1,2	796,9	900	715	3,8547872	0,15	0,000188	0,013355	0,0758	0,0379	0,3	2,674689	2,71258889	
22	potrubí	8930	2,48056	8930	1,2	704,9	800	630	4,9217372	0,15	0,000213	0,013893	2,58004	22,84328		0	22,8432763	
23	regulátor průtoku	8930	2,48056	500	1,2	685,71	800	600	5,1678241	0,15	0,000219	0,013972	0,16325	0,081623		25	25,0816229	
24	tlumič za regulátorem vzduchu	8930	2,48056	964	1,2	704,9	800	630	4,9217372	0,15	0,000213	0,013893	0,27614	0,266201		25	25,2662009	
25	oblouk	8930	2,48056	964	1,2	704,9	800	630	4,9217372	0,15	0,000213	0,013893	0,27614	0,266201	0,45	6,540344	6,80654516	
26	Připojení Flexo hadice k anemostat, dvojnásobná	7990	2,21944	3600	1,2	704,9	800	630	4,4036596	0,15	0,000213	0,013893	0,82556	2,972016	0,6	8,720459	8,72045899	
27	potrubí	7990	2,21944	3600	1,2	704,9	800	630	4,4036596	0,15	0,000213	0,013893	0,82556	2,972016	0,6	8,720459	8,72045899	
28	Připojení Flexo hadice k anemostat, dvojnásobná	7050	1,95833	3100	1,2	704,9	800	630	3,885582	0,15	0,000213	0,013893	0,55347	1,715751	0,6	5,435189	5,43518912	
29	potrubí	7050	1,95833	3100	1,2	704,9	800	630	3,885582	0,15	0,000213	0,013893	0,55347	1,715751	0,6	5,435189	5,43518912	
30	Připojení Flexo hadice k anemostat, dvojnásobná	6110	1,69722	3100	1,2	704,9	800	630	3,675044	0,15	0,000213	0,013893	0,41572	1,288719	0,6	4,082431	4,08243094	
31	potrubí	6110	1,69722	3100	1,2	704,9	800	630	3,675044	0,15	0,000213	0,013893	0,41572	1,288719	0,6	4,082431	4,08243094	
32	Připojení Flexo hadice k anemostat, dvojnásobná	5170	1,43611	500	1,2	686,86	755	630	3,0192602	0,15	0,000218	0,013967	0,05561	0,027805		0	0,0278051	
33	přechod 800x630,710x630	5170	1,43611	3100	1,2	667,61	710	630	3,2106218	0,15	0,000225	0,014049	0,40346	1,250739		0	1,25073862	
34	potrubí	5170	1,43611	3100	1,2	667,61	710	630	3,2106218	0,15	0,000225	0,014049	0,40346	1,250739	0,6	3,710913	3,71091314	
35	Připojení Flexo hadice k anemostat, dvojnásobná	4430	1,23056	500	1,2	649,38	670	630	2,9153176	0,15	0,000231	0,014129	0,05548	0,027738	0,02	0,101989	0,12972708	
36	přechod 710x630 na 630x630	4430	1,23056	3100	1,2	630	630	630	3,1004171	0,15	0,000238	0,014218	0,40351	1,2508723		0	1,25087233	
37	potrubí	4430	1,23056	3100	1,2	630	630	630	3,1004171	0,15	0,000238	0,014218	0,40351	1,2508723	0,6	3,460531	3,46053108	
38	Připojení Flexo hadice k anemostat, dvojnásobná	3290	0,91389	500	1,2	612	595	630	2,4380122	0,15	0,000245	0,014304	0,04168	0,020838	0,02	0,071327	0,09216512	
39	přechod 630x630 na 560x630	3290	0,91389	3100	1,2	592,94	560	630	2,590388	0,15	0,000253	0,014398	0,30307	0,939512		0	0,93951189	
40	potrubí	3290	0,91389	3100	1,2	592,94	560	630	2,590388	0,15	0,000253	0,014398	0,30307	0,939512	0,6	2,41564	2,41563961	
41	Připojení Flexo hadice k anemostat, dvojnásobná	2350	0,65278	500	1,2	562,49	560	565	2,0631409	0,15	0,000267	0,014558	0,03305	0,016525	0,02	0,051079	0,0676032	
42	přechod 560x630 na 560x500	2350	0,65278	3100	1,2	528,3	560	500	2,3333492	0,15	0,000284	0,014751	0,28227	0,75043		0	0,87504327	
43	potrubí	2350	0,65278	3100	1,2	528,3	560	500	2,3333492	0,15	0,000284	0,014751	0,28227	0,75043		0	0,87504327	
44	Připojení Flexo hadice k anemostat, dvojnásobná	1410	0,39167	500	1,2	475,92	505	450	1,7235057	0,15	0,000315	0,015081	0,02824	0,01412	0,08	0,142583	0,1567025	
45	přechod 560x500 na 450x400	1410	0,39167	3100	1,2	423,53	450	400	2,1759259	0,15	0,000354	0,015464	0,32154	0,996772		0	0,9967724	
46	potrubí	1410	0,39167	3100	1,2	423,53	450	400	2,1759259	0,15	0,000354	0,015464	0,32154	0,996772	0,6	1,704475	1,70447531	
47	Připojení Flexo hadice k anemostat, dvojnásobná	470	0,13056	4750	1,2	0	200	41557159	0,15	0,00075	0,018312	4,50642	21,40552	0,3	0,852238	0,85223765		
48	Připojení Flexo hadice	470	0,13056	4750	1,2	0	200	41557159	0,15	0,00075	0,018312	4,50642	21,40552	0,3	0,852238	0,85223765		
49	kruhové potrubí	470	0,13056	315	1,2	0	200	41557159	0,15	0,00075	0,018312	0,29885	0,094137	0,25	2,590496	2,68463305		
50	koleno kruhové potrubí	470	0,13056	315	1,2	0	200	41557159	0,15	0,00075	0,018312	0,29885	0,094137	0,25	2,590496	2,68463305		
51	Flexo potrubí	470	0,13056	3200	1,2	0	200	41557159	0,15	0,00075	0,018312	3,03591	9,714902		0	9,71490233		
52	Anemostat				1,2					0,15							35	35
																		306,197
																		338,086604

[P.5] – Hladina akustického tlaku v přívodním potrubí a následně v koncovém elementu

Zařízení: 1 -| přívod

Frekvence a hladina zvuku A [dB]:	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
Zadaný výkon zdroje [dB]:	56	67	81	81	79	77	73	66	84.0
Požadovaná hladina na konci [dB]:	67	57	49	44	40	37	35	33	45

1-Potrubí 1800 x 800 - 3.0 m									
-útlumy [dB]	1	1	0	0	0	0	0	0	
Qv= 34000 m3/h -vl.hl. [dB]	48	47	46	45	43	42	39	31	
cv= 6.56 m/s -hlukza [dB]	56	66	81	81	79	77	73	66	84.0
2-oblouk 800 x1800 -300 mm									
-útlumy [dB]	0	1	2	3	3	3	3	3	
Qv= 34000 m3/h -vl.hl. [dB]	43	41	36	32	27	23	18	14	
cv= 6.56 m/s -hlukza [dB]	56	65	79	78	76	74	70	63	81.1
3-Potrubí 1800 x 800 - 2.0 m									
-útlumy [dB]	1	1	0	0	0	0	0	0	
Qv= 34000 m3/h -vl.hl. [dB]	48	47	46	45	43	42	39	31	
cv= 6.56 m/s -hlukza [dB]	56	64	79	78	76	74	70	63	81.1
4-oblouk 800 x1800 -300 mm									
-útlumy [dB]	0	1	2	3	3	3	3	3	
Qv= 34000 m3/h -vl.hl. [dB]	43	41	36	32	27	23	18	14	
cv= 6.56 m/s -hlukza [dB]	56	63	77	75	73	71	67	60	78.2
5-Potrubí 1800 x 800 - 2.0 m									
-útlumy [dB]	1	1	0	0	0	0	0	0	
Qv= 34000 m3/h -vl.hl. [dB]	48	47	46	45	43	42	39	31	
cv= 6.56 m/s -hlukza [dB]	56	62	77	75	73	71	67	60	78.2
6-Tlumič není třeba									
7-Potrubí 1800 x 800 - 2.0 m									
-útlumy [dB]	1	1	0	0	0	0	0	0	
Qv= 34000 m3/h -vl.hl. [dB]	48	47	46	45	43	42	39	31	
cv= 6.56 m/s -hlukza [dB]	56	61	77	75	73	71	67	60	78.2
8-Rozbočka 800 x 630 -150 mm+K									
-útlumy [dB]	13	8	13	13	11	11	12	13	
Qv= 7990 m3/h -vl.hl. [dB]	33	32	30	29	27	26	24	23	
cv= 4.40 m/s -hlukza [dB]	43	53	64	62	62	60	55	47	66.5
9-Potrubí 800 x 630 - 1.0 m									
-útlumy [dB]	1	1	0	0	0	0	0	0	
Qv= 7990 m3/h -vl.hl. [dB]	35	34	33	32	30	29	25	18	
cv= 4.40 m/s -hlukza [dB]	43	52	64	62	62	60	55	47	66.5
10-vložený element :									
regulátor průt									
-útlumy [dB]	0	0	0	0	0	0	0	0	
-vl.hl. [dB]	70	67	62	57	58	63	58	55	
-hlukza [dB]	70	67	66	63	63	65	60	56	69.7
11-vložený element :									
Tlumič TX za r									
-útlumy [dB]	1	2	3	9	24	24	16	11	
-vl.hl. [dB]	0	0	0	0	0	0	0	0	
-hlukza [dB]	69	65	63	54	39	41	44	45	57.6
12-Rozbočka 200 x 200 - 0 mm+K									
-útlumy [dB]	19	11	16	15	19	19	19	19	
Qv= 470 m3/h -vl.hl. [dB]	28	23	20	19	17	16	14	13	
cv= 3.26 m/s -hlukza [dB]	50	54	47	39	22	23	25	26	42.6

útlumy sítě nevyžadují tlumič

[P.6] – Hladina akustického tlaku v odvodním potrubí a následně v koncovém elementu

Zařízení: 1 - odtah

Frekvence a hladina zvuku A [dB]:	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	dB(A)
Zadaný výkon zdroje [dB]:	53	65	79	78	69	66	65	63	77.8
Požadovaná hladina na konci [dB]:	67	57	49	44	40	37	35	33	45

1-Potrubí 1800 x 800 - 2.0 m									
-útlumy [dB]	1	1	0	0	0	0	0	0	
Qv= 34000 m ³ /h -v1.h1. [dB]	48	47	46	45	43	42	39	31	
cv= 6.56 m/s -hlukza [dB]	53	64	79	78	69	66	65	63	77.8
2-Oblouk 800 x1800 -300 mm									
-útlumy [dB]	0	1	2	3	3	3	3	3	
Qv= 34000 m ³ /h -v1.h1. [dB]	43	41	36	32	27	23	18	14	
cv= 6.56 m/s -hlukza [dB]	53	63	77	75	66	63	62	60	75.0
3-Oblouk 800 x1800 -300 mm									
-útlumy [dB]	0	1	2	3	3	3	3	3	
Qv= 34000 m ³ /h -v1.h1. [dB]	43	41	36	32	27	23	18	14	
cv= 6.56 m/s -hlukza [dB]	53	62	75	72	63	60	59	57	72.2
4-Oblouk 800 x1800 -300 mm									
-útlumy [dB]	0	1	2	3	3	3	3	3	
Qv= 34000 m ³ /h -v1.h1. [dB]	43	41	36	32	27	23	18	14	
cv= 6.56 m/s -hlukza [dB]	53	61	73	69	60	57	56	54	69.5
5-Oblouk 800 x1800 -300 mm									
-útlumy [dB]	0	1	2	3	3	3	3	3	
Qv= 34000 m ³ /h -v1.h1. [dB]	43	41	36	32	27	23	18	14	
cv= 6.56 m/s -hlukza [dB]	53	60	71	66	57	54	53	51	66.9
6-Potrubí 1800 x 800 - 1.0 m									
-útlumy [dB]	0	0	0	0	0	0	0	0	
Qv= 34000 m ³ /h -v1.h1. [dB]	48	47	46	45	43	42	39	31	
cv= 6.56 m/s -hlukza [dB]	54	60	71	66	57	54	53	51	66.9
7-Tlumič není třeba									
7-Oblouk 800 x1800 -300 mm									
-útlumy [dB]	0	1	2	3	3	3	3	3	
Qv= 34000 m ³ /h -v1.h1. [dB]	43	41	36	32	27	23	18	14	
cv= 6.56 m/s -hlukza [dB]	54	59	69	63	54	51	50	48	64.3
8-Potrubí 1800 x 800 - 6.0 m									
-útlumy [dB]	3	2	1	1	0	0	0	0	
Qv= 34000 m ³ /h -v1.h1. [dB]	48	47	46	45	43	42	39	31	
cv= 6.56 m/s -hlukza [dB]	53	57	68	62	54	52	50	48	63.6
9-Rozbočka 315 x 315 - 0 mm+K									
-útlumy [dB]	21	13	19	21	21	21	21	21	
Qv= 1570 m ³ /h -v1.h1. [dB]	39	34	32	30	29	27	26	24	
cv= 4.40 m/s -hlukza [dB]	40	44	49	41	34	32	31	29	43.9
10-Kruh.potr.d 315 - 2m									
-útlumy [dB]	0	0	0	0	0	0	0	0	
Qv= 1570 m ³ /h -v1.h1. [dB]	32	31	30	29	27	26	23	15	
cv= 5.60 m/s -hlukza [dB]	41	44	49	41	35	33	32	29	44.2
11-Kruh.potr.d 315 - 2m									
-útlumy [dB]	0	0	0	0	0	0	0	0	
Qv= 1570 m ³ /h -v1.h1. [dB]	32	31	30	29	27	26	23	15	
cv= 5.60 m/s -hlukza [dB]	42	44	49	41	36	34	33	29	44.5

Útlumy sítě nevyžadují tlumič

[P.8] – Podrobnější rozpočítání nákladů za roky

roky	náklady nový stav	náklady stávající stav	úspora	celková cena	Cena nov. zař.	roční nákl. nové	cena tepla	cena chladu
1	5080754	2544714	-2536040	4102387 Kč	4102387 Kč	nové	105622 Kč	872745 Kč
2	978367	2544714	-969693	3562387 Kč	3562387 Kč	nové	653740 Kč	1890974 Kč
3	978367	2544714	596654	90000 Kč	90000 Kč	předchozí		
4	978367	2544714	2163001	150000 Kč	150000 Kč			
5	978367	2544714	3729348	300000 Kč	300000 Kč			
6	978367	2544714	5295695					
7	978367	2544714	6862042					
8	978367	2544714	8428389					
9	978367	2544714	9994736					
10	978367	2544714	11561083					
11	978367	2544714	13127430					
12	978367	2544714	14693777					
13	978367	2544714	16260124					
14	978367	2544714	17826471					
15	978367	2544714	19392818					
16	978367	2544714	20959165					
17	978367	2544714	22525512					
18	978367	2544714	24091859					
19	978367	2544714	25658206					
20	978367	2544714	27224553					