

# **Jak a proč se systémy chlazení kritických systémů liší od běžné klimatizace**

**White Paper č. 56**

**APC**<sup>®</sup>  
Legendary Reliability<sup>®</sup>

## Resumé

Současná technologická řešení vyžadují přesně definované a stabilní prostředí, které je základní podmínkou pro optimální funkci citlivých elektronických součástí. Běžné klimatizační jednotky nejsou vhodné pro technologická řešení a jejich použití může mít za následek výpadky systémů nebo poruchy jednotlivých komponent. Specializované systémy chlazení udržují teplotu a vlhkost vzduchu na stanovených hodnotách s minimálními výkyvy a tím zajišťují stabilitu prostředí vyžadovanou citlivým elektronickým vybavením. Jsou tak vytvořeny předpoklady k tomu, aby nedocházelo k nákladným výpadkům obchodních systémů.

## Definice současných technologických prostor (již se nejedná pouze o výpočetní střediska)

Požadavky na přesné řízení parametrů prostředí se v současnosti již netýkají pouze tradičních datových nebo výpočetních středisek, ale také široké škály aplikací, tzv. „technologických prostor“. Mezi typické technologické prostory patří následující prostředí:

1. Sály s lékařským vybavením (MRI nebo tomografie CAT)
2. Čistá prostředí
3. Laboratoře
4. Tisková a kopírovací střediska a centra CAD
5. Serverovny
6. Nemocniční zařízení (operační sály, infekční oddělení)
7. Telekomunikace (rozvodny, ústředny)

## Proč je zapotřebí specializovaná přesná klimatizace?

Základem všech kritických operací je zpracování informací. Na spolehlivosti technologického řešení je závislá úroveň kvality poskytovaných služeb celé společnosti. Hardware informačních systémů vytváří neobvykle intenzivní tepelnou zátěž a současně je velmi citlivý na změny teploty a vlhkosti. Teplotní výkyvy nebo změny vlhkosti mohou způsobit potíže, a to od drobných poruch až po úplný výpadek systému. V závislosti na délce výpadku a hodnotě času nebo ztracených dat tím mohou vzniknout pro společnost vysoké ztráty. Běžné klimatizační jednotky nejsou navrženy pro chlazení tak intenzivního tepelného zatížení s takovou koncentrací, s jakou je třeba počítat pro technologické prostory. Navíc neumožňují stabilně udržovat teplotu a vlhkost s takovou přesností, jakou požadují tyto aplikace. Speciální systémy chlazení jsou navrženy s ohledem na přesné řízení teploty a vlhkosti. Tyto systémy poskytují vysokou spolehlivost v celoročním provozu, jednoduchou obsluhu, flexibilitu a redundanci, které jsou nezbytné k zajištění optimálního prostředí v technologických prostorách 24 hodin denně.

# Podmínky návrhu teploty a vlhkosti

Dodržování podmínek návrhu teplotních parametrů a atributů vlhkosti je základním předpokladem pro bezproblémovou funkci technologického řešení. Měly by být dodržovány provozní podmínky 22 - 24 °C a 35 - 50 % relativní vlhkosti. Při nesprávných vnějších podmínkách může dojít k poškození zařízení. Rychlé změny teploty mohou mít navíc negativní dopad na funkci hardwaru. To je jeden z důvodů, proč zůstává hardware zapnutý i v případech, že nezpracovává žádná data. Specializované přesné systémy chlazení jsou navrženy pro udržování teploty s přesností  $\pm 0,56$  °C a relativní vlhkosti  $\pm 3-5$  %, a to 24 hodin denně, 8 760 hodin v roce. Oproti tomu standardní klimatizační jednotky jsou navrženy k udržování teploty 27 °C a relativní vlhkosti 50 % pouze v letním období, kdy vnější prostředí dosahuje teploty 35 °C a relativní vlhkosti 48 %. Obvykle není k dispozici samostatná jednotka pro měření vlhkosti a jednoduché řídicí jednotky nedokáží zajistit potřebnou stabilitu teploty s minimální tolerancí ke změnám. Výsledkem je možnost výskytu nebezpečných výkyvů teploty a vlhkosti.

## Potíže způsobené nesprávným prostředím

Nedostatečně udržované prostředí v technologických prostorách má negativní dopad na zpracování dat a operace ukládání dat. Důsledky mohou být nejrůznější, od poškození dat po úplný výpadek nebo poruchu celého systému.

### 1. Vysoká nebo nízká teplota

Vysoká nebo nízká vnější teplota či prudké změny teploty mohou způsobit narušení zpracování dat nebo kompletní výpadek celého systému. Gradient teploty může změnit elektrické nebo fyzikální vlastnosti elektronických obvodů a dalších součástí integrovaných desek a způsobit chybnou funkci nebo selhání systému. Tyto potíže mohou být přechodné nebo mohou trvat řadu dní. Diagnostika a oprava i přechodných problémů může být velmi obtížná.

### 2. Vysoká vlhkost

Vysoká vlhkost může mít za následek degradaci pásků a povrchů, selhání hlaviček, kondenzaci vody, korozi, problémy s podáváním papíru a stírání pozlacených a postříbřených povrchů s následným selháním komponenty nebo integrované desky.

### 3. Nízká vlhkost

Nízká vlhkost výrazně zvyšuje riziko elektrostatických výbojů. Elektrostatické výboje mohou poškodit data nebo hardware.

# Rozdíl mezi specializovaným přesným systémem chlazení a běžnou klimatizační jednotkou

## 1. Poměr zjevného tepla

Tepelná zátěž je tvořena dvěma částmi: zjevným teplem a latentním teplem. Odebrání nebo přidání zjevného tepla vede v uzavřeném prostoru k odpovídající změně teploty suchého vzduchu. Latentní teplo je spojeno se zvýšením nebo snížením obsahu vlhkosti ve vzduchu. Celková chladicí kapacita klimatizační jednotky je definována jako součet odebraného zjevného a latentního tepla.

$$\text{celková kapacita chlazení} = \text{zjevné chlazení} + \text{latentní chlazení}$$

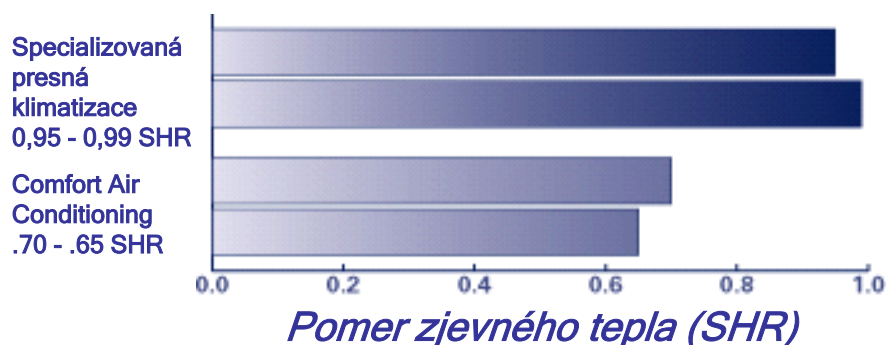
Poměr zjevného tepla je ta část celkového chlazení, která představuje zjevné chlazení.

$$\text{Poměr zjevného tepla (SHR)} = \frac{\text{Zjevné chlazení}}{\text{Celkové chlazení}}$$

V případě technologických prostor je chladicí zátěž tvořena v podstatě výhradně zjevným teplem generovaným hardwarem informačního systému, osvětlením, podpůrnými zařízeními a motory. Latentní zátěž je minimální, protože v technologických prostorách se pohybuje pouze málo lidí, je omezena výměna vzduchu s okolím a obvykle jsou tyto prostory izolovány proti vlhkosti. Požadovaný poměr zjevného tepla u klimatizační jednotky, která má zpracovat uvedený profil tepelné zátěže, musí být velmi vysoký (0,95 - 0,99). Pro takto vysoké poměry zjevného tepla jsou určeny specializované přesné klimatizační systémy.

Typický poměr zjevného tepla standardních klimatizačních jednotek je 0,65 – 0,70. Poskytují tedy příliš málo zjevného chlazení a naopak příliš mnoho latentního chlazení. Přemíra latentního chlazení znamená, že je ze vzduchu neustále odebíráno příliš vlhkosti. Má-li být udržena požadovaná relativní vlhkost v rozmezí 35 - 50 %, je třeba zajistit dodatečné zvlhčování vzduchu, které však bude spotřebovávat velké množství energie.

**Obrázek 1: Poměr zjevného tepla**



## 2. Přesná teplota a vlhkost

Specializované přesné systémy chlazení jsou vybaveny složitými a rychlými řídicími mechanismy na bázi mikroprocesorů, které jsou nezbytné pro okamžité reagování na rychle se měnící podmínky a pro zachování minimální tolerance vyžadované pro stabilní prostředí. Specializované přesné systémy chlazení obvykle disponují několika stavy chlazení a ohřívání, zvlhčovačem a cyklem pro odstraňování vlhkosti, které umožňují vyhovět jakýmkoli nárokům na řízení teploty a vlhkosti.

Běžné klimatizační jednotky obsahují pouze základní omezenou řídicí jednotku, která neumožňuje dostatečně rychle reagovat a udržovat parametry s dostatečně nízkou tolerancí. Tyto jednotky nemají obvykle k dispozici cykly zahřívání a zvlhčování či odstraňování vlhkosti, které jsou nezbytné pro zajištění stabilního technologického prostředí. Tyto komponenty, pokud jsou vůbec dodávány, bývají k dispozici jako doplňkové jednotky, které nejsou součástí integrovaného systému.

## 3. Kvalita vzduchu

Specializované přesné klimatizační systémy pracují s vysokým poměrem toku vzduchu na jednotku odebraného tepla, běžně 76 l/s (litrů za sekundu) na 1 kW nebo více. Velká cirkulace vzduchu v místnosti zlepšuje distribuci vzduchu a snižuje pravděpodobnost výskytu místních přehřátých oblastí. Moderní technologická zařízení obecně spotřebují asi 76 l/s na 1 kW elektrického výkonu, takže je důležité, aby byl k dispozici přívod dostatečného objemu studeného vzduchu. V opačném případě bude zařízení získávat část vzduchu z ostatních částí místnosti, což může vést k nebezpečně vysoké teplotě přiváděného vzduchu. Vysoký poměr toku vzduchu na kW u specializovaných přesných chladicích zařízení zajišťuje také větší objem vzduchu procházejícího přes filtry a tedy čistší prostředí. Specializované přesné klimatizační jednotky obvykle disponují sadou filtrů se střední až vysokou efektivitou a s hlubokou filtrační strukturou, které efektivně odstraňují prachové částice unášené vzduchem.

Běžné klimatizační jednotky pracují s mnohem nižšími toky vzduchu 40 - 54 l/s na 1 kW. Nižší hodnota toku vzduchu může mít za následek nedostatečnou cirkulaci vzduchu a větší znečištění vzduchu prachovými částicemi. Filtry běžných klimatizačních jednotek jsou tvořeny nestrukturovaným médiem s nízkou efektivitou a neodstraňují dostatečný poměr prachových částic.

## 4. Provozní doba

Specializované přesné klimatizační systémy jsou navrženy a vyrobeny tak, aby mohly být v provozu 8 760 hodin ročně. Již při návrhu systému jsou vybírány takové komponenty a zajištěna taková redundance, aby bylo maximálně omezeno nebezpečí výpadku. Systém pak řídí podmínky v místnosti za všech okolností, ať je léto nebo zima.

Běžné klimatizační jednotky jsou navrženy pouze pro letní měsíce s předpokládanou dobou provozu 1 200 hodin ročně. Takový systém není navržen tak, aby pracoval bez přerušení po celý rok (a také se to od něj neočekává). Řídicí a chladicí části systému nejsou navrženy s ohledem na minimalizaci výpadků či provozování v zimním období.

# Kritéria návrhu

## 1. Hustota výkonu

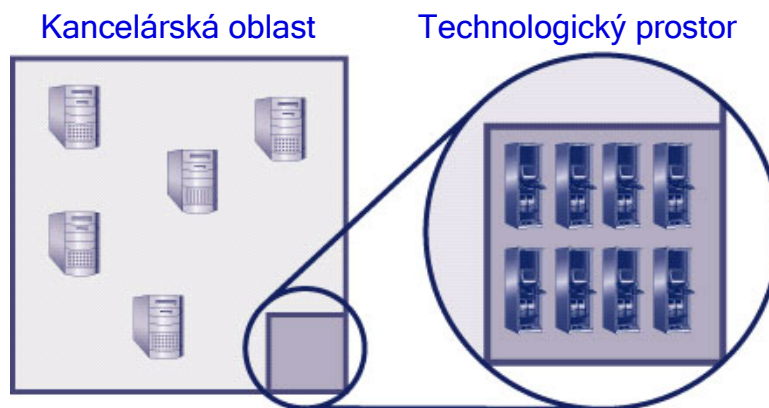
Vzhledem k vysoké koncentraci zařízení může být hustota výkonu v technologických prostorách pětikrát vyšší než v běžné kanceláři. Systémy musí být navrženy tak, aby byly schopné takto extrémně vysoké výkony zpracovat. Velmi důležité jsou kapacita zjevného chlazení a cirkulace vzduchu.

Hustota výkonu

Kancelář: 54 - 161 W/m<sup>2</sup>

Technologické prostory: 538 - 2 153 W/m<sup>2</sup>

**Obrázek 2: Hustota výkonu**



## 2. Teplota a vlhkost

Provozní podmínky by se podle návrhu měly pohybovat v rozsahu 22 - 24 °C a 35 - 50 % relativní vlhkosti.

## 3. Množství vzduchu

Vysoký tok vzduchu na 1 kW, který je základním parametrem specializovaných přesných systémů chlazení, přispívá k vysokému poměru zjevného tepla, zlepšení cirkulace vzduchu a zvýšení filtračního poměru. Vysoký tok vzduchu nemá vliv na pohodlí obsluhy, protože vzduch je rozváděn pod zvýšenou podlahou, je veden přes zařízení a je vyváděn do prostoru kolem místnosti.

## 4. Čistota vzduchu

Bez filtrování by prach unášený vzduchem mohl poškodit zařízení. Filtry by měly mít hlubokou filtrační strukturu zajišťující střední až vysokou účinnost. Důležitá je také velikost filtru. Filtr je efektivní pouze v případě, že rychlost vzduchu procházejícího filtrem je dostatečně nízká. Filtr je nutné pravidelně měnit.

## 5. Izolace proti vlhkosti

Vzhledem k tomu, že většina konstrukčních materiálů dobře propouští vlhkost, musí být dobře navržený technologický prostor izolován proti vlhkosti. Bez této izolace bude technologický prostor v zimě ztrácet vlhkost a v létě ji bude naopak získávat. Přesné řízení vlhkosti je pak velmi náročné a narůstá doba, po kterou jsou zapnuty energeticky náročné kompresory a zvlhčovače.

Účinnou izolaci proti vlhkosti tvoří polyethylenové fólie položené na stropních podhledech, latexový nátěr nebo nátěr na bázi umělých hmot na betonových stěnách a dobře utěsněné dveře a veškeré průchodky kabelů.

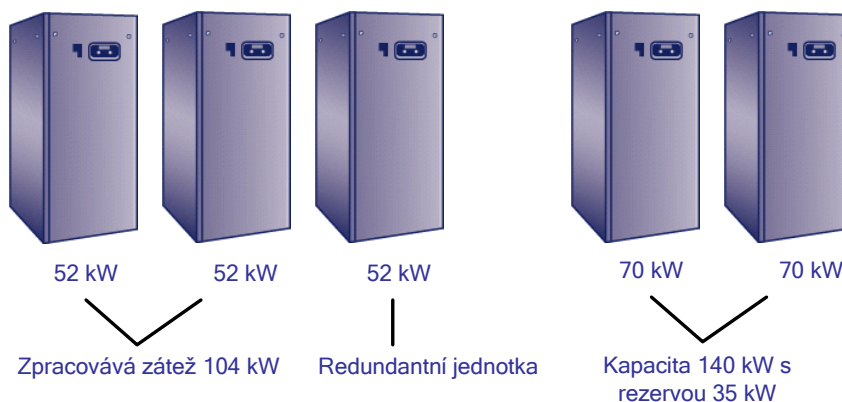
## 6. Požadavky na venkovní vzduch

V technologických prostorách se vyskytuje minimum personálu a není tedy nutný velký přívod venkovního vzduchu. Objem přiváděného venkovního vzduchu by měl být co nejmenší, aby byla omezena latentní zátěž, kterou s sebou přináší. Podle normy IAQ (Indoor Air Quality) platné v USA stačí do místnosti přivádět 9,4 l/s na osobu.

## 7. Redundance

Redundance je dosahováno použitím dalšího zařízení, které v případě výpadku jedné nebo několika jednotek poskytne 100 % požadované chladicí kapacity. Náklady na zajištění redundance je třeba zvažovat ve vztahu k předpokládaným nákladům způsobeným výpadkem technologického řešení.

**Obrázek 3: Redundance**



Je třeba zmínit rozdíl mezi redundancí a rezervní kapacitou. V prostředí s tepelnou zátěží 70 kW poskytují redundanci systémy 3 x 52 kW nebo 4 x 35 kW. Rezervní zařízení lze považovat za redundantní pouze v případě, že se zařízení pravidelně střídají v provozu a je k dispozici řídicí systém, který zajišťuje automatické spuštění jednotek.



## 9. Zabezpečení

Zabezpečení klimatizačních jednotek je stejně důležité jako zabezpečení hardwaru v technologických prostorách, protože bez dobrého chlazení nemůže hardware správně fungovat. Vnitřní jednotky musejí být umístěny uvnitř technologického prostoru a přístup k nim by měl podléhat stejným omezením jako přístup k hardwaru informačního systému. Venkovní části zařízení by měly být umístěny na střeše nebo na jiném bezpečném místě v rámci budovy.

# Faktory pro výběr systému

## 1. Výpočet tepelné zátěže

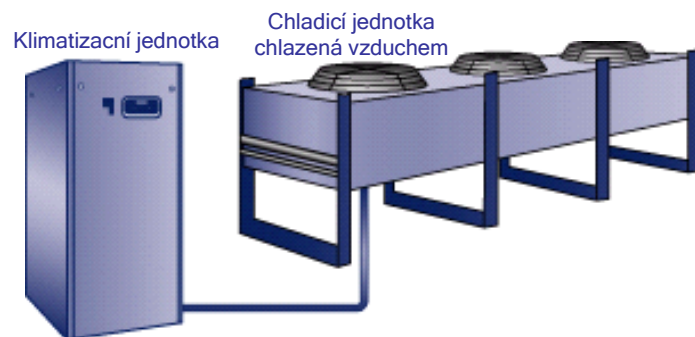
Teplu v technologických prostorách je generováno hardwarem, světelnými zdroji, obsluhou, přívodem vnějšího vzduchu, vyzařováním, sluncem a podpůrnými zařízeními (PDU, UPS atd.).

- Jako hrubý odhad můžete při výpočtu tepelné zátěže použít hodnotu 1,39 m<sup>2</sup>/kW. Podrobný postup výpočtu naleznete v dokumentu White Paper č. 25 „Výpočet celkových požadavků na chlazení pro datová střediska“.

## 2. Integrované systémy

### a. Chlazení vzduchem

**Obrázek 5:** Systém chlazený vzduchem

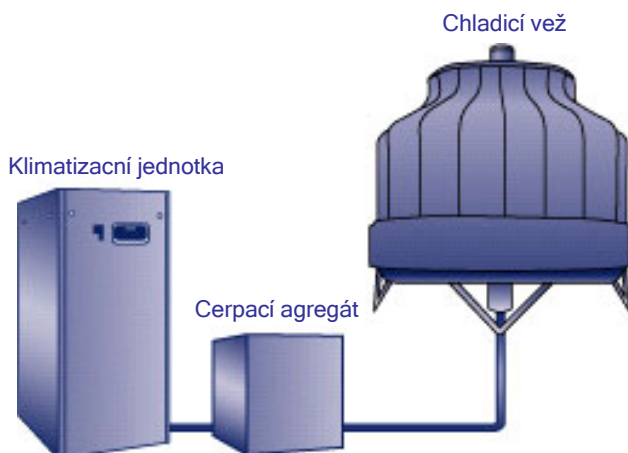


### Konfigurace systému

- Chladicí systém je rozdělený na vnitřní klimatizační jednotku a venkovní, vzduchem chlazený tepelný výměník.
- Kompresory se mohou nacházet ve vnitřní nebo venkovní části zařízení. Z důvodů zabezpečení a údržby jsou kompresory obvykle umístěny ve vnitřní jednotce.
- Obě části systému jsou propojeny potrubím výměníku (dvě potrubí pro jeden kompresor).
- Návrh potrubí výměníku je velmi důležitý. V návrhu je nutné počítat se ztrátami tlaku, s rychlostí chladicího média, se zpětným vedením oleje a s odlučovači.
- Servisní jednotku by měl instalovat pouze kvalifikovaný servisní technik.
- Výborné řešení pro několik jednotek a rozšiřování instalace. Každý systém tvoří samostatný oddělený modul.

### b. Chlazení vodou

**Obrázek 6:** Systém chlazený vodou



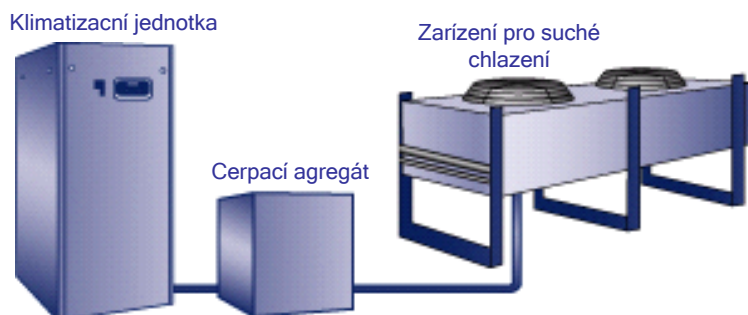
### Konfigurace systému

- Vnitřní klimatizační jednotka představuje úplný a samostatný chladicí systém.
- Ve vnitřní jednotce je teplo předáváno pomocí tepelného výměníku do zásobníku s chladicí vodou. Chladicí voda je pak v rámci cirkulačního oběhu čerpána do chladicí věže. Mohou být použity také jiné zdroje vody.
- V chladném či kontinentálním podnebí by měla být chladicí věž zabezpečena proti mrazu.
- Věž by měla být navržena tak, aby poskytovala redundantní kapacitu, nebo je nutné mít pro případ nouze k dispozici záložní zdroj vody.

- Při použití chladicí věže je vyžadováno čištění vody.
- Návrh vodovodního potrubí a jeho instalace jsou jednodušší a méně náročné než instalace rozvodů jiných chladicích médií.
- Chladicí systém se dodává naplněný odpovídající chladicí náplní a otestovaný.

### c. Chlazení glykolem

**Obrázek 7: Systém chlazený glykolem**



#### Konfigurace systému

- Vnitřní jednotka je obdobou vnitřní jednotky systému chlazeného vodou.
- Namísto vody probíhá cirkulace roztoku glykolu a k přenosu tepla mezi kapalným médiem a vzduchem dochází ve venkovním výměníku tepla (tzv. zařízení pro suché chlazení).
- Zařízení pro suché chlazení má nižší nároky na údržbu než chladicí věž.
- Představuje výjimečnou příležitost pro opětovné využití tepla.
- Nejmenším ze tří typů jednotek je systém E.E.R.
- Je možné připojit několik jednotek k jednomu velkému zařízení pro suché chlazení s čerpacím agregátem. V takovém případě však počítejte s požadavky na redundanci.

### d. Chlazení glykolem s použitím spirály pro volné chlazení

#### Konfigurace systému

- Systém je identický se systémem chlazeným glykolem, ale navíc obsahuje spirálu pro volné chlazení, která zajišťuje úsporu energie.
- Pokud dojde k poklesu venkovní teploty, prochází chladicí roztok glykolu doplňkovou spirálou pro volné chlazení. K chlazení pak dochází bez použití kompresorů.
- Ve vhodném podnebí poskytuje výrazné snížení provozních nákladů.
- Doplňková spirála znamená větší výkon motoru čerpadla.
- Používejte systémy s velkými chladicími spirálami zaručujícími větší úsporu nákladů. Spirály pro volné chlazení je třeba instalovat před spirálu DX tak, aby při mírné okolní teplotě zajišťovaly podpůrnou kapacitu.

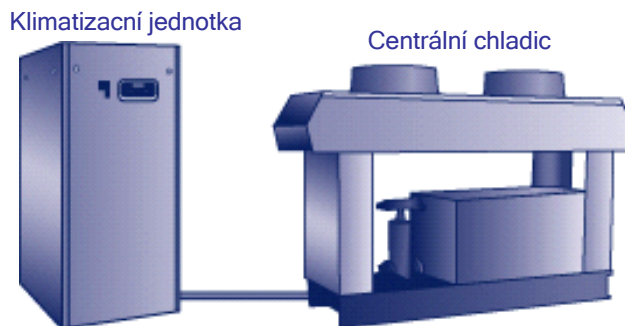
### e. Doplnková spirála s chlazenou vodou

#### Konfigurace systému

- Součástí systému DX může být doplnková spirála s chlazenou vodou poskytující úplnou redundanci v rámci jednoho zařízení.
- Jednotka může pracovat jako systém s chlazenou vodou se záložním modulem DX pokrývajícím 100 % výkonu pro případ nouze.
- Jednotka může pracovat jako systém DX se záložním agregátem na chlazenou vodu pro případ nouze.
- Jednotka může používat chlazenou vodu, když je k dispozici. Například je-li chladič primárně používán pro podporu výrobního procesu v továrně nebo pro standardní klimatizaci v letních měsících. Není-li chlazená voda k dispozici, jednotka přejde do režimu DX.

### f. Chlazená voda

**Obrázek 8:** Systém s chlazenou vodou



#### Konfigurace systému

- Chlazená voda je přiváděna z centrálního chladiče do připojených jednotek v technologickém prostoru. Systém chlazení je součástí dodávaného chladiče.
- Vnitřní klimatizační jednotky obsahují řídicí prvky, spirály s vodním chlazením, řídicí ventily chlazené vody, ventilátory, filtry, zvlhčovače a ohřivače.
- Teplota chlazené vody by měla být co možná nejvyšší, aby byl dodržen vysoký poměr zjevného tepla (8,33 °C nebo vyšší).
- Redundance by měla pokrývat i centrální chladič agregát a čerpadla.
- Pokud centrální agregát funguje celoročně, měl by být zabezpečen proti mrazu.
- V některých místech může být vyžadována provozní obsluha.
- Nelze kombinovat s chladiči pro standardní klimatizaci, protože se liší teplota chlazené vody (5,6 °C pro standardní klimatizaci, 8,3 °C pro technologické prostory).

# Náklady

## 1. Provozní náklady

Náklady na klimatizaci technologických prostor vztažené na jednotku plochy jsou obvykle desetkrát vyšší než náklady na klimatizaci kancelářských nebo obytných prostor. Důvodem je celoroční provoz oproti sezónnímu a vysoká intenzita tepelné zátěže. Pokud ale srovnáme použití obou systémů pro technologické prostory, budou provozní náklady na specializovaný přesný klimatizační systém mnohem nižší než náklady na standardní klimatizační systém.

V případě srovnatelného použití jsou náklady na specializovaný přesný klimatizační systém nižší než náklady na standardní klimatizační systém z následujících důvodů:

- a. Rozvody pod podlahou. Díky vysokému poměru zjevného tepla nedochází k přílišnému odstranění vlhkosti, čímž jsou sníženy nároky na následné zvlhčování vzduchu.
- b. E.E.R. (High Energy Efficiency Ratio). Díky rozměrným spirálám, vysoké hodnotě CFM a kompresorům s tepelnými čerpadly mají počítačové systémy vyšší energetickou účinnost při chlazení zjevného tepla než standardní klimatizační jednotky.
- c. Při návrhu specializovaných přesných systémů chlazení jsou použity komponenty s vysokou účinností schopné celoročního provozu.

Mezi ně patří:

- Rozměrná chladicí spirála
- Motory čerpadel s vysokým výkonem
- Zvlhčovače se zásobníky páry
- Kompresory s tepelnými čerpadly
- Vysoké poměry zjevného tepla
- Vyhrazený cyklus odstranění vlhkosti
- Nízký odebíraný proud při plné zátěži (hodnota FLA)
- Ložiska s garantovaným provozem 100 000 hodin
- Prodloužená záruka

## 2. Servisní náklady

Nejvyšší náklady související se servisním zásahem nebo s opravou jsou obecně spojeny s výpadkem technologického řešení. Z tohoto důvodu je vždy nutné nejprve navrhnout redundantní řešení. Nebezpečí výpadku lze nicméně ještě snížit, pokud vyberete takové funkce, které omezí potřebnou údržbu a výrazně sníží čas potřebný na opravu. Mezi ně patří:

- a. Upevnění součástí chladicího zařízení. Kompresor a filtrovací vysoušeč by měly být vyjímatelné bez plynových hořáků.
- b. Primární a sekundární technické vypouštěcí vany.
- c. Zvlhčovač se zásobníkem, který umožňuje rychlou výměnu.
- d. Komponenty by měly být umístěny mimo proud vzduchu v samostatném a mechanicky odděleném prostoru.

- e. Snadno vyjímatelná sada ventilátorů.
- f. Barevně označené a očíslované elektrické kabely.
- g. Použití jističů pro ochranu motoru namísto pojistek.
- h. Snadno odmontovatelné nebo výklopné kryty přístupových otvorů.
- i. Telefonní podpora po celou dobu provozu zařízení.

## Závěr

V technologických prostorách jsou umístěna citlivá elektronická zařízení, která pro optimální provoz vyžadují dodržení přesných parametrů prostředí. Specializované přesné klimatizační systémy pomáhají předcházet nákladným výpadkům obchodních systémů a selhání komponent. Jejich základním přínosem je zajištění stability prostředí, která představuje nutnou podmínku pro provoz elektronických zařízení.