

# Jak uspořit na průmyslovém chlazení

Ing. Jiří Freund

Autor je vedoucím obchodního oddělení Divize chlazení společnosti Veskom

Klimatická změna spojená s růstem průměrné roční teploty a extrémními vedry vyvolává stále větší potřebu průmyslové klimatizace a chlazení. Příčinu lze, podle dokumentu *Vliv změny klimatu na zdraví lidí, zvířat a rostlin vypracovaného v roce 2009 pro Evropskou komisi, hledat ve zvyšujících se obavách Evropanů z úmrtnosti a nemocnosti související se zvyšující se průměrnou roční teplotou.*

► Dokladem pro to mohou být letní vlny veder v roce 2003, které údajně způsobily více než 70 000 úmrtí na našem kontinentě. Očekává se i růst počtu infekčních nemocí citlivých na teplotu, jako jsou infekce z potravin a další negativní dopady. Se stále širším využíváním chlazení a klimatizace souvisí i to, že objem spotřeby elektrické energie v letních měsících v posledních letech převyšuje její poptávku ve srovnání se zimou. Ne náhodou proto bývá chlazení označováno za žrouta elektřiny. Vzhledem k předcházejícímu je proto nejvyšší čas začít přemýšlet o řešení, které i za extrémních situací zajistí bezproblémový provoz firmy a umožní minimalizovat rizika spojená s výpadky výroby za extrémních podmínek a ohrožením lidského zdraví. Pro většinu firem a rezidenčních uživatelů to bude znamenat zvážit instalaci odpovídajícího systému chlazení či klimatizace nebo jeho výměnu za nové, energeticky méně náročné.

## Druhy chlazení a možnosti jejich využití

Zde je třeba zdůraznit, že není chlazení jako chlazení a volba nevhodného systému

situaci příliš nezlepší. Naopak může vést ke zklamání a problémům, kterým je lépe se vyhnout hned od počátku. Typů chlazení, chladicích systémů a klimatizací (pozor, není to jedno a totéž, jak přetrvává jeden z častých omylů) je řada, a pro neodborníky může být orientace v nich poměrně komplikovanou záležitostí. Proto doporučujeme už od počátku spolupracovat s odborníky, kteří dokážou identifikovat problémy zákazníka, navrhnou mu dokonale funkční řešení, přivedou teorii do praxe a dlouhodobě mu poskytnou potřebný servis. V takovém případě se pojmy ekologicky a ekonomicky v reálné praxi nevyklučují, ale naopak jdou takřka ruku v ruce. Výhodou komplexních systémových řešení je rychlá finanční návratnost a minimální dopad na životní prostředí.

## Kompresorové chladicí jednotky

V segmentu pro průmyslové chlazení se uplatňují hlavně kompresorové chladicí jednotky, které slouží jako zdroj chladu v sestavných chladicích a klimatizačních jednotkách, fan-coily (moderní designové jednotky vhodné jak pro vytápění, tak i pro chlazení), nebo

pro chlazení technologií v průmyslu. Jsou vybaveny kompresorovým chladicím okruhem, který pracuje s ekologickým chladivem. Kompresorové chladicí jednotky se dále dělí na kompaktní jednotky s vodou nebo vzduchem chlazeným kondenzátorem (kondenzační teplo se odvádí do chladicí vody nebo do okolního vzduchu – obr. 1), nebo s odděleným kondenzátorem popř. výparníkem. Mezi jednotky s kompresorovým okruhem patří i tepelná čerpadla systému vzduch/voda nebo systému voda/voda.

## Suché chladiče

Tato zařízení pracují na principu prostupu tepla z kapalin popř. jiných médií do okolního prostředí. Zpravidla se jedná o samonosný rám s výměníkem (potrubí se žebry) a ventilátor (obr. 2). Médium protéká výměníkem se žebry, která jsou ochlazována proudem vzduchu nasávaným ventilátorem. Teplo odebrané kapalině je vyfukováno do okolí. Jedná se o velice efektivní a levné řešení, jak ochladit kapaliny. Nevýhodou je min. dosažená teplota výstupní kapaliny, která je o cca 2 K vyšší než teplota okolí.



Obr. 1 Vzduchem chlazené kompresorové chladicí jednotky firmy M.T.A.



Obr. 2 Suché chladiče Alfa Laval – stolové provedení.

## Chladicí věže

Dalším zdrojem chladu v průmyslových aplikacích jsou chladicí věže (obr. 3). Jejich provedení je pro venkovní instalace s možností tlakově otevřeného nebo uzavřeného okruhu. Jsou schopny chladit vodu až na 23 °C (léto). Pokud je požadavek na teploty nižší, tak je doporučováno kompresorové chlazení. Výhody chlazení pomocí chladicí věže jsou v nižší energetické náročnosti a nižší pořizovací ceně. Je ale nutné dbát na hlídání kvality vody a zabezpečení ochrany proti mrazu.

## Free-cooling

Řadu chladicích systémů doplňuje ještě tzv. Free-cooling (volné chlazení) – tato technologie využívá nízkých venkovních teplot pro výrobu chladu (chladicí vody) bez nutnosti používání kompresorového chlazení. Provoz free-coolingových jednotek je z energetického hlediska velice nenáročný, protože při tomto druhu chlazení rotují pouze ventilátory, které nasávají vzduch skrz lamelový výměník s nemrznoucí kapalinou, která své teplo odevzdává do vzduchu a tím se ochlazuje, přičemž elektrický příkon ventilátorů bývá v porovnání s příkonem kompresorů desetinový.

Samostatnou kapitolou je chlazení průmyslových prostorů, ve kterých se nevyskytují lidé, kde je funkce ochlazování nezbytná pro udržování provozní teploty. Například v potravinářském průmyslu, v nemocnicích, farmaceutickém průmyslu, laboratořích a podobně. Tam se uplatňují např. chladicí místnosti, kde chlazení probíhá v teplotním rozmezí přibližně 2 °C až 10 °C, nebo chladicí (příp. mrazicí) boxy, kde se teplota pohybuje přibližně mezi -2 °C až 4 °C (v mrazicích boxech kolem -18 °C až -20 °C). V převážně míře lze využít kompresorová chladicí zařízení.

Funkci ochlazování pracovních prostor zajišťuje i klimatizace, která je však primárně určena hlavně pro pracoviště kancelářského typu, nikoli pro výrobní prostory a areály, které jsou doménou průmyslového chlazení. Tvoří samostatnou kapitolu, která není předmětem tohoto článku.

## Případová studie: Výroba stlačeného vzduchu – audit a doporučená opatření pro snížení nákladů na energii

Ušetřit na nákladech lze i při výrobě stlačeného vzduchu, což je další velký spotřebitel elektrické energie. Některé prameny uvádějí, že až 10 % energie v průmyslu je spotřebováno na jeho výrobu. Typické náklady na provoz kompresoru za 10 let jsou tvořeny následovně: 12 % činí pořizovací cena, 12 % náklady na údržbu a zbytek 76 % jsou výdaje na energii. Mezinárodní studie přitom dokládají, že kompresory nabízejí vysoký potenciál pro snižování nákladů, ve většině případů se jedná o 20% až 40% úsporu spotřeby elektřiny. Kompresor s nom. výkonem motoru 132 kW a ročním provozem 6 800 hodin. Plné zatížení kompresoru 85 % času (účinnost motoru 0,95), v odlehčeném stavu 25 % plného zatížení výkonu. Cena za kWh: 2 Kč  
Náklady při plném zatížení = 132 kW x 6800h x 0,85 x 2 Kč/kWh / 0,95 = 1 606 231 Kč  
Náklady při odlehčeném stavu = 132 kW x 6800h x 0,15 x 2 Kč/kWh x 0,25 / 0,9 = 74 800 Kč  
Celkové roční náklady energie = 1 606 231 Kč + 74 800 Kč = 1 681 031 Kč

Pro snížení nákladů za elektrickou energii u tohoto procesu navrhujeme následující postup.

Nejprve je třeba provést analýzu stávajícího stavu (audit systému stlačeného vzduchu) a poté přikročit k úsporným opatřením. Standardní audit zahrnuje:

1. Analýzu stávajícího systému výroby a distribuce stlačeného vzduchu, která se skládá ze:

- zpracování schématu rozvodu zapojení pro kompresory a příslušenství kompresorové stanice
- následného posouzení rozvodu stlačeného vzduchu
- prověření dimenzí potrubních rozvodů na základě tlakové ztráty

2. Týdenní sběr dat o systému stlačeného vzduchu, na základě zařízení, které zaznamenává týdenní profil skutečných hodnot následujících položek stlačeného vzduchu:

- systémový tlak
- teplota
- průtok
- příkon kompresorů a ostatních zařízení
- tlakový rosny bod

3. Měření úniků stlačeného vzduchu včetně lokalizace úniků (úniky představují v mnoha případech významnou ekonomickou ztrátu, která se navíc v čase prohlubuje). Měření zahrnuje:

- detekci místa úniku
- prověření, označení a vyfotografování místa úniku
- vyčíslení ztrát způsobených úniky  
Pozn. pokud vezmeme roční náklady = kW x 2 Kč/kWh x 6800 hodin/rok, tak
- při úniku 1 mm činí ztráta při tlaku 6 bar 1,1 l/s a roční náklady 5 440 Kč
- při úniku 1 mm činí ztráta při tlaku 12 bar 2,0 l/s a roční náklady 14 960 Kč
- při úniku 10 mm činí ztráta při tlaku 6 bar 107,8 l/s a roční náklady 527 680 Kč
- při úniku 10 mm činí ztráta při tlaku 12 bar 200,1 l/s a roční náklady 1 470 160 Kč

(Zdroj:www.druckluft.ch)

4. Komplexní zprávu s doporučeními (zákazník obdrží záznam naměřených hodnot spolu s doporučeními a vyčíslením úspor, kterých je možno dosáhnout). Obsahem závěrečné zprávy auditu je:

- zhodnocení stávajícího vybavení systému stlačeného vzduchu
- výpočet ceny 1 m<sup>3</sup> stlačeného vzduchu
- stanovení množství úniků
- doporučení pro snížení energetických nákladů a nákladů na údržbu
- doporučení dalších souvisejících opatření

Komplexním auditem lze získat přehled o vybavení a stavu jeho systému stlačeného vzduchu, návrh na úsporu energetických nákladů a řešení na snížení nákladů na údržbu. Jejich realizací dosáhne ve výrobě poklesu doby prostojů, zmenšení množství vadných výrobků a zvýšení produktivity práce.

## Klíč k výběru chladicího zařízení

Pro průmyslové aplikace je obvykle standardně nejlepším řešením kompaktní průmyslová chladicí jednotka s integrovanou tlakovou akumulací nádobou a čerpadlem s co možno nejmenší zastavěnou plochou,

(což splňuje například řada TAEvo TECH od Veskom). Její univerzálnost umožňuje nasadit ji do jakéhokoliv oboru, kde je potřeba chladit. Obecně se většinou navrhuje technologie free-cooling (volné chlazení) pro snížení energetické náročnosti díky des-



Obr. 3 Tlakově otevřená chladicí věž firmy Baltimore.



Obr. 4 Ultrazvukové měření průtoku kapalin pro určení chladicího výkonu.





Obr. 5 Kompaktní free-coolingová jednotka firmy M.T.A.



Obr. 6 Vnitřní instalace kompresorové jednotky M.T.A. s využitím odpadního tepla



Obr. 7 Strojovna chlazení – technologie free-cooling



Obr. 8 Nastěhování jednotky na střechu výrobní haly

kovým výměníkům a vzduchovým chladičům. Další nutností je korektně a technicky správně navržené vodní hospodářství, jako jsou čerpadla, dimenze potrubí, uzavírací a servisní armatury, velikosti akumulčních nádob až po parotěsné tepelné izolace.

V tepelném zpracování se mohou použít pro chlazení atmosférické chladiče nebo chladičí věže. Kompresorové chlazení se zde používá jen zřídka, podle druhu tepelného zpracování.

### Úskalí nesprávně zvoleného systému

Základním problémem je nevhodný přístup zákazníků k chladicímu systému coby nutné součásti výrobních linek. Obecně chladičí technologie samy o sobě nepřinášejí žádný zisk a tak je na ně také pohlíženo. Bohužel, řada firem začne řešit problém s nefunkčním chlazením, až když takový problém nastane. Doporučujeme tyto problémy řešit skrze půjčovnu chladičích jednotek, která dokáže nabídnout pomoc v urgentních případech a zároveň do budoucna vyřešit i problém s chlazením vůbec.

### Klimatizace není chlazení

Další chybou je, že zákazníci často nerozlišují mezi jednotkami pro klimatizace a pro průmyslové chlazení a s tím souvisejícími pořizovacími cenami. Obecně, klimatizace

je používána v průběhu roku jen pár měsíců a s tím také počítají výrobci. Zařízení je tedy levnější, jeho konstrukce je jednoduchá a interní komponenty jsou voleny s ohledem na provoz např. 5 měsíců v roce. Pro klimatizační jednotku tohoto určení, která se používá v průmyslové výrobě 24 hodin/365 dní v roce, znamená pak kontinuální provoz extrémní, a často neúnosné zatížení, zatímco chladičí jednotky pro průmyslové aplikace jsou právě na toto navrženy. Úměrně k tomu je pořizovací cena průmyslových chladičů mnohem vyšší, jejich návratnost je ale překvapivě rychlá. Vlastní návrh chladičového zařízení se navrhuje tak, aby výrobní linky byly v provozu trvale a s patřičnou přesností. Pořizovací cena, která je úmyslně snižována na úkor technického vybavení a konstrukce zařízení, často představuje jediné kritérium.

### Úspory na prvním místě

Možností, jak dosáhnout úspor v průmyslovém chlazení, je řada. V průmyslu se mimo jiných médií (plyny, stlačený vzduch apod.) používá chladičí voda. V aplikacích, kde je požadovaná teplota kapaliny nižší, než je teplota okolí, se uplatňují např. kompresorové chladičí jednotky pracující na principu obráceného Carnotova cyklu, kdy se chlad z prostředí (např. kapaliny) odebírá pomocí plynu, který se lehce odpařuje a tím bere

teplo jiné látky (materiálu). Srdcem takové cyklu je kompresor, který pro svůj chod potřebuje elektrickou energii. V praxi se uvádí, že jednotky s chladivovým okruhem pracují s účinností EER = 3 až 4 (tzn. jednotka s chladicím výkonem 100 kW má elektrický příkon cca 30 kW). Snižování provozních nákladů u některých technologií je možné dosáhnout tím, že se chladí pouze vzduchem bez nutnosti chodu kompresoru, tzv. free-cooling neboli volné chlazení. V tomto případě se využívá nízkých venkovních teplot pro výrobu chladu (chladičí vody) bez nutnosti používání kompresorového chlazení. Provoz free-coolingu je energeticky velice nenáročný. Při chlazení se otočí pouze ventilátory, které nasávají vzduch skrz lamelový výměník s nemrznoucí kapalinou, ta své teplo odevzdává do vzduchu a tím se ochlazuje. Elektrický příkon ventilátorů bývá v porovnání s příkonem kompresorů třetinový až čtvrtinový (účinnost EER = 10). Zde je třeba zdůraznit, že návratnost (obvykle se uvádí 3 roky) free-coolingových instalací je velmi závislá na požadované výstupní teplotě ochlazované kapaliny, lokalitě a vytíženosti výroby. Každou aplikaci je třeba posoudit individuálně a teprve poté lze s jistotou říci, za jaký čas se vložené prostředky vrátí.

Foto: archiv Veskom