

Analýza energetického zabezpečenia pre kláštor Krásny Brod

¹Patrik KANCÍR, ²Dušan MEDVEĎ

^{1,2} Katedra elektroenergetiky, Fakulta elektrotechniky a informatiky Technickej univerzity v Košiciach, Slovenská republika

¹patrik.kancir@student.tuke.sk, ²dusan.medved@tuke.sk

Abstrakt — Článok pojednáva o návrhu vykurovacieho systému pre Monastyr Krásny Brod pri jej aktuálnom stave. V budove sú aktuálne implementované niektoré druhy energetických zdrojov, ku ktorým je požiadavka pridať ďalší energetický zdroj v podobe tepelného čerpadla vzduch-voda. Tento príspevok popisuje aktuálny stav energetických zdrojov v budove, opis budovy a jej parametre, ktoré sú potrebné pre výpočet tepelných strát budovy. Na ich základe sa stanovuje tepelný zdroj k súčasným podmienkam. Výsledkom analýzy energetických potrieb je výber konkrétneho druhu a typu tepelného zdroja.

Kľúčové slová — tepelné čerpadlo, tepelné straty budovy, vykurovanie

I. SÚČASNÝ STAV BUDOVY MONASTYR KRÁSNY BROD

Monastyr Krásny Brod sa nachádza na pozemku Rádu sv. Bazila Veľkého v obci Krásny Brod, neďaleko okresného mesta Medzilaborce. Stavba bola postavená s cieľom vytvoriť ubytovacie a prevádzkové priestory pre potreby Rádu sv. Bazila Veľkého v Prešove. Je to trojpodlažná, čiastočne podpivničená dvojtraktová budova, prepojená jednotraktom so schodišťom. Budova bola postavená z klasických stavebných materiálov. [1]

Na pozemku sa taktiež nachádza gréckokatolícky monastiersky chrám Zoslania Ducha Svätého, ktorý slúži pre bohoslužby, obety a modlidby miestnych baziliánov. Tento chrám je napojený na Monastyr prostredníctvom tepelného vykurovania. Oba objekty sú napojené na všetky potrebné inžinierske siete, ktoré sa nachádzajú na pozemku.

Budova Monastyru má v súčasnej dobe dva energetické zdroje. Jedným zdrojom je kondenzačný plynový kotol značky Junkers s výkonom 25 kW. Druhým zdrojom je kotol na tuhé palivo značky Defro s výkonom 45 kW. Budova má 4 vykurovacie vetvy: 1 – prízemie, 2 – poschodie, 3 – chodby, 4 – kostol, vzdialený 70 m od budovy monastyru (podlahové kúrenie).

Monastyr Krásny Brod a monastiersky chrám sa vykurojú len počas vykurovacej sezóny. Počas nej je hlavný vykurovacím zdrojom kotol na tuhé palivo. Pri veľmi nízkych vonkajších teplotách počas zimy sa prikuruje plynovým kotlom. Počas bežnej prevádzky cez vykurovacie obdobie sa vykuruje prízemie budovy a druhé poschodie sa temperuje na 14 °C. Celá budova sa vykuruje len počas konania duchovných stretnutí. Počas leta sú oba tieto objekty nevykurované.

Teplá úžitková voda má vlastný tepelný zdroj, preto TÚV nie je predmetom tohto príspevku.



Obr. 1 Pohľad na budovu Monastyru Krásny Brod



Obr. 2 Monastiersky chrám Zoslania Ducha Svätého

II. VÝPOČET TEPELNÝCH STRÁT

A. *Principiálny algoritmus výpočtovej metódy*

Výpočtová metóda pre základné, uvažované prípady, bola založená na nasledujúcich predpokladoch:

- rozloženie teplôt (teplota vzduchu a výpočtová teplota) je rovnomerné;
- tepelné straty sú vypočítané pre podmienky ustáleného stavu za predpokladu konštantných vlastností/veličín, ako napr. teplôt, charakteristík stavebných konštrukcií, a pod.

Navrhovaný principiálny postup sa môže použiť pre základné, uvažované prípady, teda väčšinu budov [2]:

- ktorých výška miestnosti nepresahuje 5 m;
- ktoré sa vykurejú alebo o ktorých sa predpokladá, že sa vykurejú na požadovanú konštantnú teplotu;
- v ktorých sa predpokladá, že teplota vzduchu a tzv. operatívna teplota sú rovnaké.

B. *Výpočet tepelných strát budovy*

Veľkosť tepelných strát budovy slúži ako vstupný údaj pre určenie potreby tepla na vykurovanie. Na tento účel postačuje jej určenie na základe tzv. obálkovej metódy podľa STN EN ISO 13789 (73 0563), ktoré sa opisuje ďalej. Na účely dimenzovania vykurovacích systémov však určenie tepelnej straty vyžaduje určité korekcie ďalej naznačeného postupu, napríklad podľa STN EN 12831-1 (06 0210), resp. STN EN 12831-3 (06 0237).

Tepelné straty budovy sú spôsobené prechodom tepla cez ohraničujúce konštrukcie vykurovaného priestoru a infiltráciou a/alebo vetraním. Merná tepelná strata sa udáva tepelným tokom z vykurovaného priestoru do vonkajšieho prostredia predeleným rozdielom teploty medzi vnútorným a vonkajším prostredím. Udáva sa tepelným tokom (tepelnou stratou) pri jednotkovom rozdieli teploty teda v jednotkách W/K. [3]

C. *Vypočítané hodnoty tepelných strát podľa STN EN 12831-1 (06 0210)*

Vonkajšia teplota sa stanoví na základe lokality, kde sa budova nachádza. Teploty prostredia sú určené podľa normy STN EN 12831-1 (06 0210), kde sú dané najnižšie vonkajšie výpočtové teploty pre konkrétnu oblasť. V tomto prípade sa tepelné straty vypočítajú podľa normy STN EN 12831-1 (06 0210), pre klimatickú stanicu Svidník, pre ktorú je stanovená teplota -15°C .

Pre výpočet tepelných strán boli vstupnými veličinami:

- vonkajšia výpočtová teplota pre danú oblasť;
- vnútorná výpočtová teplota (stanovená podľa požiadavky obyvateľov budovy);
- druh domu;
- rozmery stien;
- rozmery okien;
- rozmery budovy;
- hrúbka stavebných materiálov;
- súčiniteľ tepelnej vodivosti stavebných materiálov λ [$\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]

Rozmery Monastyru Krásny Brod:

- šírka: 45 m
- dĺžka: 12 m
- výška: 12 m
- vchod, kupola výška: 16 m
- okná: rôzne veľkosti a tvary, prevažne 1×1 m, 105 ks

Poznámka: Budova je len sčasti zateplená sklenenou vatou o hrúbke 10 cm. Na výstavbu boli použité klasické stavebné materiály.

Rozmery monastierskeho chrámu Zoslania Ducha Svätého:

- šírka: 12 m
- dĺžka: 6 m
- výška: 7 m
- okná: rôzne veľkosti a tvary, 14 ks

Poznámka: Na výstavbu boli použité klasické stavebné materiály.

TABUĽKA 1
 Vypočítané hodnoty tepelných strát

	Monastyr Krásny Brod	Monastiersky chrám Zoslania Ducha Svätého
Tepelná strata obvodovým múrom Φ_B	54 765,03 W	7336,33 W
Tepelná strata základom budovy Φ_Z	22050 W	1124,31 W
Tepelná strata vetraním Φ_V	230,38 W	173,93 W
Tepelná strata strechou budovy Φ_S	26455,81 W	3636,74 W
Tepelná strata okien Φ_O	4620,01 W	365,32 W
Tepelná strata vonkajšími dverami Φ_D	529,2 W	408,32 W
Celkovo Φ_{CB}	108 650,42 W	12 871,10 W

$$\Phi_{CB} = \Phi_O + \Phi_D + \Phi_B + \Phi_S + \Phi_Z + \Phi_V$$

D. Výpočet celkových strát potrebných pre stanovenie tepelné zdroja

$$\Phi_{\text{monastyr}} + \Phi_{\text{chrám}} = 108\,650,42 + 12\,871,10 = 121\,521,53 \text{ W} = 121,52 \text{ kW}$$

Tento výkon je potrebný počas vykurovacej sezóny za stavu počas absolútneho obsadenia budovy. Pre bežnú prevádzku, počas roka, hlavne v priebehu vykurovacej sezóny, je postačujúci polovičný výkon, vzhľadom na podmienku, že vykurovanie, ktoré je len v prizemí a 1. poschodie a kostol sa temperujú na teplotu 14 °C.

E. Výber tepelného čerpadla

Pre návrh a výber tepelného čerpadla boli uvažované viaceré faktory, ako sú variabilnosť prevádzky s potrebným výkonom, rozmery (aby bolo možné čerpadlo umiestniť do súčasných priestorov), cena, dlhá životnosť. Spomedzi širokého spektra daných tepelných čerpadel boli vybrané nasledovné čerpadlá zn. Hokkaido:

- HOKKAIDO HCSU 4504 XRV (vonkajšia jednotka) / HDSW 4500 XRV (vnútorná jednotka), v zapojení do dvojitej kaskády s celkovým výkonom 2×45 kW.
- HOKKAIDO HCSU 5004 XRV (vonkajšia jednotka) / HDSW 5000 XRV (vnútorná jednotka), v zapojení do dvojitej kaskády s celkovým výkonom 2×50 kW.

III. ZÁVER

Tento príspevok sa zaoberal výpočtom a výberom vhodného druhu a typu tepelného čerpadla pre zabezpečenie tepla pre kláštor Krásny Brod. Výber typu a druhu tepelného čerpadla bol vybraný aj na základe požiadavky prevádzkovateľov a súčasných obyvateľov monastyru.

Ako bolo uvedené v článku, ako energetický zdroj bolo zvolené tepelné čerpadlo typu vzduch/voda v kombinácii vonkajší vzduch. Medzi jeho hlavné výhody patrí:

- Tepelné čerpadlo vzduch/voda odoberá energiu priamo z vonkajšieho vzduchu a získané teplo využíva pre ohrev vody vo vykurovacom systéme.
- Daný typ tepelných čerpadiel vzduch/voda sú vhodnou voľbou pre rodinné domy, ktoré nemajú k dispozícii pozemok pre tepelné čerpadlo s plošným kolektorom.
- Jednoduchá a rýchla inštalácia, bez nárokov na veľkosť pozemku.
- Nižšie investičné náklady v porovnaní s tepelnými čerpadlami zem/voda.
- Jednoduché využitie pre chladenie v letnom období.
- Nízke prevádzkové náklady v porovnaní s elektrickým alebo plynovým vykurovaním.
- Takmer bezúdržbové a bezpracné vykurovanie v porovnaní s kotlami na drevo alebo uhlie.

Predmetné vybrané tepelné čerpadlo má pri svojej prevádzke aj určité nevýhody, medzi ktoré patrí [4]:

- Približne o 30 % vyššia spotreba elektriny ako pri tepelných čerpadlách typu zem/voda s plošným kolektorom.
- Možné problémy s hlučnosťou vonkajšej jednotky.
- Znížený výkon a výstupná teplota vykurovacej vody pri nízkych vonkajších teplotách.
- Kratšia životnosť kompresora ako pri tepelných čerpadlách typu zem/voda.

POĎAKOVANIE

Tento príspevok vznikol vďaka podpore Vedeckej grantovej agentúry Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR a SAV podporenej grantom VEGA 1/0372/18 a tiež v rámci operačného programu Výskum a vývoj pre projekt: *Centrum výskumu účinnosti integrácie kombinovaných systémov obnoviteľných zdrojov energií*, s kódom ITMS: 26220220064, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.



Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku/Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ.

LITERATÚRA

- [1] Chemkostav, a.s., „Obytná budova Monastyr, Krásny Brod“, [online], Dostupné na internete: < <http://www.chemkostav.eu/referencie/obcianske-stavby/obytna-budova-monastyr,-krasny-brod.html> >
- [2] STN EN 12831-1 (06 0210): 03-2019. *Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu projektovaného tepelného príkonu*. Časť 1: Tepelný príkon, Modul M3-3.
- [3] Chmúrny, I., „Stavebná tepelná technika. Základy tepelnej ochrany budov“, Bratislava: Vydavateľstvo STU, 2014. 303 s. ISBN 978-80-227-4147-7.
- [4] IVT Tepelná čerpadla s.r.o., „Vzduch/voda – vonkajší vzduch“, [online], Dostupné na internete < <https://www.ivt.sk/sk/tepelne-čerpadlo-vzduch-voda> >
- [5] Kancír, P., „Analýza energetického zabezpečenia pre kláštor Krásny Brod“, Bakalárska práca. Technická univerzita v Košiciach, Fakulta elektrotechniky a informatiky, 2019.