

# **Principy chlazení, chladicí zařízení v průmyslu komerční bezpečnosti**

Principles of cooling, cooling equipment in the commercial security  
industry

Roman Baroň

---

Bakalářská práce  
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Roman BAROŇ**  
Osobní číslo: **A08304**  
Studijní program: **B 3902 Inženýrská informatika**  
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**

Téma práce: **Principy chlazení, chladicí zařízení v průmyslu  
komerční bezpečnosti**

Zásady pro vypracování:

1. Nastudujte používané principy chlazení a chladicích zařízení.
2. Proveďte energetické srovnání účinnosti jednotlivých principů.
3. Seznamte se s aplikacemi chladicích systémů v průmyslu komerční bezpečnosti.
4. Uveďte příklady konkrétních aplikací.
5. Diskutujte vhodnost použití jednotlivých systémů v konkrétních aplikacích.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. ZMRHAL, Vladimír. Sálavé chladicí systémy. 1. vyd. Praha : České vysoké učení technické v Praze, 2009. ISBN 978-80-01-04318-9.
2. GUTKOWSKI, Kazimierz. Chladicí technika: Vybrané řešené problémy. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1982.
3. HLAVÁČ, Petr. Chladicí zařízení. Zlín, 1998. Bakalářská práce. VUT v Brně.
4. MIKYŠKA, Ladislav. Termoelektrické články. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1964. ISBN 301-05-35.
5. HEJZLAR, Radko. Termodynamika. 5. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 2010. ISBN 978-80-01-04540-4.
6. HALLIDAY, David. Fyzika: Vysokoškolská učebnice obecné fyziky. 1. vyd. Brno: Vutium, 2000. ISBN 8021418699.
7. FOIT, Julius. Základy elektroniky. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2009. ISBN 978-80-01-04236-6.
8. FRISCH, Herbert. Základy elektroniky a elektronických obvodů: Vysokoškolská učebnice obecné fyziky. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1987. ISBN 621.3.011.7.
9. DOLEČEK, Jaroslav. Moderní učebnice elektroniky 1. díl: Základy elektroniky, ideální a reálné prvky. Praha: BEN – technická literatura, 2005. ISBN 80-7300-146-2.

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Lubomír Macků, Ph.D.**

Ústav elektroniky a měření

Datum zadání bakalářské práce:

**24. února 2012**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**25. května 2012**

Ve Zlíně dne 24. února 2012



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.

*děkan*

doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.

*ředitel ústavu*

## ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá základními principy chlazení, a to jak v běžném použití, tak i v *průmyslu komerční bezpečnosti*. Práce seznamuje s nejpoužívanějšími druhy chlazení a jejich aplikací v PKB. Součástí práce jsou i pracovní látky používané u chladicí techniky a energetické srovnání účinnosti jednotlivých principů chlazení. Dále pak jsou zmíněny aplikace chladicích systémů v PKB, jejich využití v konkrétních aplikacích, přehled zařízení na trhu a jejich ceny.

Klíčová slova:

Chlazení, chladicí systémy, chladicí zařízení, Peltierův článek.

## ABSTRACT

The aim of this work is to describe the basic cooling principles used for common purpose and also for the *industry of commercial security*. The most frequented kinds of cooling and its application in the industry of commercial security are introduced here. Commonly used chemicals for cooling systems and its comparison in order to efficiency are described after that. In the second part of this work are characterized the applications of cooling systems in the industry of commercial security and their usage in particular cases. In the final part the summary of devices available on the market with their price comparison take place.

Keywords:

Cooling, cooling systems, cooling equipment, Peltier module.

### **Poděkování**

Rád bych touthle cestou poděkoval svému vedoucímu Ing. Lubomíru Macků, Ph.D., za odborné vedení, za konzultace, cenné rady, trpělivost a připomínky, které mi poskytoval během zpracovávání mé bakalářské práce.

**Prohlašuji, že**

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

**Prohlašuji,**

- § že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- § že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....

podpis diplomanta

**OBSAH**

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>10</b>
<b>1 HISTORIE CHLAZENÍ</b> .....	<b>11</b>
<b>2 PRINCIPY A DRUHY CHLAZENÍ</b> .....	<b>12</b>
2.1 TERMOELEKTRICKÉ CHLAZENÍ.....	12
2.1.1 Termoelektrický jev .....	12
2.1.1.1 Seebeckův jev .....	13
2.1.1.2 Peltierův jev .....	14
2.1.1.3 Thomsonův jev .....	18
2.2 KOMPRESOROVÉ CHLAZENÍ.....	19
2.3 ABSORPČNÍ CHLAZENÍ .....	20
2.4 ADSORPČNÍ CHLAZENÍ.....	23
2.5 OSTATNÍ TYPY CHLAZENÍ .....	23
2.5.1 Vzduchové chlazení .....	23
2.5.2 Vodní chlazení .....	24
2.5.3 Chlazení kapalným dusíkem .....	24
<b>3 PRACOVNÍ LÁTKY POUŽÍVANÉ PRO CHLADICÍ TECHNIKU</b> .....	<b>25</b>
3.1 CHLADIVA .....	25
3.1.1 Fyzikální vlastnosti chladiv.....	25
3.2 CHLADICÍ SMĚSI .....	27
3.2.1 Fyzikální vlastnosti chladicích směsí.....	27
3.2.2 Chladicí směsi z vody nebo sněhu s 1 solí.....	28
3.2.3 Chladicí směsi z vody a 2 solí.....	29
3.2.4 Chladicí směsi z ledu nebo sněhu a 2 solí.....	30
<b>4 CHLADICÍ ZAŘÍZENÍ</b> .....	<b>31</b>
4.1 SÁLAVÉ KLIMATIZAČNÍ SYSTÉMY .....	31
4.1.1 Výhody a nevýhody systému.....	32
4.1.2 Chladicí stropy .....	32
4.2 KLIMATIZACE .....	33
4.2.1 Fyzikální princip klimatizace .....	33
4.3 CHLADICÍ SYSTÉMY PRO SERVEROVNY .....	34
4.4 CHLADICÍ A MRAZICÍ ZAŘÍZENÍ.....	34
4.4.1 Rozdělení chladicích a mrazicích zařízení dle použité metody chlazení .....	34
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>35</b>
<b>5 ENERGETICKÉ SROVNÁNÍ ÚČINNOSTI</b> .....	<b>36</b>
5.1 TERMOELEKTRICKÉ CHLAZENÍ.....	36
5.2 ABSORPČNÍ CHLAZENÍ .....	38
5.2.1 Absorpční chladicí zařízení (lednice).....	39

5.2.2	Absorpční chlazení pro průmysl apod.....	39
5.3	KOMPRESOROVÉ CHLAZENÍ.....	40
5.3.1	Porovnání kompresorového a absorpčního chladicího systému.....	40
<b>6</b>	<b>APLIKACE CHLADICÍCH SYSTÉMŮ V PKB.....</b>	<b>42</b>
6.1	VYUŽITÍ V KAMEROVÝCH SYSTÉMECH.....	42
6.1.1	Speciální kamery.....	42
6.1.2	Přehled vybraných speciálních kamer.....	48
6.1.3	Infrakamery a termokamery.....	50
6.1.4	Výrobci kamer.....	53
6.1.5	Prodejci a distributoři kamer v ČR.....	55
6.2	VYUŽITÍ K CHLAZENÍ SERVERŮ.....	57
6.2.1	Chlazení vodním chladicím okruhem.....	57
6.2.2	Chlazení klimatizačními jednotkami.....	58
6.2.3	Chlazení systémem chladných a teplých uliček.....	60
6.2.4	Výrobci zařízení pro chlazení serverů.....	61
6.2.5	Prodejci a distributoři zařízení pro chlazení serverů v ČR.....	62
6.3	VYUŽITÍ V BUDOVÁCH A OBJEKTECH.....	63
6.3.1	Prodejci a distributoři zařízení pro chlazení budov a objektů v ČR.....	63
<b>7</b>	<b>VYUŽITÍ JEDNOTLIVÝCH SYSTÉMŮ V KONKRETNÍCH APLIKACÍCH.....</b>	<b>65</b>
7.1	VHODNOST POUŽITÍ JEDNOTLIVÝCH PRINCIPŮ CHLAZENÍ.....	65
7.1.1	Chlazení motoru Peltierovým článkem.....	65
7.1.2	Použití absorpčního, adsorpčního a kompresorového chlazení u kamer a jiných zařízení.....	65
7.1.3	Fyzické a technické vlastnosti a limity.....	66
	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>67</b>
	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>69</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>71</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>75</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>77</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>78</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>79</b>



## ÚVOD

Činnost naprosté většiny technických zařízení je v současnosti spojena s uvolňováním velkého množství tepla. Často se jedná o teplo nežádoucí, které může negativně ovlivnit samotnou činnost zařízení. Toto teplo je nutné odvádět a neutralizovat nějakou vhodnou chladicí metodou. Nevhodně zvolená či nespolehlivá metoda může způsobit poškození chlazeného zařízení.

Poškození zařízení může mít nedozírné následky. Například, i pokud nedojde ke zničení celého zařízení, může dojít ke ztrátě záznamů a tím důležitých dat či informací nezbytných pro běh systému nebo i celého podniku. Vhodně zvolený a dimenzovaný systém chlazení má zabránit takovýmto problémům a ztrátám.

V dnešní době se chlazení používá u mnoha různých zařízení. I u běžných každodenně používaných zařízení jako je např. lednička nalezneme hned několik různých používaných chladicích principů. Využívá se zde např. absorpční chlazení, kompresorové nebo také termoelektrické chlazení. Pokud se jedná o chlazení počítačů a velkých serveroven, i zde lze nalézt více používaných principů. Používá se opět termoelektrické chlazení (Peltierův článek), nebo vodní či vzdušné chlazení, ale i například kapalný dusík. Samotnou kapitolou jsou pak chladicí zařízení pro celé budovy, technologické či průmyslové objekty nebo dopravní prostředky.

Stejně jako ve všech ostatních průmyslových odvětvích mají systémy chlazení velké využití i v průmyslu komerční bezpečnosti. Např. u infrakamer nalezneme využití nejčastěji Peltierův článek či kapalný dusík. Chlazení vzduchem (aktivní, pasivní) je pak možné využít pro chlazení bezpečnostních ústředen nebo krytů bezpečnostních kamer. Naopak absorpční nebo kompresorové chlazení se u běžných bezpečnostních kamer vůbec nepoužívá, neboť jsme limitováni rozměry těchto zařízení. Není tedy možné tyto typy chlazení do zařízení integrovat, a proto se zůstává u chlazení vzduchem nebo termoelektrických článků.

## I. TEORETICKÁ ČÁST

## 1 HISTORIE CHLAZENÍ

První chladicí technika existuje už od nepaměti. Jde o sníh a led, které využívali už lidé v prehistorických dobách. Lidé zjistili, že potraviny, které jsou vystaveny snížení teploty na bod mrazu, ať už od sněhu nebo ledu, vydrží mnohem déle než v běžných podmínkách. To byl taky první důvod, proč se začala vyvíjet chladicí technika pro uchování potravin. První sníh a led samozřejmě pocházel z přírodních podmínek. Trvalo dlouho, než vznikla první funkční lednička v 19. století ve Spojených státech amerických.

Jedni z prvních, kdo led „sbírali“ a ukládali do dřevěných boxů, byli Číňané, ale ani v Evropě nezůstali pozadu. Řekové nebo Římané umísťovali velké množství ledu do skladovacích boxů, které byly umístěny většinou v zemi a izolovány dřevem a slámou. K většímu rozmachu těchto „lednic“ došlo na konci středověku. Spotřeba přírodního ledu stoupala, a tak se na přelomu 18. a 19. století začal led dovážet. Dovážel se především do Indie, Jižní Afriky a Jižní Ameriky a to ze Severní Evropy a Severní Ameriky.

Další etapou v historii chlazení bylo přidání chemikálií jako je dusičnan draselný nebo dusičnan sodný, které při styku s vodou způsobí, že její teplota klesá. To dalo pomalu vzniknout výrobě umělého chladu za pomoci strojního chladicího zařízení.

První patent si podal v roce 1834 angloamerický fyzik, vynálezce a strojní inženýr Jacob Perkins, jenž vytvořil zařízení, které pracovalo na principu etylénu s ručním pohonem. Později byl nahrazen ruční pohon parním strojem. První, kdo s tímto nápadem přišel, byl americký vynálezce Oliver Evans, jenž myšlenku představil již v roce 1805, ale nikdy jí neuskutečnil. [24]

## 2 PRINCIPY A DRUHY CHLAZENÍ

Existuje několik principů a chladicích metod. Mezi nejznámější a nejpoužívanější lze uvést **chlazení přirozenými prostředky** (voda, vzduch, sníh apod.), za pomoci **chemických roztoků**, **chlazení vypařováním chladiva**, **chlazení plynem po expanzi** (kompresní, absorpční), **termoelektrické chlazení**.

### 2.1 Termoelektrické chlazení

Princip termoelektrického chlazení spočívá ve využití Peltierova jevu. První, kdo poukázal na využití Peltierova jevu pro chlazení a vypracoval základní teorii, byl v roce 1911 Edmund Altenkirch. Na praktické využití se muselo nějakou dobu počkat, a to až do doby, než se objevil první polovodič (1821). [24]

#### 2.1.1 Termoelektrický jev

Při termoelektrickém jevu dochází ke změně z tepelné energie na energii elektrickou a naopak. K této změně dochází v elektronických součástkách, které se nazývají termoelektrické články nebo také termoelektrické zdroje. Termoelektrický jev se používá nejvíce ke generování elektřiny, měření teploty, vytápění a pro nás k nejdůležitější funkci a to k chlazení. [6]

**Mezi základní termoelektrické jevy se řadí:**

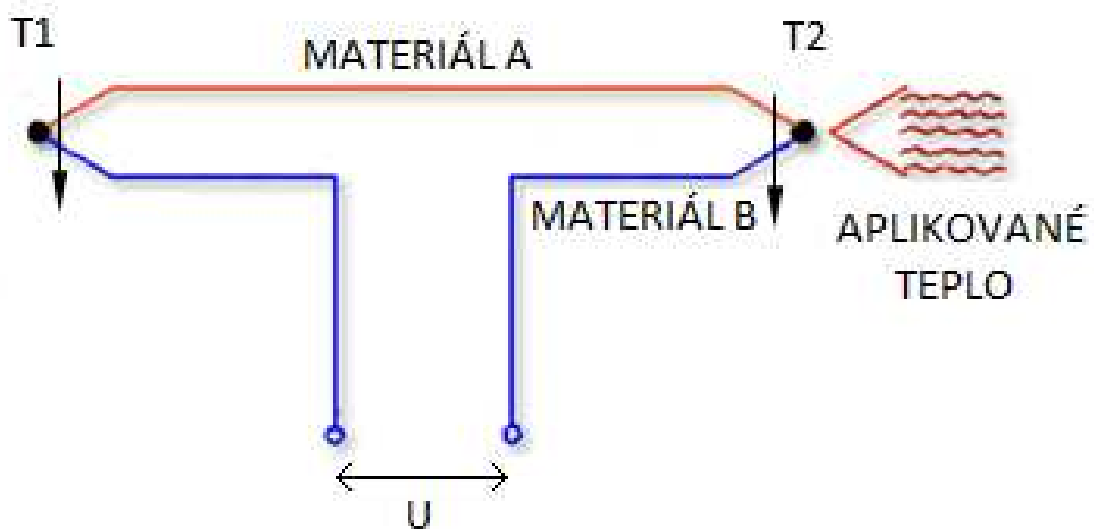
**Seebeckův jev** – vznik termoelektrického napětí v látkách s teplotním gradientem

**Peltierův jev** – pohlcování nebo uvolňování tepla na kontaktech při protékání elektrického proudu

**Thomsonův jev** – pohlcování nebo uvolňování tepla v objemu látky protékané elektrickým proudem za přítomnosti teplotního gradientu. [35]

### 2.1.1.1 Seebeckův jev

Seebeckův jev (Obr. 1) je jev, který patří mezi termoelektrické jevy. Popisuje vznik termoelektrického napětí v obvodu složeném ze dvou vodičů. Máme dva vodiče označené jako vodič A a vodič B, které spojíme dohromady a jejich spoje udržujeme na různých teplotách  $T_2 > T_1$ , tak se na obvodu objeví napětí a protéká jím elektrický proud. Napětí, které se nám objeví v obvodu, nazýváme termoelektrickým. [5]



Obr. 1 Seebeckův jev [11]

Absolutní Seebeckův koeficient  $\alpha$  je definovaný jako poměr okamžité změny Seebeckova napětí  $u_s$  a změny teploty  $T$  při dané teplotě. [14][17]

$$\alpha = \frac{du_s}{dT} \quad [\mu V K^{-1}] \quad (1)$$

Při spojení vodičů A a B a umístění spojů a volných konců do míst s různými teplotami vznikne mezi kontakty relativní Seebeckovo napětí  $u_{AB}$ . Relativní Seebeckův koeficient je definován jako poměr okamžité změny Seebeckova napětí  $u_{AB}$  a změny teploty  $T$  při dané teplotě.: [17]

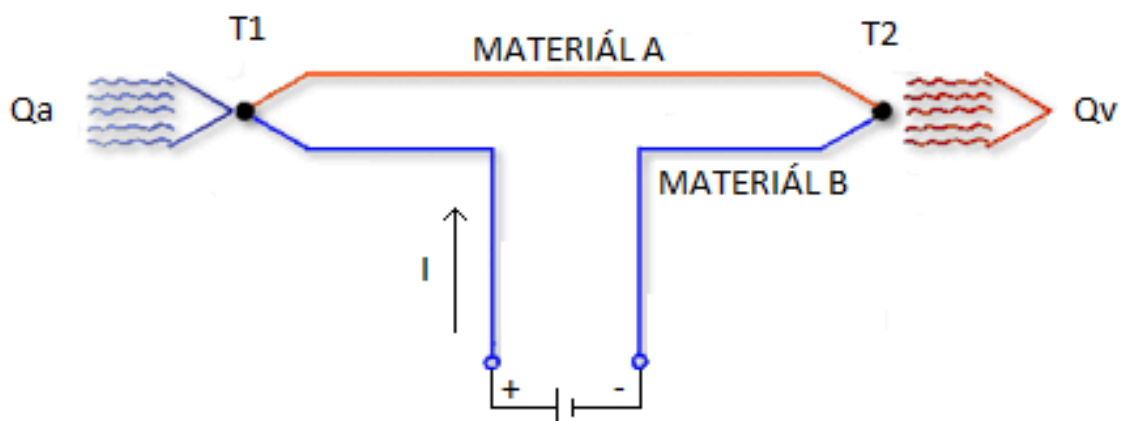
$$\alpha = \frac{du_{AB}}{dT} \quad [\mu VK^{-1}] \quad (2)$$

Máme tedy absolutní Seebeckův koeficient a relativní Seebeckův koeficient, mezi kterými platí vztah.: [17]

$$\alpha_{AB} = \alpha_A - \alpha_B \quad [\mu VK^{-1}] \quad (3)$$

### 2.1.1.2 Peltierův jev

Peltierův jev (Obr. 2) nebo také Peltierův efekt objevil v roce 1834 francouzský fyzik Jean Charles Athanese Peltier, po němž je i pojmenován. V dnešní době se používá převážně pro chlazení v Peltierových člancích. [5]



Obr. 2 Peltierův jev [11]

Jedná se o jev, který je inverzní k Seebeckově jevu. Protéká-li stejnosměrný elektrický proud z vnějšího zdroje Seebeckovým obvodem, pak vzniká teplotní rozdíl mezi oběma spoji. Jeden ze spojů se ohřívá a druhý se ochlazuje. Teče-li proud z vnějšího zdroje daným spojem stejným směrem, jaký má proud při ohřátí tohoto spoje v Seebeckově jevu, pak se daný spoj ochlazuje. Prochází-li proud směrem opačným, pak se spoj ohřívá. [16][5]

Můžeme tedy říci, že jeho princip spočívá v tom, že spoj dvou kovů se při průchodu elektrického proudu zahřívá nebo ochlazuje. Zahřívání nebo ochlazování probíhá podle směru proudu vzhledem k polaritě termoelektrického napětí příslušného spoje. Spoj se ochlazuje, jen když jím protéká proud ve stejném směru, jako by proud generoval on sám, kdyby byl teplejším spojem článku. [11]

Pro relativní Peltierův koeficient  $\pi_{AB}$ , jenž je definovaný jako poměr absorbovaného tepla  $Q$  a proudu  $I$  platí.: [14][17]

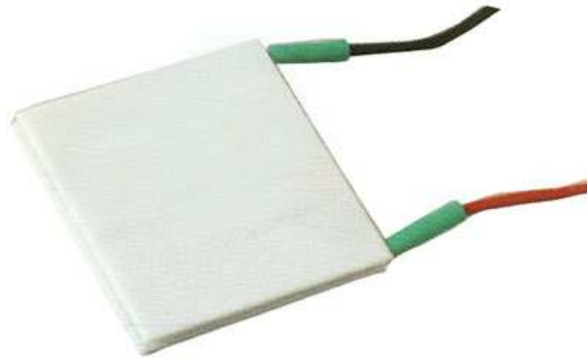
$$\pi_{AB} = \frac{Q}{I} \quad [JA^{-1}] \quad (5)$$

Mezi relativním Seebeckovým koeficientem a relativním Peltierovým koeficientem platí vztah.: [14][17]

$$\alpha_{AB} = \frac{\pi_{AB}}{T} \quad [JA^{-1}K^{-1}] \quad (6)$$

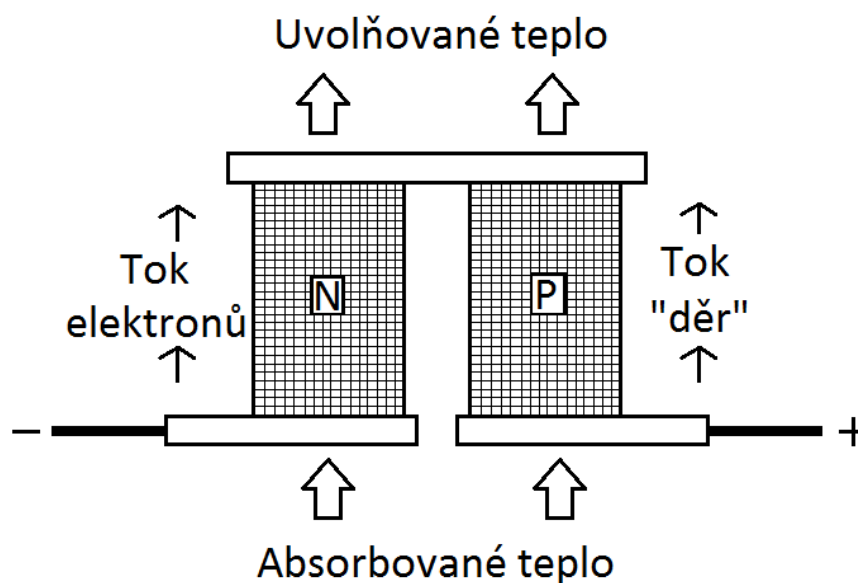
### Peltierův článek

Peltierův článek (Obr. 3) neboli termočlánek je elektronická součástka, která slouží jako snímač pro měření teploty. Na styku dvou polovodičových látek různého typu dochází průchodem stejnosměrného proudu při určité polaritě k ochlazování. Připojením stejnosměrného proudu opačné polaritě se teplota v místě styku zvyšuje. [8]



Obr. 3 Peltierův článek [37]

Peltierův článek se většinou skládá ze dvou válečků opačného typu vodivosti, které jsou spojeny kovovým můstkem (Obr. 4). Když se napájecí zdroj zapojí tak, že elektrony musejí při přechodu z jedné látky do druhé vykonat určitou práci, dojde k tomu, že se zmenší rychlost, čímž dojde k odběru tepelné energie a článek se začne ochlazovat v místě styku. A naopak při opačné orientaci se místo styku neochlazuje, ale ohřívá. [9]

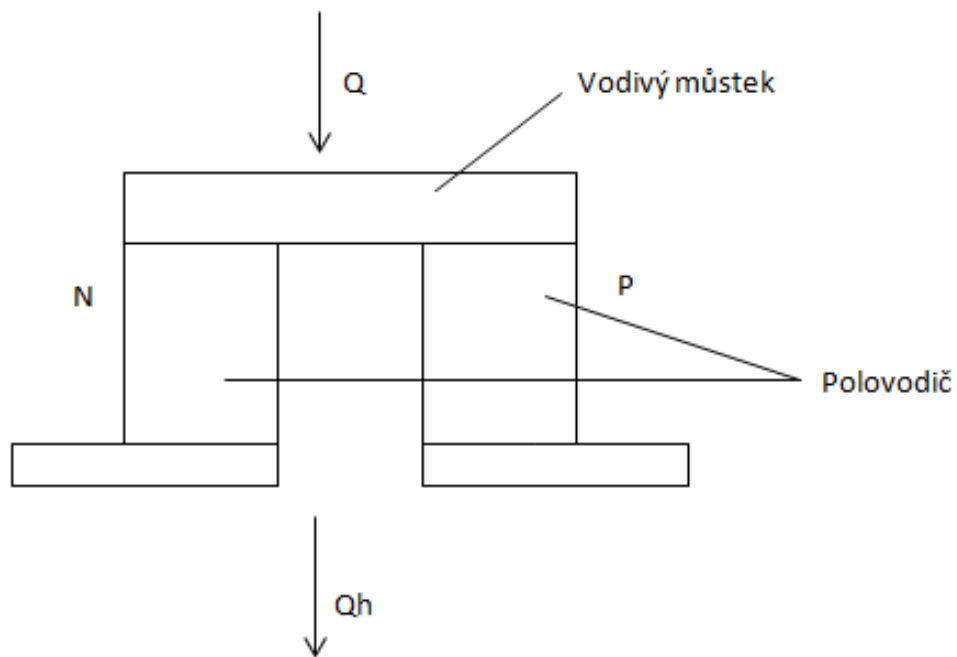


Obr. 4 Princip Peltierova článku [13]



### Termoelektrický článek

Termočlánky (Obr. 5) využívají principu termoelektrického jevu. Patří mezi kontaktní snímače používané k dálkovému měření teploty a jejich čidlo převádí teplotní změnu prostředí na změnu elektrického napětí. [6] Lze je také využít jako spolehlivý zdroj elektrického proudu, ale jeho nevýhodou je relativně nízká energetická účinnost a jeho malý výkon. Termočlánky se většinou skládají ze dvou svářených spojů, kdy jeden je referenční a druhý měřicí. Tyto dva spoje se tvoří vždy ze dvou různorodých kovů. Měřicí spoj se vkládá do měřeného prostředí, referenční se udržuje při stále stejné teplotě. Pokud se stane, že oba spoje budou mít stejnou teplotu, vytvoří se na nich stejně velké kontaktní napětí. Protože směřují proti sobě, výsledné termoelektrické napětí je nulové. Dojde-li k tomu, že teplota bude různá, začne vznikat jednosměrně orientované napětí v řádu desítek  $\mu\text{V/K}$ .



Obr. 5 Termoelektrický článek [4]

**Q**.....teplo absorbované

**Q<sub>h</sub>**.....teplo vyzařované

**P**.....polovodič s děrovou vodivostí

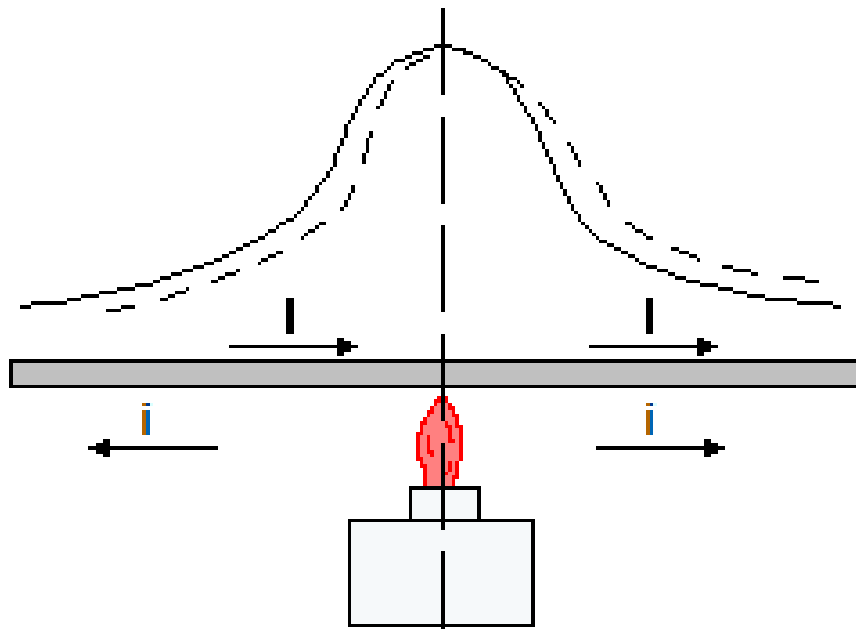
**N**.....polovodič s elektronovou vodivostí

Pro různé látky se uvádějí různá termoelektrická napětí. Do 1000°C se používají termočlánky z obyčejných kovů (např. měď – konstantan), do 1600°C se používají termočlánky z ušlechtilých kovů (např. molybden, wolfram nebo rhodium) a pro teploty převyšující 1600°C se používají materiály jako je uhlík nebo křemík. [9]

### 2.1.1.3 Thomsonův jev

Thomsonův jev byl v roce 1851 objeven Williamem Thomsonem. Tento jev je velmi těžko měřitelný a vznikne ve vodiči z jednoho materiálu, když oba konce zahřejeme na jinou teplotu. Mezi oběma konci vznikne nepatrné termoelektrické napětí neboli Thomsonův jev. [10]

Thomsonův jev se na rozdíl od Peltierova a Seebeckova jevu téměř nevyužívá. Lze jej vysvětlit na pokusu se zahříváním kovové tyče (Obr. 6). Thomsonův jev vzniká tím, že zahřejeme kovovou tyč, kterou neprotéká žádný elektrický proud. Tím na tyči v místě zahřátí vznikne souměrné teplotní maximum. Následně se do kovové tyče pustí elektrický proud, čímž dojde k posunutí teplotní křivky. [12][11]



Obr. 6 Thomsonův jev [12]

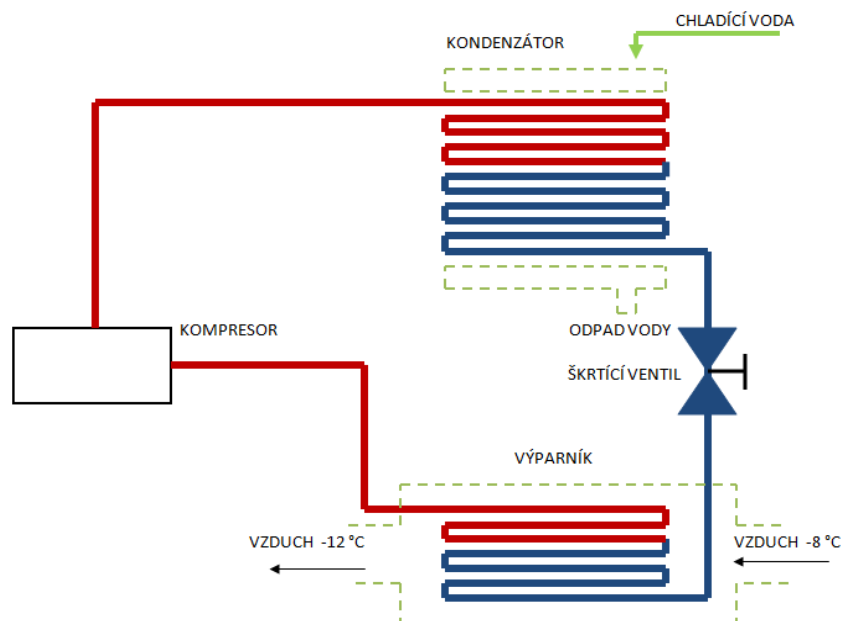
Pokus na kovové tyči nám ukazuje, že kromě obvyklého Jouleova tepla, jež se objevuje na všech místech podél celé tyče a je všude stejné, vzniká ještě další teplo v pravé polovině tyče, kde oba proudy, jak elektrický  $I$ , tak i tepelný  $i$ , mají stejný směr, kdežto na levé polovině, kde mají směr opačný, se teplo spotřebuje.

Z pohledu teorie vodivosti je Thomsonův jev způsobený zvyšováním střední energie elektronů odběrem tepla od mřížky na vzestupné straně teplotního maxima a odevzdáváním přebytku na sestupné straně. [11]

## 2.2 Kompresorové chlazení

Co se týká jednotlivých způsobů chlazení, tak kompresorové chlazení je jednou z nejpoužívanějších metod chlazení, které se využívá především v domácích spotřebičích (lednička, mraznička atd.). [36]

Kompresorové chlazení se hojně využívá i ke strojnímu chlazení. Chlazení je založeno na odpařování a kondenzaci kapalného chladiva. K této skupenské přeměně je zapotřebí velkého množství tepla. Kromě toho mají používaná chladiva při tlacích blízkých atmosférickému tlaku teplotu varu hluboko pod  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Chladivo nepřetržitě obíhá v zařízení. Kompresní chladicí zařízení se skládá z výparníku, kompresoru, kondenzátoru a regulačního (škrťacího) ventilu. [24]



Obr. 7 Technologické schéma kompresorového chlazení [25]

Způsob funkce kompresorového chlazení (Obr. 7) je založen na principu, kdy se chladicí látka odpařuje ve výparníku a při odpařování pohlcuje teplo z místa (systému), které má být ochlazen.

Páry chladiva (freony) se v kompresoru stlačují a přivádí do kondenzátoru, kde zkondenzují. V kondenzátoru vysrážené chladivo přechází do sběrače, odkud jej dle potřeby přepouštíme přes regulační (škrťací) ventil do výparníku. Zde dojde k prudkému snížení teploty a přeměně z kapalně fáze na plynnou, tím vznikne chlad. Z výparníku se vrací plynné chladivo ke kompresoru. [26]

### 2.3 Absorpční chlazení

Absorpční chladicí zařízení pracuje podobně jako kompresorové chladicí zařízení. Rozdíl je v dopravě par chladiva z výparníku do kondenzátoru. U kompresorového chladicího zařízení jsou páry chladiva dopravovány pomocí elektrického kompresoru. U absorpčního chladicího zařízení jsou páry chladiva dopravovány pomocí „tepelného“ kompresoru.

Absorpční chlazení (Obr. 8) je založeno na fyzikálních vlastnostech dvou látek (chladivo a absorbent), na schopnosti jejich vzájemné absorpce. Chladivo, které se odpaří ve výparníku vlivem odebrání tepla chlazené látky, se v absorbéru pohlcuje roztokem absorbentu. Absorbent s rozpuštěnými parami chladiva („bohatý“) je přečerpán do desorbéru, kde jsou z něj přívodem tepla vypuzeny páry chladiva. Absorbent („chudý“) se vrací přes výměník tepla do absorbéru. Ve výměníku se používá teplo horkého „chudého“ roztoku k předehřátí „bohatého“ roztoku. Páry chladiva přecházejí do kondenzátoru, kde je jim působením chladicí látky odebíráno teplo, takže zkondenzují. Zkondenzované kapalně chladivo se přivádí zpět do výparníku, čímž se pracovní oběh chladiva uzavírá. [15]

Pro chlazení je možné teoreticky použít různé kombinace látek, ale co se týče absorpčního chlazení, tak se nejvíce v praxi prosadily dvě kombinace použitých látek:

- **Voda a roztok bromid lithný** – pro teploty nad 0°C – tady se jako chladivo využívá voda a absorbent je bromid lithný – daná kombinace látek se využívá pro chlazení tzv. „nadmulové“.
- **Voda a roztok čpavek** – pro teploty pod 0°C – zde se využívá čpavek jako chladivo a voda jako absorbent – kombinace těchto látek se využívá pro mrazení tzv. „podmulové“.

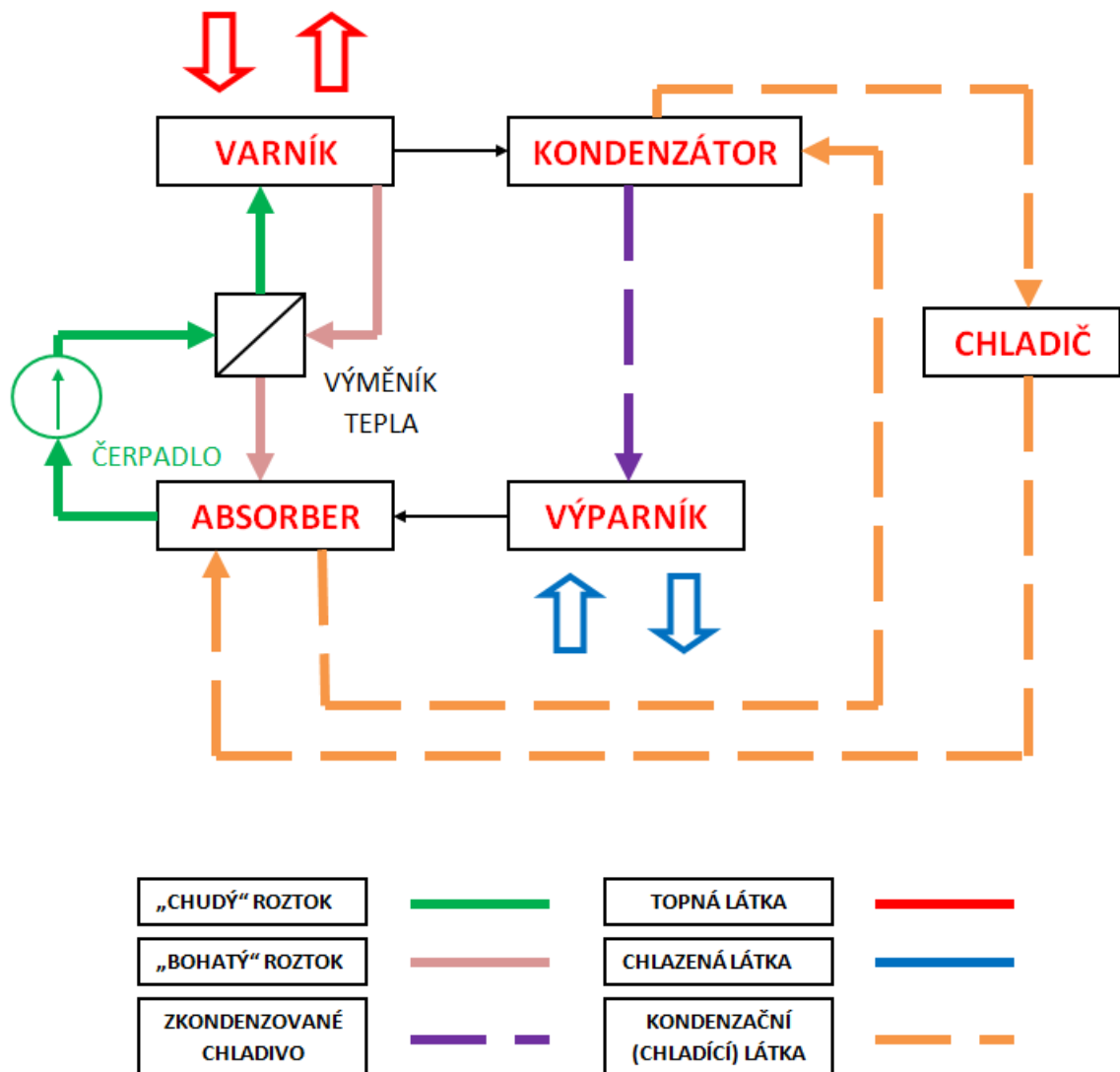
O problematice pracovních látek je dále pojednáno v kapitole 3.

#### **Výhody absorpčního chlazení**

- Nízké náklady na údržbu a obsluhu
- Absorpční chladiče používají jako hlavní zdroj energie – teplou vodu, páru, spaliny výfukových plynů, odpadní plyn, nebo odpadní teplo
- Snadná regulace
- Vysoká životnost
- Spolehlivý a čistý provoz
- Splňuje všechny požadavky na ochranu životního prostředí
- Provoz je téměř bezhlučný a bez vibrací
- Oproti kompresorovému chlazení o 10 až 15 % nižší spotřeba elektrické energie
- Pro instalaci stačí jednofázový elektrický rozvod

#### **Nevýhody absorpčního chlazení**

- Oproti jiným systémům vyšší pořizovací náklady
- Větší rozměry
- Vyšší hmotnost oproti kompresorovým systémům



Obr. 8 Technologické schéma absorpčního chlazení [15]

Kapalinu, kterou chceme ochladit, pošleme svazkem trubek výparníku. Kapalina se ochlazuje odpařováním chladiva (voda), jež ostříkuje povrch trubek. Vzniklé páry chladiva se nasávají do absorbéru a zde se absorbují roztokem lithiu-bromidu s vodou, který ostříkuje povrch trubek absorbéru. Celý proces probíhá za velmi vysokého stádia vakua, při kterém již při 5°C vře voda. Naší chlazené kapalině se odebírá teplo a přenáší se z absorbované páry na kondenzační vodu, která prochází trubkami absorbéru. [15]

V absorbéru se roztok smíchá s vodou, čímž se celý roztok zředí. Proto se přečerpává do varníku, aby se roztok rekoncentroval. Do varníku se dostane zředěný („chudý“) roztok, který se ohřívá parou nebo horkou vodou, aby se dosáhlo vyvaření

chladiwa (vody). Vzniklá pára z vyvaření chladiwa odchází do kondenzátoru, kde se zkondenzuje na chladících trubkách kondenzátoru, jimiž prochází kondenzační voda.

Ohřátá chladicí voda z kondenzátoru se ochlazuje v externím zařízení např. ve vzduchových chladicích věžích. Zkondenzované kapalné chladiwo se vrací zpět do výparníku a celý cyklus se znova opakuje. Rekoncentrovaný („bohatý“) roztok odchází z varníku zpět do absorbéru odkud začne celý oběh znovu. [15]

## 2.4 Adsorpční chlazení

Princip adsorpčního chlazení je podobný jako u absorpčního chlazení. Rozdíl spočívá v tom, že u adsorpčního chlazení se odnímá okolní teplo rozpuštěním chladicího média v absorbéru, zde se tak děje jeho přilnutím na povrchu adsorbentu.

Chladicí princip, při němž chladiwo (obvykle amoniak) je adsorbováno pevným adsorbentem (obvykle chlorid vápenatý) a uvolňováno jeho ohřátím. Uvolněný plynný amoniak za zvýšeného tlaku v kondenzátoru zkapalní a přitéká do výparníku, kde se odpařuje teplem odebíraným okolí, které tím ochlazuje. Vzniklá pára proudí do absorbéru, kde je adsorbována adsorbentem; vznikající teplo je odváděno žebry do vzduchu. Tento oběh se opakuje, neprobíhá plynule, ale po přítržích, po kratší době přípravy a delší chladicí době. [2]

## 2.5 Ostatní typy chlazení

V této kapitole jsou zahrnuty některé další principy a způsoby chlazení neuvedené v předchozím textu. Lze je použít v různých odvětvích vědy a techniky. Jedná se například o vzduchové chlazení, vodní chlazení, nebo chlazení za pomoci kapalného dusíku.

### 2.5.1 Vzduchové chlazení

Vzduchové chlazení se využívá v mnoha oborech, ale jeho nejčastější využití najdeme zejména při chlazení spalovacích motorů, při chlazení počítačových skříní apod. Vzduchové chlazení můžeme rozdělit na dva typy:

**Pasivní chlazení** – využívá přirozené cirkulace vzduchu, tzn., že ohřátý vzduch má menší hustotu a stoupá nahoru, na rozdíl od studeného vzduchu, který je tímto vzniklým podtlakem nasáván k pasivnímu chladiči. [20]

**Aktivní chlazení** – vytváří cirkulaci nucenou, umělou. Ta je vytvořena rotujícím ventilátorem, který žene vzduch vůči pasivnímu bloku a často tak vytváří nejvhodnější možné podmínky pro tepelnou výměnu mezi vzduchem a pasivní částí chladiče. [20]

Také v bezpečnostní technice lze vzduchové chlazení uplatnit. Může se jednat o např. zabezpečovací ústředny, které je možné chladit aktivním nebo i pasivním (přirozená cirkulace) chladičem, venkovní kryt bezpečnostních kamer s ventilátorem apod.

### 2.5.2 Vodní chlazení

Vodní chlazení má široké uplatnění. Např. pro chlazení v jaderných elektrárnách se používá voda o vysokém tlaku (obvykle okolo 100 barů) pro chlazení jaderného materiálu. Voda zde slouží jako moderátor reakce, tzn., že pokud z nějakého důvodu není v reaktoru voda, reakce se sama zastaví.

Další možností pro využití vodního chlazení je stejně jako u vzduchového chlazení použití v PC technice. Při stále zvyšujícím se výkonu dnešních počítačů vzrůstá úměrně i vznikající teplo, a tím i požadavky na jeho odvod. K tomu může dobře sloužit právě vodní chlazení.

Pokud se rozhodneme pro použití vodního chlazení, musíme brát v potaz, že je to jeden z nejdražších a nejnáročnějších (z pohledu spotřebované energie, náročnosti na výstavbu, na údržbu apod.) způsobů chlazení.

### 2.5.3 Chlazení kapalným dusíkem

Chlazení kapalným dusíkem není tak běžné, ale v některých oborech se používá. Hojně využití se vyskytuje v medicíně, kdy je potřeba např. hluboce zmrazit materiály založené na biologickém původu, v průmyslu komerční bezpečnosti se chlazení kapalným dusíkem občas využívá např. u infračervených kamer. Ty jsou většinou případů umístěny ve vakuově uzavřeném pouzdře a kryogenně chlazeny. [21]

Chlazení kapalným dusíkem používají v extrémních případech také někteří jedinci pro chlazení počítače. Používá se v případech, kdy se procesor taktuje do vysokých frekvencí a jiné metody chlazení už se nedají k tomuto použít. Tato metoda je náročná cenově i na provoz, kdy je nutné shánět kapalný dusík. [20]



### 3 PRACOVNÍ LÁTKY POUŽÍVANÉ PRO CHLADICÍ TECHNIKU

Pracovní (chladicí) látka je látka, která proudí skrz chlazené zařízení, aby ho chránila před přehřátím. Tato látka přenáší teplo vyprodukované tímto zařízením do jiného zařízení, kde dojde k jeho využití nebo rozptýlení. Mezi tato zařízení patří např. různé průmyslové stroje, motory, ledničky, klimatizace apod. [3] Jako chladicí látky se používají nebo používaly nejčastěji oxid uhličitý, čpavek, metylchlorid nebo novější s obchodními názvy jako je freon, frigen, ledon apod. Z hlediska použití pak rozlišujeme chladicí látky na chladiva a chladicí směsi, jak bude pojednáno dále.

#### 3.1 Chladiva

Chladiva jsou chemické látky, které se používají v tepelném cyklu, kde podléhají fázové přeměně z plynu na kapalinu a zpět. Chladiva mají v chladícím okruhu za úkol při nízké teplotě a nízkém tlaku přijímat teplo a naopak při vyšší teplotě a vyšším tlaku teplo odevzdávají. S tím je spojena i skutečnost, že při přijímání a odevzdávání se mění skupenství daného chladiva. Při příjmu tepla se vypařuje a při odvádění tepla se kondenzuje. Výjimkou je pouze voda, u které se skupenství nemění.

##### 3.1.1 Fyzikální vlastnosti chladiv

Ideální pracovní látka má dobré termodynamické vlastnosti, je bezpečná a nekorozivní. Mezi požadované termodynamické vlastnosti u těchto látek je bod varu něco málo pod cílovou teplotou. Mezi další vlastnosti se řadí nízká hustota v kapalně formě, poměrně vysoká hustota v plynné formě, vysoké výparné teplo, vysoká kritická teplota, velká tepelná kapacita a v některých případech se vyžaduje, aby byla látka i elektrickým izolantem. [24]

##### Požadavky na chladiva:

- Vhodné termodynamické vlastnosti, tj. tlak a teplota vypařování
- Dobré fyzikální vlastnosti – rozpustnost s vodou, elektrické vlastnosti
- Chemické vlastnosti – hořlavost, stabilita, antikoroziční účinky
- Fyziologické působení na lidský organismus
- Dobrá cena

Tab. 1 Druhy chladiv [18]

Chladivo	Označení	Chemický vzorec	Směs [%]	Teplota varu	ODP <sup>1</sup>	GWP <sup>2</sup>	Poznámka
Čpavek	R717	NH <sub>3</sub>		-33,7	0	0	Výbušný, jedovatý
Etylen	R1150	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>		-103,5	0		Hořlavý
Etan	R170	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>		-88,6	0	3	Hořlavý, výbušný
Propan	R290	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>		-42	0	3	Hořlavý, výbušný
Oxid uhličitý	R744	CO <sub>2</sub>		-78,5	0	1	
Voda		H <sub>2</sub> O		99,6			
Etanová řada	R125	CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>		-48,1	0	2800	
	R134a	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>		-26,2	0	1300	
	R143a	CH <sub>3</sub> CF <sub>3</sub>		-47	0	3800	
Metanová řada	R12	CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>		-29,8	1	8500	Zakázaný
	R22	CHClF <sub>2</sub>		-40,8	0,06	1700	Pouze pro servis
	R32	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>		-51,7	0	650	
Směsi	R404A	R-125/143a/134a	44/52/4	-46,5 až -45,7	0	3260	
	R407C	R-32/125/134a	25/15/60	-39,4 až -32,7	0	1420	
	R410A	R-32/125	50/50	-51,6 až -51,5	0	1720	
	R502	R-22/115	48,8/51,2	-45,4	0,33	4400	
	R507A	R-125/143a	50/50	-46,7	0	3300	

<sup>1</sup> ODP (Ozone Depleting Potential) – Potenciál poškozovat ozónovou vrstvu

<sup>2</sup> GWP (Global Warming Potential) – Potenciál způsobovat klimatické změny

## 3.2 Chladicí směsi

Směsi jsou chladiva, která se skládají ze dvou nebo více jednoduchých složek používaných často samostatně jako chladiva v jiných aplikacích. [3]

Chladicí směsi se využívají jako teplonosné látky v systémech s nepřímým chlazením pro přenos tepla, případně k jeho akumulaci. Chladicí směs je směs nebo látka, jejíž oběh je vložen mezi oběh chlazené látky a chladiva, která nemění svoje skupenství. [24]

**Azeotropní směs chladiv** – se chová jako homogenní (jednosložková) látka. Koncentrace roztoku složek zůstává při kondenzaci a vypařování konstantní. Při eventuálním úniku si zbytek chladiva v okruhu zachovává své původní vlastnosti.

**Zeotropní směs chladiv** – je charakterizovaná tím, že její jednotlivé složky vřou při různých teplotách. Při ohřevu takové směsi vzniká tedy zpočátku pára bohatší. Teplota postupně narůstá a složení kapaliny i páry se mění. Úplným vypařením vzniká pára původního složení.

### 3.2.1 Fyzikální vlastnosti chladicích směsí

Ideální chladicí směs má velkou tepelnou kapacitu, nízkou viskozitu, je chemicky inertní a nezpůsobuje ani nepodporuje korozi chladicího systému.

**Na tyto teplonosné látky je kladena spousta požadavků:**

- Během pracovního cyklu se nesmí měnit jejich chemické skupenství
- Během pracovního cyklu nesmí dojít ke skupenské přeměně
- Vysoká měrná tepelná kapacita, nízká viskozita, nízká hustota
- Nesmí mít korozivní účinky na materiál použitý v systému

**Teplonosné látky můžeme rozdělit:**

- na směsi ze solných roztoků
- na směsi s ledem a některými solemi
- na vodní roztoky organických látek

### Solné roztoky

Solné roztoky jsou vodní roztoky s příměsmi různých solí. Jako soli se zde používají např. různé typy chloridů (vápenatý, sodný apod.), síranů, dusičnanů a jejich všemožných kombinací.

#### 3.2.2 Chladicí směsi z vody nebo sněhu s 1 solí

Chladicí směs je namíchána ze 100g vody (nebo se může jednat o sníh a led). Do tohoto množství kapaliny se přidá určité množství jedné ze solí. To podle toho, k čemu má být chladicí směs určena a o kolik chceme dané zařízení ochladit, protože každá směs ochlazuje o jinou hodnotu. (Tab. 2)

Tab. 2 Tabulka chladících směsí s vodou nebo sněhem a jednou solí [18]

Název látky (sůl)	Chemická značka	$m_A/g$	$\Delta t/^\circ C$	$m_B/g$	$t/^\circ C$
Chlorid vápenatý	$CaCl_2$	126,9	23,2	42,2	-55
Chlorid železnatý	$FeCl_2$	-	-	49,7	-55
Chlorid hořečnatý	$MgCl_2$	-	-	27,5	-33,6
Chlorid sodný	$NaCl$	36	2,5	30,4	-21,2
Síran amonný	$(NH_4)_2SO_4$	75	6,4	62	-19
Dusičnan sodný	$NaNO_3$	75	18,5	59	-18,5
Dusičnan amonný	$NH_4NO_3$	60	27,2	45	-17,3
Chlorid amonný	$NH_4Cl$	30	18,4	25	-15,8
Chlorid draselný	$KCl$	30	12,6	30	-11,1
Thiosíran sodný	$Na_2S_2O_3$	70	18,7	42,8	-11
Síran hořečnatý	$MgSO_4$	41,5	8	23,4	-3,9
Dusičnan draselný	$KNO_3$	16	9,8	13	-2,9
Uhličitan sodný	$Na_2CO_3$	14,8	9,1	6,3	-2,1
Síran draselný	$K_2SO_4$	12	3	6,5	-1,6
Octan sodný	$CH_3COONa$	51,1	15,4	-	-

Když smícháme  $m_A$  gramů soli se 100g vody o teplotě mezi 10 až 15°C, dosáhneme snížení teploty směsi o  $\Delta t^\circ\text{C}$ .

Když smícháme  $m_B$  gramů soli se 100g sněhu nebo ledu, dosáhneme teploty směsi  $t^\circ\text{C}$ . [18]

### 3.2.3 Chladicí směsi z vody a 2 solí

Chladicí směs se skládá ze 100g vody, ve které jsou smíchány dvě různé soli. Zde záleží, jaká kombinace 2 solí se použije. (Tab. 3)

Tab. 3 Tabulka chladících směsí s vodou a dvěma solemi [18]

Kombinace dvou solí	1 sůl	Množství [g]	2 sůl	Množství [g]	$\Delta t/^\circ\text{C}$
$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaNO}_3$	$\text{NH}_4\text{Cl}$	22g	$\text{NaNO}_3$	51g	9,8
$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{KNO}_3$	$\text{NH}_4\text{Cl}$	29g	$\text{KNO}_3$	18g	10,6
$\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{NaNO}_3$	$\text{NH}_4\text{NO}_3$	72g	$\text{NaNO}_3$	60g	17
$\text{NH}_4\text{SCN} + \text{KNO}_3$	$\text{NH}_4\text{SCN}$	82g	$\text{KNO}_3$	15g	20,4
$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{KNO}_3$	$\text{NH}_4\text{Cl}$	31,2g	$\text{KNO}_3$	31,2g	27
$\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3$	$\text{NH}_4\text{NO}_3$	100g	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	100g	35
$\text{NH}_4\text{SCN} + \text{NaNO}_3$	$\text{NH}_4\text{SCN}$	84g	$\text{NaNO}_3$	60g	36
$\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{KSCN}$	$\text{NH}_4\text{NO}_3$	13g	$\text{KSCN}$	146g	39,2
$\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{NH}_4\text{SCN}$	$\text{NH}_4\text{NO}_3$	54g	$\text{NH}_4\text{SCN}$	83g	39,6

Když smícháme určené množství směsi dvou různých solí, které jsou uvedené v tabulce ve 100g vody o teplotě 15°C, dosáhneme snížení teploty o  $\Delta t^\circ\text{C}$ . [18]

### 3.2.4 Chladicí směsi z ledu nebo sněhu a 2 solí

Chladicí směs se skládá ze 100g ledu nebo sněhu, ve kterém jsou rozpuštěny dvě různé soli. U této metody je nutné, aby sůl i led byly v jemných zrnkách, které se v tomto stavu musí i míchat. Každá kombinace solí, se také hodí na různá stádia snížení teploty.

(Tab. 4)

Tab. 4 Tabulka chladících směsí s ledem nebo sněhem a dvěma solemi [18]

Kombinace dvou solí	1 sůl	Množství [g]	2 sůl	Množství [g]	$\Delta t/^{\circ}\text{C}$
KCl + KNO <sub>3</sub>	KCl	24,5	KNO <sub>3</sub>	4,5	11,8
KNO <sub>3</sub> + NH <sub>4</sub> Cl	KNO <sub>3</sub>	13,5	NH <sub>4</sub> Cl	26	17,8
KCl + NH <sub>4</sub> Cl	KCl	12	NH <sub>4</sub> Cl	19,4	18
NaNO <sub>3</sub> + KNO <sub>3</sub>	NaNO <sub>3</sub>	62	KNO <sub>3</sub>	10,7	19,4
NaNO <sub>3</sub> + (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NaNO <sub>3</sub>	62	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	69	20
NH <sub>4</sub> Cl + NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub> Cl	18,8	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	44	22,1
NH <sub>4</sub> Cl + (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NH <sub>4</sub> Cl	12	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	50,5	22,5
KNO <sub>3</sub> + NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	KNO <sub>3</sub>	9	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	74	25
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> + NaNO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	52	NaNO <sub>3</sub>	55	25,8
NH <sub>4</sub> Cl + NaCl	NH <sub>4</sub> Cl	20	NaCl	40	30
NH <sub>4</sub> Cl + NaNO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub> Cl	13	NaNO <sub>3</sub>	37,5	30,7
KNO <sub>3</sub> + NH <sub>4</sub> Cl	KNO <sub>3</sub>	38	NH <sub>4</sub> Cl	13	31
KNO <sub>3</sub> + KSCN	KNO <sub>3</sub>	2	KSCN	112	34,1
NH <sub>4</sub> SCN + NaNO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub> SCN	39,5	NaNO <sub>3</sub>	55,4	37,4
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> + NaCl	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	41,6	NaCl	41,6	40

Když smícháme určené množství směsi dvou různých solí, které jsou uvedené v tabulce ve 100g ledu nebo sněhu, dosáhneme snížení teploty o  $\Delta t/^{\circ}\text{C}$ . [18]

## 4 CHLADICÍ ZAŘÍZENÍ

Chladicí zařízení je specializované technické zařízení, které je určeno pro chlazení, což znamená úmyslné snižování teploty v nějakém uzavřeném prostoru.

Mezi běžná chladicí zařízení můžeme zařadit např. ledničku nebo mrazničku, které slouží pro uchování potravin nebo i jiných věcí a fungují na kompresorovém, absorpčním, adsorpčním chlazení nebo na bázi Peltierova článku. Může se také jednat o klimatizace pro bytové a nebytové prostory. Pro chlazení komerčních, obytných, hotelových a nemocničních objektů, dále v oblasti průmyslového chlazení pro potřeby technologie (výroba chladu až do  $-60^{\circ}\text{C}$ ) nebo chlazení samotných průmyslových provozů a výrobních hal, kde se nejčastěji využívá absorpčních a kompresorových chladicích zařízení. Dále se může jednat o chladicí skříně pro servery apod.

### 4.1 Sálavé klimatizační systémy

Možnou alternativou úpravy stavu prostředí pro vytvoření optimálního tepelného komfortu osob v administrativních budovách, společenských prostorech aj., bez vysokých nároků na distribuci vzduchu, je klimatizace prostorů sálavými chladicími systémy. Jedná se o poměrně účinné systémy, které pracují s vyšší teplotou chladicí vody, známe rovněž pod názvem vysokoteplotní chlazení. Ve spojení s možností udržovat vyšší teplotu vzduchu vedou uvedené skutečnosti k nesporným úsporám energie. [1]

Citelná tepelná zátěž prostoru je odváděna velkoplošnými vodou chlazenými plochami, které mohou být umístěny přímo ve stropní, podlahové nebo stěnové konstrukci. Rozšířena je rovněž instalace chladicích stropů do podhledů místností. Objemový průtok vzduchu paralelně pracujícího vzduchotechnického zařízení pak může být redukován pouze na potřebnou, minimální dávku čerstvého vzduchu a jeho úkolem je zejména odvod tepla vázaného ve vodní páře. Pokud chladicí výkon stropu nepostačuje pro odvod tepelné zátěže, doporučuje se doplnit chlazení i do přiváděného větracího vzduchu. [2][30]

#### 4.1.1 Výhody a nevýhody systému

##### Výhody:

- Kvalita tepelného komfortu
- Hlukové parametry
- Odpadá nebezpečí průvanu
- Nízká spotřeba energie
- Přívod minimálního množství čerstvého vzduchu
- Menší nároky na rozvod vzduchu
- Lze je použít i pro vytápění. [30]

##### Nevýhody:

- Investiční náklady
- Nebezpečí orosování
- Nelze jimi odvádět teplo vázané ve vodní páře. [30]

#### 4.1.2 Chladicí stropy

Mezi nejrozšířenější sálavé chladicí systémy patří chladicí stropy. Jedná se o moderní systém, který se uplatňuje zejména v západní Evropě a to hlavně kvůli své vysoké pořizovací ceně. [3]

Podle konstrukce je možné rozdělit chladicí stropy na masivní a lehké. Masivní chladicí stropy jsou tvořeny potrubním systémem vloženým do betonové stropní konstrukce. Lehké chladicí stropy bývají zavěšené pod betonovou deskou zpravidla v podhledu, nebo samostatně. [4][30]

Lehké chladicí stropy lze dále rozdělit na otevřené a uzavřené. Otevřené chladicí stropy jsou charakteristické svými otvory či mezerami, které umožňují proudění vzduchu až ke stropu. U otevřených chladicích stropů převažuje konvektivní složka přenosu tepla mezi povrchem stropu a okolním vzduchem. [5]



Naopak uzavřené (sálavé) chladicí stropy pracují převážně se sálavou složkou tepelného toku. Z hlediska tepelného toku by měly být uzavřené chladicí stropy na horní straně vždy izolovány. V některých případech může funkci tepelné izolace nahradit vzduchová mezera vzniklá mezi stropní betonovou deskou a chladicím prvkem. [6][30]

## 4.2 Klimatizace

Klimatizací se upravuje čistota ovzduší a také tepelný a vlhkostní stav ovzduší v budovách, dopravních prostředcích, technologických prostorech, průmyslových i zemědělských objektech apod.

Prostory jsou zatěžovány produkcí látkových škodlivin (plynů, par, pevných a kapalných částic) a tepelné energie ze zdrojů vnitřních (osoby, elektronická zařízení, osvětlení, technologická zařízení, elektromotory, pece, ustájená zvířata, biologické procesy v zemědělství aj.) i zdrojů venkovních (venkovní znečištěné ovzduší, venkovní klima). [32]

### 4.2.1 Fyzikální princip klimatizace

Fyzikální princip v běžných klimatizacích je složený z více procesů za sebou. Základní etapy jsou stlačování par chladiva, kondenzace vysokotlakého plynu na kapalinu (ochlazením), transport kapaliny pod tlakem do vnitřní jednotky, expanzi do oblasti s nižším tlakem (přes kapiláru, expanzní ventil) spojené s odpařováním, tj. přeměnou kapaliny na plyn (ohřívání, přejímání tepla z prostoru). Pak jsou páry chladiva opět nasávány do kompresoru a stlačovány. [31]

**Podle účelu lze charakterizovat ve větrání a klimatizaci následující požadavky na úpravu stavu prostředí:**

- **hygienické** – z hlediska činnosti lidského organismu
- **technologické** – pro funkci výrobních, pracovních procesů, strojů apod.
- **biologické** – v zemědělství pro ustájení zemědělských zvířat, uskladnění zemědělských produktů, resp. požadavky mikrobiologické – ve zdravotnictví, farmacii apod.
- **bezpečnostní** – pro ochranu před výbuchem hořlavých látek. [32]

### 4.3 Chladicí systémy pro serverovny

Metod pro chlazení serverů v datových centrech je hned několik. Mezi ně můžeme zařadit chlazení na principu vodního chladicího okruhu, klimatizační jednotky a systém chladných a teplých uliček, který je jeden z nejpoužívanějších v ČR. Tento systém bývá často pro zvýšení účinnosti kombinován s klimatizačními jednotkami. O problematice chladicích systémů pro serverovny je dále pojednáno v kapitole 6.2.

### 4.4 Chladicí a mrazicí zařízení

Pod pojmem chladicí a mrazicí zařízení si můžeme představit např. ledničku nebo mrazničku. Tato zařízení využívá každý z nás téměř denně. Lednička se využívá v běžném prostředí převážně pro chlazení potravin a nápojů, ale může se také jednat o farmaceutické ledničky (uskladnění léčiv), lékařské ledničky (pro uskladnění tkání, krve a jiných tekutin), laboratorní ledničky nebo i ledničky pro skladování výbušných látek. Podobné určení mají i mrazicí zařízení, které ovšem chladí, neboli mrazí za použití mnohem nižších teplot, než které jsou u chladicích zařízení.

#### 4.4.1 Rozdělení chladicích a mrazicích zařízení dle použité metody chlazení

Chladicí nebo mrazicí zařízení pracují na několika chladicích metodách. Mezi tyto metody patří:

- lednička/ mraznička na bázi Peltierova článku
- absorpční lednička/ mraznička
- adsorpční lednička/ mraznička
- kompresorová lednička/ mraznička

## II. PRAKTICKÁ ČÁST

## 5 ENERGETICKÉ SROVNÁNÍ ÚČINNOSTI

Abychom dokázali zhodnotit, jak hospodárně dané zařízení pracuje, určíme tzv. účinnost. Při činnosti jsou překonávány odporové síly, které vznikají v důsledku smykového tření, valivého odporu a odporu prostředí a které brzdí činnost zařízení. Proto celková energie dodaná zařízení musí být větší než práce užitečná, a to o práci potřebnou k překonávání všech odporových sil. Účinnost zařízení nás informuje o poměru dodaného výkonu, tzv. příkonu  $P$  a užitečně odevzdaného výkonu  $P'$ , zkráceně výkonu, pak účinnost stroje  $\eta$  [éta] definujeme vztahem: [7][33]

$$\eta = \frac{P'}{P} \quad [\%] \quad (7)$$

Účinnost je vždy menší než jedna. Jestliže hodnotu účinnosti vynásobíme 100, dostaneme hodnotu v %. Rozdíl mezi příkonem a výkonem tvoří ztráty. [33]

### 5.1 Termoelektrické chlazení

I když jsou termoelektrické chladiče používané téměř už více než půl století, jejich účinnost je doposud menší než například u kompresorového chlazení. Proto je tento způsob chlazení využíván zejména tam, kde neexistuje jiná srovnatelná alternativa.

Vztah pro výpočet okamžitého elektrického příkonu u elektrických spotřebičů  $P$  se skládá z napětí  $U$  a proudu  $I$ :

$$P = U \times I \quad [W] \quad (8)$$

Pro tuto část práce byly Peltierovy články rozděleny do kategorií podle ceny (do 200 Kč, od 200 do 500 Kč, nad 500 Kč) a do každé kategorie bylo vybráno 5 článků. Vypsán byl jejich výkon, proud a napětí. Z proudu a napětí jsem byl spočten příkon a ze spočteného příkonu a výkonu byla spočtena účinnost jednotlivých článků. Dále byla

vypočtena průměrná účinnost u každé kategorie. Vzhledem k poměru průměrné hodnoty účinnosti a ceny vychází nejlépe kategorie od 200 do 500 Kč s účinností 61,2%. Kategorie nad 500 Kč má účinnost vyšší pouze o 0,03%, což vzhledem k vyšší ceně článků není ekonomicky výhodné.

### Vybrané Peltierovy články do 200 Kč

V Peltierových člancích do 200 Kč (Tab. 5) se ukázal jako nejúčinnější TEC1-07103, který je také nejlepší volbou v poměru cena a účinnost. Jako nejméně účinný se ukázal článek TEC1-01708, jehož účinnost se pohybuje kolem cca 42%. Průměrná účinnost v této kategorii dosahovala cca 56%.

Tab. 5 Seznam Peltierových článků do 200 Kč

Označení	Cena [Kč]	Výkon [W]	Příkon [W]	U <sub>max</sub> [V]	I <sub>max</sub> [A]	Účinnost [%]
TEC1-01708	125	9,2	22,1	2,6	8,5	41,63
TEC1-04908	159	27,4	50,15	5,9	8,5	54,64
TEC1-07108HT	200	40	72,25	8,5	8,5	55,36
TEC1-12703	189	29,3	47,85	14,5	3,3	61,23
TEC1-07103	149	16,4	24,3	8,1	3	67,49
Průměr	164,4	24,46	43,33	7,92	6,36	56,07

### Vybrané Peltierovy články od 200 do 500 Kč

V cenové kategorii od 200 do 500 Kč (Tab. 6) se ukázal jako nejúčinnější TEC1-12707HTS s cca 66 % účinností. Jako nejméně účinný se ukázal článek TEC1-12708HTS, jehož účinnost se pohybuje kolem cca 56%. Průměrná účinnost v této kategorii dosahovala cca 61%.

Tab. 6 Seznam Peltierových článků od 200 do 500 Kč

Označení	Cena [Kč]	Výkon [W]	Příkon [W]	U <sub>max</sub> [V]	I <sub>max</sub> [A]	Účinnost [%]
TEC1-12708HTS	251	68,8	123,2	15,4	8	55,84
TEC1-12703HT	317	29,3	50,82	15,4	3,3	57,65
AI-127-1.2x1.2-2.5	487	23,8	39	15	2,6	61,03
TEC1-12705S	232	46,2	70,84	15,4	4,6	65,22
TEC1-12707HTS	262	75,5	113,96	15,4	7,4	66,25
Průměr	309,8	48,72	79,56	15,32	5,18	61,2

### Vybrané Peltierovy články nad 500 Kč

V kategorii nad 500 Kč (Tab. 7) se ukázal jako nejúčinnější TEC1-12730HT s cca 76 % účinností. Jako nejméně účinný se ukázal článek AI-077, jehož účinnost se pohybuje kolem cca 50 %. Průměrná účinnost v této kategorii dosahovala také cca 61%.

Tab. 7 Seznam Peltierových článků nad 500 Kč

Označení	Cena [Kč]	Výkon [W]	Příkon [W]	U <sub>max</sub> [V]	I <sub>max</sub> [A]	Účinnost [%]
AI-077	1800	90	180	60	3	50
TEC1-12730	989	267	486	16,2	30	54,94
TEC1-12715HTS	795	150	240,24	15,4	15,6	62,44
AI-198-2.0x2.0-1.0	1132	260	414	23	18	62,8
TEC1-12730HT	1174	360	472,78	15,4	30,7	76,15
<hr/>						
Průměr	1178	225,4	358,6	26	19,46	61,23

## 5.2 Absorpční chlazení

Kogenerační<sup>3</sup> chladicí jednotky se dají rozdělit na dva typy, a to adsorpční a absorpční, dle použitého sorpčního materiálu. Rozšířenějším a komerčně více používaným systémem jsou absorpční zařízení, která se používají především pro chlazení v klimatizačních systémech budov. Výhody jsou především v nižších pořizovacích nákladech a vyšší provozní účinnosti. Pokud porovnáme tyto typy, jednoduše lze říci, že čím více využijeme tepelnou energii v absorpčním stroji, tím je vyšší účinnost takového zařízení. Účinnost absorpčního chlazení může dosahovat až 89%, což je špička v oboru. [34] Celkově je absorpční chlazení výkonnější než chlazení termoelektrické a jen o něco méně výkonné než systém kompresorového chlazení.

---

<sup>3</sup>Kogenerace – je způsob přeměny energie současně na dva produkty: elektrickou energii a zpravidla teplo s vysokou účinností

### 5.2.1 Absorpční chladicí zařízení (lednice)

Výkon u absorpčního chlazení je pokaždé jiný. Záleží na tom, na co chceme absorpční chlazení využít. V běžném využití u absorpčních ledniček (Tab. 8) se výkon pohybuje od 75 W a výše. Průměrná hodnota účinnosti u absorpčních ledniček z tabulky 8 dosahuje 68,26%.

Tab. 8 Seznam absorpčních ledniček [43][44]

Označení	Cena [Kč]	Výkon [W]	Příkon [W]	U <sub>max</sub> [V]	Účinnost [%]
Dometic RM 123	8 950	75	135	230	55,55
Dometic Combi Cool RF60	6 980	110	160	230	68,75
Dometic A 803K	11 500	120	170	230	70,58
Dometic RMS 8400	21 170	125	175	230	71,42
Dometic RGE 2000	19 400	135	180	230	75

### 5.2.2 Absorpční chlazení pro průmysl apod.

Jiného využití má v průmyslu nebo jiném odvětví, kde je potřeba velkého výkonu k chlazení. U těchto zařízení se výkon pohybuje od 35 kW až do 17 500 kW a v nízkých výkonech dnes umí plně nahradit kompresorový systém chlazení. Ve velkých chladicích výkonech nemá v současnosti kompresorové chlazení oproti absorpčnímu chlazení z ekonomického hlediska význam.

Nejjednodušší absorpční systém je jednostupňový systém s jedním absorbérem a jedním generátorem. Výhody zahrnují nižší investiční náklady. Použití vícestupňových absorbérů nebo generátorů zvyšuje výkon samotného systému, ale také investiční náklady. (použitelné pouze pro velmi velké výkony).

**Teplou vodou poháněné absorpční chladiče jsou k dispozici od:**

- 35kW do 6000kW – jednostupňový s teplotou vody od 75°C až 140°C
- 200kW do 12000kW – dvoustupňový s teplotou vody nad 140°C

**Párou poháněné absorpční chladiče jsou k dispozici od:**

- 350kW do 6000kW – jednostupňové, s tlakem na přívod páry od 0,5 bar (g) až 3,5 bar (g)
- 200kW do 12000kW – dvoustupňové, s tlakem na přívod páry od 4,0 bar (g) až max. 10 bar (g)

**Plynem poháněné absorpční chladiče jsou k dispozici od:**

- Ve výkonech od 160kW do 4000kW chladicí výkon

**Spalinami nebo odpadním teplem poháněné absorpční chladiče jsou k dispozici od:**

- Ve výkonech od 100kW do 12000kW chladicí výkon [22]

V podkapitole absorpční chlazení pro průmysl nejsou uvedeny žádné hodnoty účinnosti zařízení, neboť většina nalezených výrobců nebo prodejců neuvádí procentuální účinnost samotného zařízení či jiné důležité hodnoty nezbytné pro výpočet.

### 5.3 Kompresorové chlazení

Kompresorové chlazení je nejvýkonnější a nejrozšířenější systém chlazení v současné době. Je nejpoužívanějším typem chlazení, který se používá téměř všude, kde je potřeba chlazení, příkladem může být použití pro chlazení ledových ploch na zimních stadionech se čpavkem použitým jako pracovní látkou.

#### 5.3.1 Porovnání kompresorového a absorpčního chladicího systému

U zimního stadionu z hlediska spotřeby energie je spotřeba u absorpčního chlazení cca 6,2x větší, tzn., že při ceně elektrické energie cca 2,30 Kč/kWh je v přepočtu cena 1 GJ cca 640 Kč.

Při 6,2x vyšší spotřebě energie by byla srovnatelná cena tepla 103 Kč/GJ. Do provozních nákladů je nutno ještě zahrnout náklad na zvýšenou spotřebu vody a vyšší odpisy z vyššího investičního nákladu. To znamená, že by cena tepla musela být hluboko pod 100 Kč/GJ, aby byly roční provozní náklady srovnatelné s kompresorovým chlazením.



Z hlediska spotřeby vody je spotřeba u absorpčního chlazení cca 2x větší. Z hlediska investičních nákladů je cena přestavby s absorpčním zařízením o cca 60 až 70% vyšší.

Z hlediska prostorových nároků je vlastní absorpční chladicí jednotka cca o 30% náročnější, hmotnost cca 80 až 100%, a navíc je nutné počítat s několikanásobně větším prostorem pro instalaci nutných chladicích věží.

Stejně jako u absorpčního chlazení, tak ani u kompresorového chlazení není v této práci uvedena účinnost zařízení z důvodu nedostupnosti potřebných údajů.

## 6 APLIKACE CHLADICÍCH SYSTÉMŮ V PKB

V průmyslu komerční bezpečnosti lze využít hned několik chladicích systémů pracujících na různých principech a sloužících k chlazení různých zařízení. Termoelektrické chlazení využívá především Peltierův článek a používá se k chlazení CCD<sup>4</sup> senzorů, infračervených detektorů, zařízení pro noční vidění, ledniček, infrakamer, laboratorních kamer, astronomických kamer apod.

Absorpční chlazení a kompresorové chlazení se využívá především pro chlazení v průmyslu (např. chlazení vody v průmyslu), obchodních, obytných, hotelových a nemocničních objektech nebo administrativních budovách, v domácnostech má využití především u ledniček. Kompresorové chlazení je navíc využíváno u klimatizací v automobilech.

### 6.1 Využití v kamerových systémech

V průmyslu komerční bezpečnosti lze využít např. Peltierových článků u bezpečnostních kamer, kde díky zabudovaným elektronickým součástkám dochází k nadměrnému zahřívání kamery, a s tím spojenému zkrácování životnosti těchto kamer. Tepelné zahřívání má vliv i na obrazové vlastnosti, kdy při dlouhých expozicích u kamer s CCD čipem jsou snímky poškozovány šumem.

#### 6.1.1 Speciální kamery

Mezi speciální kamery můžeme zařadit kamery, které slouží pro vědecké účely. Mezi takové kamery patří různé laboratorní kamery, lékařské kamery, astronomické kamery, kamery pro spektrografii, spektroskopii nebo mikroskopii.

### XtendLan BOXUSB14ICEB

Jedná se o černobílý snímač (Obr. 9) pro laboratorní aplikace s vysokým rozlišením. Kamera je ideální pro výzkumná nebo měřicí pracoviště. Komunikace probíhá přes USB<sup>5</sup> rozhraní připojitelné k počítači. V kameře je použit čip Sony poskytující obraz s nízkou úrovní teplotního šumu v obraze, který je chlazený Peltierovým článkem na teplotu až 30°C nižší než je teplota okolního prostředí. Kameru lze využít pro záznam obrazu a snímků z mikroskopů, laboratorních záznamových zařízení nebo snímání objektů s nízkou světelnou úrovní.



Obr. 9 XtendLan BOXUSB14ICEB [39]

<b>Senzor:</b>	Sony ICX205AL (1,4 Mpix)
<b>Maximální rozlišení:</b>	1360 x 1024 pix
<b>Frame Rate:</b>	7,5 snímků/s
<b>Velikost obrazového bodu:</b>	4,6 $\mu\text{m}$
<b>Rozlišení D/A převodníku:</b>	12 bitů
<b>Chlazení:</b>	Peltierovým článkem
<b>Tepelný šum:</b>	0,15 e-
<b>Expoziční čas:</b>	3ms~26min
<b>Pracovní teplota:</b>	0 až +60 °C
<b>Napájení:</b>	230V AC
<b>Hmotnost:</b>	800 g
<b>Cena s DPH:</b>	24.338,40 Kč

---

<sup>4</sup> CCD (Charge-coupled device) – elektronická součástka používaná pro snímání obrazové informace

<sup>5</sup> USB (Universal Serial Bus) – univerzální sériová sběrnice, způsob připojení periférií k počítači

### XtendLan BOXUSB61ICECD

Kamera BOXUSB61ICECD (Obr. 10) je určena vyloženě pro snímání statických obrazů a je vybavená čipem velkého formátu (čip je více než 6x větší než u kamery formátu 1/3"). Obrazový čip je chlazen Peltierovým článkem na teplotu o 30°C nižší než je teplota okolního prostředí. Tím se docílí minimálního šumu, zvláště při delších expozičních časech.

Kamera má formát 3:2 jako 35mm film. Čip byl speciálně navržen tak, aby jej bylo možno použít se standardními objektivy určenými jinak pro 35mm formát. Kamera podporuje mechanickou závěrku.



Obr. 10 XtendLan BOXUSB61ICECD [39]

<b>Senzor:</b>	Sony Super HAD CCD ICX413AQ (6,1 Mpix)
<b>Maximální rozlišení:</b>	3020 x 2016 pix
<b>Frame Rate:</b>	2,9 snímků/s
<b>Velikost obrazového bodu:</b>	7,8 $\mu\text{m}$
<b>Chlazení:</b>	Peltierův článek, integrovaný větráček
<b>Filtry obrazu:</b>	Bayerova maska R, G, B
<b>Expoziční čas:</b>	Automatický nebo manuální (1ms~60min)
<b>Pracovní teplota:</b>	0 až +60 °C
<b>Napájení:</b>	3,3V / 4,5A DC
<b>Hmotnost:</b>	480 g
<b>Cena:</b>	53.689,20 Kč

### Andor Neo sCMOS

Neo sCMOS (Obr. 11) je jedinečná svou schopností zaručit současně mnoho klíčových zobrazovacích parametrů a překonává tak nedostatky, které jsou standardně spojené se současnými vědecko-technologickými zobrazovacími standardy. sCMOS<sup>6</sup> odstraňuje výkonové nedostatky tradičně spojované s běžnými CMOS senzory. Kamera je chlazená Peltierovým článkem. [40]



Obr. 11 Andor Neo sCMOS [40]

<b>Maximální rozlišení:</b>	2560 x 2160 pix (5,5 Mpix)
<b>Velikost obrazového bodu:</b>	6,5 $\mu\text{m}$
<b>Frame Rate:</b>	100 snímků/s
<b>Chlazení:</b>	Peltierův článek
<b>Cena:</b>	309.690,00 Kč

---

<sup>6</sup>sCMOS (Scientific Complementary Metal–Oxide–Semiconductor) – doplňkový polovodič na bázi kovu a oxidu

### Andor iKon-M CCD

iKon-M (Obr. 12) je CCD kamera od společnosti Andor. Hlavní předností této kamery je termoelektricky chlazený detektor s max. chlazením na  $-100^{\circ}\text{C}$ , díky čemuž jsou temné proudy sníženy na zanedbatelnou úroveň. Výsledkem je kamera s velmi vysokou kvantovou účinností QE<sup>7</sup>. Kamera iKon-M je nabízena ve 3 modelových řadách (912 Series, 934 Series a PV Inspector). [40]



Obr. 12 Andor iKon-M CCD [40]

#### Parametry pro model 934 Series:

<b>Maximální rozlišení:</b>	1024 x 1024 pix (1 Mpix)
<b>Velikost obrazového bodu:</b>	13 $\mu\text{m}$
<b>Frame Rate:</b>	4,4 snímků/s
<b>Vyčítací šum (e-):</b>	2,9 e-
<b>Chlazení:</b>	Peltierův článek
<b>Rozhraní:</b>	USB 2.0
<b>Cena:</b>	366.688,00 Kč

#### **Další vlastnosti:**

- Termoelektrické chlazení až  $-100^{\circ}\text{C}$
- Široký spektrální rozsah v NIR<sup>8</sup> oblasti
- Kompaktní

---

<sup>7</sup> QE (Quantum Efficiency) – množství definovaného fotosenzitivního záření

<sup>8</sup> NIR (Near Infrared) – blízké infračervené záření o vlnové délce 0,76 – 1,4  $\mu\text{m}$

### Artemis Atik 11000

Jedná se o astronomickou kameru (Obr. 13) s vysokým rozlišením, která je založena na CCD snímači. Kamera je chlazena termoelektricky do  $-38^{\circ}\text{C}$  pod teplotu okolí a má i podporu vodního chlazení do  $-45^{\circ}\text{C}$  pod teplotu okolí. [40]



Obr. 13 Artemis Atik 11000 [40]

<b>Senzor:</b>	Kodak KAI-11002 (10,7 Mpix)
<b>Maximální rozlišení:</b>	4008 x 2672 pix
<b>Velikost obrazového bodu:</b>	9 $\mu\text{m}$
<b>Frame Rate:</b>	30 snímků/s
<b>Vyčítací šum (e-):</b>	13 e-
<b>Chlazení:</b>	Termoelektrické ( $-38^{\circ}\text{C}$ ) Vodní ( $-45^{\circ}\text{C}$ )
<b>Rozhraní:</b>	USB 2.0
<b>Hmotnost:</b>	990 g
<b>Napájení:</b>	12V DC / 2A
<b>Cena:</b>	113.850,00 Kč

### Artemis Atik Titan

Kamera Atik Titan (Obr. 14) s malým formátem určená pro astronomické účely. Kamera je aktivně chlazena termoelektrickým chlazením do  $-20^{\circ}\text{C}$  bez možnosti jakékoliv regulace. Kamera je založena na CCD snímači od firmy SONY o rozlišení 659 x 494 obrazových bodů. [40]



Obr. 14 Artemis Atik Titan [40]

<b>Senzor:</b>	Sony ICX424 (0,3 Mpix)
<b>Maximální rozlišení:</b>	659 x 494 pix
<b>Velikost obrazového bodu:</b>	7,4 $\mu\text{m}$
<b>Frame Rate:</b>	15 snímků/s
<b>Vyčítací šum (e-):</b>	5 e-
<b>Chlazení:</b>	Termoelektrické ( $-20^{\circ}\text{C}$ )
<b>Rozhraní:</b>	USB
<b>Hmotnost:</b>	350 g
<b>Napájení:</b>	12V DC / 0,55A
<b>Cena:</b>	15.570,00 Kč

#### 6.1.2 Přehled vybraných speciálních kamer

Na trhu je spousta výrobců a prodejců speciálních kamer, které se liší svoji výbavou a vlastnostmi. Může se jednat o maximální rozlišení, maximální snímkování, použitý typ chlazení, maximální chlazení, cenu apod. Vybral jsem tři světové výrobce, kteří se zabývají výrobou speciálních kamer a vložil do přehledné tabulky (Tab. 8). Do výběru jsem zahrnul firmy Andor technology zabývající se výrobou převážně laboratorních kamer, firmu XtendLan zabývající se také laboratorními kamerami a firmu Artemis, která vyrábí převážně astronomické kamery.



Tab. 9 Přehled vybraných speciálních kamer

Název	Modelová řada	Max. rozlišení (pix)	Max. snímkování	Typ chlazení	Max. chlazení	Cena (s DPH)
NeosCMOS		2560 x 2160	100fps	Termoel.	40 °C	309.690,00 Kč
iXon3 EMCCD	860	128 x 128	513fps	Termoel.	100 °C	189.560,00 Kč
	885	1000 x 1000	31fps	Termoel.	100 °C	496.250,00 Kč
	888	1024 x 1024	9fps	Termoel.	100 °C	277.983,00 Kč
	897	512 x 512	35fps	Termoel.	100 °C	172.500,00 Kč
	Ultra 897	512 x 512	56fps	Termoel.	100 °C	339.990,00 Kč
Luca EMCCD	Luca R	1004 x 1002	12,4fps	Termoel.	100 °C	295.000,00 Kč
	Luca S	658 x 496	37,2fps	Termoel.	100 °C	286.900,00 Kč
iKon-M CCD	912 Series	512 x 512	8fps	Termoel.	100 °C	316.890,00 Kč
	934 Series	1024 x 1024	4,4fps	Termoel.	100 °C	366.688,00 Kč
	PV Inspector	1024 x 1024	4,4fps	Termoel.	100 °C	376.848,00 Kč
Clara		1392 x 1040	123fps	Termoel.	55 °C	316.878,00 Kč
iKon-L CCD		2048 x 2048	0,95fps	Termoel.	100 °C	287.938,00 Kč
iStar ICCD	712	512 x 512	8fps	Termoel.	55 °C	255.000,00 Kč
	320T	690 x 255	12fps	Termoel.	100 °C	199.300,00 Kč
	334T	1024 x 1024	8,9fps	Termoel.	100 °C	333.560,00 Kč
	340T	1330 x 512	11fps	Termoel.	100 °C	312.908,00 Kč
BOXUSB14ICEB		1360 x 1024	7,5fps	Termoel.	30 °C	24.338,40 Kč
BOXUSB33ICEC		2080 x 1536	5fps	Termoel.	30 °C	26.251,20 Kč
BOXUSB81ICECD		3280 x 2460	2fps	Termoel.	30 °C	37.617,60 Kč
BOXUSB61ICECD		3020 x 2016	2,9fps	Termoel.	30 °C	53.689,20 Kč
BOXUSB14ICEH		1360 x 1024	7,5fps	Termoel.	30 °C	65.821,20 Kč
Atik 11000		4008 x 2672	30fps	Termoel.	38 °C	113.850,00 Kč
				Vodní	45 °C	
Atik 4000		2048 x 2048	25fps	Termoel.	40 °C	88.175,00 Kč
				Vodní	45 °C	
Atik 4000LE		2048 x 2048	15fps	Termoel.	33 °C	87.455,00 Kč
Atik 383L+		3362 x 2504	18fps	Termoel.	40 °C	52.470,00 Kč
Atik 460EX		2750 x 2200	16fps	Termoel.	25 °C	71.800,00Kč
Atik 450		2448 x 2050	18fps	Termoel.	30 °C	46.770,00Kč
Atik 428EX		1932 x 1452	19fps	Termoel.	30 °C	47.550,00Kč
Atik 420		1620 x 1220	15fps	Termoel.	30 °C	27.570,00Kč
Atik 314L+		1392 x 1040	18fps	Termoel.	27 °C	35.070,00Kč
Atik 320E		1620 x 1220	14fps	Termoel.	25 °C	26.850,00Kč
Atik 314E		1392 x 1040	16fps	Termoel.	25 °C	38.890,00Kč
Atik Titan		659 x 494	15fps	Termoel.	20 °C	15.570,00Kč

### 6.1.3 Infrakamery a termokamery

Infrakamery a termokamery slouží k detekci vniknutí nežádoucích osob do střeženého objektu, monitoruje neoprávněný pohyb nežádoucích osob po objektu, sleduje sabotážní činnosti, může také detekovat únik různých emisí nebo se používá na hranicích pro detekci osob, které se přes hranici chtějí dostat. Signály o tomto narušení se předávají na určené místo. Pro potřeby snímání infračerveného záření se využívá dvou typů infrakamer, které pro jeho konverzi na elektrický signál vhodný pro elektronické zpracování, využívají dva rozdílné přístupy.: [23]

**Tepelné detektory (Thermal Detectors)** – využívají změny některé vlastnosti materiálu na základě absorpce energie infračerveného záření.

**Kvantové detektory (Quantum Detectors)** – využívají přímé přeměny dopadajícího záření na náboj. [23]

Tepelné detektory jsou nejběžnějším a nejpoužívanějším typem detektoru, jenž využívá pyroelektrického efektu. Jeho výhodou je, že jsou velmi jednoduché a levné na výrobu a také je není nutné jakkoliv chladit.

Více sofistikovaná teplotní zobrazovací zařízení pak využívají kvantové detektory. Nejčastěji využívaný polovodičový materiál pro kvantové detektory je CMT (Cadmium Mercury Telluride). Jeho výhodou je možnost nastavení maximální citlivosti (3 – 5 $\mu$ m nebo 8 - 14 $\mu$ m) pouze složením sloučenin. Nevýhodou je nekompatibilita s křemíkem a tedy složitější implementace na křemíkový čip. Kvantové detektory je už nutné chladit. [19]

### Bezpečnostní termokamera Flir HRC-S-40x490

Jedná se o dvojitou termovizní kameru (Obr. 15) s PTZ<sup>9</sup> pro střežení objektu, která se dá použít do všech povětrnostních podmínek. Kamera se používá pro sledování na větší vzdálenosti díky funkci zoom (ohnisko 40 - 490mm). Vhodné pro sledování vzdálených objektů, např. se často využívají pro hlídání hranic mezi státy a jiné dozory. Kamera využívá aktivního chlazení snímacího čipu pomocí Peltierova článku. Tato termokamera s chlazeným detektorem nám dává tu výhodu, že můžeme vidět a rozpoznat potenciální hrozby na mnohem větší vzdálenosti než u nechlazených kamer. [38]



Obr. 15 HRC-S-40x490 [38]

<b>Senzor:</b>	InSb chlazený snímací čip
<b>Maximální rozlišení:</b>	640x480 pix (0,3 Mpix)
<b>Frame Rate:</b>	25 snímků/s
<b>Chlazení:</b>	Peltierův článek
<b>Napájení:</b>	230V AC
<b>Krytí:</b>	IP66
<b>PTZ natáčení:</b>	360°
<b>Náklon:</b>	+35°/-35°
<b>Cena:</b>	1.850.000,00 Kč

#### 1. kamera:

- Infračervený objektiv s ohniskem 40 – 490mm
- Zoom 12.2x, úhel záběru 14.06° - 1.13° horizontálně
- Snímání osob: detekce 15500 m, rekognoskace 5600 m, identifikace 2900 m
- Snímání vozidel: detekce 19200 m, rekognoskace 10200 m, identifikace 6000 m

---

<sup>9</sup> PTZ (Pan Tilt Zoom) – kamery s ovládáním natočení, náklonu a zoomu

**2. kamera:**

- SR-TV objektiv s ohniskem 3.5 – 91 mm
- Zoom 26x, úhel záběru 42° - 1.6° horizontálně
- Laserový měřič vzdálenosti v rozsahu 80 – 20500 m, přesnost 0.04 – 10 m
- Integrovaný 16-kanálový GPS systém a DMC (digitální magnetický kompas)

**Bezpečnostní termokamera Flir HRC-U-59x735**

Kamera HRC-U-59x735 (Obr. 16) je v mnoha pohledech podobná, ale asi největší rozdíl je v ohnisku. HRC-S-40x490 má ohnisko 40 – 490 mm, kdežto HRC-U-59x735 má ohnisko 59 – 735 mm. Díky tomuto ohnisku může HRC-U-59x735 detekovat, rekognoskovat a identifikovat osoby i vozidla na větší vzdálenost. [38]



*Obr. 16 HRC-U-59x735 [38]*

<b>Senzor:</b>	InSb chlazený snímací čip
<b>Maximální rozlišení:</b>	640x480 pix (0,3 Mpix)
<b>Frame Rate:</b>	25 snímků/s
<b>Chlazení:</b>	Peltierův článek
<b>Napájení:</b>	230V AC
<b>Krytí:</b>	IP66
<b>PTZ natáčení:</b>	360°
<b>Náklon:</b>	+35°/-35°
<b>Cena:</b>	1.950.000,00 Kč

**1. kamera:**

- Infračervený objektiv s ohniskem 59 – 735 mm
- Zoom 12.5x, úhel záběru 9.38° - 0.75° horizontálně
- Snímání osob: detekce 16300 m, rekognoskace 7200 m, identifikace 4000 m
- Snímání vozidel: detekce 20800 m, rekognoskace 12800 m, identifikace 8900 m

**2. kamera:**

- UR-TV objektiv s ohniskem 12.5 – 750 mm
- Zoom 60x, úhel záběru 28.7° - 0.4° horizontálně
- Laserový měřič vzdálenosti v rozsahu 80 – 20500 m, přesnost 0.04–10 m
- Integrovaný 16-kanálový GPS<sup>10</sup> systém a DMC<sup>11</sup> (digitální magnetický kompas)

**6.1.4 Výrobci kamer**

Všechny informace o firmách, jak o výrobcích, tak prodejcích jsou z jejich webových stránek nebo materiálů. Všechny údaje o nich se nachází v odkazech pod každou z firem.

**○ ANDOR Technology**

Firma Andor byla založena v roce 1989 a pochází z Belfastu, hlavního města Severního Irsku. Andor se zabývá výrobou vysoce výkonných digitálních fotoaparátů a kamer, které slouží převážně ke spektrografii, spektroskopii a mikroskopii, ale jejich využití má mnohem větší potenciál.

[www.andor.com](http://www.andor.com)

**○ HAMAMATSU Photonics, KK**

Hamamatsu Photonics, KK se sídlem v Hamamatsu City v Japonsku je globální firma, jejíž výrobní prostory, obchodní místa a přidružené společnosti nalezneme v Asii, Evropě a Severní Americe. Firma se zabývá výrobou fotodiod, infračervených detektorů, obrazových snímačů, vědeckými kamerami, optických desek apod.

[www.hamamatsucameras.com](http://www.hamamatsucameras.com)

---

<sup>10</sup> GPS (Global Positioning System) – globální družicový polohový systém, s jehož pomocí je možno určit polohu a přesný čas kdekoli na Zemi nebo nad Zemí s přesností do deseti metrů.

<sup>11</sup> DMC (Digital Magnetic Compass) – digitální magnetický kompas.

- **PCO AG**

Firma byla založena roku 1987 a od roku 2001 sídlí ve městě Kelheim v Bavorsku. Společnost se zaměřuje na výrobu speciálních rychlých a citlivých videokamer. Firma nabízí digitální kamerové systémy s vysokým dynamickým rozsahem, vysokým rozlišením, vysokou rychlostí a nízkou úrovní šumu. Dále je PCO jedním z předních výrobců vědeckých kamer a fotoaparátů.

[www.poc.de](http://www.poc.de)

- **XTENDLAN**

XtendLan se zaměřuje svými výrobky na zkušené techniky a manažery IT<sup>12</sup>. Portfolio produktů XtendLan stále roste. V současnosti zahrnuje aktivní síťové prvky, pasivní síťové prvky a kamerové systémy.

[www.xtendlan.com](http://www.xtendlan.com)

- **ARTEMIS CCD Ltd**

Firma byla založena v roce 1993 ve městě Norwich v Anglii, kde také jsou výrobky navrhovány a vyvíjeny. Převážná část výroby se pak odehrává v portugalském Lisabonu. Společnost se zabývá výrobou kamer a fotoaparátů sloužících převážně k astronomii.

[www.atik-cameras.com](http://www.atik-cameras.com)

- **PHOTOMETRICS**

Firma Photometrics byla založena v roce 1978 ve městě Tuscon, Arizona ve Spojených státech amerických. Firma se zabývá výrobou a distribucí vysoce výkonných EMCCD<sup>13</sup>, CCD kamer a multikanálových zobrazovacích zařízení pro biologický výzkum.

[www.photometrics.com](http://www.photometrics.com)

---

<sup>12</sup> IT (Information Technology) – Informační technologie je technické odvětví, které se zabývá způsobem, jakým fungují počítače

<sup>13</sup> EMCCD (Electron Multiplication Charge-Coupled Device) – elektronická součástka používaná pro snímání obrazové informace, registr je umístěn mezi posuvný registr a výstupní zesilovač

- **OPTICSTAR Ltd**

Společnost založena v roce 2003. Firma sídlí ve městečku Sale v Anglii. Firma zabývající se výrobou produktů převážně CCD kamer pro mikroskopii, astronomii, fotometrii apod.

[www.opticstar-ccd.com](http://www.opticstar-ccd.com)

- **PRINCETON Instruments**

Společnost Princeton Instruments působí na trhu od roku 1980. Společnost má sídlo v Trentonu v New Jersey a v Actonu v Massachusetts. Princeton vyvíjí a vyrábí vysoce výkonné CCD, ICCD<sup>14</sup> a EMCCD kamery, spektrografy a optiky pro vědecký výzkum.

[www.Princetoninstruments.com](http://www.Princetoninstruments.com)

- **FLIR Systems Inc**

Flir je předním výrobcem inovativních zobrazovacích systémů, které zahrnují infračervené kamery, termovizní kamery, vysílací antény, bezpečnostní kamery apod.

[www.flir.com](http://www.flir.com)

### 6.1.5 Prodejci a distributoři kamer v ČR

V České republice existuje několik firem zabývajících se výrobou nebo dovozem a distribucí chlazených kamer pro různá technická nebo vědecká zaměření. Jako např. technologické kamery, vědecké kamery, astronomické kamery apod. Uvedu tady několik firem a jejich produkty, které působí v České republice.

- **ASM spol. s.r.o.**

Firma založena v roce 1991 a od té doby působí v oblasti dovozu a distribuce technologií pro platformy datových a komunikačních sítí. Zabývá se také prodejem kamerových

---

<sup>14</sup> ICCD (Intensified Charge-Coupled Device) – zesilovač obrazu, který je namontován v přední části CCD snímáče

systemů, počítačů, diskových systémů a průmyslových prvků. Centrála firmy a logistické centrum se nachází v Praze a od roku 2000 působí také na Slovensku.

[www.asm.cz](http://www.asm.cz)

- **LAO – průmyslové systémy, s.r.o.**

Firma LAO se zabývá prodejem laserových systémů, optiky a optomechaniky, optoelektronických a měřících zařízení, kompletních technologických laserových systémů, pro vědecké i průmyslové aplikace. Včetně servisu a dodávek náhradních dílů a spotřebního materiálu.

[www.lao.cz](http://www.lao.cz)

- **Proxis, spol. s.r.o.**

Společnost Proxis, spol. s r.o. byla založena v únoru roku 1998 v ČR. Na Slovensku působí také dceřiná společnost Proxis Slovakia, s.r.o., která byla založena v srpnu roku 2001. Od svého počátku se firma zaměřuje na řešení problémů z oblastí nedestruktivního zkoušení a technické diagnostiky. Postupně se rozsah zaměření rozšířil i na další obory a v současnosti jsou předmětem aktivit společnosti především následující oblasti - endoskopické vizuální kontroly, vizuální kontroly potrubí vrtů a šachet, dálkové vizuální kontroly, analýzy vysokorychlostních dějů, mikroskopie, termografie, detekce slabých zdrojů viditelného záření, osvětlovací technika, příslušenství pro transport a skladování, astronomické kamery, mikroskopy.

[www.proxis.cz](http://www.proxis.cz)

- **ATIS GROUP s.r.o.**

Společnost Atis Group byla založena v roce 1994 se sídlem v Praze. Společnost se zabývá prodejem a distribucí zabezpečovacích systémů, přístupových systémů, požárních systémů, kamerových systémů, datových sítí a mnoho dalšího. Společnost nabízí spousty zboží pro zabezpečení objektu od mnoha firem např. Aritech, Texecom, Microtech, Paradox, DSC, Jablotron, Samsung, Flir, Vonderex apod.

[www.atisgroup.cz](http://www.atisgroup.cz)



## 6.2 Využití k chlazení serverů

Celé serverovny nebo jednotlivé počítačové skříně mohou v PKB sloužit jako úložiště různých a velmi důležitých dat, jako videozáznamů a fotografií z kamer, osobních údajů zaměstnanců, záznamů o vstupech a výstupech z objektu, záznamů o poplachu z jednotlivých zařízení (detektory), úložiště biometrických údajů a hesel ze vstupních prostor do střeženého objektu, ale také se zde mohou nacházet různé projekční plány budovy, výrobní tajemství firmy, know-how apod.

Tímto jsou kladeny na tato zařízení velké nároky. Jedná se zejména o velký operační výkon, velké úložné prostory na discích, rychlost při komunikaci s uživatelem nebo zabezpečení různě hardwarově náročným softwarem. S těmito nároky je spojen i fakt, že při takovémto výkonu vzniká v zařízení velké množství odpadního tepla, které může způsobovat chyby v systému nebo jej úplně vyřadit z provozu a zapříčinit tak nenávratné škody způsobené ztrátou dat. Teplo, které vzniká v elektronickém zařízení, je nutné odvádět a neutralizovat nějakou vhodnou chladicí metodou.

Servery datových středisek se dají chladit několika způsoby. V České republice je nejpoužívanější systém chladných a teplých uliček. Mezi další způsoby se počítá systém vodních chladících okruhů, který se ale v ČR moc nevyužívá, protože je nutné mít výměník studené vody – většina datových středisek v ČR se však nenachází blízko řeky nebo jiné vodné plochy. Mezi další možné způsoby je použití klimatizačních jednotek.

### 6.2.1 Chlazení vodním chladícím okruhem

Chlazení serverů vodním okruhem je jedním z nejdražších způsobů používaného v datových centrech, ale také se jedná o jednu z nejúčinnějších metod chlazení. Při instalaci vodního okruhu je nejdůležitější, aby se voda nedostala blízko elektroinstalace nebo jiných elektrických rozvaděčů, kabeláže apod.

Dá se předpokládat, že polovina dnes provozovaných středisek pro zpracování dat postavených před rokem 2002 má nedostatečnou napájecí a chladicí kapacitu. Jinak řečeno, budou zastaralá v důsledku nedostatečného napájení a omezené možnosti chlazení. V těchto případech vzniknou potíže, které bude třeba řešit, a proto se v budoucnu bude většina datových center přestavovat na vodní chlazení nebo již stavět s tímto typem chlazení. [28]

Nevýhodou vodního chlazení pro servery je, že je nutné vlastnit výměník studené vody. To se dá vyřešit nejlépe tím, že je datové centrum v blízkosti nějaké vodní plochy nebo v blízkosti datového centra postavit zásobník na vodu, což bude stát další peníze.

### 6.2.2 Chlazení klimatizačními jednotkami

Úkolem klimatizačního zařízení je odčerpat teplo z místnosti do venkovního prostředí. Podle množství tepla, které vzniká v místnosti, tepelné zátěže, volíme velikost klimatizačního zařízení. Čím větší tepelná zátěž, tím větší a dražší zařízení. Chladicí jednotky lze rozdělit do několika skupin - boční chladicí jednotky, střešní klimatizační jednotky, nástěnné klimatizační jednotky, podstropní jednotky apod.

Na následujících stránkách představím dva typy klimatizačních jednotek používané pro datová centra. Jedná se o klimatizační jednotku, značky Arie a klimatizační jednotku značky Uniflair.

#### Klimatizační jednotky ARIE Lady sever

Arie Lady server (Obr. 17) jsou základní klimatizační jednotky určené pro chlazení menších datových středisek. Série Arie Lady má 4 modelové řady (Arie 09 Lady, Arie 12 Lady, Arie 18 Lady a Arie 24 Lady).



Obr. 17 Arie Lady Server [42]

- Nízká hladina hluku
- Řízení jednotky dálkovým ovladačem
- Autorestart - paměť při výpadku elektřiny
- Programovatelný časovač
- 3 rychlosti ventilátoru vnitřní jednotky
- Režim automatické rychlosti ventilátoru vnitřní jednotky
- Dálkové ovládaní vertikálního směřování výdechu lamel. [42]

**Parametry pro model Arie 09 Lady:**

<b>Chladicí výkon:</b>	2,6 kW
<b>Topný výkon:</b>	2,8 kW
<b>Chladivo:</b>	R410A
<b>Rozsah pracovních teplot chlazení:</b>	+43°C až -15°C
<b>Napětí:</b>	198 – 264 V
<b>Cena:</b>	14.574,00 Kč

**Klimatizační jednotky UNIFLAIR Leonardo Evo**

Leonard Evo (Obr. 18) jsou jednotky přesné klimatizace o středním a velkém výkonu, určené pro chlazení velkých a středních serveroven v datových centrech. Samonosná konstrukce jednotky, která je vyrobena z ocelového plechu, je opatřena základním nátěrem a finální povrchovou úpravou zajišťující dlouhodobou kvalitu povrchu.

[29]



*Obr. 18 Uniflair Leonardo Evo [29]*

**Elektrický panel je kompletně izolovaný a oddělený od průtoku vzduchu, obsahuje:**

- Pomocný 24V transformátor
- Hlavní vypínač
- Ochranné a jistící prvky
- Mikroprocesorovou regulaci s možností LAN<sup>15</sup> karty pro vzájemnou komunikaci až 10 jednotek v rámci lokální sítě

---

<sup>15</sup> LAN (Local Area Network) – označuje počítačovou síť, která pokrývá malé geografické území

- Střídání, zálohování jednotek, automatický náběh záložní jednotky v případě poruchy apod.
- Alarmové beznapěťové kontakty
- Možnost napojení na nadřazený ovládací systém pomocí rozhraní TCP/IP<sup>16</sup>. [29]

<b>Chladicí výkon:</b>	20 – 165 kW
<b>Chladivo:</b>	R410A
<b>Cena:</b>	110.000,00 Kč

### 6.2.3 Chlazení systémem chladných a teplých uliček

K dokonalému chlazení přispívá směr proudění vzduchu v serverovnách systémem studených a teplých uliček. Chladný vzduch je rovnoměrně distribuován zdvojenou podlahou o výšce 90 cm k rackovým skříním ze přední strany. Vzduch ohřátý servery je pak nasáván ze zadní strany racků zpět do klimatizace prostřednictvím podhledu. Pro vyšší tepelné zátěže se zavádí systém chlazení v zakrytovaných studených uličkách, pro extrémní zátěže jsou datová center vybavena rozvody pro připojení přichlazovacích jednotek a chlazených rackových<sup>17</sup> skříní. [26] Výhodou tohoto systému je bezesporu vysoká úspora energie a prodloužení životnosti serverů. Navíc v teplých dnech nedochází ke snižování výkonu serveru, které je způsobeno tím, že servery jsou chlazeny prakticky horkým vzduchem. Mezi firmy, které nabízejí realizaci systému chladných a teplých uliček, patří v ČR firmy Complete, Conteg, Master apod.

Pro zvýšení efektivity systému chladných a teplých uliček se využívá uzavření chladné nebo teplé uličky mezi racky. Toto uzavření umožňuje instalaci techniky s vyšší hustotou a bezpečné navýšení pracovní teploty. Dále se tímto krokem zvyšuje životnost ICT<sup>18</sup> technologií i datového centra a jako celku se snižují provozní náklady. [27]

---

<sup>16</sup> TCP/IP (Transmission Control Protocol/ Internet Protocol) – obsahuje sadu protokolů pro komunikaci v počítačové síti a je hlavním protokolem celosvětové sítě Internet

<sup>17</sup> Rack – je standardizovaný systém umožňující přehlednou montáž a propojování různých elektrických a elektronických zařízení spolu s vyústěním kabelových rozvodů do sloupců nad sebe v ocelovém rámu

<sup>18</sup> ICT (Information and Communication Technologies) – zahrnují veškeré technologie používané pro komunikaci a práci s informacemi

Uzavření chladných a teplých uliček se dá rozdělit na několik částí. Na lehké uzavření uličky, uzavření teplé uličky a uzavření chladné uličky.

### **Lehké uzavření uličky**

- Lehké a flexibilní
- Pevný strop z možností dalších instalací
- Nízká cena

### **Uzavření teplé uličky**

- Precizní uzavření teplé uličky
- Uzamykatelné dveře
- Lze s chlazením podlahou i mezi racky

### **Uzavření chladné uličky**

- Precizní uzavření chladné uličky
- Uzamykatelné dveře
- Lze s chlazením podlahou i mezi racky [27]

## **6.2.4 Výrobci zařízení pro chlazení serverů**

### **o DAIKIN Industries, Ltd**

Společnost byla založena v roce 1924 v japonské Ósace. Daikin je firma zabývající se chemií se zaměřením na klimatizační systémy. Dále se zabývá vývojem dopravních chladicích systémů, polovodičů, hydraulických zařízení apod. Společnost působí v Japonsku, Číně, Austrálii, Indii, jihovýchodní Asii a Evropě.

[www.daikin.com](http://www.daikin.com)

- **ARTEL Group**

Společnost Artelgroup, která byla založena v italské Vicenze, se zabývá vývojem chladících zařízení (klimatizace pro domácnosti, servery apod.), topných zařízení, zařízení pro úpravu vzduchu a odvlhčování.

[www.artelgroup.com](http://www.artelgroup.com)

- **LG Corporation**

Společnost LG byla založena v roce 1947 v jihokorejském Soulu. LG vyrábí elektroniku (televize, klimatizace apod.), chemikálie a telekomunikační produkty. LG provozuje několik dceřiných společností LG Electronics, LG Display, LG Telecom a LG Chem ve více než 80 zemí světa.

[www.lg.com](http://www.lg.com)

- **UNIFLAIR S.p.A.**

Společnost Uniflair byla založena v 1990 ve Velké Británii. Jedná se o předního světového dodavatele klimatizačních systémů pro domácnost, telekomunikaci, IT, průmysl apod.

[www.uniflair.co.uk](http://www.uniflair.co.uk)

- **RITTAL GmbH & Co. KG**

Společnost Rittal byla založena v roce 1961 v Německém Herbornu. Společnost patří do skupiny Friedholm Loh, která je předním dodavatelem a výrobcem průmyslových skříní, elektronických stavebnic, komunikačních systémů, klimatizací.

[www.rittal.com](http://www.rittal.com)

### **6.2.5 Prodejci a distributoři zařízení pro chlazení serverů v ČR**

- **COMPLETE CZ, s r. o**

Firma COMPLETE CZ, spol. s r. o. byla založena v roce 2002 v rámci restrukturalizace aktivit předních evropských dodavatelů techniky. Díky přímé vazbě na výrobce, jako je Aermec, APC, AST, LU-VE, Mita, Mitsubishi Heavy Industries, Rittal, Saifor a Uniflair, může společnost COMPLETE zákazníkům nabídnout kompletní, spolehlivá a přesně podle jejich potřeb vyladěná řešení. Jedná se především o systémy klimatizace, chlazení, vytápění

a větrání prostor a o řešení infrastruktury datových center, včetně přesné klimatizace, rozvaděčů, napájení a fyzického zabezpečení dat a ICT techniky.

[www.completecz.cz](http://www.completecz.cz)

- **CONTEG, s r.o.**

Společnost Conteg byla založena v roce 1998 v Praze, kde společnost také sídlí. Společnost se zabývá výrobou a distribucí stojanových rozvaděčů, klimatizací, chlazení, systémů rozšiřujících sekcí, systémů řízení a kontroly apod.

[www.conteg.cz](http://www.conteg.cz)

### 6.3 Využití v budovách a objektech

V dnešní době je běžné, že se při stavbě budovy počítá i s realizací různých klimatizací a jiných chladících metod pro budovu. Pro běžné obytné domky, panelové domy, nákupní střediska se převážně používá systémů běžných klimatizací. Pro potřeby komerčních, nemocničních, hotelových i větších obytných objektů, továren, průmyslových zařízení, elektráren, pivovarů nebo zimních stadionů apod. se používá nejčastěji kompresorové nebo absorpční chlazení.

#### 6.3.1 Prodejci a distributoři zařízení pro chlazení budov a objektů v ČR

- **Kompresory a chlazení, s.r.o.**

Společnost má sídlo v Praze - Hostivaři a nabízí dodávku kompresorů, kompresorových stanic, chlazení vody a průmyslové chlazení. Dále nabízí realizaci zakázek a servisem kompresorů.

[www.kompresory-chlazení.cz](http://www.kompresory-chlazení.cz)

- **OLAER CZ, s.r.o.**

Olaer cz je zástupcem firmy Olaer v České Republice. Firma byla založena v roce 1936 v Paříži. Firma se původně věnovala letecké hydraulice. V sortimentu nabízených výrobků dominují především vakuové, membránové a pístové hydropneumatické akumulátory,

bezpečnostní a uzavírací bloky, plnicí a zkušební sady pro akumulátory, deskové a trubkové výměníky, vzduchové chladiče, multiplikátory a vysokotlaké ventily, potrubí, hadice a fitinky<sup>19</sup>. Škálu dodávaných produktů završují chladicí systémy pro elektrické rozvaděče - ventilátory a klimatizační jednotky, chladicí jednotky pro průmyslové použití - chillery<sup>20</sup> a menší hydraulické a hydropneumatické celky.

[www.olaer.cz](http://www.olaer.cz)

---

<sup>19</sup> Fitink – armatura, slangově fitink, je konstrukční prvek potrubí jiný než trubka. Konkrétně jde např. o potrubní spojky, kolena, ventily, kohouty, záslepky apod.

<sup>20</sup>Chiller – odborný název pro chladič vody



## 7 VYUŽITÍ JEDNOTLIVÝCH SYSTÉMŮ V KONKRETNÍCH APLIKACÍCH

### 7.1 Vhodnost použití jednotlivých principů chlazení

Existuje několik principů chlazení, ale ne všechny se hodí pro použití u všech zařízení, která potřebují ke své funkci chlazení. Ale existuje teoretická možnost, že by se chlazení používané pro zařízení, pro které je určeno, použilo pro úplně jiné zařízení, které na to není konstruované.

#### 7.1.1 Chlazení motoru Peltierovým článkem

Příkladem může být termoelektrický článek (elektronické zařízení o malé velikosti s výkonem od cca 95W do cca 365W), který se používá pro chlazení převážně malých (kamera) a středních (lednice) zařízení, by se mohl teoreticky použít pro chlazení bloku motoru automobilu. Takový článek by ale musel být mnohem větší (nebo by jich muselo být několik desítek kusů zapojených za sebou) než běžný článek, který by musel mít i mnohem větší výkon (termoelektrický nebo Peltierův článek s největším výkonem jsem našel o výkonu 365W) a tím pádem velkou účinnost, aby se motor automobilu, ze kterého vychází velké množství tepla, stačil chladit. Z toho vyplývá, že realizace takového článku by byla velmi drahá a technicky obtížně realizovatelná, proto výrobci zůstávají u stávajícího chlazení motorů a nepoužívají termoelektrické články.

#### 7.1.2 Použití absorpčního, adsorpčního a kompresorového chlazení u kamer a jiných zařízení

Může se také jednat o teoretické použití absorpčního, adsorpčního nebo kompresorového u menších zařízení jako jsou kamery, detektory, zabezpečovací ústředny, infrakamery, termokamery, zařízení pro noční vidění atd. Zde je ale také jejich realizace obtížná, vzhledem k absenci většího prostoru u těchto zařízení. Tento typ chlazení by se nejvíce hodil pro kamery, u kterých může docházet k velkému zahřívání, jako jsou termokamery nebo infrakamery, ale také u kamer, které jsou používané v místech, kde vzniká velké množství odpadního tepla např. továrny, slévárny, pásové provozy apod. Toto teplo může vycházet převážně ze strojů a zařízení, které jsou umístěny uvnitř objektu.

### 7.1.3 Fyzické a technické vlastnosti a limity

Realizace takových možností použití chlazení je teoreticky možná, ale vždycky to nejde bez kompromisů. Jde o fyzické a technické limity použitých forem chlazení. Ať už jde o celkovou velikost daného systému, která je daná velikostí jednotlivých částí systémů, kdy není možné dostat např. celý systém absorpční chlazení do kamery. Existuje možnost celé absorpční chlazení vyvést mimo konstrukci kamery a chladit jen důležité části kamery. Tohle všechno by samozřejmě zvýšilo cenu použití daného chlazení v praxi.

Dalším limitem je omezený nebo naopak přebytný výkon celého systému. Rozmezí výkonu napříč všemi chladicími zařízeními nebo systémy se pohybuje od cca desítek W až do desítek až stovek tisíc kW. Kdyby malý výkon nestačil pro chlazení, muselo by se už ve výrobě zařízení konstruovat už s vyšším výkonem nebo naopak.

Abychom vybrali správný typ chlazení, musíme si nejprve uvědomit, k jakému účelu chlazení potřebujeme, o jaký typ zařízení, které budeme chladit se jedná, zda je možná jeho realizace, zda bude daný systém dostačující pro chlazení apod. V úvahu musíme vzít i to, o jakém výkonu chlazení potřebujeme, zda jeho účinnost bude dostačující ke správnému chlazení a jestli nás celý systém chlazení vyjde ekonomicky svojí spotřebou a pořizovací cenou výhodněji, než za použití zcela jiného systému.

Když spojíme všechny tyto požadavky, nejspíš zjistíme, že realizace takového chlazení určeného pro použití pro jiné systémy, bude pravděpodobně ekonomicky nevýhodnější, než použití chlazení, které je k tomu přímo určené.

Nejsem si zcela jistý, zda použití jiného typu chlazení někde, kde to není běžné, vyjde ekonomicky výhodněji nebo ne. Nejsem obeznámen s výrobními technologiemi a procesy výroby, abych mohl posoudit, zda to tak je nebo není.

## ZÁVĚR

Bakalářská práce je zaměřena na problematiku chlazení, konkrétně na typy chlazení a jejich principy a na chladicí zařízení samotná. Důraz má být zejména kladen na konkrétní aplikace těchto systémů v průmyslu komerční bezpečnosti. K porovnání těchto aplikací z ekonomického hlediska má být využito srovnání na základě jejich energetické účinnosti.

V kapitole principy a druhy chlazení, bylo vycházeno převážně z odborných knih a z velké části z internetových odkazů. Z těchto dostupných materiálu byla tato kapitola rozdělena na pět podkapitol, ve kterých byla pozornost věnována převážně fyzikální podstatě těchto typů chlazení, které byly doplněné o příslušné vzorce.

Další část se věnuje chladicím zařízením. Tato kapitola by byla velmi obsáhlá, proto bylo vybráno jen několik systémů nebo zařízení. Zařízení (systémy) byla vybrána hlavně podle množství dostupných materiálu v knihách a na internetu. Dalším faktorem bylo, aby byla zastoupena nejen zařízení běžně používaná, ale i zařízení, která se používají nebo se dají použít pro průmysl komerční bezpečnosti (PKB).

V kapitole *aplikace chladicích systémů v PKB* byla pozornost kladena na zařízení používané PKB. Z toho pohledu bylo obtížné vybrat konkrétní aplikace tak aby se co nejvíce blížily použití v PKB. Kapitola byla tedy rozdělena na 3 části, které jsou PKB nejbližší. Uvedeny jsou zde převážně kamery používající nějaký typ chlazení. Protože bylo obtížné vyhledat běžné kamery, jsou zde uvedeny kamery pro laboratorní účely a termokamery. U zařízení uvedených v této kapitole byl při výběru kladen důraz na parametry a aktuální ceny. Ceny zde uvedené nemusí vždy odpovídat skutečné ceně pro ČR, protože byly čerpány převážně z cizojazyčných stránek, kde byly uvedeny ceny v eurech, dolarech, librách nebo i jiných měnách.

Poslední důležitou kapitolou je energetické srovnání účinnosti. Pro tuto kapitolu byly vybrány 3 nejpoužívanější typy chlazení na trhu. U termoelektrického chlazení je provedeno srovnání účinnosti převážně z pohledu Peltierova článku, kde dochází ke srovnání jednotlivých typů článků podle účinnosti a ceny. V případě absorpčního chlazení je provedeno porovnání lednic opět z pohledu účinnosti a ceny. Absorpčního chlazení v průmyslu je zmíněno jen obecně. Část *kompresorové chlazení* se pak zabývá porovnáním kompresorového a absorpčního chladicího systému.

Původním záměrem bylo uvést energetickou účinnost u všech typů chlazení. Nebylo ale možné získat údaje o absorpčních zařízeních používaných v průmyslu, neboť většina nalezených výrobců nebo prodejců neuvádí procentuální účinnost samotného zařízení či jiné důležité hodnoty nezbytné pro výpočet. Stejný problém byl i u kompresorových zařízení. Z tohoto důvodu nejsou v podkapitole absorpční chlazení pro průmysl a v podkapitole *kompresorové chlazení* uvedeny žádné konkrétní hodnoty účinnosti jednotlivých zařízení.

Vypracování práce bylo složitější, než se původně jevílo, hlavně kapitoly energetické srovnání účinnosti a aplikace chladicích systémů v PKB činily nemalé problémy.

## CONCLUSION

This work is aimed at cooling problematic, especially at types and principles of cooling and at cooling devices. It is focused on particular applications of these systems in the industry of commercial security (ICS). The economical comparison should be done with the help of their energetic efficiency.

In the chapter about principles and types of cooling were mainly used technical literature and a couple of internet links. According to these accessible sources was this chapter divided into five parts. These parts were mainly aimed at physical base of all the types of cooling which were enriched by appropriate formulas.

Next part is about cooling devices. This chapter could have been very long, so I have chosen only a couple of systems or devices. Devices (systems) were chosen mainly according to the amount of information about it in technical literature or in the internet sources. After that were presented either commonly used devices or special devices used mainly in ICS.

The chapter about *application of cooling systems* in ICS was focused on devices used in ICS. From this point of view was difficult to choose particular applications of devices which are relevant for usage in ICS. The chapter was divided into three parts which are most suitable for ICS. Mostly are presented cameras using some kind of cooling. Because it was quite difficult to find common cameras, here are presented cameras for laboratory purposes and thermocameras. Among the most important information about these cameras belong also actual prices. These prices may not correspond to prices in the Czech republic because the prices were taken mainly from foreign language websites where the prices were published in euros, dollars, pounds and other currencies.

The last but not least important part compares energetic efficiency. For this chapter were chosen three most used types of cooling on the market. The efficiency of thermoelectric cooling is based on Peltier's cells which are compared in order to energetic efficiency and price. The comparison of absorbent cooling was processed on refrigerators again in order to efficiency and price. The industrial usage of absorbent cooling is mentioned only in general. The part *compressor cooling* is about comparison of compressor and absorbent cooling system.

The original idea was to present the efficiency of all the types of cooling. But it was not possible to get all the figures about absorbent devices used in industry because most of the manufacturers or sellers do not attach the percent efficiency of the device or any other figures that are essential for calculation. The same problem was also with the compressor devices. That is the reason why are in chapter absorbent cooling for industry and chapter *compressor cooling* missing particular figures about the efficiency of each device.

This work was more difficult to complete than it appeared to be, mostly the chapters about energetic comparison of efficiency and application of cooling systems in ICS.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] ZMRHAL, Vladimír. Sálavé chladicí systémy. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2009. ISBN 978-80-01-04318-9.
- [2] GUTKOWSKI, Kazimierz. Chladicí technika: Vybrané řešené problémy. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1982.
- [3] HLAVÁČ, Petr. Chladicí zařízení. Zlín, 1998. Bakalářská práce. VUT v Brně.
- [4] MIKYŠKA, Ladislav. Termoelektrické články. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1964. ISBN 301-05-35.
- [5] DOLEČEK, Jaroslav. Moderní učebnice elektroniky 1. díl: Základy elektroniky, ideální a reálné prvky. Praha: BEN - technická literatura, 2005. ISBN 80-7300-146-2.
- [6] HEJZLAR, Radko. Termodynamika. 5. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 2010. ISBN 978-80-01-04540-4.
- [7] HALLIDAY, David. Fyzika: Vysokoškolská učebnice obecné fyziky. 1. vyd. Brno: Vutium, 2000. ISBN 8021418699.
- [8] FRISCH, Herbert. Základy elektroniky a elektronických obvodů: Vysokoškolská učebnice obecné fyziky. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1987. ISBN 621.3.011.7.
- [9] FOIT, Julius. Základy elektroniky. 1. vyd. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2009. ISBN 978-80-01-04236-6.
- [10] VLACHOVÁ, Magda. Techmania.cz: Termoelektrické jevy. [online]. [cit. 2012-02-28]. Dostupné z:  
[http://www.techmania.cz/edutorium/art\\_exponaty.php?xkat=fyzika&xser=456c656b74f8696e612061206d61676e657469736d7573h&key=401](http://www.techmania.cz/edutorium/art_exponaty.php?xkat=fyzika&xser=456c656b74f8696e612061206d61676e657469736d7573h&key=401)
- [11] ČIČMANEC. Elektřina a magnetismus: všeobecná fyzika 2. 1. vyd. Bratislava: alfa, 1980. ISBN 63-560-80.
- [12] BUREŠ, Jiří. Converter.cz: William Thomson lord Kelvin. [online]. [cit. 2012-03-05]. Dostupné z: <http://www.converter.cz/fyzici/kelvin.htm>

- [13] DALY, Steven. Automotive Air-conditioning and Climate Control Systems. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2006. ISBN 0-7506-6955-1.
- [14] KARAMAZOV, Simeon. Interakce bodových poruch ve vybraných krystalech tetradymitové struktury. 1. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice, Ústav elektrotechniky a informatiky, 2007. ISBN 978-80-7395-012-5.
- [15] PLZEŇSKÁ TEPLÁRENSKÁ. Kniha o Systému Centralizovaného Zásobování Teplem. ver. 1.0. Plzeň, 2009. Dostupné z: [www.pltep.cz/upload/File/kniha\\_o\\_sczt.pdf](http://www.pltep.cz/upload/File/kniha_o_scz.pdf)
- [16] UNIVERZITA PARDUBICE, Fakulta elektrotechniky a informatiky. Materiály pro elektrotechniku: Peltierův článek. 1 vyd. Pardubice, 2008. Dostupné z: [http://studentkmt.hostuju.cz/Materialy/LS\\_2/IMPEE/IMPEE\\_Zapocet3.pdf](http://studentkmt.hostuju.cz/Materialy/LS_2/IMPEE/IMPEE_Zapocet3.pdf)
- [17] BRÁZDIL, Marian. Peltierův článek pro chlazení malých výkonů. Brno, 2009. Dostupné z: [http://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=17231](http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=17231).  
Bakalářská práce. VUT v Brně. Vedoucí práce doc. Ing. Jiří Pospíšil, Ph.D.
- [18] RABINOVIČ, Veniamin Abramovič a Zacharij Jakovlevič CHAVIN. *Stručná chemická příručka*. 1 vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1985. ISBN 04-629-85.
- [19] VOJÁČEK, Antonín. *Infračervené kvantové detektory a termokamery*. [online]. [cit. 2012-04-11]. Dostupné z: <http://automatizace.hw.cz/infracervene-quantove-detektory-termokamery-uvod>
- [20] ŠNAPKA, Marek a Vítězslav IMRÝŠEK. *Chlazení počítačů* [online]. Opava, 2010 [cit. 2012-04-17]. Dostupné z: [http://fsinet.fsid.cvut.cz/stretech/2010/stretech\\_2010\\_sbornik/pdf/1057.pdf](http://fsinet.fsid.cvut.cz/stretech/2010/stretech_2010_sbornik/pdf/1057.pdf)
- [21] ICELA, Jakub. *Infrakamera a její využití v BT*. Zlín, 2008. Dostupné z: [http://dspace.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/5249/icela\\_2008\\_bp.pdf?sequence=1](http://dspace.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/5249/icela_2008_bp.pdf?sequence=1).  
. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati. Vedoucí práce Ing. Rudolf Drga.
- [22] Absorpční chladicí systémy. GB CONSULTING. GB consulting [online]. Praha, 2010 [cit. 2012-05-09]. Dostupné z: <http://www.gbconsulting.cz/chlazen.html>



- [23] RUČKA, Ondřej. *PIR detektory a jejich spolehlivost*. Zlín, 2011. Dostupné z: [http://dspace.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/18384/r%C5%AF%C4%8Dka\\_2011\\_bp.pdf?sequence=1](http://dspace.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/18384/r%C5%AF%C4%8Dka_2011_bp.pdf?sequence=1). Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati. Vedoucí práce Ing. Rudolf Drga.
- [24] MACHALA, Jiří. *Používané principy chlazení v průmyslu*. Brno, 2010. Dostupné z: [http://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=29971](http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=29971). Bakalářská práce. VUT v Brně. Vedoucí práce prof. Ing. František Kavička, CSc.
- [25] URBAN, Milan. *Čpavková chladicí zařízení v potravinářském průmyslu*. 1 vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1956. ISBN L18-B2-3-I.
- [26] Chladicí zařízení. Referáty seminárky [online]. Praha, 2008 [cit. 2012-05-09]. Dostupné z: <http://referaty-seminarky.cz/chladici-zarizeni/>
- [27] COMPLETE CZ, s.r.o. Complete: Uzavření studené/horké uličky [online]. [cit. 2012-04-26]. Dostupné z: <http://www.completecz.cz/cz/uzavreni-studene-horke-ulicky>
- [28] HABOVČÍK, Ivan. Chladicí systémy v datových centrech příští generace. System on-line [online]. 1 vyd. Praha, 2001 [cit. 2012-05-09]. Dostupné z: <http://www.systemonline.cz/sprava-it/chladici-systemy-v-datovych-centrech-pristi-generace.htm>
- [29] Precision air conditioning. UNIFLAIR SPA. Uniflair [online]. Conselve: Uniflair S.p.A., 2009 [cit. 2012-05-09]. Dostupné z: <http://www.uniflair.com/EN/prodotti/condizionamento.aspx>
- [30] ZMRHAL, Vladimír. Sálavé chladicí systémy (I). In: Tzbinfo: Stavebnictví, úspory energie, technické zařízení budov [online]. 1. vyd. Praha, 2006 [cit. 2012-04-27]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3251-salave-chladici-systemy-i>
- [31] Princip klimatizace. KLIMA-CLASSIC. Toshiba klima-classic [online]. Praha, 2007 [cit. 2012-05-09]. Dostupné z: <http://www.klima-classic.cz/item-princip-klimatizace>
- [32] HUSÁROVÁ, Lucie. Kvalita ovzduší v interiérech budov. Zlín, 2007. Dostupné z: <http://dspace.k.utb.cz/handle/10563/4085>. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati, Fakulta technologická. Vedoucí práce Ing. Marie Dvořáčková, Ph.D.

- [33] VLACHOVÁ, Magda. Účinnost. Techmania [online]. 2008 [cit. 2012-05-16]. Dostupné z: [http://www.techmania.cz/edutorium/art\\_exponaty.php?xkat=fyzika&xser=4d656368616e696b61h&key=215](http://www.techmania.cz/edutorium/art_exponaty.php?xkat=fyzika&xser=4d656368616e696b61h&key=215)
- [34] Časopis: Chlazení z tepla kogeneračních zařízení. CEJNAROVÁ, Andrea. Technický týdeník [online]. Praha: Business Media CZ, 2002 [cit. 2012-05-04]. Dostupné z: <http://www.techtydenik.cz/detail.php?action=show&id=4961&mark=>
- [35] *Termoelektrické a optické jevy* [online]. Praha, 2000 [cit. 2012-05-09]. Dostupné z: <http://kf-lin.elf.stuba.sk/KrempaskyFyzika/43.pdf>
- [36] *Principy chlazení*. Icera [online]. Praha, 2012 [cit. 2012-05-09]. Dostupné z: <http://www.icera.cz/principy-chlazení/>
- [37] Čidla, vf moduly: Peltierovy články. GES ELECTRONICS. GES Electronics [online]. Praha, 1991 [cit. 2012-05-11]. Dostupné z: <http://www.ges.cz/cz/peltieruv-clanek-tec1-12730-GES05600294.html>
- [38] FLIR HRC-Series. FLIR SYSTEMS. Flir [online]. 1999 [cit. 2012-05-16]. Dostupné z: <http://www.flir.com/cs/emea/en/view/?id=42061>
- [39] XTENDLAN. Xtendlan [online]. 2004 [cit. 2012-05-16]. Dostupné z: <http://www.xtendlan.cz/product-solutions/Camera%20systems.aspx>
- [40] Scientific cameras. ANDOR PLC. Andor [online]. 1999 [cit. 2012-05-16]. Dostupné z: [http://www.andor.com/scientific\\_cameras/](http://www.andor.com/scientific_cameras/)
- [41] Cameras. ARTEMIS. Atik Cameras [online]. 2011 [cit. 2012-05-16]. Dostupné z: <http://www.atik-cameras.com/products>
- [42] ARIE. Arie [online]. 2006 [cit. 2012-05-16]. Dostupné z: <http://www.arie.cz/index.php?id=117>
- [43] CARAVAN JECHA. Caravan Jecha [online]. Praha, 2012 [cit. 2012-05-21]. Dostupné z: <http://www.jechacaravan-eshop.eu/>
- [44] CAMPI. Kempingové a outdoorové vybavení [online]. Praha, 2010 [cit. 2012-05-21]. Dostupné z: <http://www.campi-shop.cz/>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

A	Ampér
AC	Alternating Current (Střídavý proud)
CCD	Charge-Coupled Device
CMOS	Complementary Metal-Oxide-Semiconductor
sCMOS	Scientific Complementary Metal-Oxide-Semiconductor
DC	Direct Current (Stejnoseměrný proud)
DMC	Digital Magnetic Compass
EMCCD	Electron Multiplication Charge-Coupled Device
GPS	Global Positioning System
GWP	Global Warming Potential
I	Elektrický proud
ICCD	Intensified Charge-Coupled Device
IT	Information Technology
J	Joule
LAN	Local Area Network
NIR	Near Infrared
ODP	Ozone Depleting Potential
P	Příkon
P'	Výkon
PKB	Průmysl komerční bezpečnosti
PTZ	Pan Tilt Zoom
Q	Teplo
QE	Quantum Efficiency
TCP/IP	Transmission Control Protocol/ Internet Protocol

USB      Universal Serial Bus

U          Napětí

V          Volt

W          Watt

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obr. 1 Seebeckův jev</i> .....	13
<i>Obr. 2 Peltierův jev</i> .....	14
<i>Obr. 3 Peltierův článek</i> .....	16
<i>Obr. 4 Princip Peltierova článku</i> .....	16
<i>Obr. 5 Termoelektrický článek</i> .....	17
<i>Obr. 6 Thomsonův jev</i> .....	18
<i>Obr. 7 Technologické schéma kompresorového chlazení</i> .....	19
<i>Obr. 8 Technologické schéma absorpčního chlazení</i> .....	22
<i>Obr. 9 XtendLan BOXUSB14ICEB</i> .....	43
<i>Obr. 10 XtendLan BOXUSB61ICECD</i> .....	44
<i>Obr. 11 Andor Neo sCMOS</i> .....	45
<i>Obr. 12 Andor iKon-M CCD</i> .....	46
<i>Obr. 13 Artemis Atik 11000</i> .....	47
<i>Obr. 14 Artemis Atik Titan</i> .....	48
<i>Obr. 15 HRC-S-40x490</i> .....	51
<i>Obr. 16 HRC-U-59x735</i> .....	52
<i>Obr. 17 Arie Lady Server</i> .....	58
<i>Obr. 18 Uniflair Leonardo Evo</i> .....	59

**SEZNAM TABULEK**

<i>Tab. 1 Druhy chladiv .....</i>	<i>26</i>
<i>Tab. 2 Tabulka chladících směsí s vodou nebo sněhem a jednou solí.....</i>	<i>28</i>
<i>Tab. 3 Tabulka chladících směsí s vodou a dvěma solemi .....</i>	<i>29</i>
<i>Tab. 4 Tabulka chladících směsí s ledem nebo sněhem a dvěma solemi.....</i>	<i>30</i>
<i>Tab. 5 Seznam Peltierových článků do 200 Kč.....</i>	<i>37</i>
<i>Tab. 6 Seznam Peltierových článků od 200 do 500 Kč.....</i>	<i>37</i>
<i>Tab. 7 Seznam Peltierových článků nad 500 Kč.....</i>	<i>38</i>
<i>Tab. 8 Seznam absorpčních ledniček.....</i>	<i>39</i>
<i>Tab. 9 Přehled vybraných speciálních kamer.....</i>	<i>49</i>

## SEZNAM PŘÍLOH

V příloze se nachází CD:

- Fulltext.pdf
- Fulltext.docx

## **PŘÍLOHA P I: NÁZEV PŘÍLOHY**