

Ing. Jiří JOCHMAN  
 Ing. Nadě ČERVENKOVÁ  
 KlímaTeCH Praha spol. s r. o.  
 Ing. Miroslava FÍŠKOVÁ  
 IMPACT engineering s. r. o.

# Projekt chladicího zařízení pro hotel MOSAIC HOUSE, Praha 1

## Cooling Equipment Design for the MOSAIC HOUSE Hotel, Prague

Recenzent  
 Ing. Vladimír Poledna

*Autoři článku prezentují svůj energeticky úsporný projekt chladicího zařízení v hotelu Mosaic House. Zdůrazňují zejména výhodnou změnu koncepce v systému chlazení kondenzátoru chladicí jednotky oproti zahraniční studii zajištěné investorem. Po dvouletém provozu hotelu se potvrzuje efektivita využívání energií. Hotel získal v tomto roce jako první ve střední Evropě certifikaci BREAM.*

**Klíčová slova:** projekt, hotel, chlazení, úspory energie, certifikace Bream

*Authors of the article present their energy saving design of the cooling equipment in the hotel Mosaic House. In particular, they emphasize the advantageous change of the design of the cooling condenser in the cooling unit system in comparison with foreign study ensured by the investor. The effectiveness of the energy utilization is being confirmed after a two-year hotel operation. The hotel gained the Bream certification as the first one in Central Europe in this year.*

**Key words:** design, hotel, cooling, energy saving, Bream certification

## ÚVOD

V roce 2010 byla dokončena realizace rozsáhlé rekonstrukce objektu původní administrativní budovy v ulici Odborů na Praze 1. Kolaudace a předání hotelu provozovateli do zkušební provozu proběhla v polovině června. Oficiální otevření hotelu pro veřejnost v závěru měsíce října. Původně ryze administrativní budova sloužící léta zázemí odborové organizace byla zcela zásadně změněna na hotel kategorie se čtyřmi hvězdičkami. Objekt řadu let před uskutečněním investorského záměru neutěšeně chátral. Investor k rekonstrukci přistoupil velkoryse, s vědomím respektování přísných podmínek, nejenom ze strany úřadu památkové péče hlavního města Prahy. Přísné podmínky byly přijaty na všech úrovních přípravy realizace zakázky, technické řešení nevyjímaje. Byli jsme přizváni k projektu jako zástupci jedné z mnoha profesí segmentu TZB, participujících na zhotovení díla. Naším úkolem bylo vypracování kompletní dokumentace chladicího zařízení pro vzduchotechniku, projektu pro provedení stavby.

## ZADÁNÍ

Projekt byl atraktivní z několika hledisek. Stěžejním atributem byla celková koncepce řešení. Dominantním požadavkem bylo nejenom striktní zachování vnější podoby stavby, ale byl kladen mimořádný důraz na ekologičnost stavby a na její minimální energetickou náročnost při provozu. Investorem byla zadána zahraniční studie, ve které byly prezentovány, mimo jiné, i možnosti řešení jednotlivých profesí stavby. Byla v ní určena i koncepce řešení vzduchotechniky a chlazení. Od HIP projektu byla vyžádána zahraniční studie k prostudování. Společně s projektantem vzduchotechniky bylo dosaženo závěru, že za určitých podmínek by bylo vhodnější jiné, technicky elegantnější řešení v porovnání s návrhem studie. Jednalo se o výraznou změnu především v koncepci profese chlazení.

## POŽADAVKY NA CHLADICÍ ZAŘÍZENÍ

Projektantem profese vzduchotechniky byly stanoveny tepelné zátěže jednotlivých prostorů objektu. Pro jejich odvod byly navrženy klasické vzduchotechnické jednotky (dále jen VZT jednotky) a ventilátorové konvektory (dále jen FCU). Požadavek všech uvažovaných vzduchotechnických zařízení na chladicí výkon zdroje chladu byl stanoven projektantem na 247 kW. Projekt kalkuloval s podílem chladicího výkonu pro VZT jednotky s výkonem cca 163 kW, pro FCU ve výši cca 84 kW. Současnost provozu vzduchotechnických zařízení byla uvažována projektantem vzduchotechniky

zhruba 70 % (shodně pro VZT jednotky i FCU). K požadavkům projektanta profese vzduchotechniky byla odpovídajícím způsobem navržena projektantem chlazení koncepce chladicího systému. Současně byl navržen zdroj včetně rozvodů chladu (dále jen ZCH a RCH) s disponibilním chladicím výkonem ZCH 173 kW. S těmito hlavními parametry, ale i s předpokládanými problémy byl seznámen HIP i investor, aby k uvažované koncepci mohli zaujmout stanovisko. Kompetentní zástupci HIP i investora se k navržené a rozpracované koncepci vyjádřili kladně. Pomineme-li změnu v koncepci koncových prvků profese vzduchotechniky oproti zahraniční studii, rádi bychom přiblížili přijatou změnu v profesi chlazení. A to úpravu zcela zásadní v řešení ZCH v dané dispozici objektu.

## POPIS ZAŘÍZENÍ

Realizační projekt primární strany zdroje chladu i sekundární strany spotřebičů chladu zařízení vzduchotechniky byl zpracován v kontextu požadavků investora a požadavků ostatních profesí (stavba, vzduchotechnika, vytápění, elektro, měření a regulace, zdravotní technika, požárníci aj.). Chladicí zařízení bylo navrženo na principu nepřímého chlazení do objektu s jedním podzemním podlažím a sedmi nadzemními podlažími. Investor původně uvažoval systém ZCH s kapalinou chlazeným kondenzátorem, jehož chlazení by zajišťoval rozměrný chladič kapaliny umístěný ve dvorním traktu budovy. Nová koncepce ZCH spočívala v tom, že jsme navrhli kompaktní blokovou chladicí jednotku se vzduchem chlazeným kondenzátorem umístěnou ve strojovně chlazení v 1. PP objektu. Chladič kapaliny byl ze systému chlazení vyloučen. Řešením byl zcela uvolněn exteriér prostoru dvora architektonickým, ale následně i komerčně zajímavým účelem. K propojení chladicí jednotky ZCH na straně sání chladicího vzduchu do teplosměnné plochy kondenzátoru byly využity stávající protidešťové žaluzie, které ústily na fasádě domu přilehlé k chodníku. Potřebný, zvětšený průřez pro stanovené množství chladicího vzduchu byl získán vytvořením „anglického dvorku“ v chodníku, právě v místech stávajících průřezů stavební konstrukce a v ní osazených žaluzií. Celá tato partie byla stavebně náročná neboť v místě realizace „anglického dvorku“ bylo nutno upravit (přeložit) dispozici stávající inženýrské sítě. Byla náročná z pohledu dodržení požadavků na pohledovou formu fasády (především barevně a ze stejných materiálů), která měla zůstat s ohledem na striktní požadavky zástupců orgánu památkové péče v nezměněné podobě a proporcích. Byla náročná i z pohledu osazení sací strany vzduchu odpovídajícím tlumičem hluku. Prostorová dispozice stavebních konstrukcí byla pro správné vyskládání buněk tlumiče mimořádně stísněná. Výstup vzduchu z kondenzační strany chladicí jednotky ZCH je veden prostorem strojovny chlazení

a následně vertikální vzduchotechnickou šachtou vedenou v rohové pozici objektu všemi podlažími budovy. Šachta ústí na ploché střeše objektu. Je zakončena tak, aby nerušila dojem přilehlé dispozice okolí. Trasa vzduchu z kondenzátoru byla pečlivě navržena nejenom co se týče proporcí průřezů v dispozici stavebních konstrukcí, ale byla i velmi pečlivě ošetřena s ohledem na minimalizaci hluku vznikajícího jeho prouděním šachtou.

Pro chladicí jednotku i další komponenty systému chlazení umístěné v 1. PP byla přizpůsobena stavební dispozice. Především byl zvětšen prostor určený pro strojovnu chlazení tak, aby bylo možno konstrukci chlazení v prostoru výškově zvládnout. Současně s tím byly výrazně zvětšeny průřezy stavebních konstrukcí v místech stávajících protidešťových žaluzií, aby splňovaly technické parametry pro distribuci chladicího vzduchu. Stavebně to lehký úkol rozhodně nebyl, především s důrazem na neporušení statiky budovy. Umístění kompletního zázemí primární strany ZCH se všemi nezbytnými komponenty do technického podzemního podlaží budovy se nakonec podařilo. Na dvoře, na místě, kde měl být umístěn původně chladič kapaliny kondenzační strany chladicího zařízení, je s vytříbeným architektonickým vkusem zdařile vytvořené zázemí pro příjemné posezení. Jde o kompozici, do které se podařilo architektům nenásilně zakomponovat, mimo jiné, malebně působící fontánu.

V dalším textu jsou uvedeny základní technické parametry týkající se projektované chladicí jednotky a dílčí informace o dalších nezbytných komponentech chladicího zařízení. V rámci realizace byl dodavatelem změněn výrobce chladicí jednotky s téměř shodnými parametry. Záměna neměla zásadní vliv na koncepci projektu. Byla navržena bloková chladicí jednotka se vzduchem chlazeným kondenzátorem s těmito jmenovitými údaji:

- chladiivo: R407C
- počet samostatných chladicích okruhů: 2
- počet kompresorů: 2 (polohermetické)
- teplotonosná látka: čistá upravená voda

#### a) výparník

$Q_{CH} = 173,0 \text{ kW}$   
 $V_w = 24,8 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $\Delta p = 18,6 \text{ kPa}$   
 $t_{w1} = 6,0 \text{ }^\circ\text{C}$   
 $t_{w2} = 12,0 \text{ }^\circ\text{C}$   
 $N_{EL} = 63,0 \text{ kW}$  (3 × 400 V/50 Hz), kompresory  
 $I_p = 116,0 \text{ A}$   
 $I_R = 526,0 \text{ A}$  (cca 345,0 A „jemný start“)

#### b) kondenzátor

$Q_k = 236,0 \text{ kW}$   
 $V_a = 50\,000 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $t_a = 35 \text{ }^\circ\text{C}$   
 $\Delta p = 200 \text{ Pa}$   
 $N_{EL} = 12,0 \text{ kW}$  (3 × 400 V/50 Hz), ventilátory  
 $I_p = 25,6 \text{ A}$

#### c) ZZT (zpětné získávání tepla pro předehřev vody profese vytápění)

$Q_t = 50,0 \text{ kW}$  (při 100% výkonu chladicí jednotky)  
 $V_w = 8,6 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $t_{w1} = 45,0 \text{ }^\circ\text{C}$   
 $t_{w2} = 40,0 \text{ }^\circ\text{C}$

$m_{(PROVOZ)} = \text{cca } 2300 \text{ kg}$  (manipulační hmotnost cca 2160 kg),  
 rozměry (d × š × v) = 4400 × 1150 × 2025 (+ cca 80 ... tlumiče chvění) mm,  
 hladina akustického tlaku: 70 dB(A) ve vzdálenosti 1 metru.

Bloková chladicí jednotka (obr. 1) byla projektována včetně nezbytných armatur, jisticích a regulačních prvků. Je vybavena elektrickým rozvaděčem s ovládacím panelem vystrojeným mikroprocesorovou řídicí jednotkou. Součástí jednotky byla základní náplň chladiva a oleje. V příslušenství jednotky jsou pružné tlumiče chvění a hlídač průtoku teplotonosné látky.



Obr. 1 Fragment strojovny chlazení (chladicí jednotka s detailem sání vzduchu)



Obr. 2 Fragment strojovny chlazení (instalace sběrače a rozdělovače)

Chladicí jednotce přísluší na výparníkové straně chladivového okruhu jedno zdvojené (100% rezerva, automatický záskok čerpadla ve dvojici) oběhové čerpadlo. To dopravuje chlazenou vodu ze společného sběrače do chladicí jednotky a následně z chladicí jednotky do rozdělovače. Odtud je dopravováno dalšími oběhovými čerpadly do uvažovaných zón spotřeby chladu, k jednotlivým VZT zařízením. Rozvody chladu jsou rozděleny s ohledem na předpokládané provozní podmínky na samostatné zóny pro VZT jednotky a FCU. VZT jednotky jsou napojeny ve dvou sekcích, každá pro jednu strojovnu vzduchotechniky a FCU ve třech sekcích, pro partii objektu situovanou k severu, obdobně pro jižní části budovy a pro „malý objekt“. Dispozice sběrače a rozdělovače ve strojovně chlazení je zřejmá z obr. 2, umístění podstropních fancoilů v pohledech pokojů z obr. 3.

Konstrukce komponent kondenzační části jednotky umožňuje efektivně využívat principu zpětného získávání tepla prostřednictvím výměníku tepla zařazeného před kondenzátor. Část kondenzačního tepla je v něm využita ještě před tím, než je bez užítu odvedeno chladicím vzduchem prošlým teplosměnnou plochou kondenzátoru do okolí. Parametry ZZT jsou uvedeny v bilanci technických parametrů chladicí jednotky. Těto schopnosti chladicího zařízení je v našem případě využito k předehřevu teplé užitkové vody (TV, dříve TUV). V době, kdy je skloňováno na různých legislativních úrovních šetření s vloženými energiemi, je tato schopnost, respektive možnost zařízení více, jak vítaná. Připojení systému vytápění na chladicí jednotku je řešeno v rámci separátního projektu této profese.

Za zmínku ještě stojí zázemí s komponenty rozvodů chladu (ve zkratce RCH), které spolu s chladicí jednotkou tvoří kompletní systém ZCH. Byly



Obr. 3 Interiér pokoje (instalace FCU v pohledu stavební konstrukce)

zmíněny sběrač s rozdělovačem, které slouží nejenom pro osazení oběhových čerpadel, ale slouží současně i k akumulaci chladu. Sběrač je uzavřená nádoba o jmenovité světlosti DN 500 mm, délky 3500 mm. Rozdělovač je rovněž nádoba o stejné jmenovité světlosti s délkou 4800 mm. Obě nádoby slouží nejenom pro osazení čerpadel, ale jsou nosnou konstrukcí pro ocelové potrubí RCH, včetně armatur a prvků měření (teploměry, tlakoměry). Na sběrači je umístěno jedno hlavní, zdvojené pomaloběžné čerpadlo. Na rozdělovači je osazeno pět, rovněž zdvojených pomaloběžných čerpadel. Celkový provozní elektrický příkon všech čerpadel je cca 5,4 kW. Celkový instalovaný příkon pro dimenzování elektrického rozvaděče je cca 10,4 kW. Na sběrači je dále umístěn pojistný ventil, který je propojen s konečnými prvky kanalizačního řádu budovy (řešeno v rámci profese ZTI). Na sběrači i rozdělovači jsou ke standardní sestavě měření umístěny i komponenty měření a regulace, zajišťující komunikaci systému chlazení s nadřazenými systémy M&R objektu. Ke sběrači je připojena úprava vody s automatickým řídicím ventilem. Úprava zajišťuje optimální fyzikální, respektive chemické parametry provozního média a jeho doplňování za provozu. Spolu se zařízením pro kontrolu a udržování optimálního tlaku v systému s uzavřenou expanzní nádobou udržuje provozní tlakové poměry v hydraulice systému RCH. Uzavřená expanzní nádoba eliminuje v RCH změnu objemu provozního média v důsledku změny teploty. Je umístěna v místnosti strojovny chlazení.

Regulace chodu chladicí jednotky je autonomní. Jednotka je spouštěna od teploty média na výstupu z chladicí jednotky. Její chladicí výkon je řízen automaticky. Výkonová regulace je součástí vybavení chladicí jednotky. Chod chladicí jednotky je podmíněn chodem oběhových čerpadel a sepnutím hlídače průtoku (měření diferenčního tlaku), který je osazen v potrubí na výstupu z jednotky. S ohledem na předpokládaný provozní režim objektu je regulace chladicího výkonu strany spotřebičů řešena prostřednictvím trojcestných regulačních ventilů umístěných na výstupu z jednotlivých chladičů vzduchu (VZT jednotky i FCU). Trojcestné armatury jsou součástí dodávky M&R. Průtok provozního média v primárním i sekundárním okruhu systému je konstantní. Odvod kondenzátu z instalovaných zařízení (komory vzduchotechnických jednotek, dispozice FCU) i z prostoru vedení jednotlivých větví RCH je proveden v rámci vedení tras potrubí stavebními konstrukcemi, ke koncovým prvkům kanalizace (profese ZTI, ve spolupráci s profesí vzduchotechnika).

### ENERGETICKÁ BILANCE

V níže uvedené tab. 1 je sumarizována průměrná roční bilance vybraných, pro energetiku objektu zajímavých, dat. Data je možno nejen v rámci instalovaného zařízení, ale tomu i odpovídajícímu software implementovanému do systému PC kdykoliv prezentovat. Provozovatel má v rámci monitoringu „chodu“ budovy možnost nejen sledovat projektované para-

metry zařízení, ale i s těmito reálnými parametry následně pracovat. Může tak racionálně přizpůsobit proceduru chodu zařízení. Provozovatel má v ruce nástroj, jímž může efektivně regulovat chod technologických zařízení a tím i ovlivnit výši provozních nákladů souvisejících s provozem objektu. Bylo tak dodrženo zadání, že se má jednat o projekt, jehož cílem má být provoz objektu nejenom s přiměřeně vysokým komfortem prostředí, ale zároveň s mimořádně nízkými nároky na spotřebu vstupní energie.

Tab. 1 – sledované provozní parametry

Naměřená data	Roční bilance	Poznámka
spotřeba elektrické energie	555 000 kWh	za rok 2011
spotřeba plynu	690 000 m <sup>3</sup>	za rok 2011
spotřeba vody	10 500 m <sup>3</sup>	za rok 2011
množství recyklované vody	1440 m <sup>3</sup>	za rok 2011
teplo rekurvané z odpadní vody	49 800 kWh	za rok 2011
teplo dodané solárními kolektory	19 740 kWh	za rok 2011

#### Poznámka:

výše uvedená tabulka prezentuje data, která byla získána prostřednictvím HIP v období 04/2012. Protože nejsou pisatelé k dispozici diskrétní informace finančního prostředí spojeného s provozem zařízení, se kterými disponuje pouze a jen sám provozovatel, zůstává otázka případných úspor energií související s provozováním zařízení otevřená. Vyčíslení skutečných energetických úspor objektu bude možno prezentovat v období, kdy budou provozovatelem uvolněna.

### ZÁVĚR

Z výše uvedeného je zřejmé, že chladicí zařízení má zjevně nezanedbatelný podíl na tepelném prostředí v hotelu. Spolu s dalšími technologiemi TZB se podílí na spokojenosti převážně zahraničních návštěvníků. V článku jsme se pokusili představit především nezbytné kroky projekční přípravy. Je na místě se zmínit pár slovy o realizaci díla, kterou jsme měli možnost velmi sporadicky sledovat v rámci autorského dozoru projektanta. Pominou-li se všechny „stavební peripetie“, které by vystačily minimálně na samostatný článek, mohu konstatovat, že se náročné dílo podařilo (o průběhu a náročnosti realizace stavby by nejlépe podala svědectví HIP provádějící stavbu). Není to odborné hodnocení, ale subjektivní pocit projektanta, který měl možnost sledovat intenzivně postup práce na zakázce od jejího prvního koordinačního setkání v projektové přípravě, který mohl částečně sledovat postup prací při realizaci v rámci autorského dozoru a byl účastníkem i slavnostní prezentace stavby před zraky veřejnosti. Z příznivých referencí, které jsou k dispozici po dvouletém provozu hotelu je potěšující, že to není pocit pouze subjektivní.

Dalším objektivním dokladem toho, že se dílo podařilo je poslední velmi významné ocenění stavby. V květnu tohoto roku se stal hotel MOSAIC HOUSE první certifikovanou budovou metodou „BREEAM In Use“ v České republice s hodnocením „Excellent“ (pět ze šesti možných hvězdiček). Je prvním hotelem ve střední Evropě, který získal hodnocení „Excellent“ pro část „Asset Rating“. Po dvou letech od uvedení do provozu se tak stvrzuje na světové úrovni přední místo v efektivitě využívání šetrných energií. Hotel MOSAIC HOUSE se může pochlubit českým prvenstvím v recyklaci „šedé“ vody ze sprch a umyvadel. Další úspory energií a provozních nákladů plynou z rekurperací tepla a chladu, instalací solárních panelů na střeše budovy, klimatizací pokojů spínanou v závislosti na obsazení pokojů, elektricky ovládaným zastíněním oken, sprchami s technologií „rain dance“, nízkou průtokovými toaletami a energeticky efektivním osvětlením. Certifikace BREEAM je potvrzením několikaleté snahy přiblížit se ideálu „inteligentní budovy“, která v maximální míře racionalizuje způsob nakládání s energiemi.

#### Kontakt na autory:

jochman@klimattech.cz, cervenkova@klimattech.cz, fiskova@impact-engineering.cz