

Technická univerzita v Liberci
Fakulta strojní

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2003

Patrik KUMPOŠT

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

Katedra energetických zařízení

Obor : Konstrukce strojů a zařízení

Zaměření : Tepelná technika

TECHNICKÉ HODNOCENÍ CHLADICÍCH PRVKŮ (HYPERMARKET KAUFLAND)

TECHNICAL EVALUATION OF THE COOLING PARTS (HYPERMARKET KAUFLAND)

Patrik KUMPOŠT

UNIVERZITNÍ KNIHOVNA
TECHNICKÉ UNIVERZITY V LIBERCI



3146069587

Vedoucí práce : Prof. Ing. Josef Olehla, CSc.

Konzultant : Ing. Jan Buzík

Počet stran : 62

Počet příloh : 9

Počet tabulek : 13

Počet obrázků : 12



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jméno a příjmení	Patrik K u m p o š t
Studijní program	magisterský - 2301 M strojní inženýrství
Obor	Konstrukce strojů a zařízení
Zaměření	Tepelná technika

Ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách se Vám určuje diplomová práce na téma:

Technické hodnocení chladících prvků (Hypermarket Kaufland)

Zásady pro vypracování:

(uveďte hlavní cíle diplomové práce a doporučené metody pro vypracování)

1. Úvod – význam diplomové práce
2. Stanovení chladících výkonů skříní a návrh chladírny a mrazírny podle chlazeného zboží
3. Návrh chladícího a mrazícího okruhu. Podrobně vypracovat jeden uzel – výpočtovou metodou užívanou v praxi a programovým výpočtem (vlastní návrh)
4. Soubor návrhů rozmístění chladících zařízení, regulace, potrubní sítě atd.
5. Ekonomické zhodnocení s využitím II. hl. věty termodynamiky, exergie, anergie.

Forma zpracování diplomové práce:

- původní zpráva: 40 stran
- grafické práce: 20 stran

Seznam literatury (uveďte doporučenou odbornou literaturu):

- Hans-Jürgen Ullrich: Chladicí technika II. Svaz z CHKT s. r. o. 1. Vydání Praha 2000
- Kalčík, J., Sýkora, K.: Technická termodynamika, Akademia Praha 1973
- Dieter, O.: Einführung in die Kältetechnik Springer Verlag Berlin 1981

Vedoucí diplomové práce:

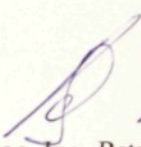
Prof. Ing. Josef Olehla, CSc.

Konzultant diplomové práce:

Ing. Jan Buzík, Linda, chladicí technika s. r. o.




Doc. Ing. Jiří Unger, CSc.
vedoucí katedry


Doc. Ing. Petr Louda, CSc.
děkan

V Liberci dne 3. 3. 2003

Platnost zadání diplomové práce je 15 měsíců od výše uvedeného data. Termíny odevzdání diplomové práce jsou určeny pro každý studijní rok a jsou uvedeny v harmonogramu výuky.

TECHNICKÉ HODNOCENÍ CHLADICÍCH PRVKŮ (HYPERMARKET KAUF LAND)

Diplomová práce se v první teoretické části zabývá použitím jednotlivých konstrukčních prvků potřebných k návrhu chladicího a mrazicího okruhu.

Její druhá část je věnována konkrétním výpočtům chladicího a mrazicího okruhu, tzn. stanovení chladicích výkonů chladicích a mrazicích boxů a chlazeného nábytku, výpočet sdružené kompresorové jednotky a kondenzátoru, dále pak detailní výpočet jednoho uzlu potrubní sítě chladicího okruhu a porovnání s výpočtovým programem používaným v praxi. Součástí diplomové práce je i hodnocení celkové účinnosti obou okruhů z hlediska exergie a anergie.

V závěru jsou hodnoceny dosažené výsledky a porovnány s reálným návrhem projektu Hypermarketu Kaufland vytvořeným projektanty firmy Linde.

TECHNICAL EVALUATION OF THE COOLING PARTS (HYPERMARKET KAUF LAND)

The first theoretical part of the diploma thesis deals with the use of individual construction parts needed for the design of cooling and freezing circuits.

The second part contains the calculations of the cooling and freezing circuits, i.e. sets the cooling capacity of cooling and freezing boxes and cabinets, calculates multiset compressor unit and condenser, further on presents detailed calculation of one piping network junction of the cooling circuit and compares it with the calculation program used in practise.

The diploma thesis includes the evaluation of general effectiveness of both circuits in terms of exergie and anergie.

In the end the obtained results are compared with a real Hypermarket Kaufland design made by Linde Company designers.

Místopřísežné prohlášení

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury pod vedením vedoucího a konzultanta diplomové práce.

V Liberci dne 21. 5. 2003

Podpis *Raduň Hrnčíř*

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo) a § 35 (o nevýdělečném užití díla k vnitřní potřebě školy).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užití své diplomové práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

Datum : 21. 5. 2003

Podpis : 

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucímu diplomové práce Prof. Ing. Josefu Olehlovi, CSc. za mimořádnou ochotu při poskytování rad a informací.

11	1.	Úvod
11	1.1.	Zadání
12	2.	Návrh chladicího zařízení
12	2.1.	Obecná charakteristika navrhovaného zařízení
12	2.1.1.	Sdružené kondenzační jednotky
13	2.1.2.	Dochlazovač
14	2.1.3.	Kondenzátory
15	2.1.4.	Výparníky
16	2.1.5.	Spojovací potrubí
	2.2.	Konkrétní návrh chladicích a mrazicích boxů, respektive nábytku
17		- stanovení chladicího výkonu
17	2.2.1.	Návrh chladicích a mrazicích boxů
23	2.2.2.	Návrh výparníků
26	2.2.3.	Návrh chladicího a mrazicího nábytku
30	3.	Návrh chladicího a mrazicího okruhu
30	3.1.	Stanovení odpovídajících teplot pro chladič i mrazicí okruh
30	3.1.1.	Stanovení teploty vypařovací
30	3.1.2.	Stanovení teploty kondenzační
31	3.2.	Výpočet sdružené kompresorové jednotky
31	3.2.1.	Okruh mrazicí
32	3.2.2.	Okruh chladič
34	3.3.	Výpočet chladicího a mrazicího okruhu
34	3.3.1.	Okruh chladič
36	3.3.2.	Okruh mrazicí
39	3.3.3.	Stanovení kondenzačního výkonu chladicího i mrazicího okruhu
42	4.	Potrubní síť, regulace
42	4.1.	Potrubní síť

4.1.1.	Stanovení průměrů potrubí metodou využívající nomogramy chladiwa	43
4.2.	Sběrač kapalného chladiwa	48
4.3.	Regulace chladicího zařízení	49
5.	Exergie a anergie	51
5.1.	Vyhodnocování tepelně technických procesů pomocí exergie	51
5.2.	Exergetické ztráty	51
5.2.1.	Výpočet exergetických ztrát v chladicím okruhu	52
5.2.2.	Výpočet exergetických ztrát v mrazicím okruhu	59
6.	Závěr	61
	Použitá literatura	62
	Přílohy	

a_{ad}	$[kJ.kg^{-1}]$	adiabatická měna práce
A_p	$[db(A)]$	akustický tlak
b	$[m]$	tloušťka
c_p	$[kJ.kg^{-1}.K^{-1}]$	měna tepelná kapacita
d	$[m]$	světlý průměr
$E, E_{\bar{O}}$	$[kW]$	exergetický tok
E_c	$[kW]$	celkový exergetický tok
I	$[kW]$	exergetická ztráta
I_c	$[kW]$	celková exergetická ztráta
$\left(I \right)^{el.m.}$	$[kW]$	elektromechanická exergetická ztráta
$\left(I \right)^{INT}$	$[kW]$	vnitřní exergetická ztráta
I_K	$[kW]$	exergetická ztráta v kompresoru
I_{kond}	$[kW]$	exergetická ztráta v kondenzátoru
I_{SV}	$[kW]$	exergetická ztráta ve škrtícím ventilu
F_{AB}	$[I]$	faktor osvětlení
g	$[m.s^{-1}]$	gravitační zrychlení
h	$[kJ.kg^{-1}]$	entalpie
k	$[W.m^{-2}.K^{-1}]$	součinitel prostupu tepla
k_s	$[I]$	koefficient současnosti
k_z	$[I]$	faktor zanesení
l	$[m]$	délka
m	$[kg]$	hmotnost
$\dot{m}$	$[kg.s^{-1}]$	hmotnostní průtok
n	$[ks]$	počet
p	$[Pa]$	tlak
P_{ad}	$[W]$	adiabatický příkon kompresoru
P_c	$[W]$	celkový příkon
P_{el}	$[W]$	elektrický příkon
P_{pv}	$[W]$	příkon elektrického odtávání
P_{SKJ}	$[W]$	příkon sdružené kompresorové jednotky

tepelný výkon předaný jednou osobou	Q	$[W]$
množství tepla	$\dot{Q}$	$[J]$
chladičí výkon	$\dot{Q}_0$	$[W]$
celkový chladičí výkon	$\dot{Q}_0^c$	$[W]$
chladičí výkon dochlazovače	$\dot{Q}_d$	$[W]$
teplo sdělené v dochlazovací	$\dot{Q}_D$	$[W]$
prostup tepla stěnami	$\dot{Q}_{iz}$	$[W.h]$
teplo odvedené z kondenzátoru	$\dot{Q}_K$	$[W]$
kondenzační výkon	$\dot{Q}_{kond}$	$[W]$
teplo od topení odtažacího zařízení	$\dot{Q}_{odt}$	$[W.h]$
teplo od osvětlení, strojů a ostatních zařízení	$\dot{Q}_{os}$	$[W.h]$
teplo odnímání ochlazenému zboží	$\dot{Q}_{oz}$	$[W.h]$
teplo vzniklé prací osob	$\dot{Q}_{od}$	$[W.h]$
teplo od ventilátorů	$\dot{Q}_{dv}$	$[W.h]$
teplo (rezerva)	$\dot{Q}_r$	$[W.h]$
chladičí výkon, tabulková hodnota	$\dot{Q}_{tab}$	$[W]$
teplo od pronikajícího okolního vzduchu	$\dot{Q}_{va}$	$[W.h]$
chladičí výkon chladicího, respektive mrazicího boxu	$\dot{Q}_0$	$[W]$
chladičí výkon chladicího, respektive mrazicího nábytku	$\dot{Q}_0^m$	$[W]$
chladičí výkon, jeho přepočítaná hodnota	$\dot{Q}_{0PR}$	$[W]$
chladičí výkon kompresorové jednotky	$\dot{Q}_{0SKJ}$	$[W]$
celkový chladičí výkon, okruh mrazicí	$\dot{Q}_0$	$[W]$
entropie	s	$[kJ.kg^{-1}.K^{-1}]$
plocha	S	$[m^2]$
teplota	t	$[^{\circ}C]$

T	[K]	teplota termodynamická
t_d	[°C]	teplota v dochlazovači
t_e	[°C]	teplota vnější
t_i	[°C]	teplota vnitřní
T_i	[K]	vnitřní termodynamická teplota
t_k	[°C]	teplota kondenzační
t_p	[°C]	teplota průměrná
T_o	[K]	termodynamická teplota okolí
t_0	[°C]	teplota vypařovací
t_{0PR}	[°C]	teplota vypařovací, její přepočítaná hodnota
v	[m ³ .kg ⁻¹]	měrný objem
V	[m ³]	objem
$\dot{V}$	[m ³ .s ⁻¹]	objemový průtok
$\dot{V}_k$	[m ³ .s ⁻¹]	objemový průtok v kapalinovém potrubí
w	[m.s ⁻¹]	rychlost
$\dot{W}_{el}$	[kW]	elektrický výkon
α_e	[W. m ⁻² .K ⁻¹]	součinitel přestupu tepla na vnější straně konstrukce
α_i	[W. m ⁻² .K ⁻¹]	součinitel přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce
δ_t	[K]	ztráta na vypařovací teplotě způsobená tlakovou ztrátou
Δh	[kJ.kg ⁻¹]	rozdíl entalpií
Δp	[Pa]	rozdíl tlaků
Δt	[°C]	rozdíl teplot
ε_{ch}	[I]	chladicí faktor
ε	[I]	měrná exergie
η_{el}	[I]	elektrická účinnost
η_m	[I]	mechanická účinnost
λ_{pol}	[W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	součinitel tepelné vodivosti
λ_t	[I]	součinitel tření v trubkách
ξ	[I]	součinitel místních odporů
ρ	[kg.m ⁻³]	měrná hmotnost
σ	[I]	tlakový poměr
τ	[s, h]	čas
Ψ	[I]	celková efektivní exergetická účinnost

1. Úvod

1.1. Zadání

Zadání diplomové práce jsem, po konzultaci s vedoucím katedry energetických strojů doc. Ing. Jiřím Ungerem, CSc, obdržel od firmy LINDE, chladicí technika, s.r.o., která je výhradním zástupcem koncernu LINDE AG pro Českou republiku.

LINDE chladicí technika s.r.o. v České republice především navrhuje, instaluje a udržuje chladicí a mrazicí systémy pro mezinárodní obchodní řetězce, jako je Tesco, Makro, Interspar, Delvita, Plus Discount, Kaufland, Ahold, dodává ovšem chladicí techniku i pro velkosklady potravin, pivovary či zimní stadiony.

Plynulý chod chladicího zařízení, kdy pokles teploty o několik °C může znamenat obrovské škody na zboží, je zabezpečován jak 24 hodinovou telefonickou pohotovostní službou, tak monitorovacími systémy, napojenými na chladicí zařízení v prodejnách, hlásícími veškeré pohyby teplot naší centrále.

Z uvedeného vyplývá i zadání mé diplomové práce. To se skládá ze dvou částí :

a) kompletní návrh chladicího okruhu, včetně návrhu potrubní sítě, chladicích výkonů jednotlivých spotřebičů a technických výkresů, pro hypermarket Kaufland

b) vyhodnocení exergetických ztrát chladicího a mrazicího okruhu a výpočet celkové efektivní exergergetické účinnosti. Porovnání vypočítaných hodnot s technickou praxí.

2. Návrh chladicího zařízení

2.1. Obecná charakteristika navrhovaného zařízení

Mnou navržené chladicí zařízení je určeno pro chladicí a mrazicí nábytek umístěný na prodejní ploše hypermarketu a pro chladicí a mrazicí boxy umístěné mimo prodejní plochu, tedy v zázemí hypermarketu. Pro úplnost je nutno dodat, že se jedná o podchlazování a zmrazování potravin a to v rozdílných specifických podmínkách prodejní plochy i zázemí. Vysoké nároky jsou zde kladeny především na regulační a řídicí techniku v přímém ohledu k hygienickým normám a v neposlední řadě i k subjektivním požadavkům zákazníka na čerstvost skladovaných potravin.

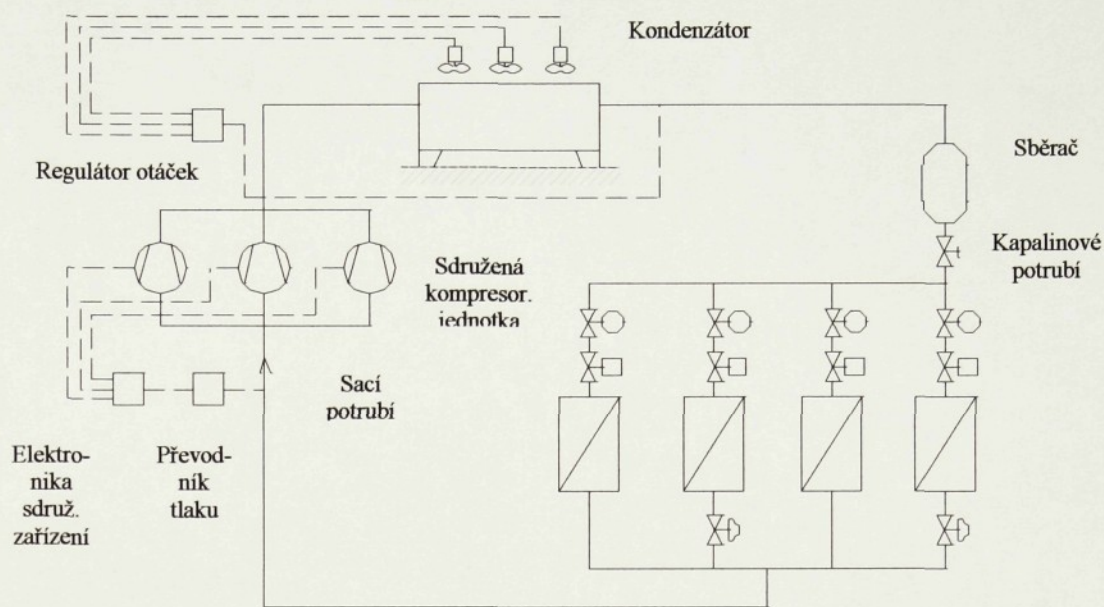
2.1.1. Sdružené kompresorové jednotky

K dopravě chladicího media (v tomto případě je použito ekologické chladivo R 404A) k jednotlivým spotřebičům slouží dvě standardní sdružené kompresorové jednotky, dodávané přímo firmou LINDE AG, se zabudovaným mikroprocesorovým řízením, které trvale optimalizuje režim celého systému s ohledem na minimální provozní náklady. Režim chodu jednotlivých kusů chladicího a mrazicího nábytku, chladíren je řízen elektronickými regulátory. Sdružené zapojení kompresorů je tandemové. Dle zvyklosti počet chladicích míst přesahuje počet kompresorů. Kromě kompresorů je jednotka osazena ještě sběračem chladiva, centrálním přístrojovým panelem s jističi tlaku a manometry a dalšími komponenty nezbytnými pro funkčnost jednotky. Chod, tedy zapnutí a vypnutí kompresoru, je odvislé od skutečného potřebného množství chladu.

Mezi výhody mnou zvolené sdružené jednotky patří především :

- optimální přizpůsobení výkonu právě existující spotřebě chladu pomocí bezeztrátové regulace výkonu,
- malé zatěžování sítě tím, že jsou postupně spouštěny jednotlivé kompresory,
- udržení nouzového chodu při výpadku jednoho kompresoru a úspora energie, aj.

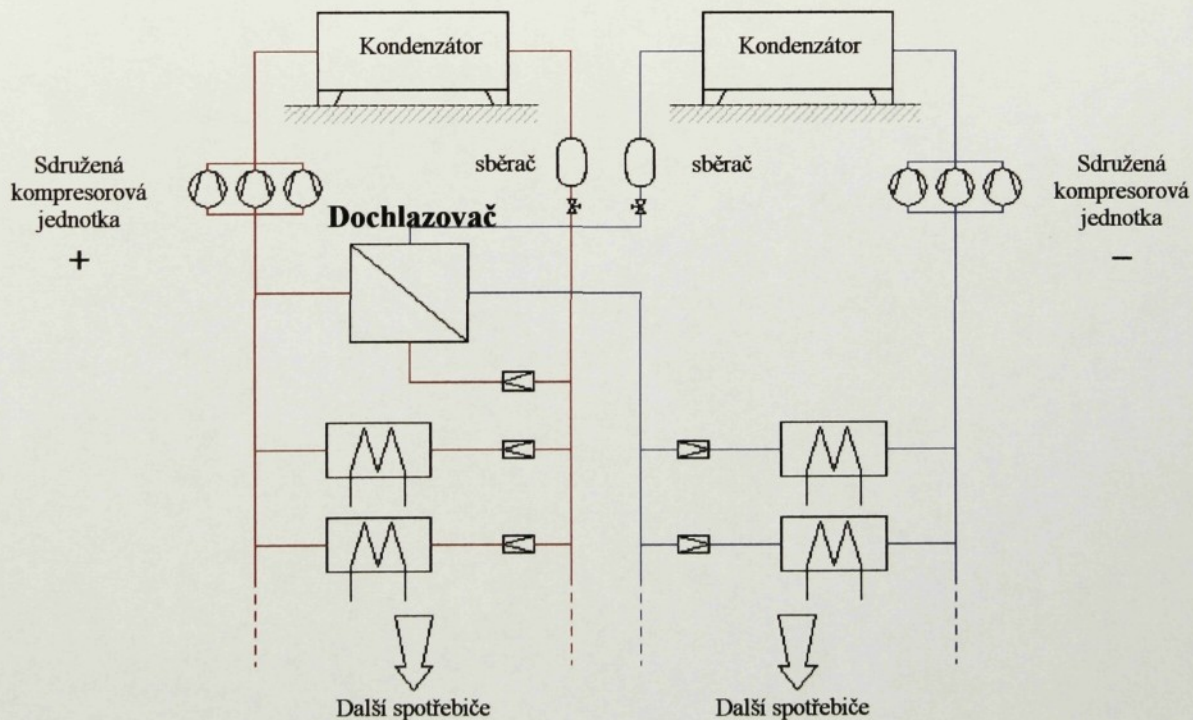
Sdružené jednotky jsou umístěny ve strojovně chlazení. Jedna je určena pro chladicí zařízení osazená třemi kompresory, druhá pro mrazicí zařízení, rovněž osazená třemi kompresory. (Ullrich 2000)



Obr. 2-1 Schéma zapojení sdruženého chladicího zařízení

2.1.2. Dochlazovač

V mrazícím okruhu jsem zařadil tzv. dochlazovač. Podchlazením kapalného chladiva, tj. jeho izobarickým ochlazením na teplotu $t_d < t_k$, se dosáhne zvětšení hmotnostní, tím i



Obr. 2-2 Schéma zapojení dochlazovače

objemové chladivosti, a tím k zvýhodnění oběhu, rovněž k úspoře elektrické energie, protože mohou použít menších kompresorů při zachování stejného chladicího výkonu. Samotný pochod dochlazování probíhá ve výměníku, zařazeném mezi kondenzátor a škrťací orgán (Dvořák 1986). Mezi výhody dochlazovače patří :

- možnost použití menších kompresorů mrazicího okruhu při zachování stejného chladicího výkonu
- úspora elektrické energie pro příkon mrazicího okruhu

2.1.3. Kondenzátory

Při volbě kondenzátorů, které mohou být buď s axiálními ventilátory (uspořádání se svislým nebo vodorovným prouděním vzduchu) nebo s radiálními ventilátory musím zohlednit podmínky uspořádání jako jsou prostor, který je k dispozici pro optimální umístění, dále podle požadavků na hlučnost aj. Zatímco kondenzátory s axiálními ventilátory jsou umísťovány většinou venku, kondenzátory s radiálními ventilátory jsou převážně ve strojovnách. Naším požadavkům, vyhovují kondenzátory s axiálními ventilátory. Ty jsou v rozdílných uspořádání z hlediska hlučnosti. Snížení hladiny akustického tlaku se dá dosáhnout snížením otáček motorů ventilátorů a tím snížení průtoku vzduchu. Tím se také samozřejmě podstatně sníží výkon kondenzátorů. Pro daný stejný výkon musí být zvolen kondenzátor s větší plochou a tím s většími pořizovacími náklady. Při porovnávání těchto výrobků, pokud jde o hlučnost, výrobci udávají hladinu akustického tlaku při různých odstupech (zpravidla 5 nebo 10 m).

Zdvojnásobení vzdálenosti od zdroje hluku přináší pokles hladiny akustického tlaku A_p o 6 db(A).

Při dimenzování kondenzátoru budu dále při konkrétním výpočtu uvažovat tzv. přídavek, po určité provozní době totiž stoupá v důsledku znečištění lamel kondenzační teplota, a tím příkon chladicího zařízení (Ullrich 2000).

Při umístění kondenzátoru venku je třeba dbát na následující opatření :

- chránit kondenzátor před přímým slunečním svitem
- dbát norem o hlučnosti
- dodržet výrobci udávané nejmenší odstupy od stěn nebo jiných zařízení, aby byl zabezpečen dobrý vstup a výstup vzduchu
- pravidelně čistit lamely podle obsahu prachu ve vzduchu

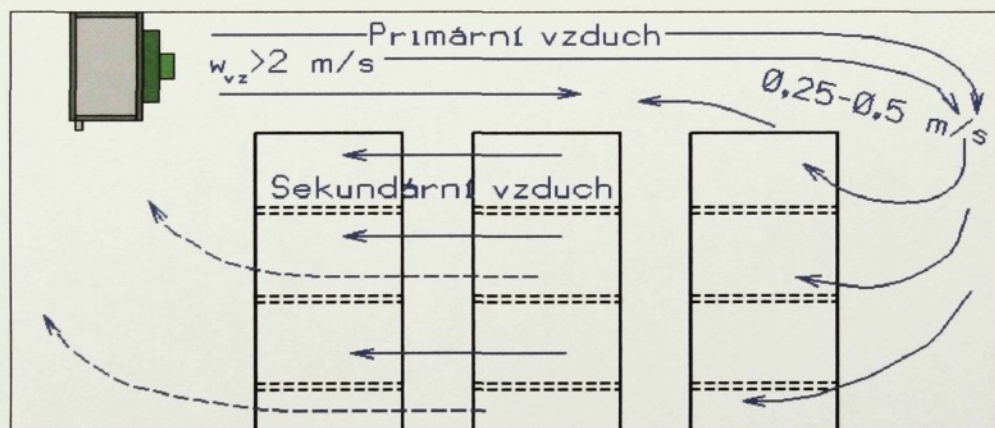
2.1.4. Výparníky

Volba výparníku je závislá v první řadě na druhu chlazeného prostoru, na druhu chlazeného zboží (vysoká nebo relativní vlhkost vzduchu v prostoru) a na prostorových poměrech (výška místnosti, využití prostoru).

Pro náš případ volím ventilátorové chladiče se sacím uspořádáním (od firmy Goethart) protože mají následující výhody :

- rovnoměrnější obtékání plochy výparníku vzduchem a tím lepší přístup tepla
- lépe usměrněný proud vzduchu a tím větší dosah vzduchu
- lepší přístup k ventilátoru v případě opravy
- lepší chlazení motoru ventilátoru tím, že mají usměrněný proud vzduchu

Z chladiče vystupující usměrněný proud vzduchu bude veden nad chlazeným zbožím podél stropu. Při dalším proudění s sebou strhává sekundární vzduch, se kterým se mísí, proudí menší rychlostí přes chlazené zboží a směřuje zpět k výparníku



Obr. 2-3 Zjednodušené schéma proudění primárního a sekundárního vzduchu v chlazeném prostoru

Aby se dosáhlo rovnoměrného vychlazování prostoru, rovnoměrné ochlazování zboží a stálé teploty a vlhkosti vzduchu, bude v chladírně masa navíc použito prostředku pro rozdělení vzduchu – textilního vzduchovodu (Ullrich 2000).

2.1.5. Spojovací potrubí

Potrubí spojuje hlavní části chladicího zařízení v jeden uzavřený chladicí systém. Chladivo proudí potrubní sítí v různém skupenském stavu, za různých teplot a tlaků. Pro tvorbu potrubní sítě bude použito trubek normovaných průměrů a různých tvarovek – fitinků z mědi. Kromě snadné zpracovatelnosti (dělení, ohýbání, rozšiřování a pájení) skýtají měděné trubky bezpečnou ochranu proti korozi a tím vysokou životnost chladicích zařízení. Aby se dosáhlo vysoké těsnosti a zabránilo úniku chladiva bude použito ke spojování potrubí a jeho částí pájených spojů (Ullrich 2000).

2.2. Konkrétní návrh chladicích a mrazicích boxů, respektive nábytku

- stanovení chladicího výkonu

2.2.1. Návrh chladicích a mrazicích boxů

Ke stanovení spotřeby chladu chlazených prostor je třeba určit jejich energetickou bilanci a to na základě všech tepelných toků směřujících dovnitř i vně systému, stejně tak i všechny zdroje tepla v prostoru. Jedná se především o energii elektrickou a mechanickou, které jsou přeměněny v energii tepelnou. Veškeré tyto přeměny definuje první a druhá věta termodynamiky. Energetická bilance tedy vyjadřuje souhrn všech tepel, která musí být prostřednictvím chladicího zařízení z chlazeného prostoru odvedena (Ullrich 2000).

$$Q_c = Q_{iz} + Q_{os} + Q_{pv} + Q_{odt} + Q_{vv} + Q_{po} + Q_{oz} + Q_r$$

Q_{iz} prostup tepla stěnami, stropem a podlahou

Q_{os} teplo od osvětlení, strojů a ostatních zařízení

Q_{pv} teplo od ventilátorů

Q_{odt} teplo od topení odtávacího zařízení

Q_{vv} teplo od pronikajícího okolního vzduchu

Q_{po} teplo vzniklé prací osob

Q_{oz} teplo odnímané ochlazovanému zboží

Q_r rezerva (0 ÷ 20%)

Detailní výpočet mrazírny :

a) Celkový prostup tepla stěnami, stropem a podlahou :

Rozměry mrazicího boxu : 8 x 5 x 2,6 m

$$Q_{iz} = k \cdot S \cdot \Delta t \cdot \tau \quad [W.h]$$

$$k = \frac{1}{1/\alpha_i + b/\lambda_{pol} + 1/\alpha_e}$$

k součinitel prostupu tepla pro rovinnou stěnu [$W.m^{-2}.K^{-1}$] (viz. Příloha č.1)

λ_{pol} součinitel tepelné vodivosti polyuretanu, $\lambda_{pol} = 0,029 W.m^{-2}.K^{-1}$ dle (Ullrich 2000)

$\alpha_{i,e}$ součinitel přestupu tepla na vnitřní, resp. vnější straně konstrukce

$\alpha_{i,e} = 19 W.m^{-2}.K^{-1}$ dle (Ullrich 2000)

b tloušťka vrstvy, $b = 0,080 \text{ m}$ (dle dispozic fy. Linde)

$\Delta t = t_e - t_i$ rozdíl vnější a vnitřní teploty chlazeného prostoru [$^{\circ}\text{C}$] (dle dispozic fy. Linde)

τ $\tau = 24 \text{ h}$

$$k = \frac{1}{1/19 + 0,080/0,029 + 1/19} = 0,349 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

mrazicí box – venkovní prostor I. :

$$Q_{iz} = 0,349 \cdot (8 \cdot 2,6) \cdot (25 + 23) \cdot 24 = 8\,352 \text{ W.h}$$

mrazicí box – venkovní prostor II. :

$$Q_{iz} = 0,349 \cdot (5 \cdot 2,6) \cdot (25 + 23) \cdot 24 = 5\,232 \text{ W.h}$$

mrazicí box – zázemí :

$$Q_{iz} = 0,349 \cdot (8 \cdot 2,6) \cdot (20 + 23) \cdot 24 = 7\,488 \text{ W.h}$$

mrazicí box – chladič box MOPRO :

$$Q_{iz} = 0,349 \cdot (5 \cdot 2,6) \cdot (5 + 23) \cdot 24 = 3\,048 \text{ W.h}$$

podlaha :

$$Q_{iz} = 0,349 \cdot (8 \cdot 5) \cdot (10 + 23) \cdot 24 = 11\,064 \text{ W.h}$$

strop :

$$Q_{iz} = 0,349 \cdot (8 \cdot 5) \cdot (20 + 23) \cdot 24 = 14\,400 \text{ W.h}$$

$$\Sigma Q_{iz} = 49\,584 \text{ W.h}$$

b) *Teplo od osvětlení :*

$$Q_{os} = n \cdot P_{el} \cdot \tau \quad [\text{W.h}]$$

n počet zářivek (dle dispozic fy. Linde)

P_{el} příkon zářivek [W] (dle dispozic fy. Linde)

τ denní doba provozu zářivek [h] (Ullrich 2000)

$$Q_{os} = 2 \cdot 120 \cdot 16 = 3\,840 \text{ W.h}$$

c) *Teplo od ventilátorů :*

$$Q_{pv} = n \cdot P_{el} \cdot \tau \quad [\text{W.h}]$$

n počet ventilátorů (dle dispozic fy. Linde)

P_{el} příkon ventilátorů [W] (dle dispozic fy. Linde)

τ denní doba provozu ventilátorů [h] (Ullrich 2000)

$$Q_{pv} = 2 \cdot 260 \cdot 16 \cdot 1,15^* = 9\,568 \text{ W.h}$$

d) *Teplo od topení odtávacího zařízení:*

$$Q_{odt} = n \cdot P_{el} \cdot \tau \quad [\text{W.h}]$$

n počet topných tyčí (dle dispozic fy. Linde)

P_{el} příkon topných tyčí [W] (dle dispozic fy. Linde)

τ denní doba provozu topných tyčí (40 minut denně) [h] (dle dispozic fy. Linde)

$$Q_{odt} = 2 \cdot 4\,690 \cdot 0,7 \cdot 1,15^* = 7\,551 \text{ W.h}$$

* u výpočtu tepla od ventilátorů a odtávacího zařízení je nutno přičíst 15 %, protože v praxi nebývají tyto hodnoty před výpočtem spotřeby chladu známy. (dle dispozic fy. Linde)

e) *Teplo od pronikajícího okolního vzduchu :*

$$Q_{vv} = n \cdot V \cdot \rho \cdot \Delta h \quad [\text{W.h}]$$

n četnost výměny vzduchu (Ullrich 2000)

pro mrazírny $n = 50/\sqrt{V}$, chladiřny $n = 70/\sqrt{V}$, sklady ovoce $n = 30/\sqrt{V}$

V objem chlazeného prostoru [m^3] (dle dispozic fy. Linde)

ρ měrná hustota vzduchu [kg.m^{-3}] (Ullrich 2000)

Δh rozdíl entalpií vzduchu vně a uvnitř boxu [kJ.kg^{-1}] (Jirků, Klepš, Nožička 1993)

$$Q_{vv} = 4,9 \cdot 104 \cdot 1,2 \cdot (15,5 + 23) = 23\,544 \text{ kJ}$$

$$Q_{vv} = 23\,544 \text{ kJ} : 3,6 \text{ kJ.W}^{-1} \cdot \text{h}^{-1} = 6\,540 \text{ W.h}$$

f) *Teplo od lidí*

$$Q_{po} = n \cdot q_l \cdot \tau \quad [\text{W.h}]$$

n počet osob (dle dispozic fy. Linde)

q_l tepelný výkon předaný jednou osobou [W] (Ullrich 2000)

τ denní doba pobytu v chlazeném prostoru [h] (dle dispozic fy. Linde)

$$Q_{po} = 2 \cdot 230 \cdot 4 = 1\,840 \text{ Wh}$$

Teplo odnímané ochlazovanému zboží :

$$Q_{oz} = m \cdot c_p \cdot \Delta t \text{ [W.h]}$$

m hmotnost ochlazovaného zboží [kg]

přibližně 100 kg zboží na 1 m² (viz. Příloha č.1)

c_p měrná tepelná kapacita zboží $c_p = 1,68 \text{ kJ.kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ (viz. Příloha č.1)

$\Delta t = t_2 - t_1$ [K] (dle dispozic fy. Linde)

$$Q_{oz} = 4\,000 \cdot 1,68 \cdot 15 = 100\,800 \text{ kJ}$$

$$Q_{oz} = 100\,800 \text{ kJ} : 3,6 \text{ kJ/W.h} = \mathbf{28\,000 \text{ W.h}}$$

$$\Sigma Q^* = 106\,923 \text{ W.h}$$

h) Rezerva :

$$Q_r = \Sigma Q^* \cdot 5 \% \text{ (Ullrich 2000)}$$

$$Q_r = 106\,923 \text{ W.h} \cdot 0,05 = \mathbf{5\,346 \text{ W.h}}$$

i) Celková spotřeba chladu mrazicího boxu :

$$Q = \mathbf{112\,269 \text{ W.h}}$$

j) Celkový chladicí výkon mrazicího boxu :

$$Q_c = Q : \tau \text{ [W]}$$

τ denní provozní doba mrazicího boxu [h]

pro hypermarkety Kaufland je 16 h denně (dle dispozic fy. Linde)

$$Q_c = 112\,269 \text{ W.h} : 16 \text{ h} = \mathbf{7\,017 \text{ W}}$$

Tabulková hodnota přepočítaná na objem boxu v m³ je přibližně : $\dot{Q}_{tab} = \mathbf{6\,900 \text{ W}}$

(viz. Příloha č.2)

Teplo odnímané ochlazovanému zboží :

$$Q_{oz} = m \cdot c_p \cdot \Delta t \text{ [W.h]}$$

m hmotnost ochlazovaného zboží [kg]

přibližně 100 kg zboží na 1 m² (viz. Příloha č.1)

c_p měrná tepelná kapacita zboží $c_p = 1,68 \text{ kJ.kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ (viz. Příloha č.1)

$\Delta t = t_2 - t_1$ [K] (dle dispozic fy. Linde)

$$Q_{oz} = 4\,000 \cdot 1,68 \cdot 15 = 100\,800 \text{ kJ}$$

$$Q_{oz} = 100\,800 \text{ kJ} : 3,6 \text{ kJ/W.h} = \mathbf{28\,000 \text{ W.h}}$$

$$\Sigma Q^* = 106\,923 \text{ W.h}$$

h) Rezerva :

$$Q_r = \Sigma Q^* \cdot 5 \% \text{ (Ullrich 2000)}$$

$$Q_r = 106\,923 \text{ W.h} \cdot 0,05 = \mathbf{5\,346 \text{ W.h}}$$

i) Celková spotřeba chladu mrazicího boxu :

$$Q = \mathbf{112\,269 \text{ W.h}}$$

j) Celkový chladicí výkon mrazicího boxu :

$$Q_c = Q : \tau \text{ [W]}$$

τ denní provozní doba mrazicího boxu [h]

pro hypermarkety Kaufland je 16 h denně (dle dispozic fy. Linde)

$$Q_c = 112\,269 \text{ W.h} : 16 \text{ h} = \mathbf{7\,017 \text{ W}}$$

Tabulková hodnota přepočítaná na objem boxu v m³ je přibližně : $\dot{Q}_{tab} = \mathbf{6\,900 \text{ W}}$

(viz. Příloha č.2)

Detailní výpočet chladírny MOPRO (mléčné produkty) :

a) Celkový prostup tepla stěnami, stropem a podlahou :

Rozměry mrazicího boxu : 11 x 11 x 2,6 m

$$Q_{iz} = k \cdot S \cdot \Delta t \cdot \tau \quad [W.h]$$

$$k = \frac{1}{1/\alpha_i + b/\lambda_{pol} + 1/\alpha_e} = 0,4 \text{ W.m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

MOPRO – venkovní prostor :

$$Q_{iz} = 0,4 \cdot (11 \cdot 2,6) \cdot (25 - 5) \cdot 24 = 5\,472 \text{ W.h}$$

MOPRO – mrazírna :

$$Q_{iz} = 0 \text{ W.h}$$

MOPRO – prodejní plocha :

$$Q_{iz} = 0,4 \cdot (11 \cdot 2,6) \cdot (20 - 5) \cdot 24 = 4\,128 \text{ W.h}$$

MOPRO – chladírna uzenin :

$$Q_{iz} = 0 \text{ W.h}$$

MOPRO - zbytky :

$$Q_{iz} = 0 \text{ W.h}$$

podlaha :

$$Q_{iz} = 0,4 \cdot (11 \cdot 5) \cdot (10 - 5) \cdot 24 = 2\,640 \text{ W.h}$$

strop :

$$Q_{iz} = 0,4 \cdot (11 \cdot 5) \cdot (20 - 5) \cdot 24 = 7\,920 \text{ W.h}$$

$$\Sigma Q_{iz} = 20\,160 \text{ W.h}$$

b) Teplo od osvětlení :

$$Q_{os} = n \cdot P_{el} \cdot \tau \quad [W.h]$$

$$Q_{os} = 2 \cdot 120 \cdot 16 = 3\,840 \text{ W.h}$$

c) Teplo od ventilátorů :

$$Q_{pv} = n \cdot P_{el} \cdot \tau \quad [W.h]$$

$$Q_{pv} = 2 \cdot 260 \cdot 16 \cdot 1,15^* = 9\,568 \text{ W.h}$$

d) *Tepllo od topení odtávacího zařízení:*

$$Q_{odt} = n \cdot P_{el} \cdot \tau \quad [W.h]$$

$$Q_{od} = 2 \cdot 4\,690 \cdot 0,7 \cdot 1,15^* = \mathbf{7\,551\,W.h}$$

* u výpočtu tepla od ventilátorů a odtávacího zařízení je nutno přičíst 15 %, protože v praxi nebývají tyto hodnoty před výpočtem spotřeby chladu známy

e) *Tepllo od pronikajícího okolního vzduchu :*

$$Q_{vv} = n \cdot V \cdot \rho \cdot \Delta i \quad [W.h]$$

$$Q_{vv} = 5,9 \cdot 143 \cdot 1,2 \cdot (38 - 16,5) = 21\,769 \text{ kJ/den}$$

$$Q_{vv} = 21\,769 \text{ kJ/den} : 3,6 \text{ kJ/W} \cdot h = \mathbf{6\,047\,W.h}$$

f) *Tepllo od lidí*

$$Q_{po} = n \cdot q_l \cdot \tau \quad [W.h]$$

$$Q_{po} = 2 \cdot 230 \cdot 4 = \mathbf{1\,840\,W.h}$$

g) *Tepllo odnímané ochlazovanému zboží :*

$$Q_{oz} = m \cdot c_p \cdot \Delta t \quad [W.h]$$

$$Q_{oz} = 5\,500 \cdot 2,93 \cdot 15 = 241\,726 \text{ kJ}$$

$$Q_{oz} = 241\,726 \text{ kJ} : 3,6 \text{ kJ} \cdot W^{-1} \cdot h^{-1} = \mathbf{67\,146\,W.h}$$

$$\Sigma Q^* = 116\,152 \text{ W.h}$$

h) *Rezerva :*

$$Q_r = \Sigma Q^* \cdot 5 \%$$

$$Q_r = 116\,152 \text{ W} \cdot h \cdot 0,05 = \mathbf{5\,808\,W.h}$$

i) *Celková spotřeba chladu mrazicího boxu :*

$$Q = \mathbf{121\,960\,W.h}$$

j) *Celkový chladicí výkon mrazicího boxu :*

$$\dot{Q}_c = Q : \tau \quad [W]$$

$$\dot{Q}_c = 121\,960 \text{ W} \cdot h : 16 \text{ h} = \mathbf{7\,623\,W}$$

Tabulková hodnota přepočítaná na objem boxu v m^3 je přibližně : $\dot{Q}_{tab} = \mathbf{8\,200\,W}$

	Mrazírna	Chladírna MOPRO	Zbytky	Chladírna uzenin	Chladírna masa	$\Sigma \dot{Q}$ [W]
V [m ³]	104	143	5,85	65	111	-
$\dot{Q}_{iz}$ [W.h]	49 584	20 160	1 656	10 752	23 038	-
$\dot{Q}_{os}$ [W.h]	3 840	3 840	1 920	3 840	3 840	-
$\dot{Q}_{pv}$ [W.h]	9 568	9 568	4 784	4 784	4 784	-
$\dot{Q}_{odt}$ [W.h]	7 566	7 551	3 775	3 776	3 775	-
$\dot{Q}_{vv}$ [W.h]	6 540	6 047	1 467	5 467	7 129	-
$\dot{Q}_{po}$ [W.h]	1 840	1 840	1 840	1 840	1 840	-
$\dot{Q}_{oz}$ [W.h]	28 00	67 146	2 747	30 520	52 190	-
$\dot{Q}_r$ [W.h]	5 346	5 808	910	3 049	4 830	-
$\dot{Q}$ [W.h]	112 269	121 960	19 099	64 028	101 426	-
$\dot{Q}_c$ [W]	7 017	7 623	1 193	4 002	6 339	26 174
$\dot{Q}_{tab}$ [W]	6 900	8 200	1 000	3 670	6 580	26 350

Tab. 2-1 Celkový chladicí výkon

Celkový výkon odečtený z tabulek se od vypočítaného liší o 0,7 %, což je vzhledem k množství a objemu chlazených prostor zanedbatelné. Tabulkové hodnoty viz.příloha č.2. Rozdíly tabulkových a vypočtených hodnot u jednotlivých boxů jsou způsobeny nulovým nebo zanedbatelným přestupem tepla v oblasti stěn, které jsou společnou plochou dvou chlazených místností.

2.2.2. Návrh výparníků

Mrazírna :

Dle katalogu fy. Goedhart (viz. Příloha č.3) volím výparník DSE 351 10 E pro $\delta t = 10 \text{ K}$ s chladicím výkonem $\dot{Q} = 4\,160 \text{ W}$. Pro požadovaný výkon chladírny $\dot{Q} = 7\,017 \text{ W}$ tedy volím dva výparníky o celkovém chladicím výkonu $8\,320 \text{ W}$.

Význam typového označení DSE 351 10 E :

DSE výparník se sáním vzduchu lamelovou plochou

35 průměr ventilátoru v *cm*

1 počet ventilátorů

10 rozteč lamel v *mm*

E elektrické odtávání

- příkon elektrického odtávání : $P_{odt} = 2 \cdot 2\,440 = 4\,880\text{ W}$
- příkon ventilátorů : $P_{pv} = 2 \cdot 130 = 260\text{ W}$
- celkový příkon obou výparníků : $P_c = 5\,140\text{ W}$

Chladírna MOPRO :

Dle katalogu fy. Goedhart (viz. Příloha č.3) volím výparník DSE 401 7 E pro $\Delta t = 6\text{ K}$ s chladicím výkonem $\dot{Q} = 4\,110\text{ W}$. Pro požadovaný výkon chladírny $\dot{Q} = 7\,623\text{ W}$ tedy volím dva výparníky o celkovém chladicím výkonu $8\,220\text{ W}$.

Význam typového označení DSE 401 7 E :

DSE výparník se sáním vzduchu lamelovou plochou

40 průměr ventilátoru v *cm*

1 počet ventilátorů

7 rozteč lamel v *mm*

E elektrické odtávání

- příkon elektrického odtávání : $P_{odt} = 2 \cdot 2\,920 = 5\,840\text{ W}$
- příkon ventilátorů : $P_{pv} = 2 \cdot 160 = 320\text{ W}$
- celkový příkon obou výparníků : $P_c = 6\,160\text{ W}$

Rozmístění chladicích boxů, mrazírny, chladicího a mrazicího nábytku je graficky naznačeno na Obr. 2-4.

Prostor	Potřebný výkon $\dot{Q}_0$ [W]	Výkon výparníku $\dot{Q}_0$ [W]	Typ výparníku	Počet výparníků	Příkon odtávání P_{odt} [W]	Příkon ventilátorů P_{pv} [W]	Celk. příkon P_c [W]
Mrazírna	7 017	8 320	DSE 351 10 E	2	4 880	260	5 140
CHB MOPRO	7 623	8 220	DSE 401 7 E	2	5 840	320	6 160
Zbytky	1 193	1 290	BSH 251 7 E	1	1 380	150	1 530
CHB Uzeniny	4 002	4 440	BSH 302 7 E	1	3 060	146	3 206
CHB Maso	6 339	6 990	DSE 451 7 E	1	4 440	245	4 685
Σ	26 174	29 260	-	-	-	-	20 721

Tab. 2-2 Tabulka hodnot zvolených výparníků

2.2.3. Návrh chladicího a mrazicího nábytku

Zvolené typy chladicího a mrazicího nábytku byly voleny dle potřeb investora, tzn. určení vhodného typu vzhledem k chlazenému či mrazenému zboží, dále pak jeho rozmístění at' už z důvodů ergonomie či snadné a výhodné přístupnosti dle potřeb potencionálního zákazníka. Všechny typy nábytku jsou vyráběny ve výrobním závodě LINDE FRIGERA s.r.o. Beroun. Všechna technická data, včetně vypařovací teploty a chladicího výkonu, která potřebuji pro výpočet, jsou uvedena v Příloze č.4 .

Chladicí nábytek masa :

Zvolený typ nábytku : ART 12 46 NLVR

Nábytek je sestaven z jednotlivých modulů s typovým označením 06 46 NLVR, jde tedy o dva moduly o venkovních rozměrech 3 750 x 1 150 mm osazené dvěma postranními bočnicemi.

Význam jednotlivých písmen a číslic v kódu zvoleného typu nábytku :

- A programová výrobní řada
- R regálový nábytek
- T hlubší korpus
- 12 počet modulů (1 modul nábytku = 625 mm, 12 . 625 = 7 500 mm)
- 4 teplota vnitřního prostoru 0/+2°C (maso)

- 6 změnové číslo
- NL výška nábytku
- V vnitřní zrcadlo (šikmé nad policemi)
- R zaskladňování zezadu

Tabulkové hodnoty (viz. Příloha č.4) :

- vnitřní teplota nábytku : $t_i = 0/+2^{\circ}\text{C}$
- vypařovací teplota : $t_o = -13^{\circ}\text{C}$
- chladicí výkon : $\dot{Q}_0 = 13,84 \text{ kW}$
- celkový elektrický příkon : $P_{el} = 4,43 \text{ kW}$

Tyto tabulkové hodnoty musí být korigovány dle provozních parametrů, tzn. musím zohlednit to, že jsou v každém modulu instalovány 4 řady osvětlených polic.

Přepočítané hodnoty : $\dot{Q}_{0PR} = \dot{Q}_0 \cdot (F_{AB})^n$

F_{AB} faktor osvětlení jedné ze čtyř polic dle (Ullrich 2000) $F_{AB} = 1,03$

n počet osvětlených polic (dle dispozic fy. Linde)

$$\dot{Q}_{0PR} = 13,84 \cdot 1,03^4 = \mathbf{15,58 \text{ kW}}$$

$$t_{oPR} = t_{o2} + [1 - (\dot{Q}_{0PR} / \dot{Q}_0)] \text{ (Ullrich 2000)}$$

$$t_{oPR} = -13 + [1 - (15,58 / 13,84)] = \mathbf{-13,13^{\circ}\text{C}}$$

Hodnoty chladicích výkonů všech použitých chladicích skříní jsou uvedeny v tabulce 2-2.

	t_i [°C]	t_o [°C]	t_{oPR} [°C]	$\dot{Q}_0$ [kW]	$\dot{Q}_{0PR}$ [kW]	P_{el} [kW]
ART 12 46 NLVR	0/+2	-13	-13,13	13,84	15,58	4,43
MONAXIS 63.875 B4 DL	0/+2	-9	-9	13,51	13,51	0,85
MONAXIS 63.500 B4 DL	0/+2	-9	-9	7,72	7,72	0,48
2 x MONAXIS 83.1125 B3 DL	+4/+6	-4	-4	27,72	27,72	1,5
2 x MONAXIS 83.375 B3 DL	+4/+6	-4	-4	9,24	9,24	0,5
MONAXIS 63.500 B3 DL	+4/+6	-4	-4	7,72	7,72	0,48
$\Sigma \dot{Q}_0$	-	-	-	79,75	81,49	-

Tab. 2-3 Celkový chladicí výkon chladicího nábytku

Mrazicí nábytek potravin :

Zvolený typ nábytku : AID 14 85

Jedná se o sestavu, která je součástí mrazicího ostrovu umístěného na otevřené prodejní ploše sestavenou ze dvou modulů AID 04 85 a dvou a dvou modulů AID 03 85. Celý mrazicí ostrov je pak sestaven ze dvou sestav AID 14 85 a modulu AID 85 K (viz Příloha č.4)

Význam jednotlivých písmen a číslic v kódu zvoleného typu nábytku :

- A programová výrobní řada
- I mrazicí ostrůvek
- D dopplet, mrazicí ostrov sestavený ze dvou kusů sestavených zády k sobě
- 14 počet modulů (1 modul nábytku = 625 mm, 14 . 625 = 8 750 mm)
- 8 teplota vnitřního prostoru -22/-24°C (hlubokozmrazované potraviny)
- 5 změnové číslo

Tabulkové hodnoty (viz. Příloha č.4) :

- vnitřní teplota nábytku : $t_i = -22/-24^{\circ}\text{C}$
- vypařovací teplota : $t_o = -37^{\circ}\text{C}$
- chladicí výkon : $\dot{Q}_0 = 7,28 \text{ kW}$
- elektrický příkon : $P_{el} = 20,85 \text{ kW}$

Tyto tabulkové hodnoty není třeba korigovat, protože žádný z modulů není osazen zářivkami.

Hodnoty chladicích výkonů všech použitých mrazicích skříní jsou uvedeny v tabulce 2-4 .

	t_i [°C]	t_o [°C]	$\dot{Q}_0$ [kW]	P_{el} [kW]
3 x AID 14 85	-22/-24	-37	21,84	125,1
4 x AID 85 K	-22/-24	-37	3,64	9,72
AID 04 85	-22/-24	-37	2,08	23,88
$\Sigma \dot{Q}_0$	-	-	27,56	-

Tab. 2-4 Celkový chladicí výkon mrazicího nábytku

Celkový chladicí výkon spotřebičů chladicího okruhu : $\dot{Q}_{0+} = 100\,647\text{ W}$

Celkový chladicí výkon spotřebičů mrazicího okruhu : $\dot{Q}_{0-} = 34\,577\text{ W}$

Celkový chladicí výkon : $\dot{Q}_0 = 135\,224\text{ W}$.

3. Návrh chladicího a mrazicího okruhu

3.1. Stanovení odpovídajících teplot pro chladicí i mrazicí okruh

3.1.1. Stanovení teploty vypařovací

Pro vhodnou volbu sdružené kompresorové jednotky je nutné stanovit průměrnou vypařovací teplotu dle vztahu

$$t_0 = t_p - \delta_t$$

kde t_p průměrná teplota

δ_t ztráta na vypařovací teplotě způsobená tlakovou ztrátou v potrubí (Ullrich 2000), 3 K pro chladicí okruh a 4 K pro mrazicí okruh (dle dispozic fy. Linde)

Chladicí okruh :

$$t_p = \frac{\Sigma(\text{chladicí výkon spotřebiče} \cdot \text{vypařovací teplota spotřebiče})}{\Sigma \text{chladicích výkonů}}$$

$$t_p = \frac{(-7.6,34 + (-11).4 + (-11).7,62 + (-11).1,19 + (-13).15,85 + (-9).13,51 + (-9).7,72)}{(6,34 + 4 + 7,62 + 1,19 + 15,85 + 13,51 + 7,72 + 27,72 + 9,24 + 7,72)} + \\ + \frac{(-4.27,72 + (-4).9,24 + (-4).7,72)}{(6,34 + 4 + 7,62 + 1,19 + 15,85 + 13,51 + 7,72 + 27,72 + 9,24 + 7,72)}$$

$$t_p = -7,54^\circ\text{C} \cong -8^\circ\text{C}$$

$$t_0 = -8 - 3 = -11^\circ\text{C}$$

Mrazicí okruh :

$$t_p = \frac{(-35.7,017 + (-37).43,68 + (-37).3,64 + (-37).8,32)}{(7,017 + 43,68 + 3,64 + 8,32)}$$

$$t_p = -36,78^\circ\text{C} \cong -37^\circ\text{C}$$

$$t_0 = -37 - 4 = -41^\circ\text{C}$$

3.1.2. Stanovení teploty kondenzační

Pro vhodnou volbu vzduchem chlazeného kondenzátoru je nutné stanovit kondenzační teplotu dle vztahu

$$t_k = t_e + \delta_b$$

kde t_e je maximální teplota vzduchu v okolí kondenzátoru $t_e = 34^\circ\text{C}$

δ_t ztráta na vypařovací teplotě způsobená tlakovou ztrátou v potrubí (Ullrich 2000), 6 K pro chladicí okruh a 11 K pro mrazicí okruh (dle dispozic fy. Linde)

Chladicí okruh :

$$t_k = 34 + 6 = 40^\circ\text{C}$$

Mrazicí okruh :

$$t_k = 34 + 11 = 45^\circ\text{C}$$

Vlivem rostoucí tlakové ztráty, v závislosti na růstu vzdálenosti jednotlivých spotřebičů od sdružené kompresorové jednotky, dochází logicky i ke zvyšování průměrné vypařovací teploty. Chladicí výkon je v takovém případě dostatečný pro všechny spotřebiče. Pokud je však požadovaná vypařovací teplota pro konkrétní spotřebič nižší než je vypařovací teplota průměrná, projeví se vliv této difference pouze prodloužením doby vychlazování chlazené místnosti či nábytku.

3.2. Výpočet sdružené kompresorové jednotky

3.2.1. Okruh mrazicí

Pro volbu vhodné sdružené kompresorové jednotky je třeba celkový chladicí výkon daný součtem chladicích výkonů jednotlivých spotřebičů korigovat tzv. koeficientem současnosti k_s , který vyjadřuje skutečnost, že v daném okamžiku nemusí kompresorová jednotka pracovat na plný výkon.

$$\dot{Q}_{oc} = \left(\dot{Q}_{ob} + \dot{Q}_{on} \right) \cdot k_s \quad (\text{Ullrich 2000})$$

kde : k_s koeficient současnosti, pro mrazicí okruh : $k_s = 0,9$ (dle dispozic fy. Linde)

$\dot{Q}_{ob}$ chladicí výkon mrazicího boxu

$\dot{Q}_{on}$ chladicí výkon mrazicího nábytku

$$\dot{Q}_{oc} = (7\,017 + 27\,560) \cdot 0,9 = 31\,119 \text{ W}$$

Pro dané parametry, tedy chladicí výkon a výše vypočítanou vypařovací a kondenzační teplotu, volím dle katalogu fy. Linde (viz. Příloha č.5) polohermetický kompresor, typ 4J-13.2Y, kterému odpovídá sdružená kompresorová jednotka, typ VPM 355-4271.

Parametry : $\dot{Q}_{0SKJ} = 34,2 \text{ kW}$ (chladicí výkon kompresorové jednotky)

$P_{SKJ} = 21,4 \text{ kW}$ (elektrický příkon kompresorové jednotky)

Význam jednotlivých písmen a číslic v kódu zvoleného typu :

- V sdružená kompresorová jednotka (Verbundkältesätze)
- P chladivo R 404 A
- M jednotka pro mrazicí okruh
- 3 počet kompresorů v jednotce
- 5 elektronické řízení typ VS 3 000
- 5 s dochlazovačem kapaliny
- 4 kompresory fy. Bitzer
- 27 typové označení kompresoru
- 1 změnový index

3.2.2. Okruh chladicí

Celkový chladicí výkon daný součtem chladicích výkonů jednotlivých spotřebičů je i zde třeba korigovat koeficientem současnosti k_s . Navíc k chladicímu výkonu jednotlivých spotřebičů je třeba přičíst i chladicí výkon dochlazovače kapalného chladiva jehož hodnota odpovídá přibližně 33 % chladicího výkonu sdružené kompresorové jednotky pro mrazicí okruh.

$$\dot{Q}_{0c} = \left(\dot{Q}_{0b} + \dot{Q}_{0n} + \dot{Q}_d \right) \cdot k_s \quad (\text{Ullrich 2000})$$

kde : k_s koeficient současnosti, pro chladicí okruh : $k_s = 0,8$ (dle dispozic fy. Linde)

$\dot{Q}_{0b}$ chladicí výkon chladicích boxů

$\dot{Q}_{0n}$ chladicí výkon chladicího nábytku

$\dot{Q}_d$ chladicí výkon dochlazovače

$$\dot{Q}_{0c} = (19\,157 + 81\,490 + 11\,970) \cdot 0,8 = 90\,094 \text{ W}$$

Pro dané parametry, tedy chladicí výkon a výše vypočítanou vypařovací a kondenzační teplotu, volím dle katalogu fy. Linde (viz. Příloha č.5) polohermetický kompresor, typ 4H-15.2Y, kterému odpovídá sdružená kondenzační jednotka, typ VPP 350-4011.

Parametry : $\dot{Q}_{0SKJ} = 90,6 \text{ kW}$ (chladicí výkon kompresorové jednotky)
 $P_{SKJ} = 46,7 \text{ kW}$ (elektrický příkon kompresorové jednotky)

Význam jednotlivých písmen a číslic v kódu zvoleného typu :

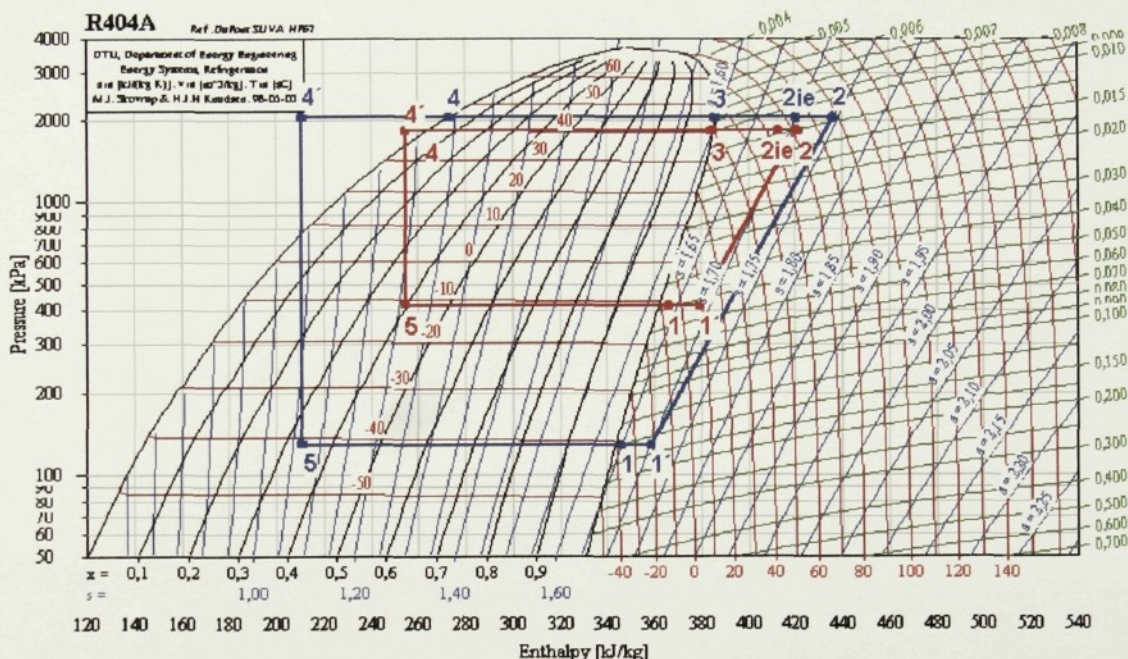
- V sdružená kompresorová jednotka (Verbundkältesätze)
- P chladivo R 404 A
- P jednotka pro mrazicí okruh
- 3 počet kompresorů v jednotce
- 5 elektronické řízení typ VS 3 000
- 0 bez dochlazovače kapaliny
- 4 kompresory fy. Bitzer
- 01 typové označení kompresoru
- 1 změnový index



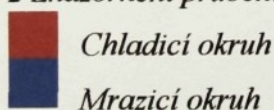
Obr. 3-1 Sdružené kompresorové jednotky chladicího a mrazicího okruhu

3.3. Výpočet chladicího a mrazicího okruhu

Pro získání hodnot potřebných k výpočtu obou okruhů jsem použil software *Refrigeration Utilities 1.1*. Hodnoty odpovídají chladivu R404 A, které je chladicím médiem pro oba okruhy.



Obr. 3-2 Znáznornění průběhu cyklu chladicího i mrazicího okruhu v $h-p$ diagramu



Chladicí okruh :

3.3.1. Okruh chladicí

Vlivem termostatických expanzních ventilů, které regulují nástřik chladiva do výparníků, dojde k přehřátí par chladiva o 5 K (posunutí bodu 1 od křivky saturace v $h-p$ diagramu). Celkové přehřátí par chladiva v sání kompresoru je pak 20 K, vzhledem k vypařovací teplotě (rozdíl mezi křivkou saturace a bodem 1').

Přirozeným způsobem naopak dochází k ochlazení kapalného chladiva na cestě z kondenzátoru do sběrače kapalného chladiva a to přibližně o 5 K, vzhledem ke kondenzační teplotě (bod 4' v $h-p$ diagramu). Tyto hodnoty vyplývají z měření provedených přímo firmou Linde.

	$t [^{\circ}\text{C}]$	$p [\text{kPa}]$	$h [\text{kJ.kg}^{-1}]$	$s [\text{kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}]$	$v [\text{m}^3.\text{kg}^{-1}]$
1	-6	415	366,3	1,637	0,05
1'	9	415	379,3	1,685	0,054
2	71	1 820	420,9	1,707	0,012
2 _{ie}	64	1 820	412,8	1,685	0,012
3	40	1 820	384,9	1,600	0,01
4	40	1 830	263,8	1,213	$1,128.10^{-3}$
4'	35	1 830	254,8	1,185	$1,084.10^{-3}$
5	-11	424	254,8	1,210	0,861

Tab. 3-1 Hodnoty odečtené z h - p diagramu pro chladicí okruh

Hmotnostní průtok chladiva zůstává v celém chladicím okruhu konstantní, zcela nezávisle na tom, zda je chladivo v kapalinovém potrubí ve formě kapaliny nebo v sacím a výtláčném potrubí ve formě páry. Avšak podle stavu, teploty a tlaku chladiva se mění měrný objem a tím také objemový průtok chladiva, jak ukazuje Tab. 3-1 . Všechny použité vztahy viz. (Dvořák 1971).

Vlastní výpočet :

Výpočet skutečného stlačení chladiva v kompresoru :

$$\eta_k = \frac{h_{2ie} - h_{1'}}{h_2 - h_{1'}} = 0,8$$

celková účinnost kompresoru dle dispozic fy.Linde : $\eta_k = 0,8$

$$h_2 = h_{1'} + \frac{h_{2ie} - h_{1'}}{\eta_k} = 379,3 \cdot \frac{412,8 - 379,3}{0,8} = 420,9 \text{ kJ.kg}^{-1}$$

Tlakový poměr :

$$\sigma = \frac{p_k''}{p_0''} = \frac{1820}{417,3} = 4,36$$

Hmotnostní průtok chladiva :

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}_0}{q_0} = \frac{\dot{Q}_0}{h_{1'} - h_5} = \frac{112,617}{379,3 - 254,8} = 0,9 \text{ kg.s}^{-1}$$

Objemový průtok chladiva – sací potrubí :

$$\dot{V}_1 = \dot{m} \cdot v_1 = 0,9 \cdot 0,054 = 4,86 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Objemový průtok chladiva – výtlačné potrubí :

$$\dot{V}_2 = \dot{m} \cdot v_2 = 0,9 \cdot 0,012 = 1,08 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Objemový průtok chladiva – kapalinové potrubí :

$$\dot{V}_4 = \dot{m} \cdot v_4 = 0,9 \cdot 1,084 \cdot 10^{-3} = 9,7565 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Adiabatická měrná práce :

$$a_{ad} = h_2 - h_1 = 420,9 - 379,3 = 41,6 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$$

Adiabatický příkon kompresoru :

$$P_{ad} = \dot{m} \cdot a_{ad} = 0,9 \cdot 41,6 = 37,44 \text{ kW}$$

Teplo odvedené z kondenzátoru :

$$\dot{Q}_K = \dot{m} \cdot (h_2 - h_4) = 0,9 \cdot (420,9 - 263,8) = 141,39 \text{ kW}$$

Teplo sdělené v dochlazovači :

$$\dot{Q}_D = \dot{m} \cdot (h_4 - h_{4'}) = 0,9 \cdot (263,8 - 254,8) = 8,1 \text{ kW}$$

Chladicí faktor :

$$\varepsilon_{ch} = \frac{\dot{Q}_0}{P_{ad}} = \frac{112,617}{37,44} = 3$$

3.3.2. Okruh mrazicí

Podobně jako v případě chladicího okruhu i u mrazicího okruhu dojde vlivem termostatických expanzních ventilů, které regulují nástřik chladiva do výparníků, k přehřátí par chladiva o 5 K (posunutí bodu 1 od křivky saturace v h - p diagramu). Celkové přehřátí par

chladiwa v sání kompresoru je pak 20 K, vzhledem k vypařovací teplotě (rozdíl mezi křivkou saturace a bodem 1').

Použitím dochlazovače kapalného chladiwa (podchlazení kapalného chladiwa vzhledem ke kondenzační teplotě) dojde k celkovému ochlazení chladiwa o 37 K, kapalné chladiwo se dochlazuje na teplotu 5 K. Všechny použité vztahy viz. (Dvořák 1971).

	<i>t</i> [°C]	<i>p</i> [kP]	<i>h</i> [kJ.kg ⁻¹]	<i>s</i> [kJ. kg ⁻¹ .K ⁻¹]	<i>v</i> [m ³ .kg ⁻¹]
1	-36	128	346,9	1,653	0,149
1'	-21	128	358,5	1,7	0,159
2	88	2 050	435,9	1,745	0,012
2 _{ie}	74	2 050	420,4	1,7	0,011
3	45	2 050	385,7	1,595	8,6.10 ⁻³
4	45	2 060	273,2	1,242	1,18.10 ⁻³
4'	8	2 060	211,6	1,041	9,3.10 ⁻⁴
5	-41	130	211,6	1,071	0,145

Tab. 3-2 Hodnoty odečtené z *h–p* diagramu pro mrazicí okruh

Vlastní výpočet :

Výpočet skutečného stlačení chladiwa v kompresoru :

$$\eta_k = \frac{h_{2ie} - h_{1'}}{h_2 - h_{1'}} = 0,8$$

celková účinnost kompresoru dle dispozic fy. Linde : $\eta_k = 0,8$

$$h_2 = h_{1'} + \frac{h_{2ie} - h_{1'}}{\eta_k} = 358,5 \cdot \frac{420,4 - 358,5}{0,8} = 435,9 \text{ kJ.kg}^{-1}$$

Tlakový poměr :

$$\sigma = \frac{p_k''}{p_0''} = \frac{2\,050}{127} = 16,142$$

Hmotnostní průtok chladiwa :

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}_0}{q_0} = \frac{\dot{Q}_0}{h_{1'} - h_5} = \frac{34,577}{358,5 - 211,6} = 0,235 \text{ kg.s}^{-1}$$

Objemový průtok chladiva – sací potrubí :

$$\dot{V}_1 = \dot{m} \cdot v_1 = 0,235 \cdot 0,159 = 3,743 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Objemový průtok chladiva – výtlačné potrubí :

$$\dot{V}_2 = \dot{m} \cdot v_2 = 0,235 \cdot 0,012 = 2,82 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Objemový průtok chladiva – kapalinové potrubí :

$$\dot{V}_4 = \dot{m} \cdot v_4 = 0,235 \cdot 9,3 \cdot 10^{-4} = 2,19 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Adiabatická měrná práce :

$$a_{ad} = h_2 - h_1 = 435,9 - 358,5 = 61,9 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$$

Adiabatický příkon kompresoru :

$$P_{ad} = \dot{m} \cdot a_{ad} = 0,235 \cdot 77,4 = 18,189 \text{ kW}$$

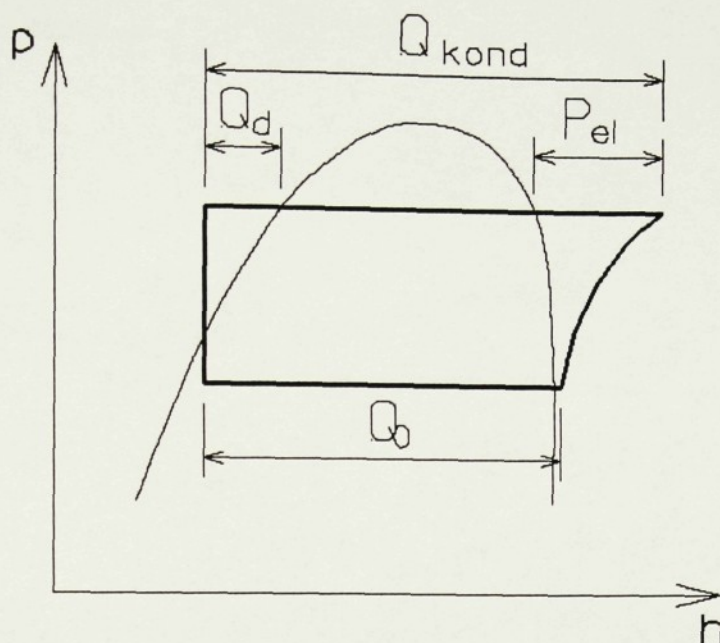
Teplo odvedené z kondenzátoru :

$$\dot{Q}_K = \dot{m} \cdot (h_2 - h_4) = 0,235 \cdot (435,9 - 211,6) = 52,71 \text{ kW}$$

Chladicí faktor :

$$\varepsilon_{ch} = \frac{\dot{Q}_0}{P_{ad}} = \frac{34,577}{18,189} = 1,9$$

3.3.3. Stanovení kondenzačního výkonu chladicího i mrazicího okruhu



Obr. 3-3 Zjednodušené schematické znázornění kondenzačního výkonu v h - p diagramu, kde :

Q_d výkon dochlazovače

P_{el} příkon motoru kompresoru

Q_0 chladicí výkon

Q_{kond} kondenzační výkon

Chladicí zařízení jsou provozována při různých vypařovacích teplotách, je třeba navrhnout kondenzátor pro nejvýhodnější případ, tedy nejvyšší vypařovací teplotu. Kondenzátor je nutné dimenzovat s určitým přídavkem. Po jisté provozní době stoupá v důsledku znečištění lamel kondenzační teplota a tím i příkon celého chladicího zařízení. Jak je patrné z Obr. 2-5, kondenzační výkon vypočítám dle vztahu :

$$\dot{Q}_{kond} = (\dot{Q}_0 + P_{el}) \cdot k_z \quad (\text{Ullrich 2000})$$

kde : k_z je faktor zanesení teplosměnné plochy (prach, listí a jiné nečistoty), $k_z = 1,1$
(dle dispozic fy.Linde)

Chladicí okruh :

$$\dot{Q}_{kond} = (\dot{Q}_0 + P_{el}).k = (112,617 + 37,44).1,1 = 165 \text{ kW}$$

Při volbě optimálního kondenzátoru uvažuji kromě vypočítaného kondenzačního výkonu i následující parametry (dle dispozic fy. Linde) :

- typ chladiva : R404A
- teplota vzduchu na vstupu do kondenzátoru : $+33^{\circ}\text{C}$
- nadmořská výška : 450 m
- relativní vlhkost vzduchu : 40 %

Dle zvyklostí fy. Linde volím kondenzátor od fy. Güntner. Požadovaným parametrům vyhovuje dle Přílohy č.6 kondenzátor GVH 102B/4E(D)

Význam jednotlivých písmen a číslic v kódu zvoleného typu kondenzátoru :

- GV kondenzátor s axiálními ventilátory
- H horizontální kondenzátor
- 102 ventilátor
- B druh velikostního modulu
- 4 počet ventilátorů
- E konstrukce s extrémně nízkou hlučností
- D zapojení do trojúhelníka

Kondenzátor má při daných parametrech skutečný výkon $\dot{Q}_{kond} = 203,5 \text{ kW}$ a jeho hladina akustického tlaku ve vzdálenosti 5 m je 45 dB(A) (hodnota dle normy). Regulace výkonu kondenzátoru probíhá vypínáním a zapínáním jednotlivých ventilátorů v žádaném tlakovém rozmezí. To je nastaveno tak, aby se při běžném provozu kondenzační teplota udržovala na přibližné hodnotě 35°C .

Mrazicí okruh :

Výpočet kondenzačního výkonu pro mrazicí okruh je téměř totožný, je však nutné odečíst výkon dochlazovače.

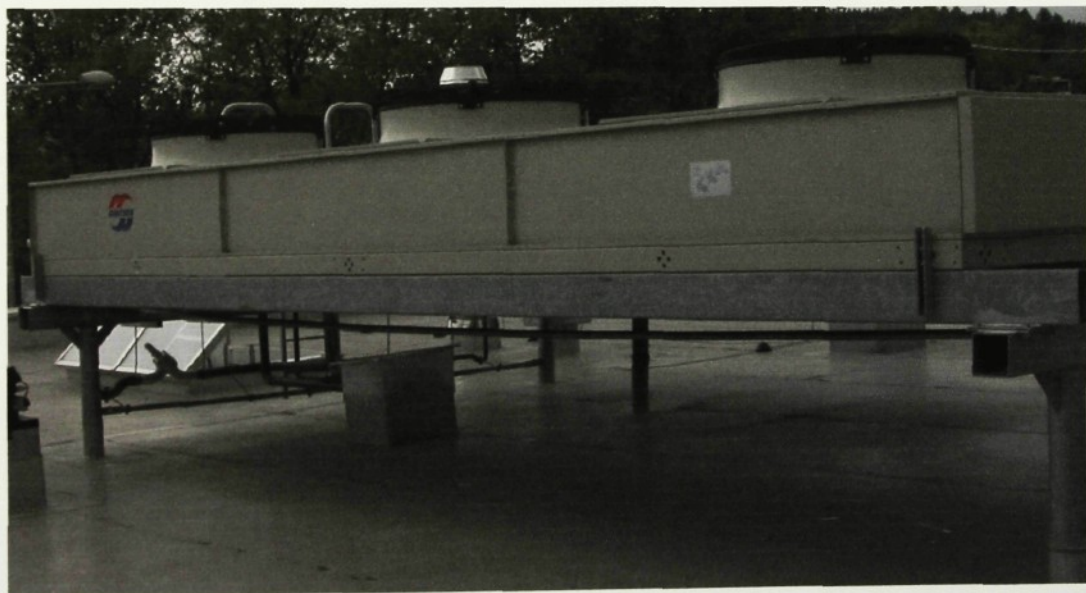
$$\dot{Q}_{kond} = (\dot{Q}_0 - \dot{Q}_d + P_{el}).k_z = (34,577 - 11,97 + 18,189).1,1 = 44,9 \approx 45 \text{ kW}$$

Pro vypočítaný výkon i výše zmíněné parametry volím kondenzátor GVH 102C/2 S(D).

Význam jednotlivých písmen a číslic v kódu zvoleného typu kondenzátoru :

- GV kondenzátor s axiálními ventilátory
- H horizontální kondenzátor
- 102 ventilátor
- C druh velikostního modulu
- 2 počet ventilátorů
- S konstrukce s vyšší hlučností
- D zapojení do trojúhelníka

Skutečný výkon kondenzátoru je $\dot{Q}_{kond} = 63,5 \text{ kW}$ a jeho hladina akustického tlaku ve vzdálenosti 5 m je 45 dB(A) (hodnota dle normy).



Obr. 3-4 Kondenzátor umístění na střeše hypermarketu Kaufland

4. Potrubní sítě, regulace

4.1. Potrubní sítě

Jak již vyplývá z části 2., potrubní sítě spojují hlavní části chladicího zařízení v jeden uzavřený chladicí systém.

Potrubní síť chladicího zařízení je sestavena z následujících druhů spojovacího potrubí :

sací potrubí

výtlačné potrubí

kapalinové potrubí

potrubí od kondenzátoru do sběrače kapalného chladiva

potrubí nastříknutého chladiva

potrubí pro přenos signálu

Podle typu zařízení a podle jeho propojení se mohou ještě vyskytnout obtoková potrubí pro regulaci výkonu nebo odtávání, v případě mnou navrhovaného zařízení však takové potrubí není třeba z důvodu dostatečného odtávání výparníků pomocí instalovaných topných tyčí. V rámci kompresorové jednotky jsou však ještě použity zpětná olejová potrubí od odlučovače oleje ke kompresoru a vyrovnávací potrubí při paralelním provozu kompresorů.

Důležitý aspekt, ke kterému musím při dimenzování chladicího okruhu přihlídnout je návratnost oleje zpět do kompresoru. Olej je v chladicích zařízeních dopravován po stěnách trubek proudícím chladivem. Mohu uvažovat, že podíl oleje v chladivu je cca 3-5 % (Ullrich 2000). Bude-li rychlost proudícího chladiva příliš malá proto, že je nedostatečný nástřik chladiva v důsledku jeho primárního nebo sekundárního nedostatku, nebo také pro příliš velký průměr sacího potrubí, pak se bude olej, který maže kompresor, shromažďovat převážně ve výparníku. To vede k tomu, že se zde soustavně zhoršuje přestup tepla, klesá výkon a zhoršuje hospodárnost chladicího zařízení. Může tak dojít k případné provozní poruše pro nedostatek oleje v kompresoru. Z tohoto důvodu instaluji do potrubního systému na spodní část tzv. stoupacího sacího potrubí (jde o potrubí, které spojuje části potrubní sítě nacházející se v rozdílných výškách) tvarovou trubku s akčním rádiem 180°, která vytvoří sifonový efekt.

Protože hospodárnost chladicího zařízení je dána pořizovacími a provozními náklady, snažím se dimenzovat potrubí s co nejmenším průměrem, to však může vést k vysoké

rychlosti chladiva a ty mají za následek vysoké tlakové ztráty, tím i ztráty výkonu zařízení. Což vyjadřuje vztah pro třecí ztráty v přímém potrubí (Ullrich 2000) :

$$\Delta p = \lambda_t \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{w^2}{2} \cdot \rho \quad [Pa]$$

kde : λ_t součinitel tření v trubkách ($\lambda_t = 0,03$ pro trubky měděné)

l délka potrubí [m]

d světlý průměr trubky [m]

ρ měrná hmotnost média [$kg.m^{-3}$]

w rychlost média [$m.s^{-1}$]

pro tlakovou ztrátu kolen, potrubních rozvětvení a armatur platí vztah :

$$\Delta p = \xi \cdot \frac{w^2}{2} \cdot \rho \quad [Pa]$$

kde : ξ příslušný součinitel odporu (závislý na tvaru armatur)

Protože výpočet dle těchto vzorců je z časových důvodů náročný, použil jsem dvou výpočtových metod, které nejenže uvedené vztahy respektují, ale jsou jejich principiálním základem. První metoda spočívá v odečítání průměrů potrubí z nomogramů, pro konkrétní chladivo R 404A, v závislosti na chladicím výkonu, vypařovací teplotě a délce potrubí.

Druhá metoda sloužící ke stanovení průměrů potrubí je výpočtový program HOBLINK používaný firmou LINDE.

4.1.1. Stanovení průměrů potrubí metodou využívající nomogramy chladiva R 404A

Protože ke stanovení průměrů potrubí použiji pro náš případ dostatečně přesný program HOBLINK, stanovým průměry pouze v jednom uzlu, tzn. v jedné větvi chladicího okruhu sestavené z hlavního potrubí, z kterého vedou odbočky k jednotlivým spotřebičům, tedy do chladiřů : MOPRO, odpadků a uzenin. Celý grafický postup je naznačen v *Obr. 4-1*.

Vlastní výpočet :

Především musím stanovit cestu, kterou bude potrubí vedeno. S přihlédnutím k co nejmenším tlakovým ztrátám a k aspektu hospodárné konstrukce volím co nejkratší možnou cestu k jednotlivým spotřebičům. Na prostory, v kterých je vedeno potrubí (lávky, kanálky, šachty apod.) bylo pamatováno již při samotné konstrukci obchodního domu, proto musím jen řešit otázku případného průrazu zdí, kterým potrubí bude vézt v případě změny trasy proti původním plánům.

Jak vyplývá z *Obr. 4-1*, nejprve jsem graficky znázornil síť s odbočkami k spotřebičům. Pro celé potrubí je předepsaný pokles vypařovací teploty chladiva způsobený tlakovou ztrátou (dále jen teplotní ztráta) v potrubí $\delta_t = 3 \text{ K}$. Protože celková délka potrubí je 112 m , připadá předběžná odhadovaná ztráta na jeden metr $\delta_t = 0,027 \text{ K}$. Nejprve spočítám průměr potrubí od uzlu, ve kterém se větví potrubí k jednotlivým výparníkům v chladírně MOPRO :

Výparník 1 :

Sací potrubí

Teplotní ztráta pro délku potrubí 6 m :

$$\delta_t = 0,16 \text{ K}$$

Chladicí výkon :

$$Q = 3,81 \text{ kW}$$

Vypařovací teplota :

$$t_0 = -11^\circ\text{C}$$

Kondenzační teplota :

$$t_k = 40^\circ\text{C}$$

Postup určení průměru v nomogramu pro sací potrubí (dle přílohy č 7) :

Kondenzační teplotě odpovídá bod *A*. Z něj vedu přímkou do bodu *B* (průsečík kondenzační a vypařovací teploty). Z něj kolmicí do bodu *C* (průsečík křivky příslušného výkonu). Z bodu *D* (délka potrubí) vedu přímkou do bodu *E* (průsečík s izotermou

vypařovací teploty). Odtud kolmici do bodu **F** (průsečík s izobarou teplotní ztráty), z něj kolmici do bodu **G** (průsečík se svislicí z bodu **C**). Nyní musím rozhodnout, zda zvolím průměr $d = 18 \text{ mm}$, což povede k větší teplotní ztrátě nebo zvolím průměr $d = 22 \text{ mm}$, což způsobí naopak snížení teplotní ztráty. Protože jsem zvolil průměr $d = 22 \text{ mm}$, musím zpětně zjistit odpovídající teplotní ztrátu.

Z bodu **G** vedu vertikálu do bodu **H** (průsečík s křivkou zvoleného průměru), odtud horizontálu až do bodu **I** (průsečík s izotermou vypařovací teploty). Z něj opět vertikálu do bodu **J** (průsečík s izobarou tlakové ztráty), což je požadovaná hodnota teplotní ztráty :

Teplotní ztráta pro $d = 22 \text{ mm}$:

$$\delta_t = 0,125 \text{ K}$$

Kapalinové potrubí

požadovaný bod **G** se nachází mezi křivkami pro průměr 12 a 15 mm, volím $d = 12 \text{ mm}$

Teplotní ztráta pro $d = 12 \text{ mm}$:

$$\delta_t = 0,05 \text{ K}$$

Výparník 2 :

Sací potrubí

$$\Delta p = 0,03 \text{ K}$$

$$Q = 3,81 \text{ kW}$$

$$t_0 = -11^\circ\text{C}$$

$$t_k = 40^\circ\text{C}$$

požadovaný bod **G** se nachází mezi křivkami pro průměr 22 a 28 mm, volím $d = 22 \text{ mm}$

Teplotní ztráta pro $d = 22 \text{ mm}$:

$$\delta_t = 0,045 \text{ K}$$

Kapalinové potrubí

požadovaný bod **G** se nachází mezi křivkami pro průměr 10 a 12 mm, volím $d = 12 \text{ mm}$

Teplotní ztráta pro $d = 12 \text{ mm}$:

$$\delta_t = 0,018 \text{ K}$$

Zbývající průměry potrubí jsou vypočítány stejným způsobem dle Přílohy č. 7 a vyznačené v *Tab. 4-1*. Po výpočtu celého okruhu je nutné sečíst všechny skutečné tlakové ztráty. V případě, že jejich součet přesáhne stanovenou hodnotu $\delta_t = 3\text{ K}$, je třeba průměry potrubí dále korigovat (zvětšit) tak, aby teplotní ztráta dosáhla požadované hodnoty.

Uzly	Předpoklá- dané δ_t [K]	Skutečné δ_t sání [K]	Skutečné δ_t kapalina [K]	Diference δ_t potrubí sání [mm]	Zvolený δ_t potrubí sání [mm]	δ_t potrubí dle HOBLINK sání [mm]	Diference δ_t potrubí kapalina [mm]	Zvolený δ_t potrubí kapalina [mm]	δ_t potrubí dle HOBLINK kapalina [mm]
14-16	0,16	0,135	0,13	18-22	22	22	8-10	10	12
15-16	0,05	0,045	0,045	18-22	22	22	8-10	10	12
16-18	0,19	0,2	0,22	28-35	28	28	12-15	12	15
17-18	0,027	0,022	0,015	12-15	15	15	6-8	8	10
18-20	0,11	0,13	0,05	28-35	28	35	12-15	15	15
19-20	0,11	0,1	0,1	18-22	22	22	8-10	10	12
20-21	0,14	0,11	0,09	28-35	35	35	12-15	15	18

Tab. 4-1 Tabulka zvolených průměrů potrubí

Jak je zřejmé z *Tab. 4-1*, mnou vypočítané průměry sacího potrubí se od průměrů vypočítaných programem HOBLINK (viz. Příloha č.8), až na případ mezi uzly 18-20, prakticky neliší a ze vzájemné shody tak lze považovat obě metody za vyhovující. Předností použitého programu HOBLINK je, kromě časové nenáročnosti, především jeho přesnost stanovení jednotlivých průměrů, vyplývající z postupné iterace, jíž jsou při výpočtu průměry potrubí korigovány tak, aby výsledná teplotní ztráta byla $\delta_t = 3\text{ K}$. Stejného výsledku bych dosáhl i přímým odečítáním z nomogramu, tento postup i s případnými korekcemi by byl však neúměrně zdlouhavý a pro náš případ nadbytečný. Což dokazují i odlišnosti mezi průměry na kapalinovém potrubí, kde by bylo třeba provést korekci průměru téměř mezi všemi uzly (aby byla opět dodržena požadovaná teplotní ztráta chladiva). V Příloze č. 9 jsou pak graficky zpracovány potrubní sítě chladicího a mrazicího okruhu i s příslušnými rozměry dle výpočtu programu HOBLINK.

4.2. Sběrače kapalného chladiva

Sběrače kapalného chladiva jsou ve sdružených kondenzačních jednotkách dodávány ležaté, mají totiž tu přednost, že na nich může být namontován kompresor, což vede k poměrně značné úspoře pracovního prostoru. Pro náš případ kde je použito sdružených kompresorových jednotek je však sběrač kapalného chladiva umístěn vně jednotek, tedy v blízkém prostoru strojovny chlazení. Kromě průhledítka jsou sběrače chladiva vybaveny ukazateli stavu kapaliny s elektronickým ukazatelem minimálního stavu chladiva, který při jeho nedostatku uvede v činnost signalizační zařízení (alarm). Taková situace nastane tehdy, když obsah kapalného chladiva v zařízení je větší než 90 % obsahu sběrače a kondenzátoru. Sběrače jsou na vstupu i výstupu uzavíratelné a musí být tudíž opatřeny pojistnými ventily. Pro případ opravy chladicího zařízení je při dimenzování objemu sběrače chladiva pamatováno na to, aby se dalo všechno chladivo ve sběrači nashromáždit, aby se tak dalo zabránit jeho vypuštění do okolního prostředí.

Dle diagramu pro volbu velikosti sběrače z (Ullrich 2 000) volím pro chladicí okruh o výkonu $\dot{Q} = 100,647 \text{ kW}$ obsah sběrače chladiva $V = 0,115 \text{ m}^3$. Pro mrazicí okruh o výkonu $\dot{Q} = 34,577 \text{ kW}$ objem sběrače $V = 0,075 \text{ m}^3$.



Obr. 4-2 Sběrače kapalného chladiva chladicího a mrazicího okruhu

4.3. Regulace chladicího zařízení

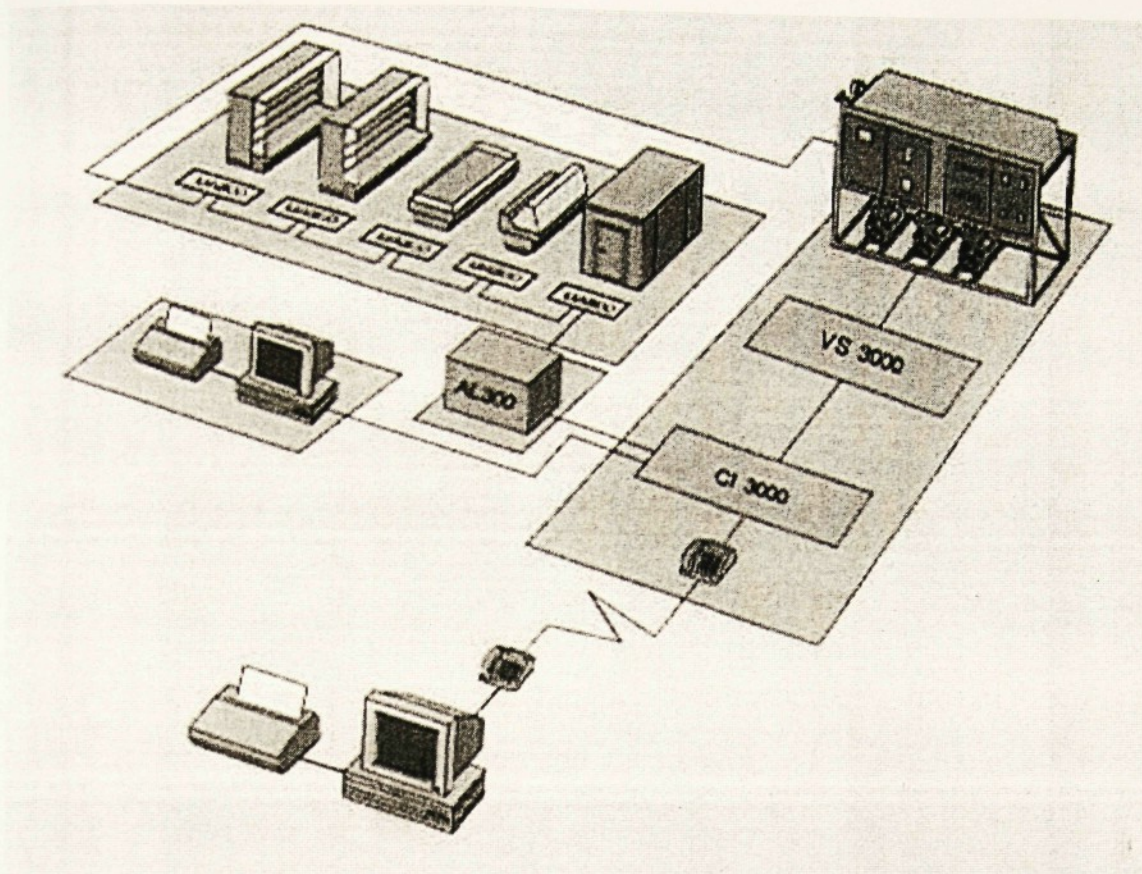
Spotřeba chladu u většiny chladicích a mrazicích zařízení se vyznačuje velkými výkyvy. Rozdílné teploty okolí mezi dnem a nocí, stejně jako letní a zimní provoz, způsobují velké změny v prostupu tepla a tím zatížení chladicího zařízení. Rozdílné množství zboží zaváženého k ochlazení a jeho rozdílné vstupní teploty, různá četnost vstupu do chlazeného prostoru v pracovních dnech a dnech víkendových se také projevují na spotřebě chladu. Pracuje-li jeden kompresor pro více chlazených míst, pak je regulace nezbytná. Jednotlivé výparníky jsou vypínány termostatem a vzniká tak přebytek výkonu kompresoru. Nemělo-li by zařízení vhodnou regulaci výkonu, došlo by k většímu odsávání par ze zbylých výparníků a tím i k výraznému poklesu vypařovací teploty.

Pro regulaci výkonu a jako kontrolní a informační systém je pro chladicí zařízení dodáván firmou LINDE systém LDS. Ten umožňuje vedle maximální provozní bezpečnosti zejména hospodárny provoz chladicích zařízení trvale zajištěný optimalizací v závislosti na aktuálních okolních podmínkách.

Podle potřeby poskytuje systém provozovateli mnohostranné možnosti individuálního přizpůsobení podmínkám v prodejně a výkonovým požadavkům.

Základní funkce systému LDS:

- Maximální provozní bezpečnost a minimalizaci nákladů na energii jako důsledek optimální regulace podle aktuální potřeby odběrných míst.
- Centrální monitorování a úpravy regulace chlazených míst a sdružených kompresorových jednotek s možností sledovat a nastavovat hodnoty ve strojovně nebo v kanceláři technika prodejny popř. dálkově.
- Stálá kontrola funkce všech připojených regulátorů chladicího systému (24-hodinová kontrolu poruch).
- Sledování provozních stavů a teplot ve formě tabulek a grafů, archivaci měřených hodnot podle norem EU. Zvolit lze jak zobrazení veličiny (požadované a skutečné hodnoty teplot, doby chodu, atd.), tak i počet archivovaných dnů.
- Zobrazení poruch s určením chladicích míst, sdružených kompresorových jednotek a popisem poruchy.



Obr. 4-3 : Zjednodušené schéma centrálního monitorování a úpravy regulace chlazených míst a sdružených kompresorových jednotek prostřednictvím systému LDS

5. Exergie a anergie

5.1. Vyhodnocování tepelně technických procesů pomocí exergie

Exergie hmotového toku je užitečná práce, kterou lze v nejlepším případě získat z látky při výměně s daným okolím. Přitom mají základní důležitost dva termodynamické výroky: Práce se z látky může získávat tak dlouho a pouze tak dlouho, dokud ještě není v rovnováze s okolím, maximální práce se získá jen tehdy, jestliže všechny pochody probíhají vratně. Termodynamika zná přesné a jednoduché kritérium k zásadnímu rozlišení pochodů vratných od nevratných zatížených ztrátami, aniž je třeba je jmenovitě vypočítávat. Význam tohoto rozlišení je proto tak velký, protože není žádného nevratného procesu, který by neměl za následek ztrátu energie a není žádné ztráty energie bez nevratných procesů (Kolektiv autorů 1968).

Kritérium : Při vratné změně stavu lze uvést do výchozích stavů všechny zúčastněné složky, aniž zůstane někde v okolí nějaká měřitelná trvalá změna. Všechny změny stavu jiného druhu jsou nevratné (odpovídá všem fyzikálním jevům).

Věta o znehodnocování exergie : Součet exergií všech složek během procesu se zmenšuje. Pouze u bezztrátového, tj. vratného procesu zůstává součet exergií před procesem a po něm stejný. Úbytek exergie je totožný s uvedenou ztrátou energie, takže tato ztráta je ztrátou exergie. Při nevratných procesech exergie mizí nenávratně, kdežto energie nemizí, nýbrž nabývá nežádoucích forem.

Obecně platí : $\text{Energie} = \text{Exergie} + \text{Anergie}$; všechny neomezeně transformovatelné energie jsou čistá exergie, omezeně transformovatelné formy energií obsahují exergii a anergii, přičemž energie okolí se skládá jen z anergie.

5.2. Exergetické ztráty

Pro hodnocení transformací energií stačí sledovat pouze tok exergie zařízením. Z anergie nás zajímá jen přírůstek anergie na úkor exergie, totiž ztráta exergie následkem nevratností. Ztráta exergie při procesu, který probíhá v adiabatické soustavě, je součinem teploty okolí a zvětšení entropie následkem nevratností. Ke ztrátě exergie obecně dochází při přestupu tepla. Teplý tok A odevzdává ve výměníku energii ve formě tepla toku

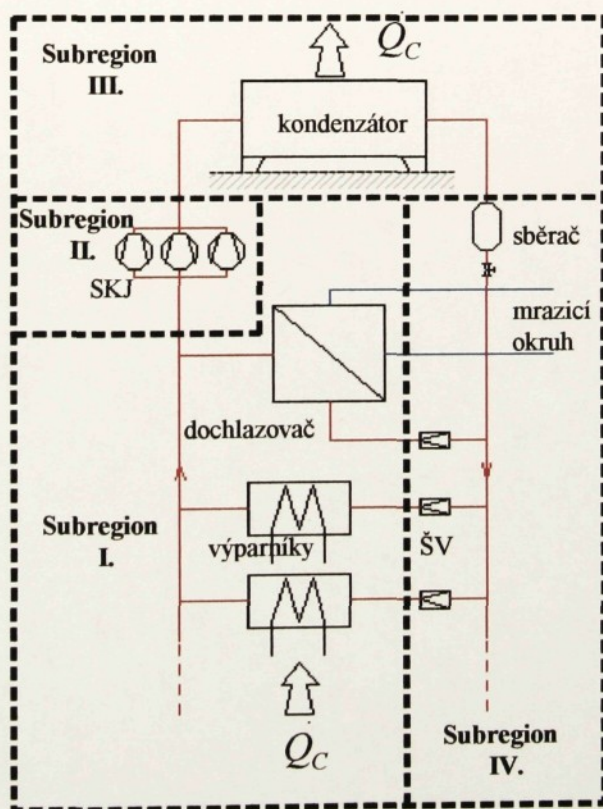
chladnému B . Tok A předává tokem tepla $\dot{Q}$ tok exergie $\dot{E}_A$. Studený tok B však dostane pouze proud exergie $\dot{E}_B$. Rozdíl $\dot{E}_C = \dot{E}_A - \dot{E}_B$ je proud ztracené energie, respektive proud exergie, který se následkem konečného rozdílu teplot $T_A - T_B$ přemění na anergii. Ztráta exergie není úměrná pouze rozdílu teplot $T_A - T_B$, nýbrž závisí také na úrovni teploty při přestupu tepla. Při stejném rozdílu teplot je ztráta exergie při vyšších teplotách mnohem menší než při teplotách nižších. Náklady na výměník tepla jsou přímo úměrné velikosti přestupní plochy. Tato plocha se však zmenšuje, čím menší rozdíl teplot je možno volit.

Zásadně lze exergetickým ztrátám účinně zamezit, dosažený výsledek je však nutné zvažovat v technickém a především ekonomickém kontextu.

5.2.1. Výpočet exergetických ztrát v chladicím okruhu

Podklady pro výpočet exergetických ztrát včetně použitých vtaů jsou dle (Kotas 1995).

Na Obr. 5-1 je schématicky znázorněno rozdělení chladicího okruhu do tzv. subregionů z hlediska výpočtu exergetických toků a exergetických ztrát.



Obr. 5-1 : Schématické znázornění tzv. subregionů

Subregion I. : Výparníky

Chladírna MOPRO

výpočtové parametry :

Chladicí výkon :	$\dot{Q}_0 = 7,623 \text{ kW}$
Teplota vnitřní :	$T_i = 278,15 \text{ K}$
Teplota okolí :	$T_o = 293,15 \text{ K}$
Entalpie v bodu 1' v h - p diagramu :	$h_{1'} = 379,3 \text{ kJ.kg}^{-1}$
Entalpie v bodu 5 v h - p diagramu :	$h_5 = 254,8 \text{ kJ.kg}^{-1}$
Entropie v bodu 1' v h - p diagramu :	$s_{1'} = 1,685 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$
Entropie v bodu 5 v h - p diagramu :	$s_5 = 1,21 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Hmotnostní průtok chladiva :

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}_0}{q_0} = \frac{\dot{Q}_0}{h_{1'} - h_5} = \frac{7,623}{379,3 - 254,8} = 0,061 \text{ kg.s}^{-1}$$

Měrná exergie :

$$\varepsilon_{1'} = h_{1'} - T_o \cdot s_{1'} = 379,3 - 293,15 \cdot 1,685 = -114,66$$

$$\varepsilon_5 = h_5 - T_o \cdot s_5 = 254,8 - 293,15 \cdot 1,21 = -99,91$$

Exergetický tok :

$$\dot{E}^Q = -\dot{Q}_0 \cdot \frac{T_i - T_o}{T_i} = -7,623 \cdot \frac{278,15 - 293,15}{278,15} = -0,41 \text{ kW}$$

$$\dot{E}_{1'} = \varepsilon_{1'} \cdot \dot{m} = -114,66 \cdot 0,061 = -6,99 \text{ kW}$$

$$\dot{E}_5 = \varepsilon_5 \cdot \dot{m} = -99,91 \cdot 0,061 = -6,99 \text{ kW}$$

Exergetická ztráta :

$$\dot{I} = \left(\dot{E}_5 - \dot{E}_{1'} \right) - \dot{E}^Q = (-6,12 + 6,99) - 0,411 = 0,459 \text{ kW}$$

Hodnoty zbývajících výparníků jsou uvedeny v Tab. 5-1 :

poznámka : v tabulce nejsou uvedeny hodnoty entalpie a entropie; pro všechny případy jsou totožné s hodnotami uvedenými v případě výpočtu chladírny MOPRO - kde ?

	$\dot{Q}_0$ [kW]	T_i [K]	T_o [K]	$\dot{m}$ [kg.s ⁻¹]	$\dot{E}^Q$ [kW]	$\dot{E}_r$ [kW]	$\dot{E}_s$ [kW]	$\dot{I}$ [kW]
Chladírna MOPRO	7,623	278,15	293,15	0,061	0,411	6,99	6,12	0,459
Chladírna Zbytků	1,193	276,15	293,15	0,0096	0,0734	1,098	0,957	0,0676
Chladírna Uzenin	4,002	276,15	293,15	0,0321	0,246	3,686	3,207	0,233
Chladírna Masa	6,339	274,15	293,15	0,051	0,439	5,85	5,095	0,316
ART 1246 NLVR	15,58	274,15	293,15	0,125	1,08	14,333	12,48	0,773
Monaxis 63.875 B4DL	13,51	274,15	293,15	0,11	0,936	12,61	11	0,674
Monaxis 63.500 B4DL	7,72	274,15	293,15	0,062	0,535	7,11	6,194	0,381
2x Monaxis 83.1125 B3DL	27,72	278,15	293,15	0,22	1,49	25,53	21,98	2,06
2x Monaxis 83.375 B3DL	9,24	278,15	293,15	0,0742	0,5	8,51	7,41	0,6
Monaxis 63.500 B3DL	7,72	278,15	293,15	0,062	0,42	7,11	6,19	0,5
Dochlazovač	11,97	278,15	293,15	0,096	0,65	11	9,59	0,76
Σ	-	-	-	-	6,78	-	-	6,82

Tab. 5-1 : Tabulka vypočítaných hodnot pro výparníky chladicího okruhu

Subregion II. : Kompresory

výpočtové parametry :

Uvažovaný chladicí výkon :	$\dot{Q}_0 = 112,617 \text{ kW}$
Teplota okolí :	$T_o = 293,15 \text{ K}$
Entalpie v bodu 1' v h - p diagramu :	$h_{1'} = 379,3 \text{ kJ.kg}^{-1}$
Entalpie v bodu 2 v h - p diagramu :	$h_2 = 420,9 \text{ kJ.kg}^{-1}$
Entropie v bodu 1' v h - p diagramu :	$s_{1'} = 1,685 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$
Entropie v bodu 2 v h - p diagramu :	$s_2 = 1,707 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$
Mechanická účinnost kompresoru :	$\eta_m = 0,8$
Elektrická účinnost kompresoru :	$\eta_{el} = 0,9$

Hmotnostní průtok chladiva :

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}_0}{q_0} = \frac{\dot{Q}_0}{h_1 - h_5} = \frac{112,617}{379,3 - 254,8} = 0,9 \text{ kg.s}^{-1}$$

Elektrický výkon potřebný k pohonu kompresoru :

$$\dot{W}_{el} = \frac{\dot{m} \cdot (h_2 - h_1)}{\eta_m \cdot \eta_{el}} = \frac{0,9 \cdot (420,9 - 379,3)}{0,8 \cdot 0,9} = 52 \text{ kW}$$

Měrná exergie :

$$\varepsilon_1 = h_1 - T_o \cdot s_1 = 379,3 - 293,15 \cdot 1,685 = -114,66$$

$$\varepsilon_2 = h_2 - T_o \cdot s_2 = 420,9 - 293,15 \cdot 1,707 = -79,507$$

Exergetický tok :

$$\dot{E}_1 = \varepsilon_1 \cdot \dot{m} = -114,66 \cdot 0,9 = -103,194 \text{ kW}$$

$$\dot{E}_2 = \varepsilon_2 \cdot \dot{m} = -79,507 \cdot 0,9 = -71,56 \text{ kW}$$

Exergetická ztráta :

$$\dot{I}_K = \dot{W}_{el} + \dot{E}_1 - \dot{E}_2 = 52 - 103,194 + 71,56 = 20,366 \text{ kW}$$

Celková exergetická ztráta v kompresoru se dá vyjádřit jako součet ztrát elektro-mechanických a ztrát způsobených nevratnými změnami z důvodu kapalinového tření :

$$\dot{I}_K = \left(\dot{I} \right)_{m,el} - \left(\dot{I} \right)_{INT}$$

$$\left(\dot{I} \right)_{m,el} = \dot{W}_{el} \cdot (1 - \eta_m \cdot \eta_{el}) = 52 \cdot (1 - 0,8 \cdot 0,9) = 14,56 \text{ kW}$$

$$\left(\dot{I} \right)_{INT} = \dot{I}_K - \left(\dot{I} \right)_{lm,el} = 20,366 - 14,56 = 5,81 \text{ kW}$$

Subregion III. : Kondenzátor

výpočtové parametry :

Kondenzační výkon :	$\dot{Q}_{kond} = 165 \text{ kW}$
Teplota vnitřní :	$T_i = 313,15 \text{ K}$
Teplota okolí :	$T_o = 293,15 \text{ K}$
Entalpie v bodu 2 v h - p diagramu :	$h_2 = 420,9 \text{ kJ.kg}^{-1}$
Entalpie v bodu 4' v h - p diagramu :	$h_{4'} = 254,8 \text{ kJ.kg}^{-1}$
Entropie v bodu 2 v h - p diagramu :	$s_2 = 1,707 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$
Entropie v bodu 4' v h - p diagramu :	$s_{4'} = 1,185 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Hmotnostní průtok chladiva :

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}_0}{q_0} = \frac{\dot{Q}_0}{h_{1'} - h_5} = \frac{112,617}{379,3 - 254,8} = 0,9 \text{ kg.s}^{-1}$$

Měrná exergie :

$$\varepsilon_2 = h_{1'} - T_o \cdot s_2 = 420,9 - 301,15 \cdot 1,707 = -93,16$$

$$\varepsilon_{4'} = h_{4'} - T_o \cdot s_{4'} = 254,8 - 301,15 \cdot 1,185 = -102,1$$

Exergetický tok :

$$\dot{E}^Q = \dot{Q}_0 \cdot \frac{T_i - T_o}{T_i} = -165 \cdot \frac{313,15 - 293,15}{313,15} = 10,54 \text{ kW}$$

$$\dot{E}_2 = \varepsilon_2 \cdot \dot{m} = -93,16 \cdot 0,9 = -83,844 \text{ kW}$$

$$\dot{E}_{4'} = \varepsilon_{4'} \cdot \dot{m} = -102,1 \cdot 0,9 = -91,89 \text{ kW}$$

Exergetická ztráta :

$$\dot{I}_{kond} = \dot{E}_2 - \dot{E}_{4'} + \dot{E}^Q = (-83,844) + 91,89 + 10,54 = 18,586 \text{ kW}$$

Subregion IV. : Škrticí ventily

Chladírna MOPRO

výpočtové parametry :

Chladicí výkon :	$\dot{Q}_0 = 7,623 \text{ kW}$
Teplota okolí :	$T_o = 293,15 \text{ K}$
Entalpie v bodu 4' v h - p diagramu :	$h_{4'} = 254,8 \text{ kJ.kg}^{-1}$
Entalpie v bodu 5 v h - p diagramu :	$h_5 = 254,8 \text{ kJ.kg}^{-1}$
Entropie v bodu 4' v h - p diagramu :	$s_{4'} = 1,185 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$
Entropie v bodu 5 v h - p diagramu :	$s_5 = 1,21 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Hmotnostní průtok chladiva :

$$m = \frac{\dot{Q}_0}{q_0} = \frac{\dot{Q}_0}{h_1 - h_5} = \frac{7,623}{379,3 - 254,8} = 0,061 \text{ kg.s}^{-1}$$

Měrná exergie :

$$\varepsilon_{4'} = h_{4'} - T_o.s_{4'} = 254,8 - 293,15.1,185 = -92,58$$

$$\varepsilon_5 = h_5 - T_o.s_5 = 254,8 - 293,15.1,21 = -99,91$$

Exergetický tok :

$$E_{4'} = \varepsilon_{4'}.m = -92,58.0,061 = -5,647 \text{ kW}$$

$$E_5 = \varepsilon_5.m = -99,91.0,061 = -6,095 \text{ kW}$$

Exergetická ztráta :

$$I_{sv} = E_{4'} - E_5 = (-5,647) + 6,095 = 0,448 \text{ kW}$$

Hodnoty zbývajících škrticích ventilů jsou uvedeny v Tab. 5-2 :

poznámka : v tabulce nejsou uvedeny hodnoty entalpie a entropie; pro všechny případy jsou totožné s hodnotami uvedenými v případě výpočtu chladírny MOPRO.

	$\dot{Q}_0$ [kW]	T_o [K]	$\dot{m}$ [kg.s ⁻¹]	$\dot{E}_4$ [kW]	$\dot{E}_5$ [kW]	$\dot{I}$ [kW]
Chladícírna MOPRO	7,623	293,15	0,061	5,647	6,095	0,448
Chladícírna Zbytků	1,193	293,15	0,0096	0,889	0,959	0,07
Chladícírna Uzenin	4,002	293,15	0,032	2,96	3,197	0,237
Chladícírna Masa	6,339	293,15	0,051	4,72	5,1	0,375
ART 1246 NLVR	15,58	293,15	0,125	11,57	12,5	0,92
Monaxis 63.875 B4DL	13,51	293,15	0,11	10,2	10,99	0,79
Monaxis 63.500 B4DL	7,72	293,15	0,062	6,02	6,19	0,17
2x Monaxis 83.1125 B3DL	27,72	293,15	0,22	20,36	21,98	1,62
2x Monaxis 83.375 B3DL	9,24	293,15	0,0742	6,87	7,413	0,543
Monaxis 63.500 B3DL	7,72	293,15	0,062	5,74	6,194	0,454
Dochlazovač	11,97	293,15	0,096	8,888	9,59	0,703
Σ	-	-	-	-	-	6,33

Tab. 5-2 : Tabulka vypočítaných hodnot pro výparníky chladicího okruhu

Celkové exergetické ztráty chladicího okruhu :

$$\dot{I}_c = \Sigma \dot{I}_V + \Sigma \dot{I}_K + \dot{I}_{kond} + \Sigma \dot{I}_{SV} = 6,82 + 20,366 + 18,586 + 6,33 = 52,1 \text{ kW}$$

Celková efektivní exergetická účinnost chladicího okruhu :

$$\Psi = \frac{\dot{E}_c^Q}{\dot{W}_{el}} = \frac{17,32}{52} = 0,333$$

$$\text{kde : } \dot{E}_c^Q = \Sigma \dot{E}_V^Q + \dot{E}_{kond}^Q = 6,78 + 10,54 = 17,32 \text{ kW}$$

2.2. Výpočet exergetických ztrát v mrazicím okruhu

Pro případ výpočtu exergetických ztrát mrazicího okruhu uvádím z důvodu obsáhlosti podrobného výpočtu jen výsledné vypočítané hodnoty :

Subregion I. : Výparníky

	$\dot{Q}_0$ [kW]	T_i [K]	T_o [K]	$\dot{m}$ [kg.s ⁻¹]	$\dot{E}^Q$ [kW]	$\dot{E}_1$ [kW]	$\dot{E}_5$ [kW]	$\dot{I}$ [kW]
Mrazírna	7,017	250,15	293,15	0,048	1,206	6,713	4,913	0,594
3 x AID 1485	21,84	250,15	293,15	0,149	3,754	20,84	15,25	1,836
4 x AID 85 K	3,64	250,15	293,15	0,025	0,63	3,5	2,56	0,31
AID 0485	2,08	250,15	293,15	0,014	0,358	1,958	1,43	0,17
Σ	-	-	-	-	5,95	-	-	2,91

Tab. 5-3 : Tabulka vypočítaných hodnot pro výparníky mrazicího okruhu

Subregion II. : Kompresor

$\dot{Q}_0$ [kW]	η_{mi}, η_{el}	T_o [K]	$\dot{m}$ [kg.s ⁻¹]	$\dot{W}_{el}$ [kW]	$\dot{E}_1$ [kW]	$\dot{E}_2$ [kW]	$(\dot{I})_{m,el}$ [kW]	$(\dot{I})_{INT}$ [kW]	$\dot{I}_K$ [kW]
34,577	0,8; 0,9	293,15	0,235	25,25	32,87	17,78	7,07	3,09	10,16

Tab. 5-4 : Tabulka vypočítaných hodnot pro kompresor mrazicího okruhu

Subregion III. : Kondenzátor

$\dot{Q}_{kond}$ [kW]	T_i [K]	T_o [K]	$\dot{m}$ [kg.s ⁻¹]	$\dot{E}^Q$ [kW]	$\dot{E}_2$ [kW]	$\dot{E}_4$ [kW]	$\dot{I}$ [kW]
45	318,15	293,15	0,235	3,536	17,78	23,95	9,71

Tab. 5-5 : Tabulka vypočítaných hodnot pro kondenzátor mrazicího okruhu

Subregion IV. : Škrticí ventily

	$\dot{Q}_0$ [kW]	T_o [K]	$\dot{m}$ [kg.s ⁻¹]	$\dot{E}_4$ [kW]	$\dot{E}_5$ [kW]	$\dot{I}$ [kW]
Mrazírna	7,017	293,15	0,048	4,49	4,913	0,42
3 x AID 1485	21,84	293,15	0,149	13,94	15,25	1,31
4 x AID 85 K	3,64	293,15	0,025	2,34	2,56	0,22
AID 0485	2,08	293,15	0,014	1,31	1,43	0,123
Σ	-	-	-	-	-	2,073

Tab. 5-6 : Tabulka vypočítaných hodnot pro škrticí ventily mrazicího okruhu

Celkové exergetické ztráty mrazicího okruhu :

$\dot{I}_c = \Sigma \dot{I}_V + \Sigma \dot{I}_K + \dot{I}_{kond} + \Sigma \dot{I}_{SV} = 2,91 + 10,16 + 9,71 + 2,073 = 24,853 \text{ kW}$

Celková efektivní exergetická účinnost mrazicího okruhu :

$\Psi = \frac{\dot{E}_c^Q}{\dot{W}_{el}} = \frac{9,486}{25,25} = 0,376$

kde : $\dot{E}_c^Q = \Sigma \dot{E}_V^Q + \dot{E}_{kond}^Q = 5,95 + 3,536 = 9,486 \text{ kW}$

Jak vyplývá z výpočtu, lze na základě určení ztráty exergie získat hodnoty, které mají praktický význam při racionalizaci dílčích procesů a s tím související technické a konstrukční řešení, potažmo dávají směrnice pro termodynamicky správné provádění transformací energií. U technického zařízení takového rozměru, jakým je mnou dimenzované chladicí zařízení, jsou exergetická hodnocení závažnější než energetické bilance.

Dle Ing. G. Boszormenyiho z Odboru kompresorů, chladicích zařízení a hydraulických strojů FS ČVUT jsou mnou vypočítané hodnoty celkových efektivních exergetických účinností, včetně dílčích exergetických ztrát, hodnotami reálnými, které korespondují s výpočty a měřeními provedenými v praxi.

6. Závěr

Cílem této práce byl kompletní návrh chladicího zařízení zpracovaný formou konkrétních a podrobných výpočtů, které byly přímo porovnány s výsledky použitých výpočtových programů, na jejichž základě bude Hypermarket Kaufland v Jablonci nad Nisou firmou Linde chladicí technika s. r. o. skutečně realizován.

První část práce byla věnována stanovení tepelných bilancí jednotlivých spotřebičů chladu na jejichž základě bylo nadimenzováno zařízení pro chladicí i mrazicí okruh. Konfrontace dílčích výpočtů s metodami a programy používanými firmou Linde dokázaly, že tyto jsou plně vyhovující a nepatrné odlišnosti konkrétních hodnot jsou způsobené určitými korekcemi, vyplývajícími z požadavků, které klade individuální řešení problému v praxi.

Dále bylo dokázáno, že použitím metody výpočtu hodnot exergetických ztrát, již se věnovala druhá část této práce, můžeme zcela racionalizovat řešení daného zařízení. Tato metoda se zdá být přesnější a průkaznější než pouhé stanovení energetické bilance. Resumé : předpokladem je , že exergetickým ztrátám lze účinně zamezit, dosažený výsledek je však nutné zvažovat v technickém a především ekonomickém kontextu.

Konkrétní výpočet prokázal, že mnou navržený okruh a zvolené konstrukční řešení, včetně použitých komponent, bude nejen funkční, ale i to, že dosažené hodnoty jsou reálné a analogické s technickou praxí. Návrh hypermarketu Kaufland byl v Jablonci nad Nisou realizován a v současné době již zařízení plní svoji funkci a pracuje bez technických závad.

V závěru bych také rád poděkoval zaměstnancům firmy Linde Chladicí technika za pomoc při řešení problému. Jmenovitě potom konzultantovi mé Diplomové práce panu Ing. Janu Buzíkovi a panu Ing. Luboru Musilovi.

Použitá literatura :

Dvořák Z. : Chladicí technika, Praha, SNTL 1971

Dvořák Z. : Základy chladicí techniky, Praha, SNTL 1986

Jirků S., Klepš Z., Nožička J. : Tabulky pro mechaniku a strojnictví, Praha, Vydavatelství
ČVUT 1993

Kolektiv autorů : Energie a exergie, Praha, SNTL 1968

Kotas T. J. : The exergy method of thermal plant analysis, Malabar, Florida USA, Krieger
Publishing Company 1995

Ullrich H. : Chladicí technika díl II., Praha, Svaz CHKO 2000

Přílohy

Příloha č. 1

Dispozice firmy Kaufland pro výpočet spotřeby chladu chladicích boxů a mrazírny

zur technischen Leistungsbeschreibung Kaufland Stiftung Rahmen LV
Kaufland

Kältetechnische Ausrüstung für Kühlraum Mopro

Temperatur im Kühlraum	+ 2 / + 4	°C
Wärmedurchgangskoeffizient <=	0,40	W/m²K
Umgebungstemperatur	+ 25	°C
Länge/Breite/Höhe	/ / 2,6	m
Bodenfläche	ca.	m²
Kühlgut Einbringmenge	100	kg/m²/24h
Kühlgut Abkühlung	15,0	K
Spez. Wärme des Kühlgutes	2,93	kJ/kgK

Wandluftkühler zum Anschluß an Verbundkreislauf

Ventilatorluftkühler für direkte Verdampfung. Kühlsystem aus Spezial-Kupferrohr mit speziell strukturierten Alu-Lamellen.
Gehäuse aus gepreßtem Aluminium, weiß einbrennlackiert, mit doppelter Tropfschale und Tauwasserablaufstutzen mit Whitworth-Rohrgewinde. Ventilatoren in Schutzart IP 44, mit Flügel aus Kunststoff, saugend angeordnet. Motoren gegen Überlast durch Thermoschutzschalter geschützt. Elektrische Abtaueinrichtung durch eingebaute Elektroheizstäbe.

Luftkühler-Fabrikat	Küba oder gleichwertig	
Luftkühler-Typ	DEBE	
Anzahl der Luftkühler		Stück
Kältemittel	R 404A	
Kälteleistung je Luftkühler		Watt
Temperaturdifferenz, (Raum- zu Verd.- Temp.)		K
Kühlfläche je Luftkühler		m²
Lamellenabstand	7	mm
Lüfterzahl		Stück
Leistungsaufnahme je Lüfter		Watt
Luftleistung je Kühler / Blasweite		m³/h / m
Abtauheizung / Körper / Wanne		Watt
Höhe/Breite/Tiefe	/ /	mm

Kältetechnisches Zubehör zum Anschluß an Verbundsystem, je Luftkühler

Diese Komponenten sind nicht frei im Kühlraum zu montieren. Sie werden entweder direkt im Luftkühlergehäuse oder auf der Kühlraumdecke angebracht. In beiden Fällen ist der Rohrleitungsanschluß durch die Zwischendecke direkt in das Luftkühlergehäuse zu führen.

- 1 Kugelabsperrventil für Saugleitung
- 1 Kugelabsperrventil für Flüssigkeitsleitung
- 1 Elektromagnetisches Absperrventil für Flüssigkeitsleitung
- 1 Filter für Flüssigkeitsleitung
- 1 Thermostatisches Expansionsventil
- 1 Füll- und Entleerventil

Zubehör je Kühlstelle

- 1 Mikroprozessorgesteuerter Kühlstellenregler für Schaltschrankmontage
- 1 Temperaturfühler für Raumtemperatur mit Temperaturwarneinrichtung
- 1 Temperaturfühler für Verdampfer
- 1 Kühlraumthermometer mit Digitalanzeige, außen über Kühlraum-Tür

02.05.00 Kältetechnische Ausrüstung für Kühlraum Tiko

Temperatur im Kühlraum	- 24 / - 26	°C
Wärmedurchgangskoeffizient <=	0,26	W/m²K
Umgebungstemperatur	+ 25	°C
Länge/Breite/Höhe	/ / 2,6	m
Bodenfläche	ca.	m²
Kühlgut Einbringmenge	100	kg/m²/24h
Kühlgut Abkühlung (reiner Rechenwert)	15,0	K
Spez. Wärme des Kühlgutes	1,68	kJ/kgK

Wandluftkühler zum Anschluß an Verbundkreislauf

Ventilatorluftkühler für direkte Verdampfung. Kühlsystem aus Spezial-Kupferrohr mit speziell strukturierten Alu-Lamellen.
Gehäuse aus gepreßtem Aluminium, weiß einbrennlackiert, mit doppelter Tropfschale und Tauwasserablaufstutzen mit Whitworth-Rohrgewinde. Ventilatoren in Schutzart IP 44, mit Flügel aus Kunststoff, saugend angeordnet. Motoren gegen Überlast durch Thermoschutzschalter geschützt. Elektrische Abtaueinrichtung durch eingebaute Elektroheizstäbe.
Nach Installation der Leitung ist die Deckendämmung mit Schaum zu dichten und auf der warmen Seite dampfdicht abzusperren, Rauminnenseite mit Dichtmasse zu verschließen.

Luftkühler-Fabrikat	Küba oder gleichwertig
Luftkühler-Typ	SGBE oder DEBE.....
Anzahl der Luftkühler	Stück
Kältemittel	R 404A
Kälteleistung je Luftkühler	Watt
Temperaturdifferenz, (Raum- zu Verd.- Temp.)	K
Kühlfläche je Luftkühler	m²
Lamellenabstand, mind.	7 mm
Lüfterzahl	Stück
Leistungsaufnahme je Lüfter	Watt
Luftleistung je Kühler / Blasweite	m³/h / m
Abtauheizung / Körper / Wanne	Watt
Höhe/Breite/Tiefe	/ / mm

Kältetechnisches Zubehör zum Anschluß an Verbundsystem, je Luftkühler

Diese Komponenten sind nicht frei im Kühlraum zu montieren. Sie werden entweder direkt im Luftkühlergehäuse oder auf der Kühlraumdecke angebracht. In beiden Fällen ist der Rohrleitungsanschluß durch die Zwischendecke direkt in das Luftkühlergehäuse zu führen.

- 1 Kugelabsperrenteil für Saugleitung
- 1 Kugelabsperrenteil für Flüssigkeitsleitung
- 1 Elektromagnetisches Absperrventil für Flüssigkeitsleitung
- 1 Filter für Flüssigkeitsleitung
- 1 Thermostatisches Expansionsventil
- 1 Füll- und Entleerventil
- 1 Tauwasserablauf-Heizung

Zubehör je Kühlstelle

- 1 Mikroprozessorgesteuerter Kühlstellenregler für Schaltschrankmontage
- 1 Temperaturfühler für Raumtemperatur mit Temperaturwarneinrichtung als sep. Geber
- 1 Temperaturfühler für Verdampfer
- 1 Temperatur-Registriergerät Kriwan INT 900 CD

zur technischen Leistungsbeschreibung Kaufland Stiftung Rahmen LV
Kaufland

Kältetechnische Ausrüstung für Klimaraum Flur / Leergut

Temperatur im klimatisierten Raum	+ 12 / + 14	°C
Umgebungstemperatur innen / außen	+ 25 / + 34	°C
Wärmedurchgangskoeffizient der Außenwände	<= 0,80	W/m²K
Wärmedurchgangskoeffizient der Innenwände	<= 1,00	W/m²K
Wärmedurchgangskoeffizient der Decke	<= 0,50	W/m²K
Wärmedurchgangskoeffizient des Bodens	<= ----	W/m²K
Länge/Breite/Höhe	--- / --- / 3,0	m
Bodenfläche	ca.	m²
Raumvolumen	ca. 150,0	m³
Innere Wärmelast durch Beleuchtung und Maschinen	400	Watt
Innere Wärmelast durch Personen	400	Watt
Außenluftabkühlung von 16°C / 90% r.F. auf Raumzustand	12	m³/h/m²
Kältebedarf	ca. 6.800	Watt

Deckenluftkühler zum Anschluß an Verbundkreislauf

Ventilatorluftkühler für direkte Verdampfung. Kühlsystem aus Spezial-Kupferrohr mit speziell strukturierten Alu-Lamellen. Gehäuse aus gepreßtem Aluminium, weiß einbrennlackiert, mit doppelter Tropfschale und Tauwasserablaufstutzen mit Whitworth-Rohrgewinde. Ventilatoren in Schutzart IP 44, mit Flügel aus Kunststoff, saugend angeordnet. Motoren gegen Überlast durch Thermoschutzschalter geschützt.

Luftkühler-Fabrikat	Küba oder gleichwertig	
Luftkühler-Typ	DZA	
Anzahl der Luftkühler		Stück
Kältemittel	R 404A	
Kälteleistung je Luftkühler mit Luftschlauch		Watt
Temperaturdifferenz, (Raum- zu Verd. Temp)		K
Kühlfläche je Luftkühler		m²
Lamellenabstand	7	mm
Lüfterzahl		Stück
Leistungsaufnahme je Lüfter		Watt
Luftleistung je Kühler / Blasweite mit Luftschlauch		m³/h / m
Abtauheizung / Körper / Wanne	--- / ---	Watt
Höhe/Breite/Tiefe	/ /	mm

Kältetechnisches Zubehör zum Anschluß an Verbundsystem, je Luftkühler

Diese Komponenten sind nicht frei im Kühlraum zu montieren. Sie werden entweder direkt im Luftkühlergehäuse oder auf der Kühlraumdecke angebracht. In beiden Fällen ist der Rohrleitungsanschluß durch die Zwischendecke direkt in das Luftkühlergehäuse zu führen.

- 1 Kugelabsperrrventil für Saugleitung
- 1 Kugelabsperrrventil für Flüssigkeitsleitung
- 1 Elektromagnetisches Absperrventil für Flüssigkeitsleitung
- 1 Filter für Flüssigkeitsleitung
- 1 Thermostatisches Expansionsventil
- 1 Füll- und Entleerventil
- 1 Verdampferdruckregler

Zubehör je Kühlstelle

- 1 Raumthermostat
- 1 Kühlraumthermometer
- 1 0-I-Schalter vor Ort

zur technischen Leistungsbeschreibung Kaufland Stiftung Rahmen LV
Kaufland

Kältetechnische Ausrüstung für Kühlraum Fleisch

Temperatur im Kühlraum	$\pm 0 / + 2$	°C
Wärmedurchgangskoeffizient $\leq$	0,40	W/m²K
Umgebungstemperatur	+ 25	°C
Länge/Breite/Höhe	/ / 2,6	m
Bodenfläche	ca.	m²
Kühlgut Einbringmenge	100	kg/m²/24h
Kühlgut Abkühlung	15,0	K
Spez. Wärme des Kühlgutes	2,93	kJ/kgK

Wandluftkühler zum Anschluß an Verbundkreislauf

Ventilatorluftkühler für direkte Verdampfung. Kühlsystem aus Spezial-Kupferrohr mit speziell strukturierten Alu-Lamellen und Anschluß-Luftverteilschläuchen.
Gehäuse aus gepreßtem Aluminium, weiß einbrennlackiert, mit doppelter Tropfschale und Tauwasserablaufstutzen mit Whitworth-Rohrgewinde. Ventilatoren in Schutzart IP 44, mit Flügel aus Kunststoff, saugend angeordnet. Motoren gegen Überlast durch Thermoschutzschalter geschützt. Elektrische Abtaueinrichtung durch eingebaute Elektroheizstäbe.

Luftkühler-Fabrikat	Küba oder gleichwertig	
Luftkühler-Typ	SGBE	
Anzahl der Luftkühler		Stück
Kältemittel	R 404A	
Kälteleistung je Luftkühler mit Luftschlauch		Watt
Temperaturdifferenz, (Raum- zu Verd. Temp)		K
Kühlfläche je Luftkühler		m²
Lamellenabstand	7	mm
Lüfterzahl		Stück
Leistungsaufnahme je Lüfter		Watt
Luftleistung je Kühler / Blasweite mit Luftschlauch	/ --	m³/h / m
Abtauheizung / Körper / Wanne		Watt
Höhe/Breite/Tiefe	/ /	mm

Kältetechnisches Zubehör zum Anschluß an Verbundsystem, je Luftkühler

Diese Komponenten sind nicht frei im Kühlraum zu montieren. Sie werden entweder direkt im Luftkühlergehäuse oder auf der Kühlraumdecke angebracht. In beiden Fällen ist der Rohrleitungsanschluß durch die Zwischendecke direkt in das Luftkühlergehäuse zu führen.

- 1 Kugelabsperrentil für Saugleitung
- 1 Kugelabsperrentil für Flüssigkeitsleitung
- 1 Elektromagnetisches Absperrventil für Flüssigkeitsleitung
- 1 Filter für Flüssigkeitsleitung
- 1 Thermostatisches Expansionsventil
- 1 Füll- und Entleerventil
- 1 Luftschlauch für Luftkühler (Längenangaben sind vom Bieter auszufüllen)

Zubehör je Kühlstelle

- 1 Mikroprozessorgesteuerter Kühlstellenregler für Schaltschrankmontage
- 1 Temperaturfühler für Raumtemperatur mit Temperaturwarneinrichtung
- 1 Temperaturfühler für Verdampfer
- 1 Kühlraumthermometer mit Digitalanzeige, außen über Kühlraum-Tür

Kältetechnische Ausrüstung für Kühlraum Wurst

Temperatur im Kühlraum	+ 1 / + 3	°C
Wärmedurchgangskoeffizient <=	0,40	W/m²K
Umgebungstemperatur	+ 25	°C
Länge/Breite/Höhe	/ / 2,6	m
Bodenfläche	ca.	m²
Kühlgut Einbringmenge	100	kg/m²/24h
Kühlgut Abkühlung	15,0	K
Spez. Wärme des Kühlgutes	2,93	kJ/kgK

Wandluftkühler zum Anschluß an Verbundkreislauf

Ventilatorluftkühler für direkte Verdampfung. Kühlsystem aus Spezial-Kupferrohr mit speziell strukturierten Alu-Lamellen.

Gehäuse aus gepreßtem Aluminium, weiß einbrennlackiert, mit doppelter Tropfschale und Tauwasserablaufstutzen mit Whitworth-Rohrgewinde. Ventilatoren in Schutzart IP 44, mit Flügel aus Kunststoff, saugend angeordnet. Motoren gegen Überlast durch Thermoschutzschalter geschützt. Elektrische Abtaueinrichtung durch eingebaute Elektroheizstäbe.

Luftkühler-Fabrikat	Küba oder gleichwertig	
Luftkühler-Typ	DEBE.....	
Anzahl der Luftkühler		Stück
Kältemittel	R 404A	
Kälteleistung je Luftkühler		Watt
Temperaturdifferenz, (Raum- zu Verd.- Temp.)		K
Kühlfläche je Luftkühler		m²
Lamellenabstand	7	mm
Lüfterzahl		Stück
Leistungsaufnahme je Lüfter		Watt
Luftleistung je Kühler / Blasweite		m³/h / m
Abtauheizung / Körper / Wanne		Watt
Höhe/Breite/Tiefe	/ /	mm

Kältetechnisches Zubehör zum Anschluß an Verbundsystem, je Luftkühler

Diese Komponenten sind nicht frei im Kühlraum zu montieren. Sie werden entweder direkt im Luftkühlergehäuse oder auf der Kühlraumdecke angebracht. In beiden Fällen ist der Rohrleitungsanschluß durch die Zwischendecke direkt in das Luftkühlergehäuse zu führen.

- 1 Kugelabsperrentil für Saugleitung
- 1 Kugelabsperrentil für Flüssigkeitsleitung
- 1 Elektromagnetisches Absperrventil für Flüssigkeitsleitung
- 1 Filter für Flüssigkeitsleitung
- 1 Thermostatisches Expansionsventil
- 1 Füll- und Entleerventil

Zubehör je Kühlstelle

- 1 Mikroprozessorgesteuerter Kühlstellenregler für Schaltschrankmontage
- 1 Temperaturfühler für Raumtemperatur mit Temperaturwarneinrichtung
- 1 Temperaturfühler für Verdampfer
- 1 Kühlraumthermometer mit Digitalanzeige, außen über Kühlraum-Tür

Příloha č. 2

Tabulky hodnot potřebných k určení chladicího výkonu boxů dle jejich objemu

chnellauswahltabellen für die benötigte Verdampferleistung von Kühl- und Tiefkühlräumen – Blatt 2

–15° C Tiefkühlraum

Raum- Außenmaße m L × B × H	Raum- Innenmaße m L × B × H	Raum- Volumen in m ³	Verdampfer- leistung in W
1,2 × 1,6 × 2,15	1,05 × 1,45 × 2,0	3,0	760
1,2 × 2,0 × 2,15	1,05 × 1,85 × 2,0	3,9	820
1,6 × 1,8 × 2,15	1,45 × 1,45 × 2,0	4,2	920
1,6 × 2,0 × 2,15	1,45 × 1,85 × 2,0	5,4	980
1,6 × 2,4 × 2,15	1,45 × 2,25 × 2,0	6,5	1080
2,0 × 2,0 × 2,35	1,85 × 1,85 × 2,2	7,5	1160
2,0 × 2,4 × 2,35	1,85 × 2,25 × 2,2	9,2	1320
2,4 × 2,4 × 2,35	2,25 × 2,25 × 2,2	11,1	1440
2,1 × 2,8 × 2,35	2,25 × 2,65 × 2,2	13,1	1540
2,4 × 3,2 × 2,55	2,25 × 3,05 × 2,4	16,5	1700
2,8 × 3,2 × 2,55	2,65 × 3,05 × 2,4	19,4	1820
2,8 × 3,6 × 2,55	2,65 × 3,45 × 2,4	22,0	1960
3,2 × 4,0 × 2,55	3,05 × 3,85 × 2,4	28,2	2240
3,2 × 4,4 × 2,95	3,05 × 4,25 × 2,8	36,3	2490
3,2 × 5,2 × 2,95	3,05 × 5,05 × 2,8	43,1	3050
3,6 × 5,6 × 2,95	3,45 × 5,45 × 2,8	52,6	3370
3,6 × 7,2 × 2,95	3,45 × 7,05 × 2,8	68,1	3990

Ausgangsdaten:

Außenluftzustand: +30°C; 60% r.F.

Dämmung: extr. Polystyrol-Hartschaumstoff

Dicke der Dämmung: 75 mm

Tagesmenge: 16 kg/m³d

Warenunterkühlung: um 6 K

spez. Wärmekapazität: 1,8 kJ/kgK

Beleuchtung: 10 W/m²

Laufzeit der Kältemaschine: 18 h/d

Abtauheizung: 1/24 des Tageskühlbedarfs

–25° C Tiefkühlraum

Raum- Außenmaße m L × B × H	Raum- Innenmaße m L × B × H	Raum- Volumen in m ³	Verdampfer- leistung in W
1,25 × 1,65 × 2,2	1,05 × 1,45 × 2,0	3,0	850
1,25 × 2,05 × 2,2	1,05 × 1,85 × 2,0	3,9	920
1,65 × 1,65 × 2,2	1,45 × 1,45 × 2,0	4,2	960
1,65 × 2,05 × 2,2	1,45 × 1,85 × 2,0	5,4	1130
1,65 × 2,45 × 2,2	1,45 × 2,25 × 2,0	6,5	1220
2,05 × 2,05 × 2,4	1,85 × 1,85 × 2,2	7,5	1310
2,05 × 2,45 × 2,4	1,85 × 2,25 × 2,2	9,2	1370
2,45 × 2,45 × 2,4	2,25 × 2,25 × 2,2	11,1	1490
2,45 × 2,85 × 2,4	2,25 × 2,65 × 2,2	13,1	1590
2,45 × 3,25 × 2,6	2,25 × 3,05 × 2,4	16,5	1770
2,85 × 3,25 × 2,6	2,65 × 3,05 × 2,4	19,4	1890
2,85 × 3,65 × 2,6	2,65 × 3,45 × 2,4	22,0	2030
3,25 × 4,05 × 2,6	3,05 × 3,85 × 2,4	28,2	2300
3,25 × 4,45 × 3,0	3,05 × 4,25 × 2,8	36,3	2840
3,25 × 5,25 × 3,0	3,05 × 5,05 × 2,8	43,1	3110
3,65 × 5,65 × 3,0	3,45 × 5,45 × 2,8	52,6	3430
3,65 × 7,25 × 3,0	3,45 × 7,05 × 2,8	68,1	4060

Ausgangsdaten:

Wie bei –15° C Tiefkühlraum, jedoch:

spez. Wärmekapazität: 0,18 kJ/kgK

Dicke der Dämmung: 100 mm

nellauswahltabellen für die benötigte Verdampferleistung von Kühl- und Tiefkühlräumen – Blatt I

+2° C Kühlraum

Raum- Außenmaße m L × B × H	Raum- Innenmaße m L × B × H	Raum- Volum in m ³	Verdampfer- leistung in W
1,2 × 1,6 × 2,15	1,05 × 1,45 × 2,0	3,0	700
1,2 × 2,0 × 2,15	1,05 × 1,85 × 2,0	3,9	770
1,6 × 1,8 × 2,15	1,45 × 1,45 × 2,0	4,2	800
1,6 × 2,0 × 2,15	1,45 × 1,85 × 2,0	5,4	915
1,6 × 2,4 × 2,15	1,45 × 2,25 × 2,0	6,5	1000
2,0 × 2,0 × 2,35	1,85 × 1,85 × 2,2	7,5	1100
2,0 × 2,4 × 2,35	1,85 × 2,25 × 2,2	9,2	1140
2,4 × 2,4 × 2,35	2,25 × 2,25 × 2,2	11,1	1230
2,4 × 2,8 × 2,35	2,25 × 2,65 × 2,2	13,1	1420
2,4 × 3,2 × 2,55	2,25 × 3,05 × 2,4	16,5	1620
2,8 × 3,2 × 2,55	2,65 × 3,05 × 2,4	19,4	1720
2,8 × 3,6 × 2,55	2,65 × 3,45 × 2,4	22,0	1840
3,2 × 4,0 × 2,55	3,05 × 3,85 × 2,4	28,2	2100
3,2 × 4,4 × 2,95	3,05 × 4,25 × 2,8	36,3	2360
3,2 × 5,2 × 2,95	3,05 × 5,05 × 2,8	43,1	2910
3,6 × 5,6 × 2,95	3,45 × 5,45 × 2,8	52,6	3210
3,6 × 7,2 × 2,95	3,45 × 7,05 × 2,8	68,1	3670

Ausgangsdaten:

Außenluftzustand: +30°C; 60% r.F.

Dämmung: extrudierter Polystyrol-Hartschaumstoff

Dicke der Dämmung: 75 mm

Tagesmenge: 16 kg/m³d

Warenabkühlung: um 6 K

spez. Wärmekapazität: 3,6 kJ/kgK

Beleuchtung: 10 W/m²

Laufzeit der Kältemaschine: 16 h/d

NAVÝŠENÍ SPOTŘEBY CHLADU PŘI NEIZOLO-
VANĚ PODLAŽE, 20 cm BETON, OKOLNÍ TEPLO-
TA ZEMĚ 12°C (OPROTÍ IZOLOVANĚ
PODLAŽE). [kW/m²]

TEPLOTA V CHLADÍRNĚ: 0°C = 0,0818
2°C = 0,0765
4°C = 0,0711
6°C = 0,0657
8°C = 0,0589
10°C = 0,0543

ORIENTAČNÍ TABULKA

PRO STANOVENÍ CHLADÍCIHO VÝKONU V CHLADÍRNÁCH A MRAZÍRNÁCH

CHLADÍRNY

MRAZÍRNY

isolace PUR tl. 100 mm
teplota v prostoru +5°C
teplota okolí +30°C
doba chodu 18 hod/den
zatížení 250 kg/m³
sec. teplo produktu
0,9 kcal/kg °C
teplota vkládaného
produktu 25°C
denní přísun 5%

isolace PUR tl. 120 mm
teplota v prostoru -20°C
teplota okolí +30°C
doba chodu 18 hod/den
zatížení 250 kg/m³
spec. teplo produktu
0,44 kcal/kg °C
teplota vkládaného
produktu -5°C
denní přísun 5%

=====		=====	
m ³	W	m ³	W
=====		=====	
103	6 134	75	4 432
107	5 790	101	5 445
118	6 259	120	6 153
125	7 199	194	8 614
156	8 632	260	10 599
208	10 044	262	10 683
233	11 987	639	20 376
286	14 216	810	24 705
468	19 963	905	27 085
540	24 187	909	27 157
600	24 595	1 151	30 209
656	28 730	1 447	37 193
738	29 629	1 528	38 231
770	33 139	2 110	50 163
850	36 245	2 427	56 403
1 206	37 865	2 492	57 636
1 559	49 101		
1 609	50 635		
1 805	54 707		
2 227	68 992		
2 388	70 662		
2 510	77 242		
2 576	77 416		

Fama

Příloha č. 3

Dispozice firmy Goedhart

- výparníky

BSE 4027 E

Fan Diameter [cm]
Ventilator [cm]
Průměr ventilátoru v cm

Electric Defrost
E-Abtauung
Elektrické odtávání

Nr. of Fans
Anzahl der Ventilatoren
Počet ventilátorů

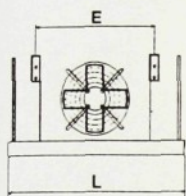
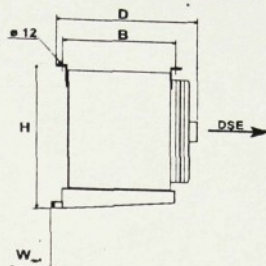
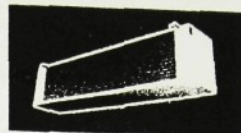
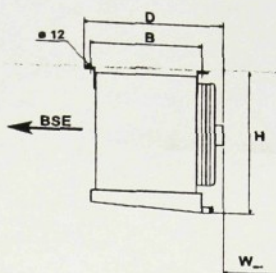
Blow-Through Air Cooler
Drückende Deckenluftkühler
Vyparník s výfukem vzduchu lamelovou plochou

DSE 4027 G

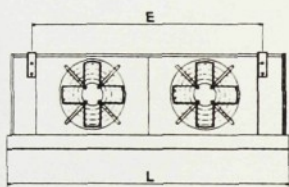
Fin Distance [mm]
Lamellenabstand [mm]
Rozteč lamel v mm

Hot Gas Defrost
Heißgasabtauung
Odtávání horkými parami

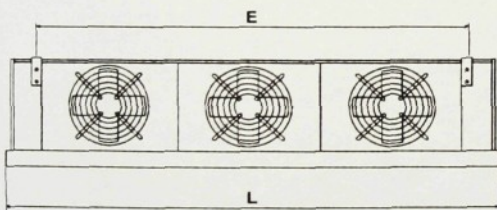
Draw-Through Air Cooler
Saugende Deckenluftkühler
Vyparník se sáním vzduchu lamelovou plochou



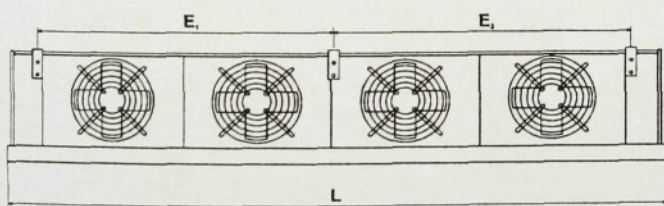
BSE / DSE 251x
BSE / DSE 301xA
BSE / DSE 301xB
BSE / DSE 351x
BSE / DSE 401x
BSE / DSE 451x



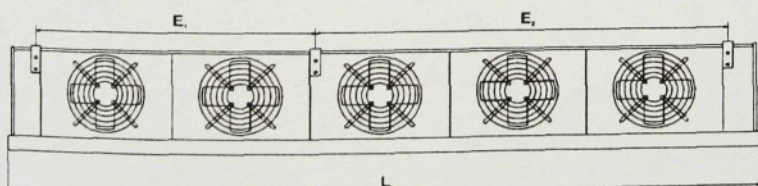
BSE / DSE 302xA
BSE / DSE 302xB
BSE / DSE 352x
BSE / DSE 402x
BSE / DSE 452x



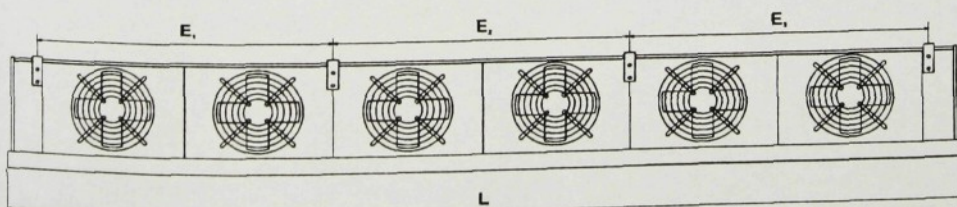
BSE / DSE 453x



BSE / DSE 454x



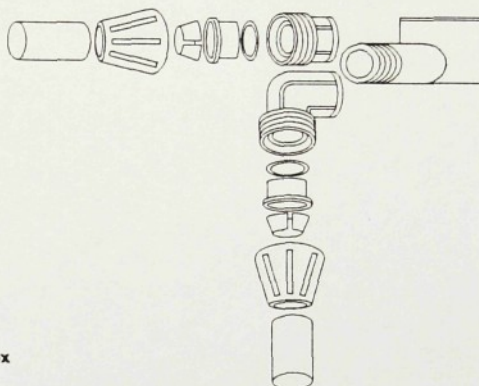
BSE / DSE 455x



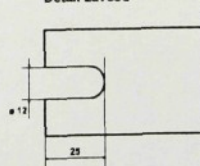
BSE / DSE 456x

Drip tray connection for metal & plastic tubing.
Dimension die Wanneabtauschiage für Metallrohrleitung
Kunststoffrohrleitung.
Nástavec na odvod kondenzátu pro připojení kovového
a plastového odpadního potrubí.

1" - 32mm or/oder/nebo 5/4" - 40mm



Detail of the suspension bar
Detail Aufhängung
Detail závěsu



B S H	Fin Spacing 4 mm Lamellenabstand 4 mm Rozteč lamel 4 mm												
	Nominal Capacity Nennleistung Výkon								Surface Fläche Plocha	Air Flow Luftvol. Množ. vzd.	Connections Anschlüsse Přípoj. rozm.		Weight Gewicht Hmotn.
	DTM=10K -8/+2°C	DTM=8K -5/+3°C	DTM=7K -5/+2°C	DTM=6K -5/+1°C	DTM=10K -35/-25°C	DTM=8K -26/-18°C	DTM=7K -25/-18°C	DTM=6K -24/-18°C			In	Outlet	
											Ein	Aus	
											Vstup	Výstup	
	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	m²	m³/h	mm	mm	kg	
251 4	2,78	1,91	1,38	0,59				9,3	680	12	12	19	
301 4	3,54	2,97	2,51	1,99				13,2	1 030	12	12	26	
252 4	5,54	3,83	2,75	2,58				18,7	1 350	12	28	31	
302 4	8,20	5,93	5,02	3,98				26,4	2 060	12	28	47	
401 4	9,64	7,20	5,83	4,82				29,9	2 730	12	28	42	
303 4	12,20	9,07	7,56	5,97				39,8	3 090	12	28	68	
304 4	16,50	12,21	10,17	7,96				52,6	4 110	12	28	73	
402 4	18,24	14,72	11,83	9,65				58,8	5 460	12	28	72	
403 4	24,40	21,21	18,06	14,67				87,1	8 200	12	35	91	

B S H	Fin Spacing 7 mm Lamellenabstand 7 mm Rozteč lamel 7 mm												
	Nominal Capacity Nennleistung Výkon								Surface Fläche Plocha	Air Flow Luftvol. Množ. vzd.	Connections Anschlüsse Připoj. rozm.		Weight Gewicht Hmotn.
	DTM=10K -8/+2°C	DTM=8K -5/+3°C	DTM=7K -5/+2°C	DTM=6K -5/+1°C	DTM=10K -35/-25°C	DTM=8K -26/-18°C	DTM=7K -25/-18°C	DTM=6K -24/-18°C			In	Outlet	
											Ein	Aus	
	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	m²	m³/h	Vstup	Výstup	kg
251 7	1,96	1,29	0,84	0,53	1,72	1,31	1,04	0,72	5,9	730	12	12	17
301 7	2,85	2,22	1,83	1,40	2,61	1,90	1,63	1,34	8,4	1 100	12	12	24
252 7	3,92	2,79	2,43	2,02	3,22	2,62	2,08	1,70	11,8	1 460	12	28	26
302 7	5,63	4,44	3,66	2,80	2,83	3,81	3,27	2,67	16,7	2 200	12	28	41
401 7	7,00	5,19	4,39	3,51	5,74	4,66	3,80	3,15	17,2	2 870	12	28	42
303 7	8,51	6,66	5,49	4,20	7,67	5,87	4,90	4,01	23,8	3 310	12	28	62
304 7	11,45	8,88	7,31	5,96	10,17	7,61	6,54	5,34	31,6	4 410	12	28	64
402 7	13,85	10,48	8,77	7,02	9,12	9,33	7,61	6,30	35,8	5 740	12	28	62
403 7	18,84	15,74	13,17	10,54	17,55	13,72	11,21	9,45	52,4	8 610	12	28	81

B S H		Fin Spacing 10 mm Lamellenabstand 10 mm Rožteč lamel 10 mm												
		Nominal Capacity Nennleistung Výkon								Surface Fläche Plocha	Air Flow Luftvol. Množ. vzd.	Connections Anschlüsse Přípoj. rozm.		Weight Gewicht Hmotn.
												In Ein Vstup	Outlet Aus Výstup	
												DTM=10K -8/+2°C	DTM=8K -5/+3°C	
		kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW					
H	251 10					1,44	1,08	0,87	0,63	4,7	770	12	12	15
H	301 10					2,08	1,61	1,39	1,15	6,7	1 160	12	12	22
H	252 10					2,90	2,16	1,74	1,27	8,7	1 550	12	28	24
H	302 10					3,72	3,26	2,82	2,33	12,5	2 400	12	28	38
H	401 10					4,91	3,84	3,16	2,41	13,2	3 050	12	28	39
H	303 10					6,24	4,83	3,97	3,01	17,9	3 480	12	28	57
H	304 10					7,34	6,42	5,55	4,57	23,4	4 640	12	28	59
H	402 10					9,12	7,72	6,58	5,31	26,5	5 980	12	28	55
H	403 10					14,99	11,17	9,37	6,46	39,8	8 980	16	35	74

25.5.2000

B S H	Tube Vol. Rohrvol. Válf. obj.	Dimensions Abmessungen Rozměry						Drain Tasvazerschl. Odvod. kendl.		El. defrost E-Abtaugung El. odšťavnění			Fans Ventilatoren Ventilatory 230 V / 1-PH		Fans Ventilatoren Ventilatory 400 V / 3-PH		Air Threw Wurf. Defuk.	Noise Schall Hlučn.
		L	D	H	B	E	W _{max}	Aspirat. Anzahl Fächer	Outside Ø Aussen Ø Vnější Ø	Cool Block Blok	Deprasy Wasser Voda	Total Gesamt Celkem	Power Input Leistungsgr. Příkon	Current Stromaufnahme Proud	Power Input Leistungsgr. Příkon	Current Stromaufnahme Proud		
dm ³	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	W	W	W	W	A	W	A	m	dB / 1		
251 4	2	890	660	270	605	530	50	1	35	920	460	1380	45	0,21			5	44,5
301 4	3	990	710	310	655	630	50	1	35	1160	580	1740	73	0,32			7	49,5
252 4	4	1390	660	270	605	1030	50	1	35	1640	820	2460	90	0,42			8	47,5
302 4	6	1590	710	310	655	1230	50	1	35	2040	1020	3060	146	0,64			11	52,5
401 4	7	1190	810	460	755	830	50	1	35	3280	820	4100	160	0,73	150	0,55	14	59,5
303 4	9	2190	710	310	655	1830	50	1	35	3000	1500	4500	219	0,96			13	54,3
304 4	10	2790	710	310	655	2430	50	1	35	3780	1890	5670	292	1,28			15	55,5
402 4	12	1990	810	460	755	1630	50	1	35	6000	1500	7500	320	1,46	300	1,10	18	62,5
403 4	17	2790	810	460	755	2430	50	1	35	10865	2175	13040	480	2,19	450	1,65	21	64,3

B S H	Tube Vol. Rohrvol. Válf. obj.	Dimensions Abmessungen Rozměry						Drain Tasvazerschl. Odvod. kond.		El. defrost E-Abtaugung El. odšťavnění			Fans Ventilatoren Ventilatory 230 V / 1-PH		Fans Ventilatoren Ventilatory 400 V / 3-PH		Air Throw Wurf. Defuk.	Noise Schall Hlučn.
		L	D	H	B	E	W _{max}	Aspirat.	Outside Ø	Cool	Deprasy	Total	Power Input	Current	Power Input	Current		
								Anzahl	Aussen Ø	Block	Wasser	Gesamt	Leistungsgr.	Stromaufnahme	Leistungsgr.	Stromaufnahme		
								Fächer	Vnější Ø	Blok	Voda	Celkem	Příkon	Proud	Příkon	Proud		
								mm	mm	mm	mm	mm	mm	W	W	W		
dm ³	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	W	W	W	W	A	W	A	m	dB / 1 m		
251 7	2	890	660	270	605	530	50	1	35	920	460	1380	45	0,21			5	44,5
301 7	3	990	710	310	655	630	50	1	35	1160	580	1740	73	0,32			7	49,5
252 7	4	1390	660	270	605	1030	50	1	35	1640	820	2460	90	0,42			8	47,5
302 7	6	1590	710	310	655	1230	50	1	35	2040	1020	3060	146	0,64			11	52,5
401 7	7	1190	810	460	755	830	50	1	35	3280	820	4100	160	0,73	150	0,55	14	59,5
303 7	9	2190	710	310	655	1830	50	1	35	3000	1500	4500	219	0,96			13	54,3
304 7	10	2790	710	310	655	2430	50	1	35	3780	1890	5670	292	1,28			15	55,5
402 7	12	1990	810	460	755	1630	50	1	35	6000	1500	7500	320	1,46	300	1,10	18	62,5
403 7	17	2790	810	460	755	2430	50	1	35	10865	2175	13040	480	2,19	450	1,65	21	64,3

B S H	Tube Vol. Rohrvol. Válf. obj.	Dimensions Abmessungen Rozměry							Drain Tasvazerschl. Odvod. kendl.		El. defrost E-Abtaugung El. odšťavnění			Fans Ventilatoren Ventilatory 230 V / 1-PH		Fans Ventilatoren Ventilatory 400 V / 3-PH		Air Threw Wurf. Defuk.	Noise Schall Hlučn.
		L	D	H	B	E	W _{max}	Aspirat. Anzahl Fächer	Outside Ø Aussen Ø Vnější Ø	Cool Block Blok	Deprasy Wasser Voda	Total Gesamt Celkem	Power Input Leistungsgr. Příkon	Current Stromaufnahme Proud	Power Input Leistungsgr. Příkon	Current Stromaufnahme Proud			
dm ³	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	W	W	W	W	A	W	A	m	dB / 1		
251 10	2	890	660	270	605	530	50	1	35	920	460	1380	45	0,21			5	44,5	
301 10	3	990	710	310	655	630	50	1	35	1160	580	1740	73	0,32			7	49,5	
252 10	4	1390	660	270	605	1030	50	1	35	1640	820	2460	90	0,42			8	47,5	
302 10	6	1590	710	310	655	1230	50	1	35	2040	1020	3060	146	0,64			11	52,5	
401 10	7	1190	810	460	755	830	50	1	35	3280	820	4100	160	0,73	150	0,55	14	59,5	
303 10	9	2190	710	310	655	1830	50	1	35	3000	1500	4500	219	0,96			13	54,3	
304 10	10	2790	710	310	655	2430	50	1	35	3780	1890	5670	292	1,28			15	55,5	
402 10	12	1990	810	460	755	1630	50	1	35	6000	1500	7500	320	1,46	300	1,10	18	62,5	
403 10	17	2790	810	460	755	2430	50	1	35	10865	2175	13040	480	2,19	450	1,65	21	64,3	

Fan Diameter [cm]
Ventilator [cm]
Průměr ventilátoru v cm

Electric Defrost
E-Abtauung
Elektrické odtávání

BSH 3037 E

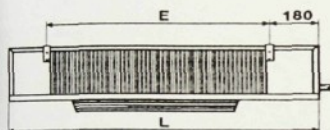
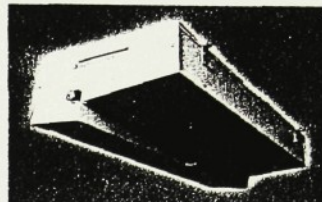
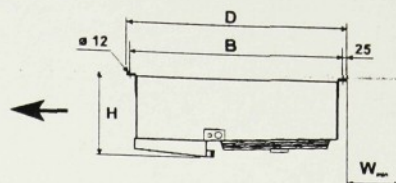
Nr. of Fans
Anzahl der Ventilatoren
Počet ventilátorů

Fin Distance [mm]
Lamellenabstand [mm]
Rozteč lamel v mm

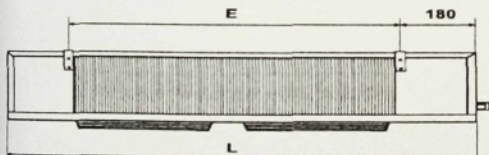
BSH 3037 R

Flat Air Cooler
Deckenflächluftkühler
Nizkoprofilový výparník s výfukem vzduchu lamelovou plochou

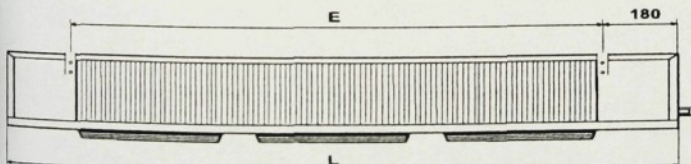
Fan Speed Regulation
Geschwindigkeitsregelung
Regulace rychlosti ventilátorů



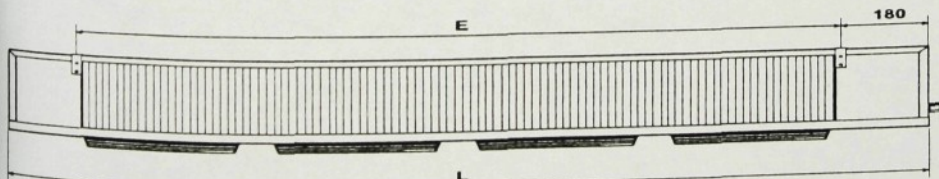
BSH 251x
BSH 301x
BSH 401x



BSH 252x
BSH 302x
BSH 402x

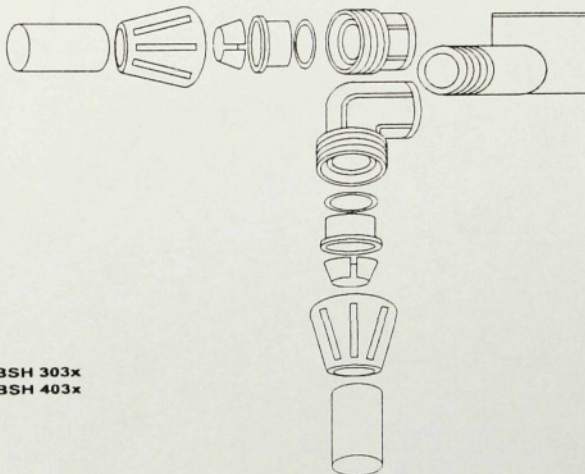


BSH 303x
BSH 403x



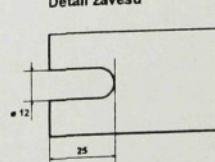
Drip tray connection for metal & plastic tubing.
Dimension die Wanneabtauschlange für Metallrohrleitung
Kunststoffrohrleitung.
Nástavec na odvod kondenzátu pro připojení kovového
a plastového odpadního potrubí.

1" - 32mm or/oder/nebo 5/4" - 40mm



Detail of the suspension bar
Detail Aufhängung
Detail závěsu

BSH 304x



D S E			Fin Spacing 4 mm Lamellenabstand 4 mm Rožteč lamel 4 mm												
			Nominal Capacity Nennleistung Výkon								Surface Fläche Plocha	Air Flow Luftvol. Mnoř. vzd.	Connections Anschlüsse Připoj. rozm.		Weight Gewicht Hmotn.
			DTM=10K -8/+2°C	DTM=8K -5/+3°C	DTM=7K -5/+2°C	DTM=6K -5/+1°C	DTM=10K -35/-25°C	DTM=8K -26/-18°C	DTM=7K -25/-18°C	DTM=6K -24/-18°C	In Ein Vstup	Outlet Aus Výstup			
kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	m²	m³/h	mm	mm	kg			
B/D,SE 251 4		2,29	1,41	1,12	0,87					7,3	830	12	12	20	
B/D,SE 301 4A		3,39	2,72	2,20	1,81					11,2	1 260	12	12	27	
B/D,SE 301 4B		4,87	3,33	2,91	2,44					16,5	1 160	12	28	29	
B/D,SE 302 4A		6,80	5,46	4,41	3,56					22,8	2 520	12	28	43	
B/D,SE 351 4		9,05	6,08	5,12	4,03					25,7	2 095	12	28	43	
B/D,SE 302 4B		9,78	7,49	6,02	4,89					32,3	2 325	12	28	55	
B/D,SE 401 4		10,38	8,58	7,08	5,39					34,9	2 945	12	28	55	
B/D,SE 451 4		15,42	11,87	9,81	7,76					45,8	4 345	12	28	69	
B/D,SE 352 4		16,26	12,19	10,27	7,90					50,8	4 200	12	28	78	
B/D,SE 402 4		22,06	17,23	14,20	10,80					68,8	5 900	12	28	98	
B/D,SE 452 4		30,91	24,02	19,68	15,55					90,9	8 695	16	28	119	
B/D,SE 453 4		47,18	36,54	29,81	22,94					134,2	13 045	16	35	157	
B/D,SE 454 4		62,28	49,07	40,00	31,99					179,6	17 395	16	42	219	
B/D,SE 455 4		78,97	59,48	50,02	40,45					224,2	21 690	16	42	266	
B/D,SE 456 4		95,48	74,20	60,46	46,99					269,5	26 030	22	54	321	

D B S E			Fin Spacing 7 mm Lamellenabstand 7 mm Rožteč lamel 7 mm												
			Nominal Capacity Nennleistung Výkon								Surface Fläche Plocha	Air Flow Luftvol. Množ. vzd.	Connections Anschlüsse Připoj. rozm.		Weight Gewicht Hmotn.
			DTM=10K -8/+2°C	DTM=8K -5/+3°C	DTM=7K -5/+2°C	DTM=6K -5/+1°C	DTM=10K -35/-25°C	DTM=8K -26/-18°C	DTM=7K -25/-18°C	DTM=6K -24/-18°C	m ²	m ³ /h	In Ein Vstup	Outlet Aus Výstup	kg
kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW			mm	mm				
B/D,SE	251 7		1,43	1,12	0,87	0,61	1,45	0,96	0,73	0,57	4,0	870	12	12	18
B/D,SE	301 7A		2,45	1,83	1,43	0,94	2,12	1,68	1,40	1,08	6,2	1 310	12	12	24
B/D,SE	301 7B		3,28	2,62	2,24	1,82	2,63	2,06	1,86	1,58	10,4	1 230	12	28	26
B/D,SE	302 7A		4,93	3,68	2,88	2,39	4,26	3,38	2,81	2,18	13,1	2 630	12	28	38
B/D,SE	351 7		5,68	4,49	3,67	2,78	5,17	3,86	3,32	2,69	15,9	2 260	12	28	38
B/D,SE	302 7B		7,02	5,25	4,49	3,66	6,14	4,81	3,99	3,16	19,3	2 460	12	28	49
B/D,SE	401 7		7,89	6,05	4,95	4,11	6,97	5,39	4,55	3,61	20,4	3 070	12	28	49
B/D,SE	451 7		10,84	8,34	6,99	5,66	9,58	7,41	6,26	4,97	27,2	4 510	12	28	61
B/D,SE	352 7		11,38	9,00	7,38	6,05	10,38	7,74	6,65	5,40	30,8	4 520	12	28	69
B/D,SE	402 7		15,82	12,14	9,92	8,24	14,01	10,80	9,12	7,24	41,0	6 140	12	28	87
B/D,SE	452 7		21,71	16,42	14,01	11,35	19,20	14,84	12,56	9,98	53,2	9 020	12	28	105
B/D,SE	453 7		32,79	25,09	20,60	16,97	28,79	22,27	18,87	14,97	80,4	13 530	16	35	139
B/D,SE	454 7		43,95	33,59	28,29	22,69	38,41	29,69	25,12	19,95	107,7	18 040	16	42	194
B/D,SE	455 7		54,51	42,66	35,57	28,05	48,54	34,25	30,14	25,17	134,1	22 550	16	42	235
B/D,SE	456 7		66,36	50,54	41,97	34,39	57,62	44,56	37,71	29,96	161,2	27 060	22	54	284

D B S E			Fin Spacing 10 mm Lamellenabstand 10 mm Rožteč lamel 10 mm												
			Nominal Capacity Nennleistung Výkon								Surface Fläche Plocha	Air Flow Luftvol. Množ. vzd.	Connections Anschlüsse Připoj. rozm.		Weight Gewicht Hmotn.
			DTM=10K -8/+2°C	DTM=8K -5/+3°C	DTM=7K -5/+2°C	DTM=6K -5/+1°C	DTM=10K -35/-25°C	DTM=8K -26/-18°C	DTM=7K -25/-18°C	DTM=6K -24/-18°C			In Ein Vstup	Outlet Aus Výstup	
kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	kW	m ²	m ³ /h	mm	mm	kg			
B/D,SE	251 10					1,15	0,76	0,58	0,37	3,1	885	12	12	16	
B/D,SE	301 10A					1,62	1,31	1,10	0,88	5,2	1 340	12	12	21	
B/D,SE	301 10B					2,48	1,76	1,52	1,31	7,4	1 260	12	28	23	
B/D,SE	302 10A					3,25	2,68	2,27	1,82	10,8	2 690	12	28	34	
B/D,SE	351 10					4,16	3,16	2,73	2,27	11,7	2 350	12	28	34	
B/D,SE	302 10B					5,04	3,86	3,27	2,67	14,4	2 530	12	28	44	
B/D,SE	401 10					5,42	4,33	3,70	3,10	15,8	3 130	12	28	44	
B/D,SE	451 10					7,80	5,95	5,09	4,14	20,1	4 590	12	28	54	
B/D,SE	352 10					8,34	6,32	5,46	4,53	22,2	4 710	12	28	61	
B/D,SE	402 10					10,38	8,68	7,44	6,03	30,8	6 270	12	28	77	
B/D,SE	452 10					15,63	11,92	10,20	8,30	40,5	9 180	12	28	93	
B/D,SE	453 10					23,17	17,89	15,30	12,45	60,3	13 770	16	35	124	
B/D,SE	454 10					31,25	23,84	20,40	16,60	80,8	18 360	16	42	173	
B/D,SE	455 10					39,10	29,80	24,70	22,96	101,0	22 960	16	42	209	
B/D,SE	456 10					46,36	35,79	30,63	24,92	120,8	27 550	22	54	253	

E	Tube Val. Rohov. Valčí. obj.	Dimensions Abmessungen Rozměry										Drain Tasov. vzh. Odvod. kond.		EL. defrost E. Abtaumung EL. odmrázání			Fans Ventilátory Ventilatory 230 V / 1-PH		Fans Ventilátory Ventilatory 400 V / 3-PH		Air Thro. Wurf. Defek.	Noise Schall Hlad.
												Aspirat. Aspirat. Průtok	Outside Ø Aussen Ø Vnější Ø	Cul Bock Bok	Drigrey Wanne Vana	Total Gesamt Celkový	230 V / 1-PH		400 V / 3-PH			
																	Power Input Leistungsabz. Přenos	Current Stromaufnahme Proud	Power Input Leistungsabz. Přenos	Current Stromaufnahme Proud		
																	W	A	W	A		
		mm ³	L	D	H	B	E	E ₁	E ₂	E ₃	W _{max}						mm	W	W	W		
1 4	2	655	500	410	400	406					430	1	35	910	450	1360	45	0,21			5	44,5
1 4A	3	730	500	485	400	481					510	1	35	1000	500	1500	73	0,32			5	49,5
1 4B	4	730	500	485	400	481					510	1	35	1000	500	1500	73	0,32			4	49,5
2 4A	5	1175	500	485	400	926					510	1	35	1720	860	2580	146	0,64			11	52,5
1 4	6	935	600	560	500	606					600	1	35	1830	610	2440	130	0,58	115	0,33	12	54,5
2 4B	7	1175	500	485	400	926					600	1	35	1720	860	2580	146	0,64			10	52,5
1 4	8	1035	600	635	500	706					680	1	35	2190	730	2920	160	0,73	150	0,55	14	59,5
1 4	10	1135	600	725	500	806					770	1	35	3700	740	4440	245	1,10	200	0,48	17	62,5
2 4	11	1505	600	560	500	1176					600	1	35	3270	1090	4360	260	1,16	230	0,66	19	57,5
2 4	14	1705	600	635	500	1376					680	1	35	3720	1240	4960	320	1,46	300	1,10	20	62,5
2 4	18	1905	600	725	500	1576					770	1	35	7200	1440	8640	490	2,20	400	0,96	24	65,5
1 4	26	2675	600	725	500	2346					770	1	35	10300	2060	12360	735	3,30	600	1,44	24	67,5
1 4	35	3445	600	725	500		1558	1558			770	2	35	13200	2640	15840	980	4,40	800	1,92	26	68,5
1 4	43	4215	600	725	500		1558	2328			770	2	35	15400	3080	18480	1225	5,50	1000	2,40	27	69,5
1 4	53	4985	600	725	500		1558	1540	1558		770	2	35	18900	3780	22680	1470	6,60	1200	2,88	27	70,5

E	Tube Vol. Rohov. Vahř. obj.	Dimensions Abmessungen Rozměry										Drain Tasov. vzh. Odvod kond.		EL. defrost E-Abtaumung EL. odmrázání			Fans Ventilátory Ventilatory		Fans Ventilátory Ventilatory		Air Thro Wurf. Defek.	Noise Schall Hlad.
												Aspirat. Aspirat. Průtok	Outside Ø Aussen Ø Vnější Ø	Cul Bock Bok	Drigrey Wanne Vana	Total Gesamt Celkový	230 V / 1-PH		400 V / 3-PH			
																	Power Input Leistungsabz. Přenos	Current Stromaufnahme Proud	Power Input Leistungsabz. Přenos	Current Stromaufnahme Proud		
																	W	A	W	A		
		mm ³	L	D	H	B	E	E ₁	E ₂	E ₃	W _{max}						mm	W	A	W		
1 7	2	655	500	410	400	406					430	1	35	910	450	1360	45	0,21			5	44,5
1 7A	3	730	500	485	400	481					510	1	35	1000	500	1500	73	0,32			5	49,5
1 7B	4	730	500	485	400	481					510	1	35	1000	500	1500	73	0,32			4	49,5
2 7A	5	1175	500	485	400	926					510	1	35	1720	860	2580	146	0,64			11	52,5
1 7	6	935	600	560	500	606					600	1	35	1830	610	2440	130	0,58	115	0,33	12	54,5
2 7B	7	1175	500	485	400	926					600	1	35	1720	860	2580	146	0,64			10	52,5
1 7	8	1035	600	635	500	706					680	1	35	2190	730	2920	160	0,73	150	0,55	14	59,5
1 7	10	1135	600	725	500	806					770	1	35	3700	740	4440	245	1,10	200	0,48	17	62,5
1 7	11	1505	600	560	500	1176					600	1	35	3270	1090	4360	260	1,16	230	0,66	19	57,5
1 7	14	1705	600	635	500	1376					680	1	35	3720	1240	4960	320	1,46	300	1,10	20	62,5
1 7	18	1905	600	725	500	1576					770	1	35	7200	1440	8640	490	2,20	400	0,96	24	65,5
1 7	26	2675	600	725	500	2346					770	1	35	10300	2060	12360	735	3,30	600	1,44	24	67,5
1 7	35	3445	600	725	500		1558	1558			770	2	35	13200	2640	15840	980	4,40	800	1,92	26	68,5
1 7	43	4215	600	725	500		1558	2328			770	2	35	15400	3080	18480	1225	5,50	1000	2,40	27	69,5
1 7	53	4985	600	725	500		1558	1540	1558		770	2	35	18900	3780	22680	1470	6,60	1200	2,88	27	70,5

E	Tube Val. Rohov. Valčí. obj.	Dimensions Abmessungen Rozměry										Drain Tasov. vzh. Odvod. kond.		EL. defrost E. Abtaumung EL. odmrázání				Fans Ventilátory Ventilatory 230 V / 1-PH		Fans Ventilátory Ventilatory 400 V / 3-PH		Air Thro. Wurf. Defek.	Noise Schall Hlad.
		L	D	H	B	E	E ₁	E ₂	E ₃	W _{max}	Aspirat. Aspirat. Průtok	Outside Ø Aussen Ø Vnější Ø	Cul Bock Bok	Drigrey Wanne Vana	Total Gesamt Celkový	Power Input	Current	Power Input	Current				
																Leistungsabz.	Stromaufnahme	Leistungsabz.	Stromaufnahme				
																Priemok	Priemok	Priemok	Priemok				
																W	A	W	A				
mm ³	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	W	W	W	A	W	A	W	A				
10	2	655	500	410	400	406				430	1	35	910	450	1360	45	0,21			5	44,5		
10A	3	730	500	485	400	481				510	1	35	1000	500	1500	73	0,32			5	49,5		
10B	4	730	500	485	400	481				510	1	35	1000	500	1500	73	0,32			4	49,5		
10A	5	1175	500	485	400	926				510	1	35	1720	860	2580	146	0,64			11	52,5		
10	6	935	600	560	500	606				600	1	35	1830	610	2440	130	0,58	115	0,33	12	54,5		
10B	7	1175	500	485	400	926				600	1	35	1720	860	2580	146	0,64			10	52,5		
10	8	1035	600	635	500	706				680	1	35	2190	730	2920	160	0,73	150	0,55	14	59,5		
10	10	1135	600	725	500	806				770	1	35	3700	740	4440	245	1,10	200	0,48	17	62,5		
10	11	1505	600	560	500	1176				600	1	35	3270	1090	4360	260	1,16	230	0,66	19	57,5		
10	14	1705	600	635	500	1376				680	1	35	3720	1240	4960	320	1,46	300	1,10	20	62,5		
10	18	1905	600	725	500	1576				770	1	35	7200	1440	8640	490	2,20	400	0,96	24	65,5		
10	26	2675	600	725	500	2346				770	1	35	10300	2060	12360	735	3,30	600	1,44	24	67,5		
10	35	3445	600	725	500		1558	1558		770	2	35	13200	2640	15840	980	4,40	800	1,92	26	68,5		
10	43	4215	600	725	500		1558	2328		770	2	35	15400	3080	18480	1225	5,50	1000	2,40	27	69,5		
10	53	4985	600	725	500		1558	1540	1558	770	2	35	18900	3780	22680	1470	6,60	1200	2,88	27	70,5		

Příloha č. 4

Dispozice firmy Linde

- chladicí a mrazicí nábytek

Grundlängen / Basic lengths / Long. de base

	04	06
Toleranz : + 5 mm / Lg.	mm : 2500	3750
Seitenwand, end wall, joue	mm : 40	

Abmessungen und Gewichte / Dimensions and weights / Dimensions et poids

	Lg.	04	06	08	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
1) m		2.58	3.83	5.08	6.33	7.58	8.83	10.08	11.33	12.58	13.83	15.08	16.33	17.58	18.83
3) m ²		6.55	9.85	13.10	16.40	19.70	22.95	26.25	29.55	32.80	36.10	39.40	42.65	45.95	49.25
4) l		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5) kg		480	690	960	1170	1380	1650	1860	2070	2340	2550	2760	3030	3240	3450
Definition :	1) Normlänge					Standard length code				Longueur standard				(Lg)	
No.1) - 5)	2) Gesamtlänge incl.Seit.Wände					Length over end walls				Long. totale joues comprises				(m)	
	3) Auslagefläche					Display area				Surface d'exposition				(m ²)	
	4) Nutzinhalt					Cubic capacity				Volume utile				(l)	
	5) Gewicht brutto					Gross weight				Poids brut				(kg)	

Kältebedarfsleistung / Refrigeration load / Besoin frigorifique

1)	$Q_{01}, t_{01} :$	Nennwerte				Nominal values			Valeurs nominales							
2)	$Q_{02}, t_{02} :$	Effektivwerte				Effective values			Valeurs effectives							
	Lg.	04	06	08	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	
		$t_i = 0 / 2 \text{ }^{\circ}\text{C} ;$		$t_{o1} = -10 \text{ }^{\circ}\text{C} ;$		$t_{o2} = -13 \text{ }^{\circ}\text{C} ;$			$t_r = 25 \text{ }^{\circ}\text{C} ;$		$\varphi = 60 \text{ \%}$					
1)	kW	5.16	7.75	10.32	12.91	15.50	18.07	20.66	23.25	25.82	28.41	31.00	33.57	36.16	38.75	
2)	kW	4.61	6.92	9.22	11.53	13.84	16.14	18.45	20.76	23.06	25.37	27.68	29.98	32.29	34.60	
		$t_i = 2 / 4 \text{ }^{\circ}\text{C} ;$		$t_{o1} = -10 \text{ }^{\circ}\text{C} ;$		$t_{o2} = -8 \text{ }^{\circ}\text{C} ;$			$t_r = 25 \text{ }^{\circ}\text{C} ;$		$\varphi = 60 \text{ \%}$					
1)	kW	4.07	6.11	8.14	10.18	12.22	14.25	16.29	18.33	20.36	22.40	24.44	26.47	28.51	30.55	
2)	kW	4.38	6.57	8.76	10.95	13.14	15.33	17.52	19.71	21.90	24.09	26.28	28.47	30.66	32.85	
		$t_i = 4 / 6 \text{ }^{\circ}\text{C} ;$		$t_{o1} = -10 \text{ }^{\circ}\text{C} ;$		$t_{o2} = -6 \text{ }^{\circ}\text{C} ;$			$t_r = 25 \text{ }^{\circ}\text{C} ;$		$\varphi = 60 \text{ \%}$					
1)	kW	3.70	5.55	7.40	9.25	11.10	12.95	14.80	16.65	18.50	20.35	22.20	24.05	25.90	27.75	
2)	kW	4.25	6.38	8.50	10.63	12.76	14.88	17.01	19.14	21.22	23.38	25.52	27.64	29.77	31.90	
Definition :		$Q_o = \text{ kW,}$				$(\text{ kcal / h } = \text{ kW x } 860)$										
	t_i	=	Innentemperatur				Case temp.				Temp. intérieure				$(\text{ }^{\circ}\text{C})$	
	t_{o1}	=	Verdampfungstemp.				Evaporating temp.				Temp. d'évaporation				$(\text{ }^{\circ}\text{C})$	
			Nennwert				nominal value				valeur nominale					
	t_{o2}	=	Verdampfungstemp.				Evaporating temp.				Temp. d'évaporation				$(\text{ }^{\circ}\text{C})$	
			Effektivwert				effective value				valeur effective					
	t_r	=	Umgebungstemp.				Ambient temp.				Temp. ambiante				$(\text{ }^{\circ}\text{C})$	
	φ	=	Rel. Feuchte				Rel. humidity				Humidité rel.				$(\text{ \% })$	

Abtauung / Defrosting / Dégivrage

t _i = 0 / 2 °C :	4 x 45 min / 24 h
t _i = 2 / 4 °C :	4 x 45 min / 24 h
t _i = 4 / 6 °C :	3 x 30 min / 24 h

Elektrische Anschlußwerte / Installed electrical load / Puissance électrique absorbée

	Lg.	04	06	08	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
1) kW		0.80	1.20	1.60	2.00	2.40	2.80	3.20	3.60	4.00	4.40	4.80	5.20	5.60	6.00
2) W		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3) W		462	652	924	1114	1304	1576	1766	1956	2228	2418	2608	2880	3070	3260
4) W		152	228	304	380	456	532	608	684	760	836	912	988	1064	1140
5) W		90	135	180	225	270	315	360	405	450	495	540	585	630	675
6) kW		1.50	2.22	3.01	3.72	4.43	5.22	5.93	6.65	7.44	8.15	8.86	9.65	10.36	11.08
Definition :					Defrost heater				Chauffage de dégivrage						
No.1) - 6)	1) Abtauheizung					Frame heater 1				Chauffage anti-buée 1					
	2) Rahmenheizung 1					Frame heater 2				Chauffage anti-buée 2					
	3) Rahmenheizung 2					Fans				Ventilateurs					
	4) Ventilatoren					Lighting				Eclairage					
	5) Beleuchtung					Load, max.				Valeur max.					
	6) max. Leistung														

Grundlängen / Basic lengths / Long. de base					Kopfmöbel	
		125	188	250	375	
Toleranz : + 5 mm / Lg.	mm :	1250	1875	2500	3750	Shoparound end
Seitenwand, end wall, joue	mm :	40				Tête de gondôle
						Monaxis 73.CE B4 D

Shoparound end
Tête de gondôle
Monaxis 73.CE B4 D

Abmessungen und Gewichte / Dimensions and weights / Dimensions et poids													
1)	Lg.	125	188	250	375	438	500	563	625	750	813	875	
2)	m	1.33	1.95	2.58	3.83	4.45	5.08	5.70	6.33	7.58	8.20	8.83	2) 2.13
3)	m ²	3.00	4.50	6.00	9.00	10.50	12.00	13.50	15.00	18.00	19.50	21.00	3) 5.10
4)	l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4) -
5)	kg	330	495	595	845	1090	1190	1340	1440	1690	1935	2035	5) 450

Definition :	1) Normlänge	Standard length code	Longueur standard	(Lg)
No.1) - 5)	2) Gesamtlänge incl.Seit.Wände	Length over end walls	Long. totale joues comprises	(m)
	3) Auslagefläche	Display area	Surface d'exposition	(m ²)
	4) Nutzinhalt	Cubic capacity	Volume utile	(l)
	5) Gewicht brutto	Gross weight	Poids brut	(kg)

Kältebedarfsleistung / Refrigeration load / Besoin frigorifique

1) Q _{o1} , t _{o1} :	Nennwerte	Nominal values	Valeurs nominales
2) Q _{o2} , t _{o2} :	Effektivwerte	Effective values	Valeurs effectives

Lg.	125	188	250	375	438	500	563	625	750	813	875								
$t_i = 0 / 2 \text{ }^{\circ}\text{C};$												$t_{o1} = -10 \text{ }^{\circ}\text{C};$		$t_{o2} = -9.0 \text{ }^{\circ}\text{C}$		$t_r = 25 \text{ }^{\circ}\text{C};$		$\varphi = 60 \%$	
1) kW	1.85	2.73	3.64	5.46	6.37	7.28	8.19	9.10	10.92	11.83	12.74	1)	2.65						
2) kW	1.93	2.89	3.86	5.79	6.75	7.72	8.68	9.65	11.58	12.59	13.51	2)	2.76						

Definition :	Q _o = kW	(kcal / h = kW x 860)		
t _i	= Innentemperatur	Case temp.	Temp. intérieure	(°C)
t _{o1}	= Verdampfungstemp. Nennwert	Evaporating temp. nominal value	Temp. d'évaporation valeur nominale	(°C)
t _{o2}	= Verdampfungstemp. Effektivwert	Evaporating temp. effective value	Temp. d'évaporation valeur effective	(°C)
t _r	= Umgebungstemp.	Ambient temp.	Temp. ambiante	(°C)
φ	= Rel. Feuchte	Rel. humidity	Humidité rel.	(%)

Abtauung / Defrosting / Dégivrage

t_i = 0 / 2 °C : 4 x 45 min / 24 h

Elektrische Anschlußwerte / Installed electrical load / Puissance électrique absorbée												
Lg.	125	188	250	375	438	500	563	625	750	813	875	
1) kW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1) -
2) W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2) -
3) W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3) -
4) W	76	114	152	228	266	304	342	380	456	494	532	4) 114
5) W	45	69	90	135	159	180	204	225	270	294	315	5) 69
6) kW	0.12	0.18	0.24	0.36	0.43	0.48	0.55	0.61	0.73	0.79	0.85	6) 0.18
Definition :	1) Abtauheizung				Defrost heater				Chauffage de dégivrage			
No.1) – 6)	2) Rahmenheizung 1				Frame heater 1				Chauffage anti-buée 1			
	3) Rahmenheizung 2				Frame heater 2				Chauffage anti-buée 2			
	4) Ventilatoren				Fans				Ventilateurs			
	5) Beleuchtung				Lighting				Eclairage			
	6) max. Leistung				Load, max.				Valeur max.			

Definition :	1) Abtauheizung	Defrost heater	Chauffage de dégivrage
No.1) - 6)	2) Rahmenheizung 1	Frame heater 1	Chauffage anti-buée 1
	3) Rahmenheizung 2	Frame heater 2	Chauffage anti-buée 2
	4) Ventilatoren	Fans	Ventilateurs
	5) Beleuchtung	Lighting	Eclairage
	6) max. Leistung	Load, max.	Valeur max.

		Grundlängen / Basic lengths / Long. de base			
		125 188 250 375			
Toleranz : + 5 mm / Lg.	mm :	1250	1875	2500	3750
Seitenwand, end wall, joue	mm :	40			

Kopfmöbel
Shoparound end
Tête de gondôle
Monaxis 73.CE B3 DL

Abmessungen und Gewichte / Dimensions and weights / Dimensions et poids

	Lg.	125	188	250	375	438	500	563	625	750	813	875	
1) m		1.33	1.95	2.58	3.83	4.45	5.08	5.70	6.33	7.58	8.20	8.83	2) 2.45
3) m ²		4.00	6.00	8.05	12.05	14.05	16.10	18.05	20.10	24.10	26.10	28.15	3) 7.10
4) l		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4) -
5) kg		365	490	625	895	1100	1250	1370	1520	1790	1995	2145	5) 500

Definition : 1) Normlänge	Standard length code	Longueur standard	(Lg)
No.1) - 5) 2) Gesamtlänge incl.Seit.Wände	Length over end walls	Long. totale joues comprises	(m)
3) Auslagefläche	Display area	Surface d'exposition	(m ²)
4) Nutzinhalt	Cubic capacity	Volume utile	(l)
5) Gewicht brutto	Gross weight	Poids brut	(kg)

Kältebedarfsleistung / Refrigeration load / Besoin frigorifique

1) Q _{o1} , t _{o1} :	Nennwerte	Nominal values	Valeurs nominales
2) Q _{o2} , t _{o2} :	Effektivwerte	Effective values	Valeurs effectives

Lg.	125	188	250	375	438	500	563	625	750	813	875	
$t_i = 2/4\text{ }^{\circ}\text{C}; \quad t_{o1} = -10\text{ }^{\circ}\text{C}; \quad t_{o2} = -6.0\text{ }^{\circ}\text{C}; \quad t_r = 25\text{ }^{\circ}\text{C}; \quad \varphi = 60\%$												
1) kW	1.40	2.10	2.80	4.20	4.90	5.60	6.30	7.00	8.40	9.10	9.80	1) 2.26
2) kW	1.61	2.41	3.22	4.83	5.63	6.44	7.24	8.05	9.66	10.46	11.27	2) 2.60

$t_i = 4/6\text{ }^{\circ}\text{C}; \quad t_{o1} = -10\text{ }^{\circ}\text{C}; \quad t_{o2} = -4.0\text{ }^{\circ}\text{C}; \quad t_r = 25\text{ }^{\circ}\text{C}; \quad \varphi = 60\%$												
1) kW	1.25	1.87	2.50	3.74	4.37	5.00	5.61	6.24	7.48	8.11	8.74	1) 2.04
2) kW	1.54	2.31	3.09	4.62	5.40	6.18	6.93	7.71	9.24	10.02	10.80	2) 2.52

$t_i = 5/7\text{ }^{\circ}\text{C}; \quad t_{o1} = -10\text{ }^{\circ}\text{C}; \quad t_{o2} = -4.0\text{ }^{\circ}\text{C}; \quad t_r = 25\text{ }^{\circ}\text{C}; \quad \varphi = 60\%$												
1) kW	1.18	1.77	2.38	3.55	4.15	4.76	5.32	5.93	7.10	7.70	8.31	1) 1.88
2) kW	1.46	2.19	2.94	4.38	5.13	5.88	6.57	7.32	8.76	9.51	10.26	2) 2.32

Definition :	Q _o = kW	(kcal / h = kW x 860)	
t _i	= Innentemperatur	Case temp.	Temp. intérieure (°C)
t _{o1}	= Verdampfungstemp. Nennwert	Evaporating temp. nominal value	Temp. d'évaporation valeur nominale (°C)
t _{o2}	= Verdampfungstemp. Effektivwert	Evaporating temp. effective value	Temp. d'évaporation valeur effective (°C)
t _r	= Umgebungstemp.	Ambient temp.	Temp. ambiante (°C)
φ	= Rel. Feuchte	Rel. humidity	Humidité rel. (%)

Abtauung / Defrosting / Dégivrage

t _i	= 2/4 °C	: 4 x 30 min / 24 h
t _i	= 4/6 °C	: 4 x 30 min / 24 h
t _i	= 5/7 °C	: 4 x 30 min / 24 h

Elektrische Anschlußwerte / Installed electrical load / Puissance électrique absorbée

Lg.	125	188	250	375	438	500	563	625	750	813	875	
1) kW	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1) -
2) W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2) -
3) W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3) -
4) W	76	76	76	114	152	152	190	190	228	266	266	4) 76
5) W	45	69	90	135	159	180	204	225	270	294	315	5) 84
6) kW	0.12	0.15	0.17	0.25	0.31	0.33	0.39	0.42	0.50	0.56	0.58	6) 0.16

Definition : 1) Abtauheizung	Defrost heater	Chauffage de dégivrage
No.1) - 6) 2) Rahmenheizung 1	Frame heater 1	Chauffage anti-buée 1
3) Rahmenheizung 2	Frame heater 2	Chauffage anti-buée 2
4) Ventilatoren	Fans	Ventilateurs
5) Beleuchtung	Lighting	Eclairage
6) max. Leistung	Load, max.	Valeur max.

Grundlängen / Basic lengths / Long. de base

		140	200	220	250	280	375
Toleranz : +5 mm / Lg.	mm :	1400	2000	2200	2500	2800	3750
Seitenwand, end wall, joue	mm :	40					

Abmessungen und Gewichte / Dimensions and weights / Dimensions et poids

	Lg.	140	200	220	250	280	375	
1)	m	1.48	2.08	2.28	2.58	2.88	3.83	
3)	m ²	2.45	3.50	3.85	4.40	4.90	6.55	
4)	l	—	—	—	—	—	—	
5)	kg	250	360	400	425	460	610	

Definition :	1) Normlänge	Standard length code	Longueur standard	(Lg.)
No.1) – 5)	2) Gesamtlänge incl. Seit.Wd.	Length over end walls	Longueur totale joues comprises	(m)
	3) Auslagefläche	Display area	Surface d'exposition	(m ²)
	4) Nutzinhalt	Cubic capacity	Volume utile	(l)
	5) Gewicht brutto	Gross weight	Poids brut	(kg)

Kältebedarfsleistung / Refrigeration load / Besoin frigorifique

1)	Q ₀₁ , t ₀₁ :	Nennwerte	Nominal values	Valeurs nominales			
2)	Q ₀₂ , t ₀₂ :	Effektivwerte	Effective values	Valeurs effectives			
	Lg.	140	200	220	250	280	375
	t _i = 2 / 5 °C;	t ₀₁ = -10 °C;	t ₀₂ = -10 °C				
1)	kW	2.41	3.45	3.79	4.31	4.82	6.46
2)	kW	2.41	3.45	3.79	4.31	4.82	6.46
	t _i = 4 / 8 °C;	t ₀₁ = -10 °C;	t ₀₂ = -9 °C				
1)	kW	2.08	2.98	3.27	3.72	4.18	5.59
2)	kW	2.17	3.10	3.41	3.88	4.35	5.82
Definition :		Q ₀ = kW,	(kcal / h = kW x 860)				
t _i	=	Innentemperatur	Case temp.	Temp. intérieure			(°C)
t ₀₁	=	Verdampfungstemp.	Evaporating temp.	Temp. d'évaporation			(°C)
		Nennwert	nominal value	valeur nominale			
t ₀₂	=	Verdampfungstemp.	Evaporating temp.	Temp. d'évaporation			(°C)
		Effektivwert	effective value	valeur effective			
t _r	=	Umgebungstemp.	Ambient temp.	Temp. ambiante			(°C)
φ	=	Rel. Feuchte	Rel. humidity	Humidité rel.			(%)

Abtauung / Defrosting / Dégivrage

t _i = 2 / 5 °C	:	4 x 45 min / 24 h
t _i = 4 / 8 °C	:	3 x 30 min / 24 h

Elektrische Anschlußwerte / Installed electrical load / Puissance électrique absorbée

	Lg.	140	200	220	250	280	375
1)	kW	—	—	—	—	—	—
2)	W	—	—	—	—	—	—
3)	W	—	—	—	—	—	—
4)	W	76	114	152	152	190	228
5)	W	45	69	84	90	114	135
6)	kW	0.12	0.18	0.24	0.24	0.30	0.36

Definition :	1) Abtauheizung	Defrost heater	Chauffage de dégivrage
No.1) – 6)	2) Rahmenheizung 1	Frame heater 1	Chauffage antibuée 1
	3) Rahmenheizung 2	Frame heater 2	Chauffage antibuée 2
	4) Ventilatoren	Fans	Ventilateurs
	5) Beleuchtung	Lighting	Eclairage
	6) max. Leistung	Load, max.	Valeur max.

Grundlängen / Basic lengths / Long. de base

Toleranz : + 5 mm / Lg.	mm :	03 1875	04 2500	06 3750
Seitenwand, end wall, joue	mm :	105		

Abmessungen und Gewichte / Dimensions and weights / Dimensions et poids

Lg.	03	04	06	07	08	09	10	12	13	14	15	16	18	20
m	2.09	2.71	3.96	4.59	5.21	5.84	6.46	7.71	8.34	8.96	9.59	10.21	11.46	12.71
m ²	3.15	4.20	6.30	7.35	8.40	9.45	10.50	12.60	13.65	14.70	15.75	16.80	18.90	21.00
l	1150	1535	2300	2685	3070	3450	3835	4600	4985	5370	5750	6135	6900	7670
kg	470	630	940	1100	1260	1410	1570	1880	2040	2200	2350	2510	2820	3140

finition : 1) Normlänge
 1) - 5) 2) Gesamtlänge incl. Seit. Wände
 3) Auslagefläche
 4) Nutzinhalt
 5) Gewicht brutto

Standard length code
 Length over end walls
 Display area
 Cubic capacity
 Gross weight

Longueur standard
 Long. totale joues comprises
 Surface d'exposition
 Volume utile
 Poids brut

(Lg)
 (m)
 (m²)
 (l)
 (kg)

Kältebedarfsleistung / Refrigeration load / Besoin frigorifique

Q ₀₁ , t ₀₁ :	Nennwerte	Nominal values	Valeurs nominales
Q ₀₂ , t ₀₂ :	Effektivwerte	Effective values	Valeurs effectives

Lg.	03	04	06	07	08	09	10	12	13	14	15	16	18	20
t _i = -18 / -20 °C ;														
t ₀₁ = -35 °C ;														
t ₀₂ = -32.0 °C ;														
t _r = 25 °C ;														
φ = 60 %														
kW	1.18	1.57	2.36	2.75	3.14	3.54	3.94	4.73	5.12	5.51	5.91	6.30	7.09	7.87
kW	1.39	1.85	2.78	3.24	3.70	4.17	4.63	5.56	6.02	6.48	6.95	7.41	8.34	9.26

t _i = -22 / -24 °C ;														
t ₀₁ = -35 °C ;														
t ₀₂ = -37.0 °C ;														
t _r = 25 °C ;														
φ = 60 %														
kW	1.76	2.35	3.53	4.11	4.70	5.29	5.88	7.05	7.64	8.23	8.81	9.40	10.58	11.75
kW	1.56	2.08	3.12	3.64	4.16	4.68	5.20	6.24	6.76	7.28	7.80	8.32	9.36	10.40

nition :	Q ₀ = kW,	(kcal / h = kW x 860)		
t _i	= Innentemperatur	Case temp.	Temp. intérieure	(°C)
t ₀₁	= Verdampfungstemp. Nennwert	Evaporating temp. nominal value	Temp. d'évaporation valeur nominale	(°C)
t ₀₂	= Verdampfungstemp. Effektivwert	Evaporating temp. effective value	Temp. d'évaporation valeur effective	(°C)
t _r	= Umgebungstemp.	Ambient temp.	Temp. ambiante	(°C)
φ	= Rel. Feuchte	Rel. humidity	Humidité rel.	(%)

Abtauung / Defrosting / Dégivrage

t _i = -18 / -20 °C	: 2 x 45 min / 24 h
t _i = -22 / -24 °C	: 2 x 45 min / 24 h

Elektrische Anschlußwerte / Installed electrical load / Puissance électrique absorbée

Lg.	03	04	06	07	08	09	10	12	13	14	15	16	18	20
kW	4.40	5.60	8.40	10.00	11.20	12.80	14.00	16.80	18.40	19.60	21.20	22.40	25.20	28.00
W	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
W	220	288	420	508	576	640	708	840	928	996	1060	1128	1260	1416
W	80	80	120	160	160	200	200	240	280	280	320	320	360	400
W	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
kW	4.70	5.97	8.94	10.67	11.94	13.64	14.91	17.88	19.61	20.85	22.58	23.85	26.82	29.82

finition : 1) Abtauheizung
 1) - 6) 2) Rahmenheizung 1
 3) Rahmenheizung 2
 4) Ventilatoren
 5) Beleuchtung
 6) max. Leistung

Defrost heater
 Frame heater 1
 Frame heater 2
 Fans
 Lighting
 Load, max.

Chauffage de dégivrage
 Chauffage anti-buée 1
 Chauffage anti-buée 2
 Ventilateurs
 Eclairage
 Valeur max.

Grundlängen / Basic lengths / Long. de base

Toleranz : + 5 mm / Lg.	mm :	03 1875	04 2500	06 3750
Seitenwand, end wall, joue	mm :	105		

ATD - 75/85 K
Kopfmöbel
Shoparound end
Tête de gondôle

Abmessungen und Gewichte / Dimensions and weights / Dimensions et poids

		03	04	06	07	08	09	10	12	13	14	15			
1)	m	3.17	3.79	5.04	5.67	6.29	6.92	7.54	8.79	9.42	10.04	10.67	2)	m	2.28
3)	m ²	4.90	5.95	8.05	9.10	10.15	11.20	12.25	14.35	15.40	16.45	17.50	3)	m ²	1.75
4)	l	1785	2170	2935	3320	3705	4085	4470	5235	5620	6005	6385	4)	l	635
5)	kg	760	920	1230	1390	1550	1700	1860	2170	2330	2490	2640	5)	kg	290
Definition :		1) Normlänge					Standard length code					Longueur standard (Lg)			
No.1) - 5)		2) Gesamtlänge incl.Seit.Wände					Length over end walls					Long. totale joues comprises (m)			
		3) Auslagefläche					Display area					Surface d'exposition (m ²)			
		4) Nutzinhalt					Cubic capacity					Volume utile (l)			
		5) Gewicht brutto					Gross weight					Poids brut (kg)			

Kältebedarfsleistung / Refrigeration load / Besoin frigorifique

1)	$Q_{01}, t_{01} :$	Nennwerte					Nominal values				Valeurs nominales			
2)	$Q_{02}, t_{02} :$	Effektivwerte					Effective values				Valeurs effectives			
Lg.	03	04	06	07	08	09	10	12	13	14	15			
$t_i = -18 / -20 \text{ }^{\circ}\text{C}; \quad t_{o1} = -35 \text{ }^{\circ}\text{C}; \quad t_{o2} = -32.0 \text{ }^{\circ}\text{C}; \quad t_r = 25 \text{ }^{\circ}\text{C}; \quad \varphi = 60 \%$														
1)	kW	1.87	2.26	3.05	3.44	3.83	4.23	4.62	5.41	5.81	6.20	6.60	1) kW	0.69
2)	kW	2.20	2.66	3.59	4.05	4.51	4.98	5.44	6.37	6.83	7.29	7.76	2) kW	0.81

$t_i = -22 / -24 \text{ }^{\circ}\text{C}; \quad t_{o1} = -35 \text{ }^{\circ}\text{C}; \quad t_{o2} = -37.0 \text{ }^{\circ}\text{C}; \quad t_r = 25 \text{ }^{\circ}\text{C}; \quad \varphi = 60 \%$													
1) kW	2.79	3.38	4.55	5.14	5.73	6.32	6.90	8.08	8.67	9.25	9.84	1) kW	1.03
2) kW	2.47	2.99	4.03	4.55	5.07	5.59	6.11	7.15	7.67	8.19	8.71	2) kW	0.91

Definition :	Q ₀ = kW,	(kcal / h = kW x 860)	
t _i	= Innentemperatur	Case temp.	Temp. intérieure (°C)
t ₀₁	= Verdampfungstemp. Nennwert	Evaporating temp. nominal value	Temp. d'évaporation valeur nominale (°C)
t ₀₂	= Verdampfungstemp. Effektivwert	Evaporating temp. effective value	Temp. d'évaporation valeur effective (°C)
t _r	= Umgebungstemp.	Ambient temp.	Temp. ambiante (°C)
φ	= Rel. Feuchte	Rel. humidity	Humidité rel. (%)

Abtauung / Defrosting / Dégivrage

t _i	= -18 / -20 °C	: 2 x 45 min / 24 h
t _i	= -22 / -24 °C	: 2 x 45 min / 24 h

Elektrische Anschlußwerte / Installed electrical load / Puissance électrique absorbée

Lg.	03	04	06	07	08	09	10	12	13	14	15		
1) kW	6.60	7.80	10.60	12.20	13.40	15.00	16.20	19.00	20.60	21.80	23.40	1) kW	2.20
2) W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2) W	-
3) W	412	480	512	700	868	832	900	1032	1120	1188	1252	3) W	192
4) W	120	120	160	200	200	240	240	280	320	320	360	4) W	40
5) W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5) W	-
6) kW	7.13	8.40	11.37	13.10	14.37	16.07	17.34	20.31	22.04	23.30	35.01	6) kW	2.43
Definition : No.1) – 6)	1) Abtauheizung	Defrost heater						Chauffage de dégivrage					
	2) Rahmenheizung 1	Frame heater 1						Chauffage anti-buée 1					
	3) Rahmenheizung 2	Frame heater 2						Chauffage anti-buée 2					
	4) Ventilatoren	Fans						Ventilateurs					
	5) Beleuchtung	Lighting						Eclairage					
	6) max. Leistung	Load, max.						Valeur max.					

Příloha č. 5

Dispozice firmy Bitzer

- Sdružené kompresorové jednotky

Kälteleistung Verbundkältesätze
Tieftemperaturbereich (R404A)
Bitzer - Verdichter
mit Flüssigkeitsunterkühler (fremd)

Linde

A2 / 9.131

Maxivell

(BI

Hinweis: A = Leistung des Flüssigkeitsunterkühlers
B = Kälteleistung des Verbundsatzes
tv1 = Sauggastemperatur am Verdichter



1	VPM	305-4641	3	4EC-	20.	A	7.30	0.02	5.92	5.90	4.90	4.31	4.00	3.01	3.25	3.05	2.02	2.11	1.79
2	VPM	305-4661	3	4EC-	20.	B	22.39	20.13	18.00	16.98	15.07	13.28	12.42	11.60	10.80	9.29	8.58	7.90	6.62
3	VPM	305-4681	3	4EC-	20.	A	9.16	8.26	7.41	7.01	6.24	5.53	5.19	4.86	4.54	3.94	3.66	3.39	2.88
4	VPM	305-4701	3	4EC-	20.	B	27.85	25.12	22.55	21.32	18.99	16.81	15.78	14.78	13.81	11.99	11.13	10.31	8.77
5	VPM	305-4721	3	4EC-	20.	A	11.21	10.11	9.07	8.57	7.63	6.74	6.32	5.91	5.52	4.77	4.42	4.09	3.45
6	VPM	305-4741	3	4EC-	20.	B	34.10	30.74	27.57	26.06	23.19	20.50	19.22	17.98	16.78	14.52	13.45	12.43	10.51
7	VPM	305-4761	3	4EC-	20.	A	13.57	12.25	11.01	10.42	9.31	8.26	7.76	7.28	6.81	5.93	5.51	5.11	4.36
8	VPM	305-4781	3	4EC-	20.	B	41.26	37.25	33.48	31.69	28.30	25.12	23.60	22.13	20.71	18.03	16.76	15.54	13.26
9	VPM	305-4801	3	4EC-	20.	A	17.31	15.67	14.12	13.37	11.96	10.64	10.01	9.40	8.81	7.71	7.19	6.69	5.75
10	VPM	305-4821	3	4EC-	20.	B	52.65	47.65	42.93	40.67	36.38	32.35	30.44	28.59	26.81	23.44	21.86	20.34	17.50
11	VPM	305-4841	3	4EC-	20.	A	20.39	18.40	16.53	15.64	13.95	12.36	11.61	10.88	10.18	8.85	8.23	7.63	6.51
12	VPM	305-4861	3	4EC-	20.	B	62.00	55.96	50.27	47.56	42.42	37.60	35.31	33.10	30.96	26.93	25.03	23.21	19.80
13	VPM	305-4881	3	4EC-	20.	A	24.21	21.91	19.74	18.71	16.75	14.91	14.04	13.19	12.38	10.84	10.11	9.42	8.12
14	VPM	305-4901	3	4EC-	20.	B	73.62	66.63	60.04	56.90	50.94	45.35	42.69	40.12	37.64	32.96	30.75	28.64	24.68
15	VPM	305-4921	3	4EC-	20.	A	27.82	25.24	22.80	21.64	19.42	17.34	16.34	15.38	14.45	12.68	11.85	11.04	9.53
16	VPM	305-4941	3	4EC-	20.	B	84.61	76.76	69.34	65.80	59.07	52.73	49.70	46.78	43.94	38.57	36.03	33.58	28.98
17	VPM	305-4961	3	4EC-	20.	A	32.48	29.50	26.67	25.33	22.77	20.36	19.21	18.10	17.02	14.99	14.02	13.09	11.35
18	VPM	305-4981	3	4EC-	20.	B	98.78	89.70	81.12	77.02	69.24	61.91	58.42	55.04	51.77	45.57	42.64	39.82	34.53
19	VPM	305-5001	3	4EC-	20.	A	37.48	34.07	30.85	29.31	26.39	23.64	22.33	21.06	19.83	17.49	16.39	15.33	13.33
20	VPM	305-5021	3	4EC-	20.	B	114.00	103.60	93.81	89.13	80.26	71.89	67.90	64.03	60.29	53.20	49.84	46.61	40.53
21	VPM	305-5041	3	4EC-	20.	A	41.75	37.88	34.23	32.48	29.16	26.03	24.53	23.09	21.69	19.04	17.78	16.58	14.31
22	VPM	305-5061	3	4EC-	20.	B	126.95	115.20	104.10	98.78	88.67	79.15	74.60	70.21	65.96	57.89	54.08	50.42	43.53
23	VPM	305-5081	3	4EC-	20.	A	48.73	44.25	40.02	38.00	34.17	30.56	28.84	27.17	25.56	22.51	21.06	19.67	17.06
24	VPM	305-5101	3	4EC-	20.	B	148.20	134.55	121.70	115.55	103.90	92.93	87.70	82.63	77.74	68.45	64.05	59.83	51.88
25	VPM	305-5121	3	4EC-	20.	A	56.30	51.13	46.27	43.95	39.59	35.48	33.51	31.61	29.76	26.25	24.59	22.99	19.96
26	VPM	305-5141	3	4EC-	20.	B	171.20	155.50	140.70	133.65	120.40	107.90	101.90	96.12	90.51	79.84	74.78	69.91	60.71
27	VPM	305-5161	3	4EC-	20.	A	66.88	60.76	54.96	52.18	46.89	41.91	39.54	37.25	35.04	30.86	28.88	26.99	23.44
28	VPM	305-5181	3	4EC-	20.	B	203.40	184.75	167.10	158.70	142.60	127.45	120.25	113.30	106.55	93.83	87.83	82.08	71.29
29	VPM	305-5201	3	4EC-	20.	A	75.07	68.17	61.69	58.60	52.79	47.31	44.69	42.14	39.68	35.01	32.79	30.65	26.62
30	VPM	305-5221	3	4EC-	20.	B	228.25	207.30	187.60	178.20	160.55	143.85	135.90	128.15	120.70	106.45	99.71	93.21	80.95
31	VPM	305-5241	3	4EC-	20.	A	89.18	81.01	73.28	69.58	62.52	55.88	52.72	49.67	46.72	41.14	38.51	35.99	31.26
32	VPM	305-5261	3	4EC-	20.	B	271.20	246.35	222.85	211.60	190.10	169.95	160.30	151.05	142.05	125.10	117.10	109.45	95.05
33	VPM	305-5281	3	4EC-	20.	A	111.4	101.3	91.60	86.97	78.15	69.85	65.90	62.09	58.40	51.43	48.14	44.98	39.07
34	VPM	305-5301	3	4EC-	20.	B	338.9	307.9	278.55	264.45	237.65	212.40	200.40	188.80	177.60	156.40	146.40	136.80	118.80
35	VPM	305-5321	3	4EC-	20.	A	133.7	121.5	109.9	104.3	93.78	83.82	79.08	74.50	70.08	61.71	57.77	53.98	46.88
36	VPM	305-5341	3	4EC-	20.	B	406.7	369.5	334.2	317.3	285.15	254.90	240.50	226.55	213.10	187.65	175.65	164.15	142.60
37	VPM	305-5361	3	4EC-	20.														
38	VPM	305-5381	3	4EC-	20.														
39	VPM	305-5401	3	4EC-	20.														
40	VPM	305-5421	3	4EC-	20.														
41	VPM	305-5441	3	4EC-	20.														
42	VPM	305-5461	3	4EC-	20.														
43	VPM	305-5481	3	4EC-	20.														
44	VPM	305-5501	3	4EC-	20.														
45	VPM	305-5521	3	4EC-	20.														
46	VPM	305-5541	3	4EC-	20.														
47	VPM	305-5561	3	4EC-	20.														
48	VPM	305-5581	3	4EC-	20.														
49	VPM	305-5601	3	4EC-	20.														
50	VPM	305-5621	3	4EC-	20.														
51	VPM	305-5641	3	4EC-	20.														
52	VPM	305-5661	3	4EC-	20.														
53	VPM	305-5681	3	4EC-	20.														
54	VPM	305-5701	3	4EC-	20.														
55	VPM	305-5721	3	4EC-	20.														
56	VPM	305-5741	3	4EC-	20.														
57	VPM	305-5761	3	4EC-	20.														
58	VPM	305-5781	3	4EC-	20.														
59	VPM	305-5801	3	4EC-	20.														
60	VPM	305-5821	3	4EC-	20.														
61	VPM	305-5841	3	4EC-	20.														
62	VPM	305-5861	3	4EC-	20.														
63	VPM	305-5881	3	4EC-	20.														
64	VPM	305-5901	3	4EC-	20.														
65	VPM	305-5921	3	4EC-	20.														
66	VPM	305-5941	3	4EC-	20.														
67	VPM	305-5961	3	4EC-	20.														
68	VPM	305-5981	3	4EC-	20.														
69	VPM	305-6001	3	4EC-	20.														
70	VPM	305-6021	3	4EC-	20.														
71	VPM	305-6041	3	4EC-	20														

Leistungsaufnahme Verbundkältesätze
Tieftemperaturbereich (R404A)
Bitzer - Verdichter
mit Flüssigkeitsunterkühler (fremd)

Linde

A2/ 9.132

Maxivell

(BI)

+ Zusatzlüfter für Zylinderkopf, bei
Pos. 1 - 7 ist erforderlich, je Verdichter 32. W
Pos. 8 - 18 ist erforderlich, je Verdichter 239. W
Pos. 1 - 18 nicht erforderlich, wenn VS3000 und tv1 <= 0 °C

1	VPM 305-4641	3 4FC- 3.2Y	20.	9.06	8.55	8.03	7.77	7.23	6.69	6.42	6.15	5.88	5.34	5.07	4.98
2	VPM 305-4661	3 4EC- 4.2Y	20.	11.07	10.47	9.87	9.57	8.94	8.32	8.01	7.70	7.39	6.78	6.48	5.57
3	VPM 305-4681	3 4DC- 5.2Y	20.	14.04	13.31	12.56	12.18	11.40	10.61	10.20	9.78	9.36	8.51	8.07	7.62
4	VPM 305-4701	3 4CC- 6.2Y	20.	15.87	15.05	14.22	13.80	12.95	12.10	11.67	11.24	10.81	9.94	9.51	8.20
5	VPM 305-4211	3 4I- 8.2Y	25.	19.35	18.39	17.41	16.92	15.91	14.90	14.40	13.89	13.38	12.36	11.85	10.30
6	VPM 305-4231	3 4P- 10.2Y	25.	22.59	21.35	20.10	19.47	18.18	16.88	16.23	15.57	14.91	13.59	12.93	10.92
7	VPM 305-4251	3 4N- 12.2Y	25.	26.82	25.42	24.00	23.28	21.82	20.36	19.62	18.87	18.13	16.62	15.11	13.57
8	VPM 305-4271	3 4J- 13.2Y	25.	30.54	28.94	27.33	26.52	24.88	23.22	22.38	21.53	20.68	18.96	18.09	17.21
9	VPM 325-4011	3 4H- 15.2Y	25.	35.67	33.83	31.98	31.05	29.17	27.27	26.31	25.34	24.37	22.41	21.42	20.42
10	VPM 305-4031	3 4G- 20.2Y	25.	41.79	39.68	37.55	36.48	34.31	32.12	31.02	29.91	28.79	26.54	25.41	24.27
11	VPM 305-4291	3 6J- 22.2Y	25.	45.84	43.43	41.00	39.78	37.32	34.82	33.57	32.30	31.03	28.47	27.18	25.88
12	VPM 305-4051	3 6H- 25.2Y	25.	53.55	50.80	48.02	46.62	43.80	40.95	39.51	38.06	36.60	33.65	32.16	30.66
13	VPM 305-4071	3 6G- 30.2Y	25.	62.73	59.56	56.36	54.75	51.50	48.21	46.56	44.89	43.21	39.83	38.13	36.41
14	VPM 305-4091	3 6F- 40.2Y	25.	74.67	70.79	66.88	64.92	60.95	56.96	54.96	52.95	50.93	46.88	44.85	42.81
15	VPM 405-4071	4 6G- 30.2Y	25.	83.64	79.42	75.15	73.00	68.67	64.29	62.08	59.86	57.62	53.11	50.84	48.55
16	VPM 405-4091	4 6F- 40.2Y	25.	99.56	94.39	89.18	86.56	81.27	75.95	73.28	70.60	67.91	62.51	59.80	57.08
17	VPM 505-4091	5 6F- 40.2Y	25.	124.4	118.0	111.5	108.2	101.6	94.94	91.60	88.25	84.89	78.14	74.75	71.35
18	VPM 605-4091	6 6F- 40.2Y	25.	149.3	141.6	133.7	129.8	121.9	113.9	109.9	105.9	101.8	93.77	89.70	85.62

Anderungen vorbehalten
Details subject to change without notice
Sous r Observe de modification

A black and white illustration of a snowflake inside a hexagonal frame. The snowflake is a symmetrical, six-pointed star shape with intricate branching patterns. The hexagonal frame is a simple black outline. The entire illustration is centered within the page.

06.2001

			4.2Y			17.55	17.78	17.99	18.21	18.43	18.65	18.87	19.09	19.31	19.53	19.75	19.97	20.19	20.41	20.63	20.85	21.07	21.29	21.51	21.73	21.95	22.17	22.39	22.61	22.83	23.05	23.27	23.49	23.71	23.93	24.15	24.37	24.59	24.81	25.03	25.25	25.47	25.69	25.91	26.13	26.35	26.57	26.79	27.01	27.23	27.45	27.67	27.89	28.11	28.33	28.55	28.77	28.99	29.21	29.43	29.65	29.87	30.09	30.31	30.53	30.75	30.97	31.19	31.41	31.63	31.85	32.07	32.29	32.51	32.73	32.95	33.17	33.39	33.61	33.83	34.05	34.27	34.49	34.71	34.93	35.15	35.37	35.59	35.81	36.03	36.25	36.47	36.69	36.91	37.13	37.35	37.57	37.79	38.01	38.23	38.45	38.67	38.89	39.11	39.33	39.55	39.77	39.99	40.21	40.43	40.65	40.87	41.09	41.31	41.53	41.75	41.97	42.19	42.41	42.63	42.85	43.07	43.29	43.51	43.73	43.95	44.17	44.39	44.61	44.83	45.05	45.27	45.49	45.71	45.93	46.15	46.37	46.59	46.81	47.03	47.25	47.47	47.69	47.91	48.13	48.35	48.57	48.79	49.01	49.23	49.45	49.67	49.89	50.11	50.33	50.55	50.77	50.99	51.21	51.43	51.65	51.87	52.09	52.31	52.53	52.75	52.97	53.19	53.41	53.63	53.85	54.07	54.29	54.51	54.73	54.95	55.17	55.39	55.61	55.83	56.05	56.27	56.49	56.71	56.93	57.15	57.37	57.59	57.81	58.03	58.25	58.47	58.69	58.91	59.13	59.35	59.57	59.79	60.01	60.23	60.45	60.67	60.89	61.11	61.33	61.55	61.77	61.99	62.21	62.43	62.65	62.87	63.09	63.31	63.53	63.75	63.97	64.19	64.41	64.63	64.85	65.07	65.29	65.51	65.73	65.95	66.17	66.39	66.61	66.83	67.05	67.27	67.49	67.71	67.93	68.15	68.37	68.59	68.81	69.03	69.25	69.47	69.69	69.91	70.13	70.35	70.57	70.79	71.01	71.23	71.45	71.67	71.89	72.11	72.33	72.55	72.77	72.99	73.21	73.43	73.65	73.87	74.09	74.31	74.53	74.75	74.97	75.19	75.41	75.63	75.85	76.07	76.29	76.51	76.73	76.95	77.17	77.39	77.61	77.83	78.05	78.27	78.49	78.71	78.93	79.15	79.37	79.59	79.81	79.99	80.21	80.43	80.65	80.87	81.09	81.31	81.53	81.75	81.97	82.19	82.41	82.63	82.85	83.07	83.29	83.51	83.73	83.95	84.17	84.39	84.61	84.83	85.05	85.27	85.49	85.71	85.93	86.15	86.37	86.59	86.81	87.03	87.25	87.47	87.69	87.91	88.13	88.35	88.57	88.79	89.01	89.23	89.45	89.67	89.89	90.11	90.33	90.55	90.77	90.99	91.21	91.43	91.65	91.87	92.09	92.31	92.53	92.75	92.97	93.19	93.41	93.63	93.85	94.07	94.29	94.51	94.73	94.95	95.17	95.39	95.61	95.83	96.05	96.27	96.49	96.71	96.93	97.15	97.37	97.59	97.81	98.03	98.25	98.47	98.69	98.91	99.13	99.35	99.57	99.79	100.01	100.23	100.45	100.67	100.89	101.11	101.33	101.55	101.77	101.99	102.21	102.43	102.65	102.87	103.09	103.31	103.53	103.75	103.97	104.19	104.41	104.63	104.85	105.07	105.29	105.51	105.73	105.95
--	--	--	------	--	--	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Änderungen vorbehalten
Details subject to change without notice
Sous r C5serve de modification

Příloha č. 6

Dispozice firmy Günter

- kondenzátory

Datum: 2003-04-25
Poptávka:
Projekt:
Číslo nabídky:
Pozice:
Vypracoval:

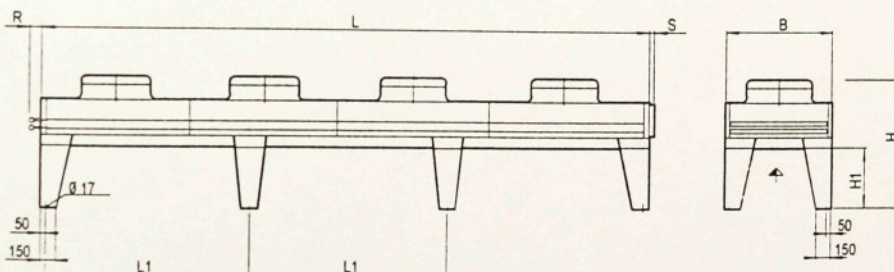


Kondenzátor

GVH 102B/4-E(D)

Výkon:	100.0 kW	Chladivo:	R404A ⁽¹⁾
Prtok vzduchu:	70400 m ³ /h	Teplota prehratých par:	75.0 °C
Vstupní tepl. vzduchu:	32.0 °C	Počáteční kondenz. teplota:	37.4 °C
Nadmorská výška:	0 m	Výstup kondenzátu:	36.0 °C
		Prtok (prehr. páry):	25.55 m ³ /h
Ventilátory:	4 ks 3~400V 50Hz	Hladina akust. tlaku:	49 dB(A) ⁽²⁾
Údaje pro 1 ventilátor:		ve vzdálenosti:	5.0 m
Otáčky:	380 min-1	Hladina akust. výkonu:	76 dB(A)
Výkon:	0.67 kW		
Proud:	1.63 A ⁽³⁾		
Opláštění:	Pozink. ocel, RAL 7032	Trubky:	Med
Teplotní plocha:	987.2 m ²	Lamely:	Hliník
Objem:	127 l	Prípoje (1 výměník):	
Roztec lamel:	2.40 mm	Vstup:	64.0 * 2.50 mm
Pocet tahu:	2	Výstup:	54.0 * 2.00 mm
Hmotnost:	1124 kg	Pocet sekcí:	64
Rozměry:			

L = 8000 mm
B = 1685 mm
H = 1550 mm
R = 110 mm
L1 = 2633 mm
H1 = 600 mm
S = 50 mm



Attention: Drawing and dimensions not valid for all accessory options!

⁽¹⁾ skupina 2 podle směrnice 67/548/EWG

⁽²⁾ pro obalovou plochu podle EN 13487

⁽³⁾ The current consumption can differ in dependance of the air temperature and of the variations of system voltage according to the VDE guidance.

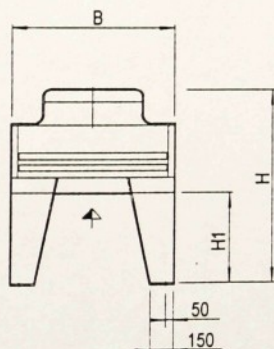
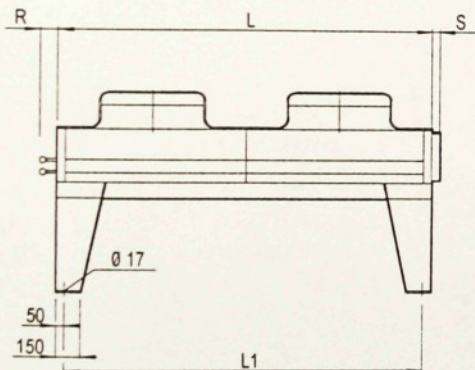
Datum: 2003-04-25
Poptávka:
Projekt:
Číslo nabídky:
Pozice:
Vypracoval:



Kondenzátor **GVH 102C/2-S(D)-F4**

Výkon:	100.0 kW	Chladivo:	R404A ⁽¹⁾
Průtok vzduchu:	41500 m ³ /h	Teplota prehratých par:	75.0 °C
Vstupní tepl. vzduchu:	32.0 °C	Počáteční kondenz. teplota:	41.3 °C
Nadmorská výška:	0 m	Výstup kondenzátu:	39.9 °C
		Průtok (prehr. páry):	23.60 m ³ /h
Ventilátory:	2 ks 3~400V 50Hz	Hladina akust. tlaku:	49 dB(A) ⁽²⁾
Udaje pro 1 ventilátor:		ve vzdálenosti:	5.0 m
Otáčky:	420 min ⁻¹	Hladina akust. výkonu:	76 dB(A)
Výkon:	0.86 kW		
Proud:	2.0 A ⁽³⁾		
Pláštění:	Pozink. ocel, RAL 7032	Trubky:	Med
Užitková plocha:	562.3 m ²	Lamely:	Hliník
Objem:	74 l	Přípoje (1 výměník):	
Šířka lamel:	2.40 mm	Vstup:	64.0 * 2.50 mm
Počet tahu:	4	Výstup:	54.0 * 2.00 mm
Hmotnost:	598 kg	Počet sekcí:	32
Dimenze:			

= 4600 mm
= 1685 mm
= 1550 mm
= 110 mm
= 4500 mm
= 600 mm
= 50 mm



Attention: Drawing and dimensions not valid for all accessory options!

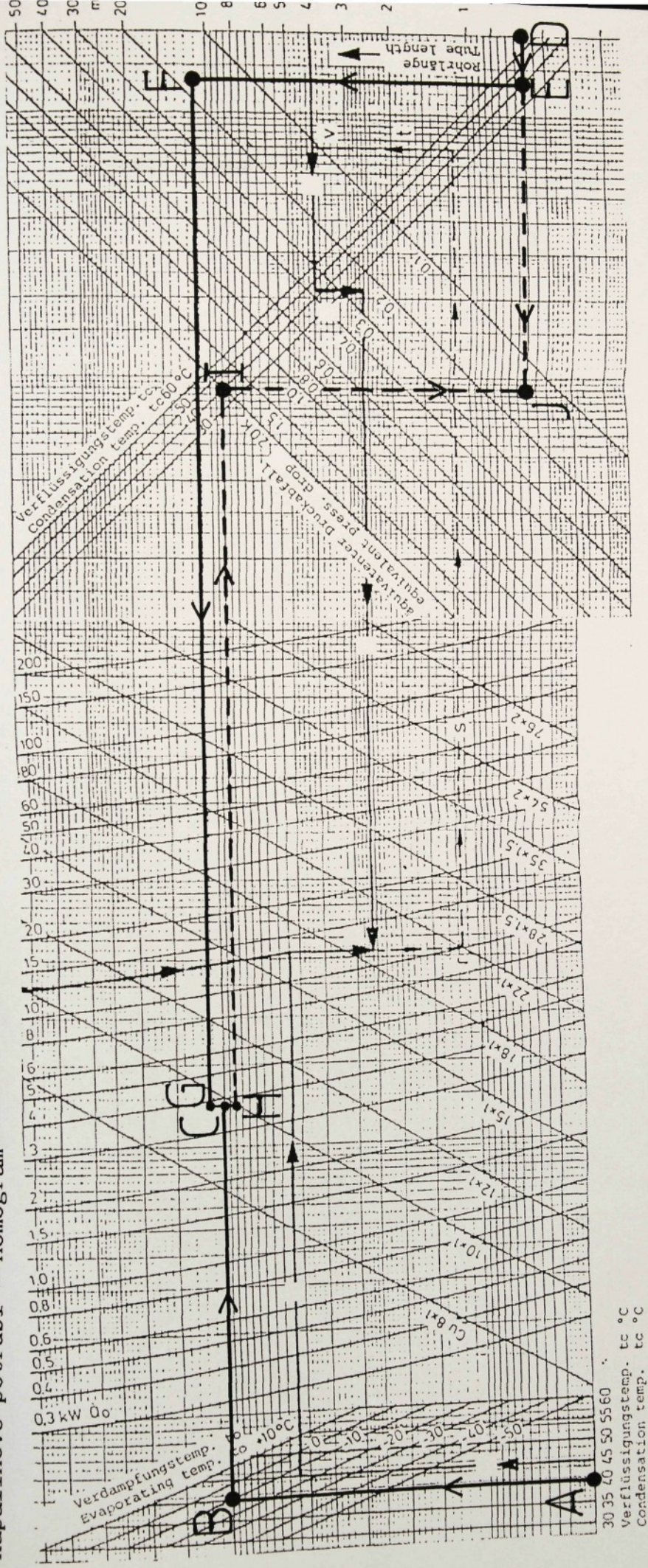
skupina 2 podle směrnice 67/548/EWG
pro obalovou plochu podle EN 13487

The current consumption can differ in dependance of the air temperature and of the variations of system voltage according to the VDE guidance.

Příloha č. 7

Grafické znázornění stanovení průměrů sacího a kapalinového potrubí chladicího okruhu
dle nomogramů

Kapalinové potrubí - nomogram



Příloha č. 8

Rozměry potrubní sítě vypočítané programem HOBLINK

3F009: BERECHNUNG OKAY
P 2 MENUE 3 POSITION 4 ZURUECK

25.04.03 14.44
110.0

Arbeitsbereich.: NK R404
Loesche von LNr: bis:

!!
 !! Kaelte-
 MAT !! Leistung
 !! (kW)

1	!!	44,68
1	!!	44,68
1	!!	44,68
1	!!	3,81
1	!!	3,81
1	!!	7,62
1	!!	1,19
1	!!	8,81
1	!!	4,00
1	!!	12,81

P 2 MENUE 3 POSITION 4 ZURUECK

Arbeitsbereich.: NK R404
Loesche von LNr: bis:

hrnetz
Punkt
n nach Laenge
(m)

Rohr!
fueh!
rung!
!

Ventile Rohr-
DG E RS Bogen

Zusatz!
Wider-!
Stand !
(-)

Aussen-
Durch-
Messer

!!
MAT !! Kaelte-
!! Leistung
!! (kW)

3	<u>21</u>	<u>5, 0</u>
3	<u>22</u>	<u>2, 0</u>
9	<u>23</u>	<u>2, 0</u>
6	<u>24</u>	<u>6, 0</u>
6	<u>25</u>	<u>1, 0</u>
8	<u>26</u>	<u>2, 0</u>
8	<u>27</u>	<u>3, 0</u>
9	<u>28</u>	<u>2, 0</u>
1	<u>29</u>	<u>5, 0</u>
1	<u>30</u>	<u>2, 0</u>

— !
— !
— !
— !
— !
— !
— !
— !
— !
— !

! ! ! ! ! ! ! ! ! !

28,0
12,0
28,0
15,0
15,0
18,0
18,0
22,0
35,0
18,0

1	!!	57, 49
1	!!	6, 34
1	!!	63, 83
1	!!	7, 72
1	!!	13, 51
1	!!	21, 23
1	!!	15, 58
1	!!	36, 81
1	!!	100, 43
1	!!	11, 2

V3F009: BERECHNUNG OKAY
ELP 2 MENUE 3 POSITION 4 ZURUECK

Příloha č. 9

Grafické znázornění potrubních sítí dle výpočtového programu HOBLINK