

prof. Ing. Jan TAKÁCS, PhD.
Ing. Soňa GAŽÍKOVÁ
Ing. István DERZSI
Slovenská technická univerzita
v Bratislave, Stavebná fakulta,
katedra TZB

Otvorený geotermálny energetický systém pre zásobovanie teplom v meste Veľký Meder

Open Geothermal Energy System for Heat Supply in Veľký Meder

Recenzent
prof. Ing. Karel Kabele, CSc

Na území Slovenska je zrealizovaných cca 170 geotermálnych vrtov s teplotou geotermálnej vody (GTV) na hlave vrtu od $t_0 = 15,7$ do $126,0$ °C. Väčšina oblastí s výskytom GTV má teplotu GTV vhodnú na zabezpečenie vykurovania a prípravu teplej vody pre byty, občiansku vybavenosť, poľnohospodárstvo, resp. pre priemyselné priestory a taktiež aj pre rekreačné účely v areáloch termálnych kúpalísk. V príspevku chceme poukázať na príkladné riešenie problematiky rekonštrukcie zdroja tepla pre obytný súbor na báze geotermálnej energie, pričom vychladená odpadová GTV sa následne využije pre vykurovanie polikliniky a ďalej sa čiastočne vychladená GTV využije pre termálne kúpalisko, kde sú touto GTV, ktorá je riedená, plnené bazény.

Kľúčová slova: geotermálna energia, systém zásobovania teplom

In Slovakia has been realized about 170 geothermal drills with geothermal water (GHW) with borehole temperature from $t_0 = 15.7$ °C to 126.0 °C. Most of these areas have temperature of the GHW suitable for heating and preparing hot water for flat areas, public facilities, agriculture and for industrial areas and for recreational purposes too. At this paper, we would like to show an exemplary solution for a problem of reconstructed heat source for a residential complex, which is heated with geothermal energy. The cooled GHW is subsequently used for heating of a polyclinic and at the end is cooled GHW used for the thermal pools. These pools are filled with diluted GHW – mixed GHW with cold water.

Keywords: geothermal energy, heat supply system

ÚVOD

Pri riešení zásobovania teplom obytného okrsku boli použité moderné prvky: špičkové zdroje tepla na zemný plyn, ktoré sú taktiež využívané ako záložný zdroj tepla, dva rozoberateľné doskové výmenníky tepla pre vykurovanie a dva doskové výmenníky tepla pre prípravu TV. Ochladená GTV sa využije pre potreby termálneho kúpaliska. Prepojenie zdroja tepla a kúpaliska je riešené pomocou predizolovaných potrubí s minimálnymi tepelnými stratami.

Príkladným riešením prispějeme k plneniu záväzkov smernice EU 31/2010 o energetickej hospodárnosti v časti využívania obnoviteľných zdrojov energie a znižovaniu tvorby skleníkových plynov a zvýšeniu energetickej účinnosti.

Sledovaný otvorený geotermálny energetický systém vo Veľkom Mederi je príkladom, ako sa má optimálne a účinne riešiť zásobovanie teplom



Obr. 1 Hlava geotermálneho vrtu VM-1 vo Veľkom Mederi

Fig. 1 Head of the VM-1 geothermal borehole in Veľký Meder

obytného okrsku s využitím geotermálnej energie s následným využitím pre termálne kúpalisko, pričom záložový zdroj tepla tvorí teplovodná plynová kotolňa spaľujúca zemný plyn.

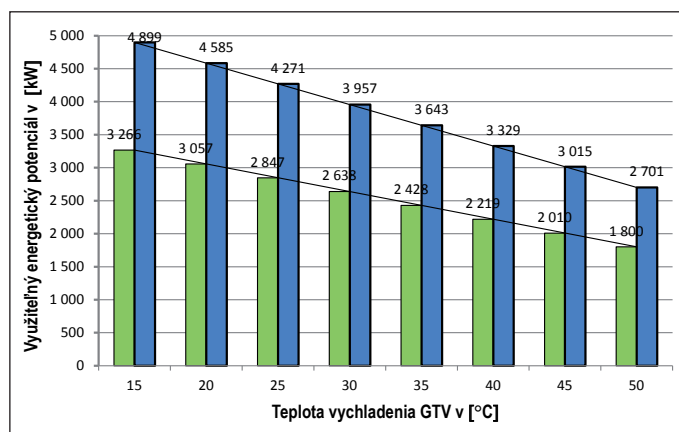
ZDROJ GEOTERMÁLNEJ ENERGIE

V meste Veľký Meder bol v roku 2015 realizovaný geotermálny vrt VM-1, priamo na nádvorí pôvodného zdroja tepla teplovodnej kotolne Stred. Tento zdroj vybudovaný v 70. rokoch minulého storočia už nevyhovoval súčasným požiadavkám a potrebám, a preto sa uskutočnila jeho rekonštrukcia s tým, že dominantné postavenie dostal obnoviteľný zdroj tepelnej energie – geotermálny vrt VM-1 s energetickými parametrami, ktoré sú zobrazené v tab. 1, pričom mineralizácia GTV je 3 600 mg/l. Hlava vrtu je zobrazená na obr. 1.

Tab. 1 Energetické parametre geotermálneho vrtu VM-1

Tab. 1 Energy parameters of the geothermal drill VM-1

Lokalita	Označenie vrtu	Hĺbka vrtu [m]	Výdatnosť		Teplota GTV na hlave vrtu [°C]	Teplota vychladenia GTV [°C]	Využitelný energetický potenciál [kW]
			Voľným prelivom [l/s]	Čerpaním [l/s]			
Veľký Meder	VM-1	2 450	10	-	93	25	2 847
Veľký Meder	VM-1	2 450	-	15	93	25	4 271
Veľký Meder	VM-1	2 450	10	-	93	40	2 219
Veľký Meder	VM-1	2 450	-	15	93	40	3 329



Obr. 2 Využitelný energetický potenciál v závislosti od vychladenia GTV

Fig. 2 Usable energy potential depending on cooling of the GHW

Predpokladané vychladenie GTV je uvádzané v dvoch rovinách. Z energetického hľadiska je to teplota vychladenia +15 °C, čo sa pokladá za teplotu nulovej energie. Z hľadiska ochrany okolitého životného prostredia ochránari vyžadujú vychladenie GTV na teplotu +25 °C. Skutočné vychladenie GTV (od 15 do 50 °C) je však rôzne a získaný tepelný výkon v kW je zobrazený na obr. 2. Prvý stĺpec (zelená) označuje získavanie GTV voľným prelivom a druhý (modrá) znázorňuje ťažbu GTV čerpaním.

TECHNICKÉ RIEŠENIE

Geotermálna voda z vrtu je zo začiatku získavaná voľným prelivom a následne vlastným tlakom dopravovaná do akumulačnej a odplynovacej nádrže s objemom 10 m³, v ktorej sa odplyní a ďalej je dopravovaná do dvoch doskových výmenníkov tepla G-MART s tepelným výkonom $Q = 1\,549$ kW. Vo výmenníkoch tepla VT1 a VT2 GTV odovzdáva svoju energiu teplotosnej látke – vykurovacej vode, ktorá zásobuje rozdeľovač a zberač, z ktorého sú napojené jednotlivé odberné miesta podľa obr. 3.

Sekundárna teplotosná látka vystupuje z výmenníkov tepla VT1 a VT2 a zásobuje teplom rozdeľovač a zberač, z ktorého sú napojené jednotlivé odberné miesta – 1 600 bytov, materská škôlka, základná škola, detský domov, kultúrne stredisko, poliklinika. Predohrev teplej vody sa uskutoč-

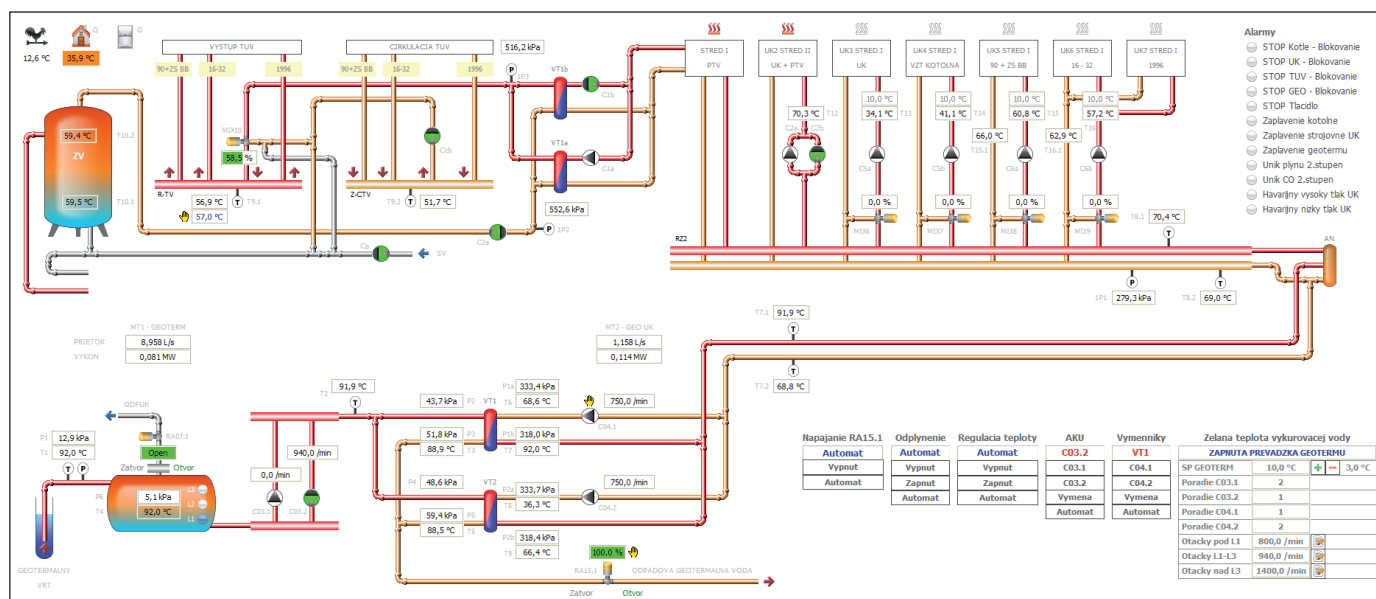

Obr. 4 Ležatá odplynovacia a akumulačná nádrž s objemom 10 m³

Fig. 4 Horizontal degassing and storage tank with a capacity of 10 m³


Obr. 5 Pohľad na doskové výmenníky tepla VT1 a VT2 s obehovými čerpadlami v popredí

Fig. 5 View on the plate heat exchangers – VT1 and VT2 with circulating pumps at the front

ňuje v dvoch doskových výmenníkoch tepla VT1a a VT1b, podľa obr. 4 s tepelným výkonom $Q = 400$ kW, a následne sa akumuluje v stojatej akumulačnej nádobe s objemom 4 000 litrov. Z nej je zásobované



Obr. 3 Dráha GTV od vrtu cez výmenníkom tepla VT1 a VT2 až do odberných miest

Fig. 3 The network of the GHW from the borehole through heat exchangers VT1 and VT2 to the heat consuming points

sídlisko teplou vodou. Ležatá odplynovacia a akumulčná nádoba, ktorá je umiestnená v najnižšom podlaží, je zobrazená na obr. 4. Pohľad na výmenníky tepla VT1 a VT2 je zobrazený na obr. 5.

GTV po ochladiení v doskových výmenníkoch tepla VT1 a VT2 vystupuje na poschodie do doskových výmenníkov tepla VT1a a VT1b, ktoré slúžia na predohrev teplej vody, a takto ochladená GTV sa dopravuje potrubným rozvodom do areálu termálneho kúpaliska, pričom pred vstupom do areálu kúpaliska sa potrubie rozvetvuje a je na neho napájané potrubie, ktoré zásobuje teplom blízku polikliniku. V termálnom kúpalisku je GTV využitá v dvoch bazénových hospodárstvach.

KONCEPCIA NÁVRHU ZDROJA TEPLA

Zdrojom tepla pre obytný okrsok je teplovodná kotolňa na zemný plyn umiestnená v dvojpodlažnom objekte. Jej úlohou je zabezpečiť potrebu tepla pre vykurovanie a prípravu teplej vody. Pôvodný zdroj, teda aj vykurovacie systavy boli dimenzované na teplotný spád 90/70 °C. Praktické skúsenosti však potvrdzujú, že po stavebných úpravách na zabezpečenie potreby tepla postačujú aj nižšie teplotné spády s teplotou prívodnej vody do vykurovacieho systému na úrovni 70 až 75 °C.

V kotolni po rekonštrukcii sú inštalované 3 teplovodné skriňové kotle na zemný plyn s tlakovým horákom a tepelným výkonom 1 000 kW a dva moderné skriňové kotle na zemný plyn s s tlakovým horákom a tepelným výkonom 1 600 kW. Pohľad na kotle je zobrazený na obr. 6.



Obr. 6 Pohľad do zrekonštruovanej teplovodnej kotolne na zemný plyn
Fig. 6 View to the reconstructed hot-water boiler house for natural gas



Obr. 7 Pohľad na zrekonštruovaný zdroj tepla – teplovodná kotolňa na zemný plyn
Fig. 7 View of the reconstructed heat source – hot water boiler house for natural gas

Okrem toho posledné dva kotle s tepelným výkonom 1 600 kW sú opatrené spalinovými výmenníkmi tepla, ktoré zvýšia stupeň využitia týchto kotlov. Pohľad na samotný objekt kotolne, resp. energocentra, je zobrazený na obr. 7.

VÝROBA TEPLA V KOTOLNI

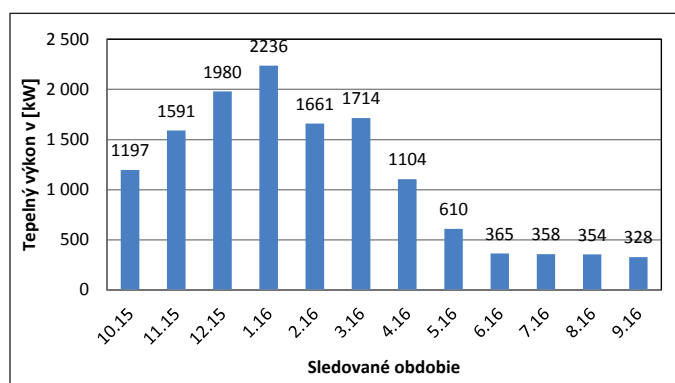
Rekonštruovaná teplovodná kotolňa na zemný plyn bola uvedená do prevádzky 15. októbra 2015. Od tohto obdobia sú zaznamenané spotreby zemného plynu, resp. množstvo vyrobeného tepla, čo je znázornené v tab. 2, grafické zobrazenie je na obr. 8.

Z tab. 2 a obr. 8 je zrejmé, že vo vykurovacej sezóne 2015/2016 bola najvyššia výroba, resp. potreba tepla pre obytný súbor zásobovaný z rekonštruovanej kotolne. Za sledované vykurovacie obdobie 2015/2016 bola nameraná spotreba tepla 13 498 MWh (48 589 GJ), resp. 1 252 331 m³ zemného plynu. Pre ďalšie analýzy táto hodnota bude predstavovať porovnávací základ.

Na jeseň v nasledujúcom roku 2016 už bol úspešne uvedený do prevádzky geotermálny zdroj – vrt VM-1, čo malo za následok, že určitá

Tab. 2 Množstvo tepla a spotreba zemného plynu počas vykurovacej sezóny 2015/2016
Tab. 2 The amount of heat and consumption of natural gas during the heating season 2015/2016

Plynová kotolňa bez GTV			
Obdobie	[MWh]	[m ³]	eur
10. 2015	1 197	111 043	47 539
11. 2015	1 591	148 104	60 242
12. 2015	1 980	183 776	72 759
1. 2016	2 236	208 016	72 898
2. 2016	1 661	154 370	56 977
3. 2016	1 714	159 068	58 445
4. 2016	1 104	102 236	41 584
5. 2016	610	56 288	27 923
6. 2016	365	33 451	21 136
7. 2016	358	32 952	20 958
8. 2016	354	32 714	20 844
9. 2016	328	30 313	20 128
Spolu	13 498	1 252 331	521 433



Obr. 8 Množstvo vyrobeného tepla [MWh] vo vykurovacej sezóne 2015/2016
Fig. 8 The amount of heat produced [MWh] in the heating season 2015/2016

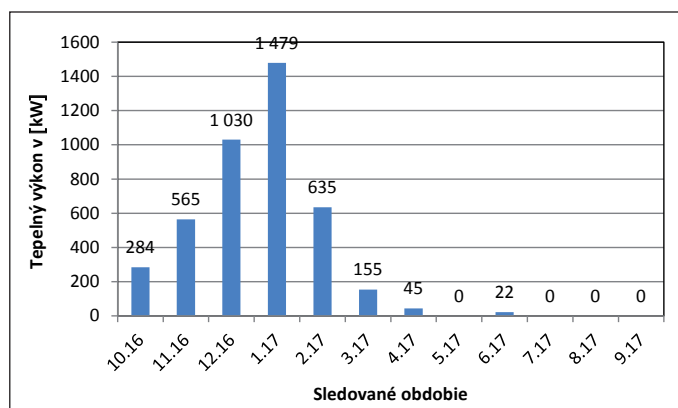
časť vyrobenej tepelnej energie bola zabezpečená z geotermálneho zdroja. Zaznamenané hodnoty vyrobeného tepla z geotermálnej vody sú v tab. 3, grafické zobrazenie je na obr. 9. V dôsledku využívania GTV sa dosiahla znížená požiadavka na zemný plyn, čím sa plnili aj predpoklady využívania obnoviteľného zdroja tepla na báze geotermálnej energie. GTV sa využívala v doskových výmenníkoch tepla VT1 a VT2 a následne v doskových výmenníkoch tepla VT1a a VT1b pre prípravu teplej vody pre obytný súbor 1 600 bytov. Čiastočne vychladená GTV sa ešte využije v poliklinike a nakoniec v areáli termálneho kúpaliska, kde zabezpečuje chod bazénových hospodárstiev dvoch bazénov. Využitá bazénová voda je likvidovaná v ľžoskom kanáli.

Z tab. 3 a obr. 9 je zrejmé, že vo vykurovacej sezóne 2016/2017 bola najväčšia výroba, resp. potreba tepla pre obytný súbor zásobovaný z rekonštruovanej kotolne v mesiaci január 2017. Za sledované vykurovacie obdobie 2016/2017 bola nameraná znížená výroba tepla 4 215 MWh (14 170 GJ) zo zemného plynu, čo zodpovedá 392 471 m³ zemného plynu (31,22 % zo spotreby v predchádzajúcom roku). Porovnanie prevádzok kotolne vo vykurovacej sezóne 2015/2016 a 2016/2017 je v tab. 5, grafické zobrazenie je na obr. 10.

Tab. 3 Množstvo tepla a spotreba zemného plynu počas vykurovacej sezóny 2016/2017

Tab. 3 The amount of heat and consumption of natural gas during the heating season 2016/2017

Plynová kotolňa v účinnosti s GTV			
Obdobie	[MWh]	[m ³]	eur
10. 2016	284	26 455	18 906
11. 2016	565	52 588	26 670
12. 2016	1 030	95 982	35 594
1. 2017	1 479	137 766	38 514
2. 2017	635	59 108	19 556
3. 2017	155	14 396	10 025
4. 2017	45	4 128	7 655
5. 2017	0	0	6 696
6. 2017	22	2 048	7 172
7. 2017	0	0	6 696
8. 2017	0	0	6 696
9. 2017	0	0	6 696
Spolu	4 215	392 471	190 874



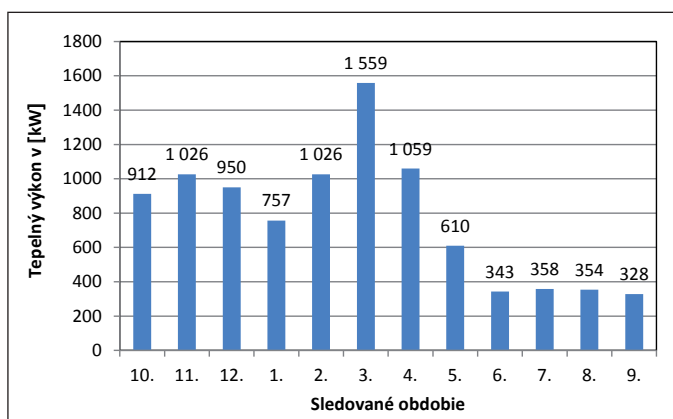
Obr. 9 Množstvo vyrobeného tepla [MWh] v období október 2015 až máj 2016

Fig. 9 The amount of heat produced [MWh] between October 2015 and May 2016

Tab. 4 Rozdiel spotreby zemného plynu počas vykurovacej sezóny 2015/2016 a 2016/2017

Tab. 4 Difference in consumption of a natural gas during the heating seasons 2015/2016 and 2016/2017

Rozdiel spotreby zemného plynu			
Obdobie	[MWh]	[m ³]	eur
10.	912	84 588	28 633
11.	1 026	95 516	33 573
12.	950	87 794	37 165
1.	757	70 250	34 385
2.	1 026	95 262	37 421
3.	1 559	144 672	48 420
4.	1 059	98 108	33 929
5.	610	56 288	21 227
6.	343	31 403	13 964
7.	358	32 952	14 262
8.	354	32 714	14 148
9.	328	30 313	13 432
Spolu	9 282	859 860	330 559



Obr. 10 Ušetrený zemný plyn počas vykurovacej sezóny 2015/2016 a 2016/2017

Fig. 10 Saved natural gas during the heating seasons 2015/2016 and 2016/2017

Z tab. 4 a obr. 10 je zrejmé, že porovnaním vykurovacej sezóny 2015/2016 a 2016/2017 najväčšia úspora, resp. potreba tepla pre obytný súbor zásobovaný z rekonštruovanej kotolne bola v mesiaci marec 2017. Z pohľadu celého roka môžeme konštatovať, že zároveň bolo ušetrené 859 860 m³ zemného plynu. Z hľadiska ochrany životného prostredia sa nám podarilo znížiť značné množstvo emisií. Táto skutočnosť je zobrazená v tab. 5.

Tab. 5 Vyčíslenie zníženia množstva škodlivín

Tab. 5 Reduced amount of the pollutants

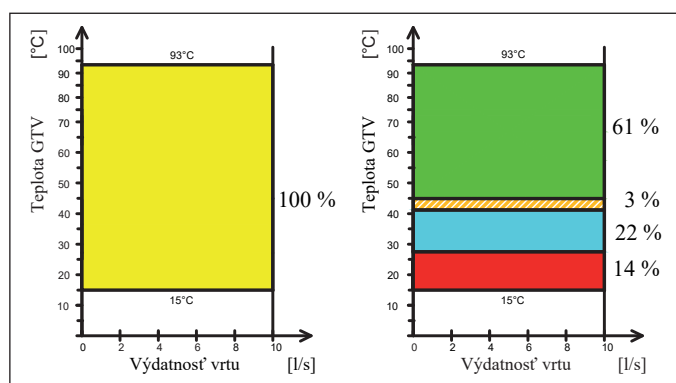
Škodlivina		Ušetrené množstvo ZP	Škodlivina
	[kg/10 ⁶ m ³]	[10 ⁶ m ³]	[kg]
CO ₂	1 920	0,85986	1 650,9
NO ₂	320	0,85986	275,2
Spolu			1 926,1

Z tab. 5 je zřejmé, že ušetřením 859 860 m³ zemního plynu sa do okolitého prostredia nevypustilo 1 650,9 kg CO₂ za rok a 275,2 kg NO_x za rok, čo spolu tvorí 1 926,1 kg emisií za rok.

HODNOTENIE VYUŽÍVANIA GEOTERMÁLNEJ ENERGIE

Na obr. 11 je zobrazená okamžitá účinnosť využívania geotermálnej energie. Teoreticky využiteľný potenciál predstavuje 100 % energie.

Na 1. stupni využívania v kotolni sa využíva 61 % energie (zelená), v 2. stupni pre potreby polikliniky 3 % (šrafovaná) a 3. stupeň využívania v termálnom kúpalisku 22 % (bledo modrá). Nevyužitý odpad tvorí 14 % (červená). Takže sledovaný otvorený geotermálny energetický systém (OGES) je využívaný na 86 %. Skutočná účinnosť využívania bude nižšia, ak OGES budeme vyhodnocovať v dlhšom časovom období (týždeň, mesiac, sezóna).



Obr. 11 Grafické vyjadrenie účinnosti využívania GTV v jednotlivých stupňoch OGES

Fig. 11 Graphic representation of the GHW utilization efficiency in the individual stages of OGES

ZÁVER

V lokalite Veľký Meder bol cielene vybudovaný geotermálny vrt na dvore miestnej teplovodnej kotolne. Zároveň sa uskutočnila rekonštrukcia zdroja tepla a základné zaťaženie zdroja prebral obnoviteľný zdroj energie na báze geotermálnej energie. Porovnaním vykurovacích období 2015/2016 a 2016/2017 môžeme konštatovať, že navrhované riešenie zásobovania teplom obytného okrsku je správne. Znížila sa spotreba zemného plynu, využíva sa obnoviteľný zdroj energie a podstatne sa znížila produkcia škodlivín v podobe vypúšťaného CO₂. Toto môže byť príklad ako plniť záväzky, ktoré nám predpisuje smernica Európskeho parlamentu a rady 2010/31/EÚ z 19. 5. 2010 o energetickej hospodárnosti budov.

Kontakt na autory: jan.takacs@stuba.sk; sonka.gazikova@gmail.com; xderzsii@stuba.sk

Podakovanie: Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. DS-2016-0030 a Ministerstvom školstva, vedy, výskumu a športu SR prostredníctvom grantu VEGA 1/0807/17. Tento článok vznikol vďaka podpore v rámci OP Výskum a vývoj pre projekt: Kompetenčné centrum inteligentných technológií pre elektronizáciu a informatizáciu systémov a služieb, ITMS: 26240220072 spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Použité zdroje:

- [1] PETRAŠ, D. a kol. *Obnoviteľné zdroje energie pre nízkoenergetické systémy*. JAGA, Bratislava 2009, 223 str. ISBN 978-80-8076-075-5.

- [2] FRIČOVSKÝ, B., MARCIN, D., ČERNÁK, R., BENKOVÁ, K. *Obnoviteľnosť a trvalo udržateľné využitie a využívanie zdrojov geotermálnej energie: potreby a princípy v podmienkach Slovenska*. In: *Obnoviteľné zdroje energie 2017* [elektronický zdroj]: zborník prednášok zo 17. vedecko-odbornej konferencie so zahraničnou účasťou na tému „Budovy s takmer nulovou potrebou energie“. Štrbské Pleso, SR, 9.–10. 5. 2017. 1. vyd. Bratislava: SSTP, 2017, CD-ROM, s. 61–66. ISBN 978-80-89878-10-9.
- [3] HALÁS, O. *Využitie geotermálnej energie na vykurovanie mesta Veľký Meder*. In: *Obnoviteľné zdroje energie 2017* [online]: zborník prednášok zo 17. vedecko-odbornej konferencie so zahraničnou účasťou na tému „Budovy s takmer nulovou potrebou energie“. Štrbské Pleso, SR, 9.–10. 5. 2017. 1. vyd. Bratislava: SSTP, 2017, CD-ROM, s. 73–76. ISBN 978-80-89878-10-9.
- [4] KOŠČO, J., KUDELAS, D., TAUŠ, P., ANTOLÍKOVÁ, S. *Possibilities of using thermal water from well G-4 in Košice/Ján Koščo*: [et al.] 2015. In: *SGEM 2015*. – Sofia: STEF92 Technology, 2015 P. 517–522. ISBN 978-619-7105-36-0/ISSN 1314-2704.
- [5] KONTRA, J. *Hévízhasznosítás*. Műegyetemi könyvkiadó, Budapest 2004.
- [6] HALÁSZ Gy-né, KALMÁR, F. *Különböző hőtermelővel ellátott fűtési rendszerek exergikai összehasonlítása I.-II. rész*, Magyar Épületgépészet, vol. L VI. 12 sz. vol. L VII. 1–2 sz., 2007.
- [7] MALINOVÁ, K. The decisive factor on the reconstruction of the heat source. *TZB Haustechnik*. 2014, ročník VII, č. 4, str. 38–39. ISSN 1803-4802.
- [8] KURČOVÁ, M. Možnosti úspory energie pri riadení zdrojov tepla na báze obnoviteľných zdrojov energie. In: *Meranie a rozpočítanie tepla 2017* [online]: zborník prednášok zo 17. konferencie s medzinárodnou účasťou. Senec, SR, 9.–10. 11. 2017. 1. vyd. Bratislava: SSTP, 2017, CD-ROM, s. 129–134. ISBN 978-80-89878-16-1.
- [9] Podklady z prevádzky kotolne Stred vo Veľkom Mederi MPBH spol. s r.o.

Cena Hermes Award pro Endress+Hauser

Nejvyšší ocenění veletrhu Hannover Messe 2018 obdržela švýcarská firma Endress+Hauser Messtechnik GmbH za inovaci špičkové měřicí technologie v podobě hygienického kompaktního in-line teploměru iTHERM TrustSens TM371 se samokalibrujícím senzorem. Senzor se automaticky sám kalibruje proti referenčnímu senzoru na materiálově specifickou Curieovu teplotu. Díky své přesnosti a dlouhodobé spolehlivosti nevyžaduje pravidelnou rekaliibraci. Přístroj může být využit k měření teploty v potravinářství, farmácii, biotechnologii a technice životního prostředí. Je součástí kolekce přístrojové techniky vyvíjené pro projekty Průmysl 4.0.

Pramen: Newsletter Hannover Messe, 23. 4. 2018

(AB)

Prosklená laboratoř techniky větrání

Díky sponzoringu společností ebm-papst a AL-KO vznikla na vysoké škole v Esslingenu prosklená laboratoř pro zlepšení výuky techniky větrání a klimatizace. U vzduchotechnických přístrojů jsou v prosklení viditelné díly v plném provozu – rotory, vzduchové filtry, ohřívače, chladiče a další kritické díly. Studenti oborů větrání a klimatizace, ale i vytápění, sanitární a regulační techniky tak mají možnost živě se seznámit s nejnovější technikou.

Pramen: Kälte Klima Aktuell 2018, č. 1

(AB)

Samosvařitelná izolační a těsnicí fólie

Britská firma Braas Monier přichází s inovací fólie Wrapectec z polymeru polyisobutylen (PIB) s mnoha unikátními vlastnostmi pro izolace a povlaky nádob, potrubí a tvarovek, vedení vytápění, větrání a klimatizace (HVAC), jejíž hlavní předností spočívá v samosvařitelnosti při spojování. Dodává se ve svitcích o délce 10 m, v šířkách 70 mm, 140 mm, 280 mm a 580 mm a jediné tloušťce 1,05 mm a 2 barevných provedeních: antracitové a světle šedé barvy. Při teplotní odolnosti od -40 °C do +100 °C se aplikuje při teplotách +5 °C až +40 °C. Má UV stabilitu dle DIN EN ISO 20811, požární odolnost třídy B2 dle DIN EN ISO 11925-2, odolnost a těsnost vůči vodě.

Pramen: Kälte Klima Aktuell 2018, č. 1, s. 43

(AB)