



PROVOZNÍ ZKUŠENOSTI SE SYSTÉMY PROTIZÁMRAZOVÝCH OCHRAN

Ing. Karel Matějčiek

Inženýrská činnost
karel@ingmatejicek.cz

ANOTACE

V sestavách vzduchotechnických systémů jsou prvky, jejichž celistvost může být ohrožena při styku s médiem s podnulovou teplotou. Tyto prvky musí být chráněny tzv. Protizámrazovou ochranou. V příspěvku jsou uvedeny ty nejpoužívanější v systémech techniky prostředí.

ÚVOD

V našich podmínkách, kdy provozujeme zařízení techniky prostředí, je i období, kdy je venkovní teplota vzduchu v podnulových hodnotách, tzn. pod bodem mrazu vody. V některých případech se používá i technologie, u které i při venkovní nadnulové teplotě vzduchu, je teplota média pod bodem mrazu vody. U všech těchto systémů, kde dochází ke styku s vzdušnou vlhkostí nebo přímo s vodou jako náplní systémů, se musí zrealizovat protizámrazová ochrana, která chrání tato zařízení před problémem s provozováním, v některých případech přímo před destrukcí tohoto zařízení vlivem podnulové teploty. Použití protizámrazové ochrany je různé dle druhu provozovaného zařízení. Dále jsou uvedeny ty nejpoužívanější.

VZT ZAŘÍZENÍ PRO ZPĚTNÉ ZÍSKÁVÁNÍ TEPLA REKUPERACÍ / REGENERACÍ

Zařízení pro zpětné získávání tepla může být nainstalováno jako součást klimatizačních jednotek jednotlivých VZT zařízení nebo jako součást zařízení pro centrální úpravu vzduchu. Z hlediska většího využití odpadního tepla je vhodnější toto zařízení instalovat v systémech centrální úpravy vzduchu, pro celou strojovnu s VZT s jednotkami. Je tak využito teplo i vlhkost z veškerého možného odpadního vzduchu a pro veškerý možný vzduch. Navíc u VZT zařízení pro chlazení technologie je vhodné nasávat vzduch pro VZT jednotky před rekuperátorem na straně čerstvého vzduchu, ale odtahovaný vzduch přivádět do společného odtahu před rekuperátor na straně výdechu. Zbytečně neohříváme, co nemusíme a využijeme co vše máme.

Křížové výměníky (rekuperátory) vzduch – vzduch

Tyto výměníky musí být v každém případě dodány s obchozem na straně čerstvého vzduchu, který je sprážen s uzavírací klapkou na straně přívodního vzduchu do rekuperátoru, protože je období, kdy nám zpětné získávání tepla vadí. Např. v přechodném období můžeme chladit pomocí venkovního vzduchu a tím by tato možnost byla vyloučena. Navíc tento obchoz slouží v systému protizámrazové ochrany k možnosti odtání namrzlé vlhkosti v části pro odtahovaný vzduch.

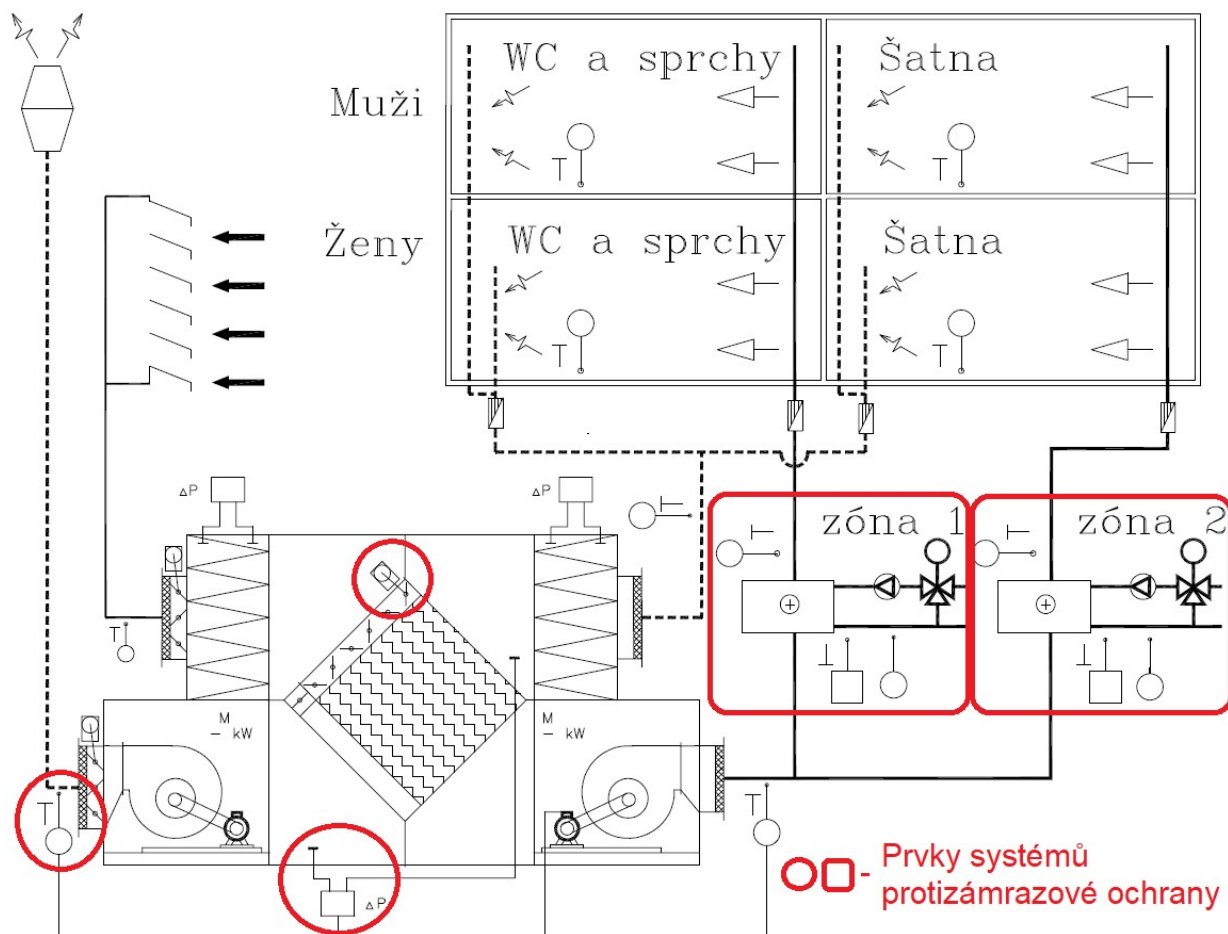
Protizámrazová opatření – omezení namrzání vzdušné vlhkosti z odtahovaného vzduchu. V provozu se používají dva systémy:

1 - Snímání tlakové ztráty rekuperátoru na straně odtahovaného vzduchu

Při nárůstu této tlakové ztráty o 100Pa nad provozní tlakovou ztrátou, otevřít obchoz rekuperátoru s čerstvým vzduchem a tuto námrazu odtahovaným teplým vzduchem odtát. Po poklesu tlakové ztráty tento obchoz uzavřít, event. vrátit do stavu před zásahem protizámrazové ochrany. Tato hodnota povolené tlakové ztráty musí být vždy menší, jak max. možná tlaková ztráta stanovená výrobcem.

2 - Regulace teploty vzduchu výdech za rekuperátorem

Vzhledem k možnosti namrzání vlhkosti v zimním období z odtahovaného vzduchu na vnitřní stěny rekuperátoru, se plynule reguluje teplota vzduchu odtah (výdech) vycházejícího z rekuperátoru otevíráním obchozu čerstvého vzduchu. Tato regulace má přednost před regulací teploty vzduchu přívod za rekuperátorem. Hodnota teploty se „ladí“ provozem. Ve většině případů, kdy nemá odtahovaný vzduch velkou měrnou vlhkost, není nutná.



Obr. 1 Prvky protizámrazové ochrany u křížového výměníku se zónami

Pokud vlastní vzduchotechnická jednotka „nezajistí“ teplotu přívodního vzduchu v nadnulových hodnotách, musí mít protizámrazové ochrany i následující zařízení. Např. zónové ohříváče

I u křížových výměníku záleží na umístění ventilátorů vzhledem k vlastnímu výměníku. Ideální je, aby v obou sousedících komorách vlastního výměníku byl buď podtlak nebo přetlak. Pokud bude docházet při provozu k masivnější kondenzaci v části odtahu, musí být odtahový ventilátor vždy za výměníkem. V tom případě je vhodné z důvodu minimalizovat tlakový rozdíl v sousedících komůrkách, umístit i přívodní ventilátor za výměník v části přívod.

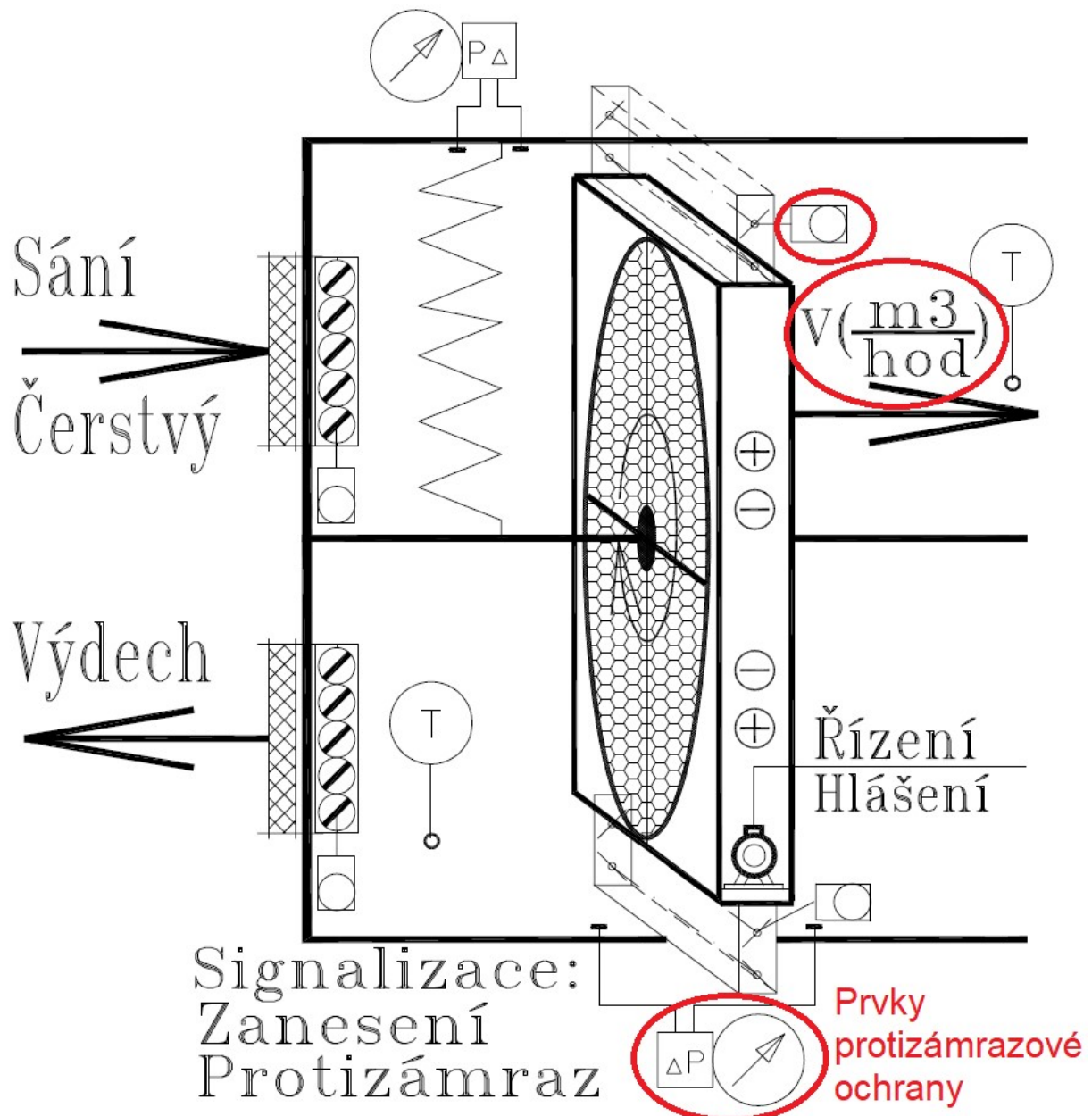
Pokud za výměníkem je následující prvek ventilátor, je vhodné umístit snímač teploty až za ventilátor. Bude měřit skutečnou (smíchanou) teplotu.

Rotací rekuperační/regenerační výměníky

Pokud to je technicky možné, je ekonomicky výhodnější, osadit rotační regenerační výměníky do centrální úpravy vzduchu a s přenosem entalpie (regenerace vzduchu). Tento požadavek je mnohdy dostačující na splnění požadované vlhkosti mikroklima v zimním období, bez nutnosti instalace zvlhčovacího zařízení do vlastních jednotek. Dále je vhodné opatřit rotační výměníky na přívodní i odtahové straně obchozy vzduchu s těsnými uzavíracími klapkami. Sníží se tak energetická náročnost ventilátorů v přechodném období, a navíc obchoz na straně přívodu čerstvého vzduchu bude součástí funkce protizámrazové ochrany kola.

Ochrana proti zamrznutí

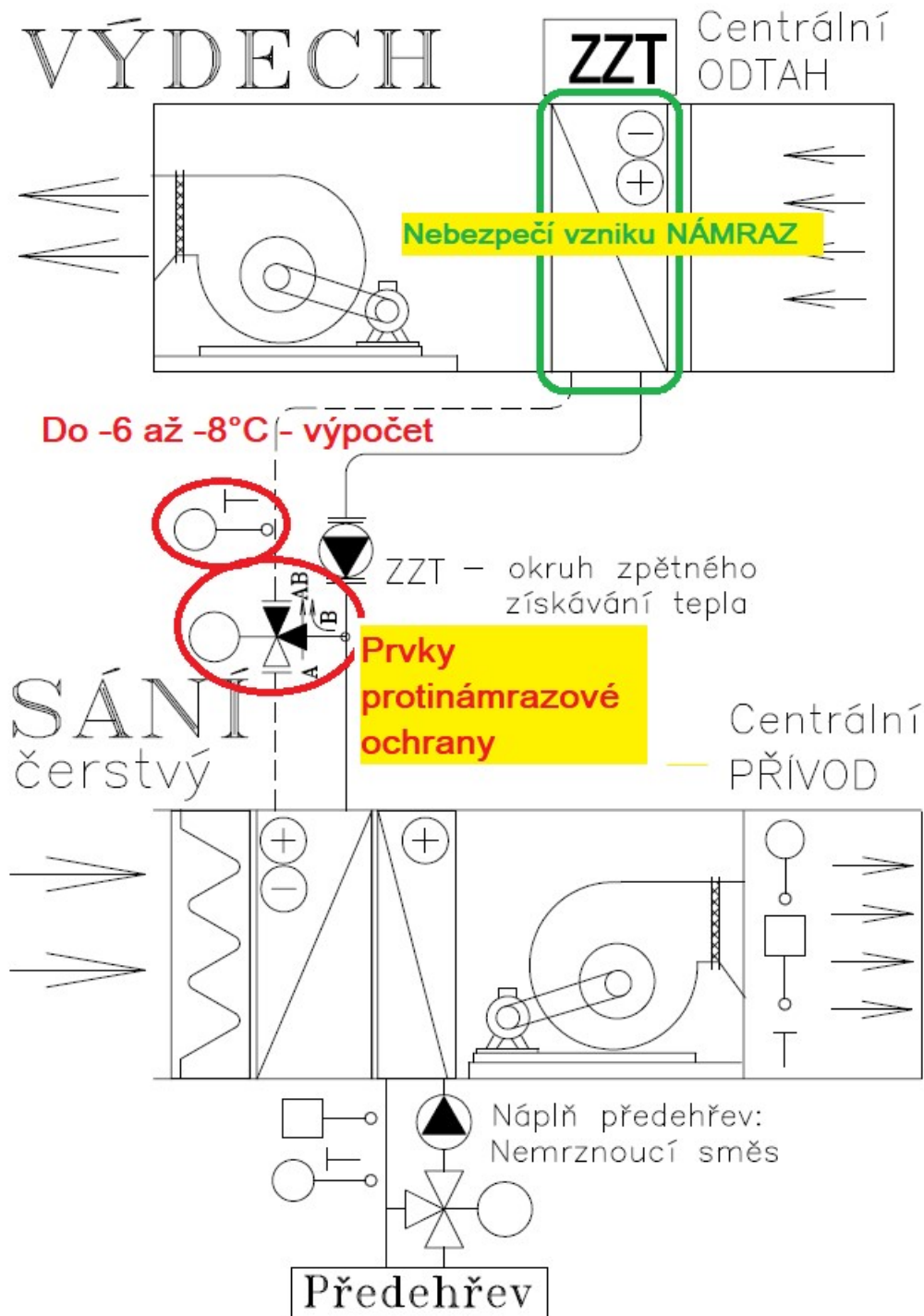
Snímat tlakovou ztrátu kola na straně odtahovaného vzduchu. Při nárůstu této tlakové ztráty o 100Pa oproti provozní tlakové ztrátě, snížit množství přivodního studeného vzduchu. Např. snížit otáčky přivodního ventilátoru, event. otevřít obchod rekuperátoru s čerstvým vzduchem a tuto námrazu odtahovaným teplým vzduchem odtát. Po poklesu tlakové ztráty množství vrátit.



Obr. 2 Prvky protizámrazové ochrany u rotačního výměníku

Kapalinové okruhy zpětného získávání tepla ZZT.

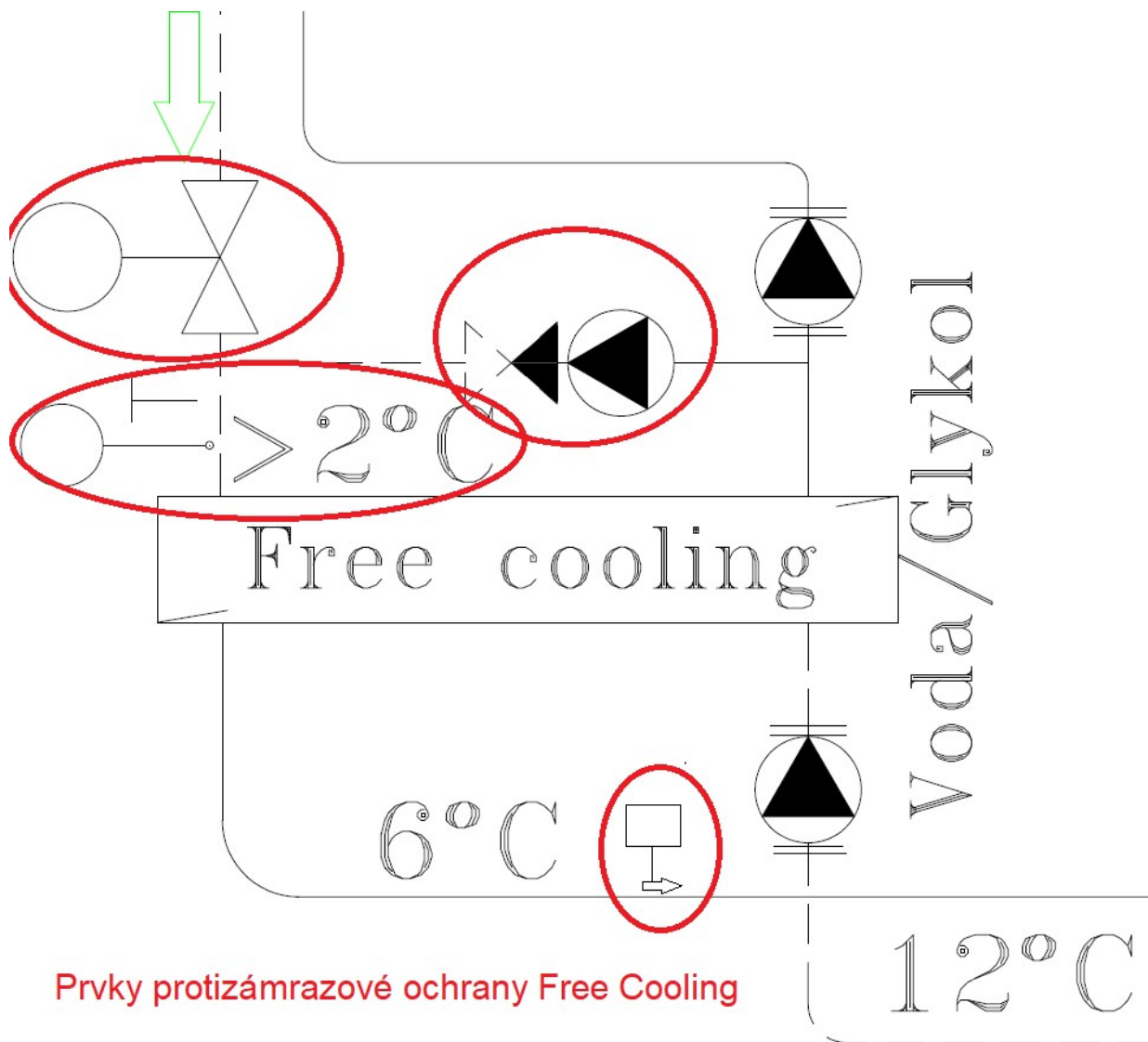
Kapalinové okruhy zpětného získávání tepla musí být naplněny nemrznoucí směsí (dále jen glykolem) a běžně pracují v podnulových teplotách. Místo, kde může docházet k nežádoucímu namrznutí vzdušné vlhkosti mezi lamelami jsou výměníky Glykol / Vzduch ve výdechu. Při požadavku na výpočet a návrh výměníku ZZT je nutno požádat o výpočet hodnoty minimální teploty glykolové náplně pro výměníky umístěné ve výdechu, při které nehrozí zamrznutí lamel výměníku. Ve většině případů nám byla vypočítaná hodnota minimální teploty glykolu pro výměníky ve výdechu -6 až -8°C . Teprve pod touto teplotou glykolu přívod je nutno směřovat ohřátý glykol z výstupu do přívodní větve glykolu pro výdechovou část systému ZZT. Samozřejmostí je, že veškerá čerpadla jsou s řízenými otáčkami kola.



Obr. 3 Prvky protinámrazové ochrany systému ZZT

Volné chlazení – Free Cooling

U systému volného chlazení, tzv. Free Cooling, se vyrábí chlad ohřevem venkovního chladného vzduchu. Ideální je, když takto ohřátý (předehřátý) venkovní vzduch se použije pro větrání objektu. Buď přímo, např. pro větrání garážových stání nebo jako přívod do sání vzduchotechnických jednotek. Buď přímo pro VZT jednotky nebo jako součást centrálního předehřevu. Nebezpečí zamrznutí hrozí ve výměníku Glykol/Voda. Protizámrazová ochrana se řeší na straně glykolu tak, aby teplota glykolové směsi vstupující do výměníku neklesla pod $+2^{\circ}\text{C}$ a při tom byl zajištěn trvalý průtok na straně vody. Pro tuto regulaci se nám v praxi osvědčilo zapojení systémem „VSTŘIKOVÁNÍ“, s čerpadlem „v malém okruhu“. Je to jeden z mála případů, kdy je tento systém zapojení výhodnější oproti třicestnému ventilu se směšováním. Čerpadlo malého okruhu dimenzují cca na $\frac{1}{4}$ až $\frac{1}{2}$ celkového průtoku a je v provozu až v čase, kdy teplota glykolu klesne pod $+4^{\circ}\text{C}$. Množství se počítá z požadovaného celkového chladicího výkonu při nízkých venkovních podnulových teplotách.



Obr. 4 Prvky protizámrazové ochrany Free Cooling

VZT OHŘÍVAČE VODA/VZDUCH PRO PODNULOVÉ VENKOVNÍ TEPLoty

Tyto ohřivače jsou používány jako první v pořadí v sestavách klimatizačních jednotek nebo v zařízeních pro centrální úpravu vzduchu. U těchto zařízení je nutno řešit problémy s nebezpečím zamrznutí registrů a s náchylností na kmitání regulace při venkovních podnulových teplotách. Je nutno zabránit zamrznutí vlastního ohřivače dodržováním těchto zásad:

Ohřivač nadimenzovat na menší teplotní spád

Ohřivač nadimenzovat na menší teplotní spád, se vstupní teplotou vody nižší, než je teplota vody ve zdroji (Nižší střední teplota ohřivače a větší průtok ohřivačem). Regulaci tohoto rozdílu teplot otopné vody a teploty vstupu provést zkratem s ručním regulačním ventilem před trojcestným regulačním ventilem s pohonem (tzv. konstantní vstřikováním) a trojcestný směšovací regulační ventil nadimenzovat jen na množství otopné vody z rozdílu teploty vody na zdroji a teploty zpátečky.

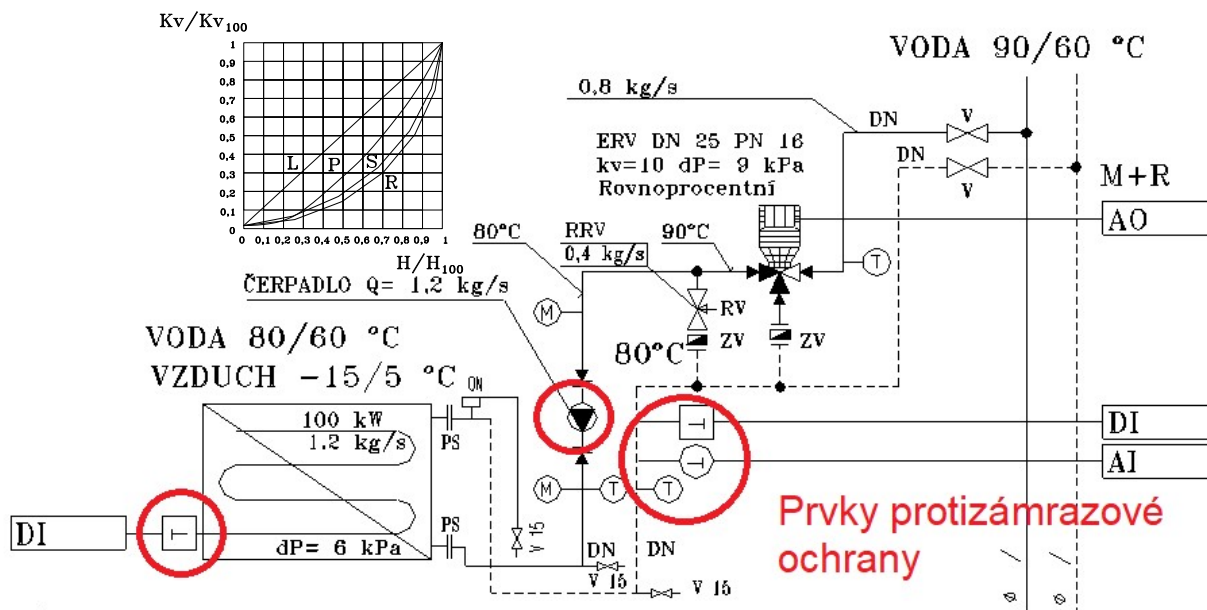
Zapojení „Protiproud“

Ohřivač zapojit v proudění Voda/Vzduch v protiproudu. Požadovat přívod do ohřivače dole (dochází k samo odvodu ohřivače)

Kvalitativní regulace otopné vody s čerpadlem v okruhu

Pro ohřivač použít samostatný otopný okruh s čerpadlem, trojcestným regulačním směšovacím ventilem, propojem pro zaregulování nominálního průtoku a vstupní teploty, zpětnými

klapkami a teplotními čidly ve zpátečce a za ohřivačem. Dle požadované teploty přívodního vzduchu (kaskáda PID, PID z regulace prostorové teploty) regulovat teplotu vody ve zpátečce do hodnoty $+8^{\circ}\text{C}$. Čerpadlo musí být trvale v chodu při venkovních podnulových teplotách. Tím se zachová trvale konstantní průtok otopné vody okruhem ohřivače a odstraní se nebezpečí „nezatečení“ otopné vody do některé z trubiček výměníku.



Obr. 5 Příklad zapojení ohřivače pro předehřev venkovního vzduchu s podnulovou teplotou

Vypínání integračního členu při stojícím zařízení

Při stojícím zařízení je vhodné vypínat integrační člen **I** u regulátorů **PID** a celou soustavu regulovat jen regulátorem **P**. Integrační člen uvolnit po startu zařízení. Např. od chodu přívodního ventilátoru.

Protizámrazová ochrana - hlídání chodu čerpadla a ochrana následného výměníku

Ve zpátečce otopné vody v místě snímače teploty nainstalovat regulátor teploty (tzv. termostat), s možností nastavení vypínací teploty na hodnotě 5°C a povolené přehřátí do 80°C . Tento regulátor zapojit přímo do silového ovládání přívodního ventilátoru, který bude tento ventilátor vypínat.

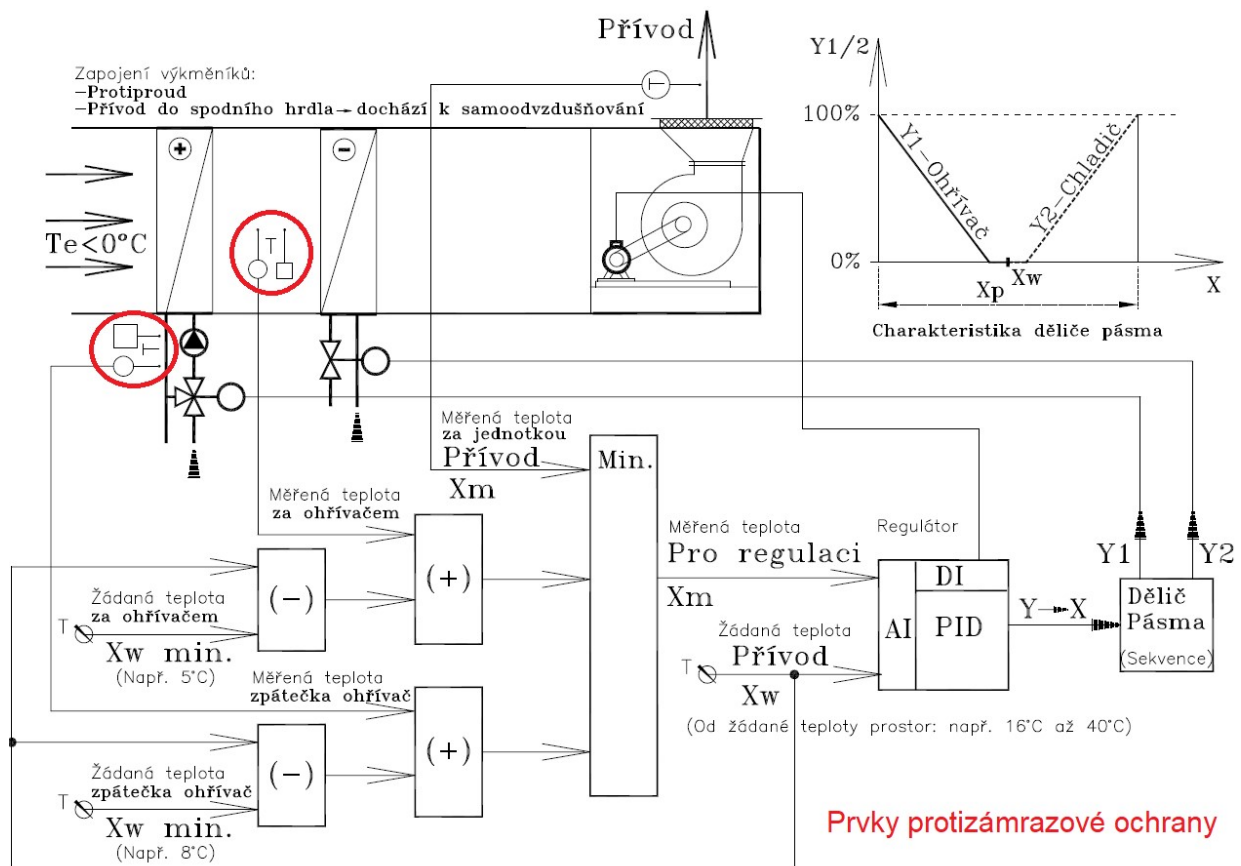
Za ohřivačem do proudu vzduchu nainstalovat regulátor teploty kapilárový, s možností nastavení vypínací teploty na hodnotě $+1^{\circ}\text{C}$ až 3°C . Tento regulátor zapojit také přímo do silového ovládání přívodního ventilátoru, který bude tento ventilátor vypínat. Při venkovních podnulových teplotách tento regulátor „hlídá“ chod cirkulačního čerpadla a zabrání se zamrznutí následného výměníku voda vzduch (např. vodního chladiče) v sestavách klimatizačních jednotek.

Pokud má VZT jednotka směšování, zapůsobení těchto protizámrazových ochranných vypíná pouze přívodní ventilátor a zajistí přestavení směšovací klapky na 100% cirkulaci (0% čerstvého vzduchu) - většinou automaticky od signálu přívodní ventilátor „Stůj“. U VZT zařízení bez směšování, zapůsobení těchto protizámrazových ochranných vypíná přívodní ventilátor a zajistí uzavření klapky na sání. Ventilátor odtahu se od tohoto signálu vypínat může, ale nemusí. Záleží vždy na konkrétním prostoru – musí posoudit projektant, event. provozovatel příslušného zařízení (např. zajistit minimální větrání pro lidi vytvořením podtlaku v prostoru).

Zapůsobení těchto ochranných nastává převážně v zimním období při startu zařízení, kdy relativně mohutný chladič plný teplé chlazené vody má teplotu prostoru strojovny. Tento chladič nám těsně po startu ohřívá přivádějící vzduch tak, že regulace má snahu úplně uzavřít regulační ventil ohřevu. Proto je nutné v tomto případě vždy hlídat minimální teplotu vzduchu za

ohřivačem. Jak analogově (měření pro regulaci), tak digitálně (protizámrazová ochrana, která aktivuje vypnutí přívodního ventilátoru).

Pro zajištění minimální hodnoty měřené teploty za ohřivačem a ve zpátečce, není nutný samostatný regulační obvod. Jeho použití je ve většině případů nevhodné, protože není k dispozici vhodný signál pro vypnutí integračního členu tohoto obvodu v době, kdy tato regulace není třeba – je dostatečně teplá voda v místě snímače teploty. Tím pak dochází během provozu k naintegrovaní výstupu, a když dojde k poklesu teploty pod minimální teplotu, nezačne otevírat regulační ventil dřív, než dojde k poklesu teploty pod žádanou teplotu. Ale v tomto již zapůsobí regulátor protizámrazové ochrany a zařízení odstaví z provozu. Vhodnější je tyto teploty zavést do modulů (+), přičíst k nim velikost rozdílu teplot mezi hodnotou minimální teploty vystupující z celého zařízení, na které je zařízení regulováno a hodnotou minimální teploty za ohřivačem/ve zpátečce. Tento součet zavést do modulu pro výběr minimální hodnoty, do kterého se také zavede teplota vzduchu vystupující z celého zařízení, na které je zařízení regulováno. Výstup z tohoto modulu výběru minima se zavede jako měřená hodnota do obvodu regulátoru celého zařízení. Tím bude docházet k plynulému „přebírání teplot“ různých teplotních snímačů do jednoho regulátoru, od kterých bude celý systém regulován. Viz blokové schéma:



Obr. 6 Blokové schéma části regulace pro zajištění minimální teploty za předehřevem a zpátečky

Např. Teplota Přívod je požadována např. 20°C. Tzn., je-li teplota za ohřivačem (žádaná je 20-5=15) nižší jak 5°C (5+15=20°C), přebírá plynule řízení teplota za ohřivačem.

Musí být zajištěno:

Protizámrazové opatření: Od poklesu venkovní teploty po 1°C zapnout trvale cirkulační čerpadlo malého okruhu ohřivače a regulační ventil ohřivače řídit tak, aby teplota ve zpátečce ohřivače byla trvale 8°C a víc. A je jedno, zda je VZT zařízení v chodu nebo v klidu

Protizámrazová ochrana: Od poklesu teploty ve zpátečce ohřivače pod 5°C a teploty vzduchu za ohřivačem pod 3°C (a je jedno, zda od kontaktu regulátorů teploty nebo od snímače měření teploty) zajistit:

- Povel pro start cirkulačního čerpadla malého okruhu (společný od signálu z venkovní teploty)
- Přestavit regulační ventil na hodnotu min. 50% (výběr minima)
- U zařízení se směřováním vzduchu vypnout přívodní ventilátor a přestavit klapky na 100% směšování. Odtahový ventilátor nechat v provozu (naplní nám VZT jednotku teplým vzduchem)
- U zařízení bez směšování vypnout přívodní ventilátor a uzavřít klapku na sání čerstvého vzduchu. Ventilátor odtahu se od tohoto signálu vypínat může, ale nemusí. Záleží vždy na konkrétním prostoru – musí posoudit provozovatel příslušného zařízení (např. zajistit minimální větrání pro lidi vytvořením podtlaku v prostoru apod.)