

Freecooling pro chlazení kapalin

Zpracoval: Ing. Martin Uhlíř, Energoekonom spol. s r.o.

Freecooling = úspora nákladů

Freecooling (volné chlazení) obecně je ekonomická metoda využití nízkých okolních teplot při chlazení vzduchu, vody i dalších kapalin v průmyslových procesech nebo v systémech klimatizace.

Tento článek se zabývá použitím freecoolingu pro chlazení vody a dalších procesních kapalin, především v průmyslových aplikacích. Účelem free cooling systémů je snížení a optimalizace počtu provozních hodin chladících kompresorů (strojního chlazení), jejichž energetická náročnost je několikanásobně větší než u ventilátorů, které se využívají při freecoolingovém provozu. Ventilátory obstarávají proudění okolního vzduchu přes lamelový výměník s chlazenou kapalinou a tím pomáhají přenosu tepla z kapaliny do okolí.



Obr. 1 – porovnání příkonů kompresoru chladicí jednotky a suchého chladiče

Pro představu na obrázku č.1 jsou uvedeny příkony kompresoru chladicí jednotky a ventilátorového chladiče, čili tzv. odděleného freecoolingu, pro stejný chladicí výkon a různé okolní teploty. Rozdíl ve spotřebě elektrické energie je evidentní. Pro teplotu 0°C by pak byla úspora na elektrické energii při průměrné ceně 4 Kč/kWh cca 61,- Kč za každou hodinu provozu při dané okolní teplotě.

Optimální využití freecoolingu je pro provozy a aplikace, kde je nutné chlazení po celý rok (obráběcí stroje, galvanické lázně, laserové aplikace, apod.).

Provozování systému freecooling přináší i další výhody, a to snížení opotřebení strojních chladičů, tj. prodloužení jejich životnosti, snížení nákladů na údržbu a v případě odděleného freecoolingu také existenci záložního zdroje chladu, který pokrývá 100% chladicího výkonu.

Díky tomuto řešení má uživatel zaručené maximálně efektivní a extrémně účinné řešení průmyslového chlazení společně s výrazným snížením nákladů na elektrickou energii v období, kdy venkovní teplota poklesne pod teplotu chladicí vody vracející se z výrobního procesu (spotřebiče).

Výchozí podmínky

Pro správné navržení hospodárného freecoolingového systému je nutno brát v úvahu následující základní parametry:

- Požadovaná teplota vody (teplotní spád)
- Okolní teplota v průběhu celého roku
- Geografická poloha a nadmořská výška
- Provozní doba výrobního podniku
- Cena elektrické energie

Pro maximální využití Freecoolingu je vhodné, aby byla požadovaná teplota chladicí vody vyšší, než je běžně obvyklé. Běžně se používá chladicí voda o spádu 12/7 °C, pro freecooling je vhodnější vyšší teplota, pokud to užívaná technologie dovolí, např. 17/12 °C, ideální potom je 20/15 °C. Toto platí samozřejmě pro region střední Evropy.

Z hlediska navrhování freecoolingu jde ruku v ruce s požadovanou teplotou vody i okolní teplota. V této souvislosti je nutné mít k dispozici alespoň průměrné teploty v místě instalace v průběhu celého roku. Svou roli zde samozřejmě hrají také geografická poloha a nadmořská výška, které mohou výrazně (i lokálně) ovlivnit okolní teplotu.

Průměrné měsíční teploty vzduchu v Náchodě (Kleny), nadm. výška 344m												
Měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Náchod (Kleny)	-2,7	-1,5	2,2	7,5	12,6	17	18	18	12,5	7,5	2,5	-0,8
Využitelnost freecoolingu (spád vody 12/7°C)	plný freecooling			žádný freecooling							plný freecooling	
Využitelnost freecoolingu (spád vody 20/15°C)	plný freecooling				částečný freecooling		žádný freecooling		částečný freecooling		plný freecooling	

Tab. 1 – příklad srovnání využitelnosti freecoolingu v průběhu roku

Rozdíl využitelnosti plného freecoolingu v průběhu roku při teplotách vody 12/7 °C a 20/15 °C se může dle situace pohybovat v rozmezí až 30%, a to nebereme v potaz přechodné období, kdy je možno dosáhnout dalších nezanedbatelných úspor. Výše uvedený příklad v tabulce č. 1 ukazuje, jaký vliv má volba požadované teploty chladicí vody.

Pro přesnější výpočet je lepší znát četnost hodinových teplot v roce v daném místě a tím si stanovit přepokládanou hodinovou dobu využitelnosti freecoolingu v závislosti na požadované teplotě vody a okolí.

Velmi důležitými faktory v kalkulaci úspor a návratnosti jsou provozní doba a cena za elektrickou energii, při nepřetržitém provozu a vyšší ceně za kWh jsou pak úspory oproti standardnímu strojnímu chlazení více markantní.

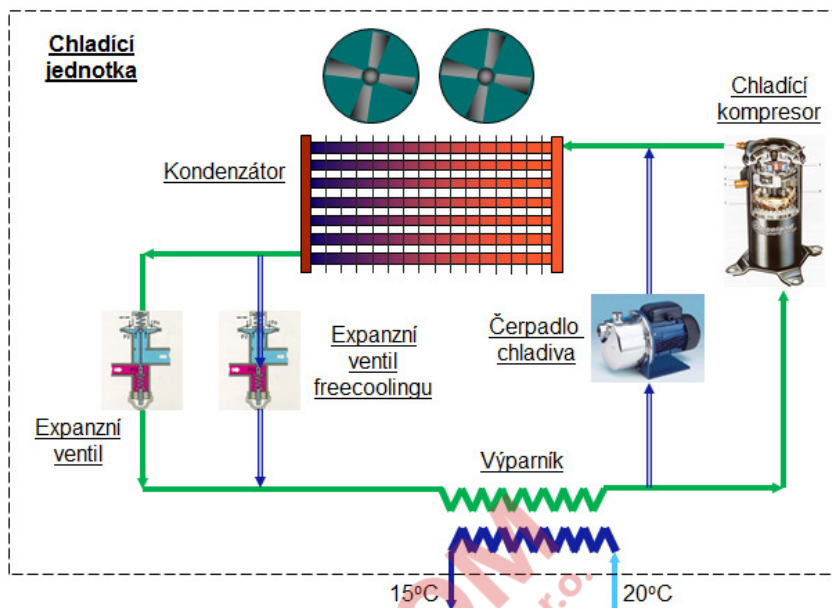
Typická návratnost investice do free-coolingového systému je závislá na všech výše uvedených faktorech, ale dá se říci, že se pohybuje v rozmezí 1-2 let dle daných provozních podmínek.

Typy freecoolingu kapalin

V zásadě existují tři typy zapojení freecoolingových prvků do systémů:

- **Přímý freecooling chladivem** - do okruhu chladiva v chladicí jednotce jsou instalovány obtoky kompresoru a expanzního ventilu.

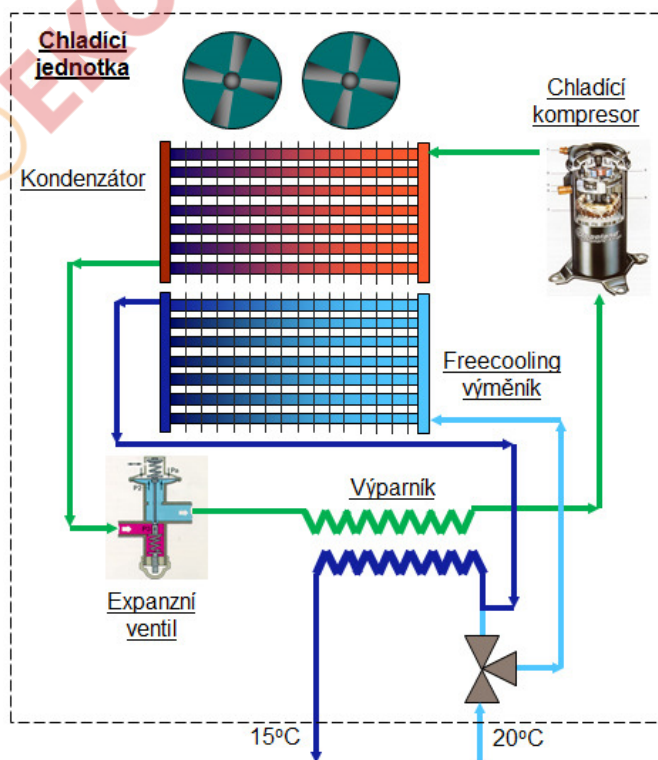
Tento typ je založen na principu samovolného případně nuceného toku (pomocí čerpadla) chladiva k místu v okruhu s nejnižší teplotou/tlakem. Přenos tepla tedy stále obstarává chladivo, ale bez použití kompresoru.



Obr. 2 – schéma přímého freecoolingu

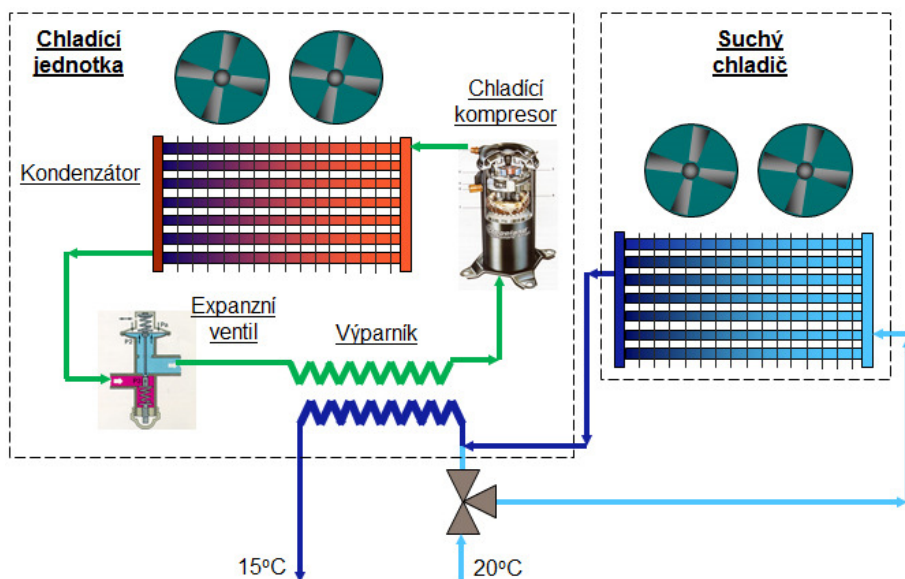
- **Freecooling integrovaný do jednotky** - lamelový výměník vzduch/voda je instalován přímo do strojního chladiče, ventilátory jsou stejné pro kondenzátor i freecooling výměník.

Spínání/řízení ventilátorů je primárně prováděno dle potřeb strojního chlazení, což činí potíže při nižších teplotách a smíšeném režimu, kdy je výkon ventilátorů snižován tak, aby nedocházelo k podchlazení chladiva. Pro využití freecoolingu je ale naopak žádoucí mít výkon ventilátorů co nejvyšší, aby byl provoz co nejefektivnější.



Obr. 3 – schéma integrovaného freecoolingu

- **Oddělený freecooling** - oddělená instalace strojní chladicí jednotky a suchého chladiče.



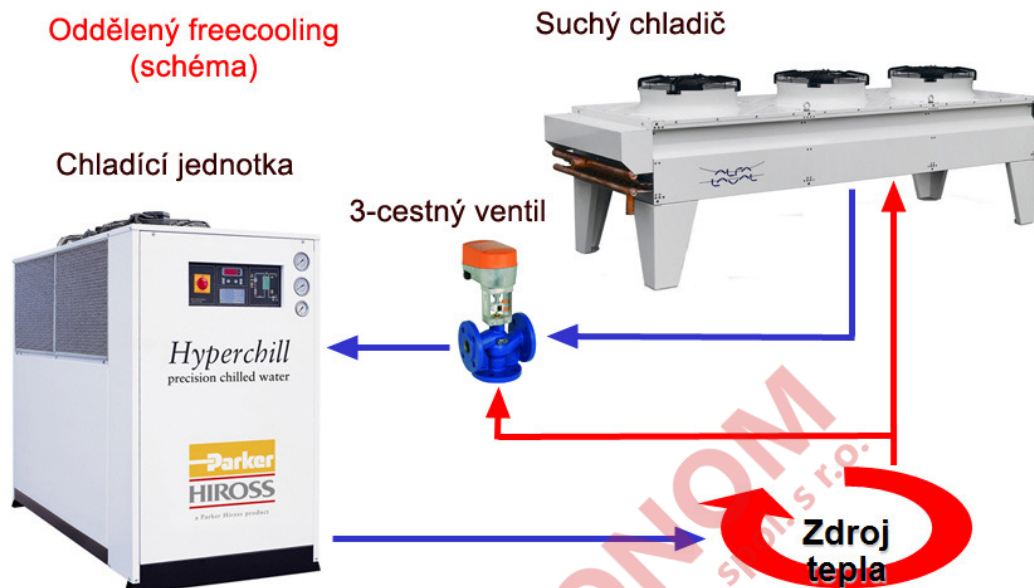
Obr. 4 – schéma odděleného freecoolingu

Typ zapojení	Výhody	Nevýhody
Přímý freecooling chladivem	• Stejně rozměry i hmotnost jako u standardní jednotky • Stejně plošné zatížení jako u standardní jednotky • Snadná instalace • Není potřeba instalace separátního chladiče	• Malý výkon • Větší objem chladiva • Složitější okruh chladiva • Není možný smíšený provoz (částečný freecooling) • Není možné doplnit do stávající jednotky
Integrovaný freecooling	• Minimální nárůst rozměrů • Snadná instalace • Není potřeba instalace separátního chladiče	• Zvýšená tlaková ztráta na výměnících = vyšší příkon ventilátorů, horší EER, vyšší hluk • Špatná regulace chodu ventilátorů, především v přechodném období • Horší čištění výměníků • Není možné doplnit do stávající jednotky
Oddělený freecooling	• Nejlepší regulace chodu ventilátorů = maximální efektivita a úspory • Snadné doplnění do stávající technologie • Dva nezávislé zdroje chladu (100% nebo částečná provozní záloha)	• Větší rozměry a hmotnost • Vyšší počáteční investiční náklady

Tab. 2 – porovnání různých typů freecoolingu

Oddělený freecooling

Dále se budeme zajímat především o oddělený freecooling. Jedná se o použití kombinace samostatně stojících agregátů, tedy strojní chladicí jednotky (chilleru) a suchého atmosférického chladiče, které jsou společně propojeny a napojeny na určitý spotřebič.



Obr. 5 – chladicí jednotka a suchý chladič při odděleného freecoolingu

Oddělený freecoolingový systém chlazení umožňuje automaticky přepínat mezi suchým chladičem v chladnějších měsících a chillerem v měsících teplejších. Chlazená kapalina vchází nejprve do suchého chladiče, kde se předchladí (nebo ochladí, to záleží na okolních podmínkách a požadované teplotě vody) a poté vstupuje do strojního chlazení, kde se v případě potřeby kapalina dochladí na požadovanou teplotu. Vlastní přepínání provozu zajišťuje 3-cestný ventil řízený na základě měření teploty okolního vzduchu a teploty oteplené vody ze spotřebiče.

Režimy při odděleném freecoolingu

Režim „Zima“ = plný freecooling

Pokud je teplota okolí dostatečně nízká, je celý chladicí výkon zajišťován suchým ventilátorovým chladičem, přičemž chladicí jednotka je v pohotovostním režimu a chladivové kompresory jsou zastaveny. V tomto režimu pracuje systém s maximálními úsporami energie. Navíc při použití suchých chladičů s ventilátory s EC motory, jejichž výkon lze snadno regulovat signálem 0-10V, je možno dosáhnout ještě optimálnějšího provozu díky jednoduché a přesné regulaci chodu ventilátorů dle aktuálních podmínek.

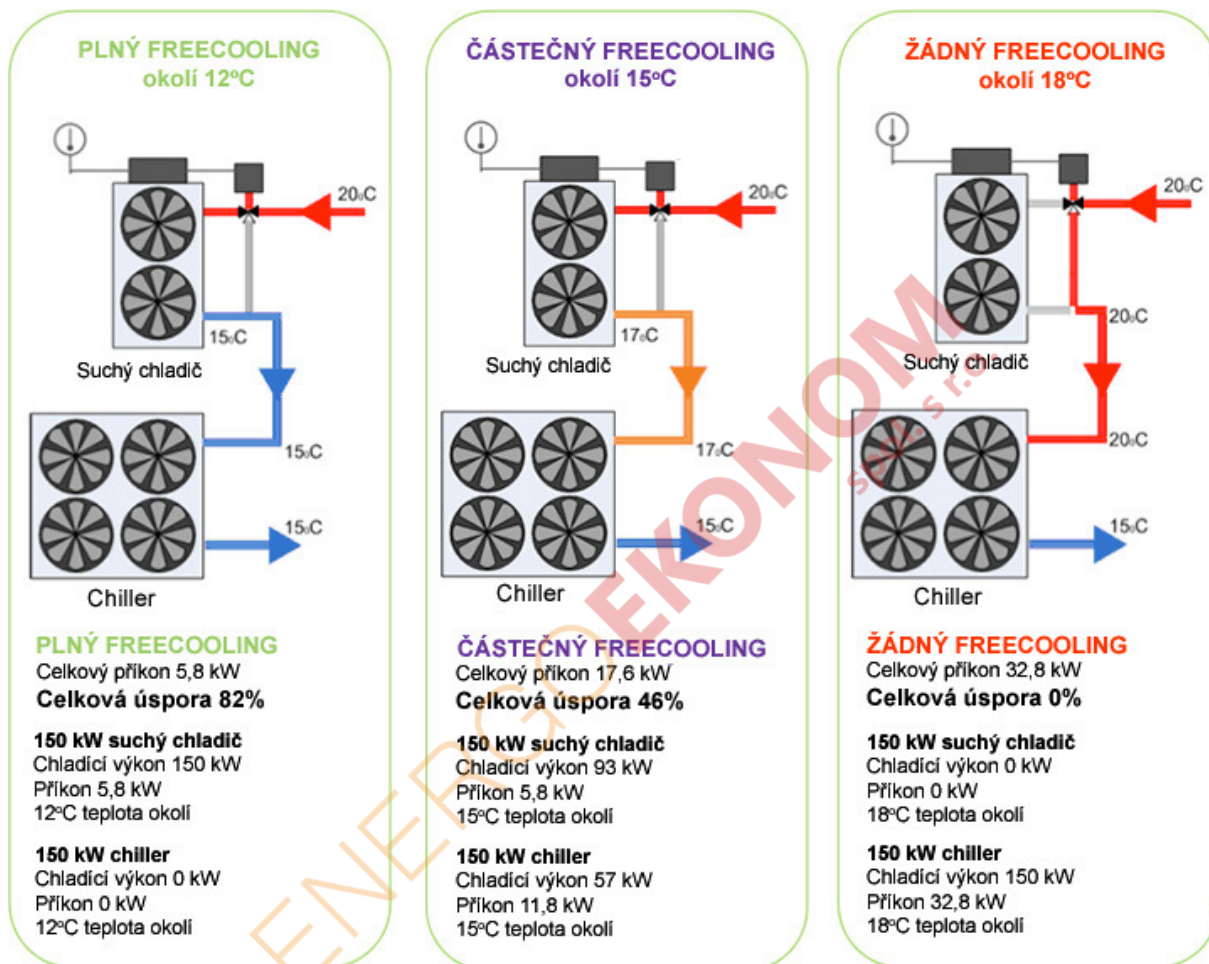
Přechodový režim = částečný freecooling

Tato situace nastává, pokud se teplota okolí nachází mezi teplotou vody vystupující ze spotřebiče (zpátečka) a požadovanou teplotou chladicí vody. V tomto případě je dosaženo částečných úspor energie tím, že ventilátorový chladič vodu předchladí a chladicí jednotka poté zajišťuje jen konečné dochlazení na požadovanou úroveň. Tento režim přichází v úvahu na jaře nebo na podzim, v některých případech a oblastech se využívá i v teplejších měsících při provozu v noci.

Režim „Léto“ = žádný freecooling

Třetím případem je stav, kdy teplota okolí je příliš vysoká a je nutno suchý chladič odpojit od průtoku, protože by jinak způsoboval nežádoucí ohřívání vody. Veškerý chladicí výkon je pak dodáván standardním strojním chlazením.

Obrázek č. 6 znázorňuje všechny tři provozní stavy s konkrétním spádem chladicí vody 20/15°C a požadovaným chladicím výkonem 150 kW, včetně celkových příkonů a úspor.



Obr. 6 – Provozní režimy při odděleném freecoolingu pro teplotu vody 20/15°C

Závěr

Využitím chlazení kapalin ve freecoolingovém režimu se oproti kompresorovému chlazení může v zimním období ušetřit až 90% energie, v jarních/podzimních měsících pak kolem 30 až 50%, vše se samozřejmě odvíjí od konkrétních podmínek.

Freecooling má tudíž za výsledek významné úspory energie, garanci dodávky chladicí vody o požadované teplotě v průběhu celého roku a optimalizaci provozních nákladů.