



# Modernizácia energetickej sústavy zámku Smolenice

Cieľom rekonštrukcie bolo zmodernizovať energetickú sústavu kongresového centra zámku Smolenice ako celku vrátane vykurovania, hydraulického vyregulovania vykurovacej sústavy, prípravy teplej vody a chladenia. Rekonštrukcia energetickej sústavy Smolenického zámku ponúkala jedinečnú možnosť nasadenia nových progresívnych technológií, ktoré nie len zabezpečia energetické potreby kongresového centra, ale šetrením spotreby primárnych energetických zdrojov prispievajú k ekonomicky a ekologicky hodnotnejšej prevádzke energetického zdroja.

## Rekonštrukcia energetickej sústavy

Vykurovanie kongresového centra v zámku Smolenice bolo pred rekonštrukciou riešené teplovodným vykurovaním z plynovej kotolne. V kotolni boli inštalované dva kotly PGV 40 so sumárnym výkonom 850 kW. V kotolni boli hlavné obehové čerpadlá ÚK 1x 80 NTR-85 a 1x 80 NTV-102, ktoré napájajú jednotlivé stúpačky cez ležatý rozvod tepla vedený v suterénnych priestoroch zámku. Zložitý ležatý rozvod ÚK boli komplikované z dôvodu niekoľkonásobných prerábaní a zmien koncepcie počas histórie ústredného vykurovania.

Gre rekonštrukčných prác na modernizácii energetickej sústavy zámku Smolenice predstavovala výmena a rekonštrukcia technológie kotolne. Ako náhrada technologicky zastaraných teplovodných kotlov PGV 40 bola zvolená inštalácia kondenzačných kotlov Vitocrossal 200. Kotly sú osadené vlastnou automatikou s modulmi zabezpečujúcimi ochranu kotla, reguláciu výkonu horáka a kaskádové radenie kotlov do prevádzky. Práve kotlová kaskáda a modulácia výkonu horáka je zabezpečená reguláciou Vitotronic 333, pričom kotly sú vzájomne prepojené komunikačnou zbernicou. Tepelný výkon každého z dvojice kotlov je 285 kW. Kondenzačné kotly zabezpečujú prípravu teplotného média do všetkých vetiev vykurovania v priestoroch zámku Smolenice, podieľajú sa tiež na dohreve ohriatej pitnej vody na požadovanú teplotu.

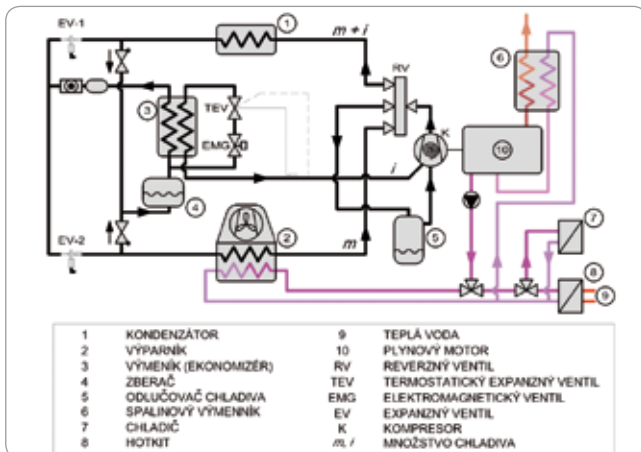
Súčasťou kotolne je aj plynové tepelné čerpadlo AGXP 25 HP vzduch – voda s výkonom 80 kW.



Obr. 1 Plynové tepelné čerpadlo na zámku Smolenice

Tepelné čerpadlo s plynovým pohonom sa využíva celoročne na predohrev vody v zásobníku TÚV. V prípade požiadavky sa akumuluje chlad v akumuláčnej nádobe s objemom 1 600 litrov. Chladivový

okruh tepelného čerpadla na plynový pohon využíva chladivo R410 A. Použitie tepelné čerpadlo nepracuje v režime priamej expanzie, je k nemu pripojená vnútorná jednotka AWS YOSHI, ktorej výstup tvorí voda s požadovanou teplotou. Tepelné čerpadlo môže pracovať v režime dodávky tepla alebo chladu. Základná funkčná schéma tohto zariadenia je znázornená na obr. 2.



Obr. 2 Principiálna schéma tepelného čerpadla s plynovým pohonom

Tepelné čerpadlo s plynovým pohonom využíva pri svojej činnosti závislosť teploty varu (respektíve kondenzácie) použitého chladiva od tlaku. Vo výparníku sa pri nižšej teplote odparuje kvapalné chladivo pôsobením nižšieho tlaku. Tým, že chladivo zmení svoje skupenstvo z kvapalného na plyné, spotrebuje teplo. Toto nízkopotenciálne teplo je práve tým, ktoré tepelné čerpadlo na plynový pohon odoberá z okolitého vzduchu. Následne je chladivo vo forme pár stláčané kompresorom, čím dochádza k nárastu tlaku. Kompresor teda chladivu dodá ďalšiu energiu, tentoraz však vo forme práce. Kvôli zvýšeniu efektívnosti samotnej práce kompresora je do technológie tepelného čerpadla na plynový pohon zapojený systém prístriekavania pár chladiva. Kompresor stláča pary chladiva do kondenzátora, pričom časť chladiva je vedená za kondenzátorom do výmenníka tepla, kam je chladivo nastriekavané termostatickým expanzným ventilom a podchladzuje tak kvapalné chladivo pred vstupom do výparníka.

V kondenzátore sa stlačené chladivo ochladzuje tak, aby nastala jeho kondenzácia, pričom tento dej je silne izobarický. Následkom toho, že pary skondenzujú, vytvára sa teplo, ktoré je teplotou látkou odvádzané do systému vykurovania. Prostredníctvom škrtiaceho ventilu je následne tlak chladiva znížený na východiskovú hodnotu a celý cyklus sa opakuje. V móde chladenia je tento proces opačný, prepínanie režimov práce tepelného čerpadla je zabezpečené prostredníctvom trojcestného ventilu.

V tepelnom čerpadle s plynovým pohonom sa k teplote teplotnej látky získanej opísaným cyklom pripočíta aj teplo získané prostredníctvom spalínového výmenníka a z chladiaceho okruhu plynového motora, ktorý slúži na pohon čerpadla. Teplo produkované plynovým spaľovacím motorom sa tiež využíva na odmrazovanie výparníka, kontinuálne teda pracuje s nominálnym výkonom. Teplo produkované pri funkcii plynového spaľovacieho motora umožňuje tiež prípravu ohriatej pitnej vody aj v tom prípade, ak tepelné čerpadlo pracuje v móde chladenia prostredníctvom doskového výmenníka – Hotkitu, ktorého tepelný výkon môže dosiahnuť až 30 % inštalovanej kapacity.

Tepelné čerpadlo s plynovým pohonom spravidla obsahuje viacero špirálových scroll kompresorov, ktoré sú prostredníctvom elektromagnetických spojok uvádzané do činnosti podľa požadovaného okamžitého príkonu tepelného zdroja, čo zaručuje jednak modularitu výkonu, jednak to prispieva k optimalizovaniu spotreby zemného plynu ako primárneho zdroja energie.

V rámci modernizácie energetickej sústavy Smolenického zámku prebehla aj rekonštrukcia rozvodov tepla, ktoré zabezpečuje zónové vykurovanie celého objektu s modernejšou koncepciou a úspornejším chodom. Kvôli požiadavke na zónové vykurovanie bol objekt

Smolenického zámku rozdelený na 11 zón, každá zóna bola osadená vlastným obehovým čerpadlom a trojcestným zmiešavacím ventilom, čo umožňuje riadiť teplotu obehového média pre každú zónu separátne. Týmto boli vytvorené v podstate samostatné regulačné stanice tepla pre každú jednu vetvu.



**Obr. 3 Regulačná stanica s trojcestným ventilom**

Systém merania a regulácie je postavený na modulárnom regulátore Elesta. Jednotlivé regulačné stanice sú riadené z hlavného regulátora MaR, pokiaľ to dispozícia dovoľovala. Na miestach so sťaženým prístupom alebo vo veľkej vzdialenosti od hlavného regulátora bol nasadený podružný regulátor Elesta a bola vytvorená komunikačná sieť s hlavným regulátorom. Systém merania a regulácie je vybavený operátorským panelom s intuitívnym ovládaním. Stavové veličiny energetického zdroja, ako sú teplota, tlak a chod jednotlivých zariadení, možno prenášať na vzdialené dispečerské pracovisko bezdrôtovou sieťou založenou na štandarde GPRS. Je preto veľmi jednoduché v rámci vzdialeného dohľadu tento zdroj parametrizovať tak, aby jeho prevádzka bola čo najekonomickejšia pri zachovaní tepelnej pohody v celom zámku.



**Obr. 4 Operátorský panel riadiaceho systému**

Rekonštrukciu prešli aj rozvody teplej vody a vybudovali sa nové rozvody chladenia. Podstatnou časťou prác na rekonštrukcii rozvodov vykurovania bolo aj hydraulické vyregulovanie vykurovacej

sústavy. Na jednotlivé vetvy rozvodov sa inštalovali vyvažovacie ventily, ktorých úlohou je dosiahnutie rovnakého pomeru zatekania teplotného média do jednotlivých vetiev vykurovania vzhľadom na výkon telies, ktoré sú na vetvu pripojené.



Obr. 5 Technologický tunel s rozvodmi v Smolenickom zámku

Hydraulické vyregulovanie rozvodov UK je riešené pomocou inštalácie termostatických ventilov s možnosťou prednastavenia hydraulického odporu. Tieto ventily sú inštalované na všetky vykurovacie telesá v objekte. Na zabezpečenie užívateľského komfortu pri voľbe vnútornej teploty v jednotlivých miestnostiach sú na termostatické ventily inštalované termostatické hlavice, ktorých úlohou je regulácia teploty v miestnosti na nastavenú hodnotu. Termostatická hlavica pracuje ako proporcionálny regulátor, ktorý plynulo reguluje teplotu v miestnosti prostredníctvom meniaceho sa hydraulického odporu ventilu. Termostatická hlavica umožňuje redukovať teplotu v miestnosti na nastavenú hodnotu.

V priestoroch, kde bola požiadavka na chladenie v letných mesiacoch, boli inštalované vodné fancoily, ktoré zabezpečujú chladenie aj vykurovanie podľa zvoleného režimu tepelného čerpadla na plynový pohon.



Obr. 6 Termostatická hlavica inštalovaná v priestoroch zámku Smolenice

Cieľom rekonštrukcie energetickej sústavy Smolenického zámku bolo zníženie spotreby primárnych energií pri zabezpečení tepelnej pohody vo vykurovaných priestoroch. Nové požiadavky boli vznesené na potrebu chladenia vybraných častí. Skĺbením klasického prístupu v podobe kondenzačných kotlov a alternatívneho energetického zdroja, ktorý predstavuje tepelné čerpadlo na plynový pohon, sa nám podarilo elegantne sa popasovať s touto výzvou, navyše keď rekonštrukciu sťažoval fakt, že prebehla v historickej budove.



Ing. Ján Adamec, PhD.