AKÉ SÚ MOŽNOSTI VYUŽÍVANIA ODPADOVÉHO TEPLA Z BAZÉNOVEJ VODY?

WHAT ARE THE POSSIBILITIES OF USING SWIMMING POOL WASTEWATER HEAT?

Anna Predajnianska^{*,1}

^{*}predajnianska.anna@gmail.com

¹Slovenská technická univerzita v Bratislave, Stavebná fakulta, Katedra technických zariadení budov, Radlinského 11, 81005, Bratislava

Abstrakt

Termálne kúpaliská na Slovensku sú producentmi odpadových vôd, ktoré v sebe ukrývajú značný energetický potenciál. Odpadová voda často prekračuje maximálnu prípustnú teplotu, ktorá môže byť odvádzaná do recipientu bez poškodenia životného prostredia. V mnohých prípadoch je táto teplota prekročená a prevádzkovatelia kúpalísk musia čeliť sankciám za znečisťovanie životného prostredia. Cieľom príspevku je predstaviť možnosti, využitia energetického potenciálu odpadovej vody, čím by bolo možné zabezpečiť jej požadovanú teplotu.

Kľúčové slova

Odpadová bazénová voda, Energetický potenciál, Spätné získavanie tepla, Termálne kúpaliská, Geotermálna energia

Abstract

Thermal baths in Slovakia are producers of wastewater, which have considerable energy potential. Wastewater often exceeds the maximum temperature that can be discharged to the recipient without harming the environment. In many cases, this requirement is not met, and swimming pool operators must face sanctions for environmental pollution. The aim of the paper is to present the possibilities of using the energy potential of wastewater, which would ensure its required temperature.

Key words

Waste pool water, Energy potential, Heat recovery, Thermal baths, Geothermal energy

1 ÚVOD

V súčasnosti máme na Slovensku 35 termálnych kúpalísk a 209 umelých kúpalísk. V rámci areálov týchto kúpalísk hovoríme o nemalom počte bazénov. Na Slovensku máme k dnešnému dňu registrovaných 469 bazénov, plnených netermálnou vodou a 189 bazénov plnených termálnou vodou. Termálne, ale aj netermálne kúpaliská poskytujú obrovský energetický potenciál v podobe odpadovej bazénovej vody, ktorú produkujú. Príspevok je zameraný na termálne kúpaliská, ktoré vo svojich prevádzkach využívajú geotermálnu vodu na plnenie bazénov. Geotermálna energia je považovaná za obnoviteľný zdroj energie. V súčasnosti máme na Slovensku 32 oblastí s geotermálnym potenciálom. V týchto oblastiach môžeme nájsť až 176 geotermálnych vrtov, ktoré poskytujú vodu s teplotou až do 130 °C [1], [2]. Geotermálna energia je na Slovensku využívaná rôznymi spôsobmi. Nie veľmi známy spôsob využitia tejto energie je v rybích farmách, kde sa geotermálna voda využíva na ohrev vody, ktorá je napúšťaná do jednotlivých nádrží s rybami. Oveľa známejší spôsob využitia je pre vykurovacie systavy skleníkov a fóliovníkov. Rozsiahle skleníkové hospodárstva, využívajúce geotermálnu energiu na ohrev, máme na juhu Slovenska, kde sa pestujú predovšetkým paradajky (Horná Potôň), uhorky (Zemné) a gerbery (Vlčany). Geotermálnu energiu je možné využívať aj v systémoch centralizovaného zásobovania teplom, pričom na Slovensku máme niekoľko funkčných aplikácií (Galanta, Sered', Šaľa). V najväčšej miere je geotermálna energia využívaná práve na rekreačné účely v termálnych a balneologických zariadeniach.

V rámci príspevku budeme pojednávať najmä o termálnych kúpaliskách, ktoré vo svojich prevádzkach využívajú geotermálnu vodu. Ako už bolo naznačené, v mnohých prípadoch sa stretávame s nepriaznivou situáciou, kedy je z prevádzok vypúšťaná odpadová bazénová voda s príliš vysokou teplotou. Maximálna teplota odpadovej bazénovej vody, ktorá môže byť vypustená do recipientu bez poškodenia okolitého životného

prostredia, je stanovená na hodnotu 26 °C [3], [4]. Toto predpisuje Zákon č. 364/2004 Z. z. o vodách a o zmene zákona Slovenskej národnej rady č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov (známy tiež ako vodný zákon) v súčinnosti s Nariadením vlády Slovenskej republiky č. 239/2010 z 25. mája 2010, ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd. Cieľom príspevku je predstaviť niekoľko možností užitočného využitia energetického potenciálu, ktorý v sebe nesie odpadová bazénová voda.

2 SÚČASNÝ STAV SPÄTNÉHO VYUŽÍVANI TEPLA

Myšlienka spätného získavania tepla všeobecne z odpadovej vody ako zdroj energie nie je v súčasnosti ničím nevšedným. Teplo z odpadovej vody disponuje veľkým energetickým potenciálom a dá sa využiť jednoducho, s ohľadom na okolité životné prostredie. Vzhľadom na aktuálne diskusie o klimatických zmenách, ide o veľmi zaujímavú technológiu.

Vo Švajčiarskom Muri bol vytvorený projekt, ktorý zabezpečuje vykurovanie 32 rodinných domov osobitným zdrojom energie – odpadovou vodou z tamojšej čistiarnie odpadových vôd. Systém funguje na princípe tepelných čerpadiel zapojených do kaskády, ktoré získavajú energiu na vykurovanie z čistiarnie odpadovej vody. Doskový výmenník tepla odoberá teplo a vedie ho cez uzavretý okruh do tepelných čerpadiel. V prípade potreby je k dispozícii aj kotol na vykurovací olej, ktorý doposiaľ nebolo potrebné využívať [5].

Další zaujímavý spôsob využívania odpadového tepla je z kanalizácie. Toto teplo je možné využiť na ohrev teplej vody v budovách. Systém je založený na odovzdávaní tepla zo splaškovej odpadovej vody cez teplo výmennú plochu výmenníka tepla, ktorý môže byť integrovaný priamo v budove, prípadne mimo budovy v prípade jeho väčších rozmerov. Získané teplo je možné využiť na prípravu teplej vody v budove [6].

Zmienky o systéme spätného získavania tepla z odpadovej bazénovej vody doposiaľ neboli zverejnené odborníkmi v danom odbore na Slovensku, ani vo svete. Preto cieľom príspevku je predstaviť spôsoby, ako by bolo možné užitočne využívať odpadové teplo z bazénovej vody. Na Slovensku to predstavuje obrovský energetický potenciál vzhľadom na počet bazénov v termálnych, ale aj netermálnych kúpaliskách.

Možnosti spätného využívania tepla z odpadovej bazénovej vody

V areáloch rekreačných zariadení môžeme nájsť množstvo rôznych druhov bazénov. Z hľadiska návštevníka kúpaliska je zaujímavá predovšetkým teplota bazénovej vody, prípadne či má voda liečivé účinky. Z hľadiska odborníka na návrh energetických systémov sú zaujímavé mnohé ďalšie vlastnosti každého z bazénov. Pri riešení energetickej bilancie celého bazénového hospodárstva, je potrebné oboznámiť sa s fungovaním a celkovou prevádzkou jednotlivých bazénov. Dôležitými vlastnosťami sú pôdorysné rozmery, vodná plocha, hĺbka, objem bazéna, požadovaná teplota vody v bazéne, požadovaná výmena vody v bazéne, spôsob plnenia bazéna, bazénový systém a v neposlednom rade vplyv klimatických podmienok na tepelné straty bazéna. Pri systéme spätného využívania tepla má najväčší potenciál odpadová bazénová voda z rekreačných bazénov, kde je požadovaná teplota vody v bazéne v rozmedzí 35 - 40 °C. Vďaka podrobnému oboznámeniu sa s prevádzkou bazéna, je možné vypočítať energetickú bilanciu. V rámci výpočtov je možné vyčísliť nie len energiu, ktorú v sebe nesie odpadová bazénová voda. Túto energiu je možné ďalej využívať niekoľkými užitočnými spôsobmi:

- predohrev studenej vody využíanej v bazénoch ako vodu miešanú s geotermálnou vodou,
- predohrev pre prípravu teplej vody,
- rozmrazovanie chodníkov,
- aktívna tepelná ochrana budov.

Princíp systému spätného získavania tepla je založený na vložení regeneračného výmenníka tepla do okruhu odpadovej bazénovej vody. Vo všetkých hore uvedených prípadoch, je potrebné využívať výmenník tepla, ktorým bude prúdiť primárna a sekundárna teplotonosná látka. Primárnou teplotonosnou látkou bude odpadová bazénová voda s teplotou v rozmedzí 35 - 40 °C. Sekundárnou látkou bude studená voda.

Odpadové teplo je možné využiť ako predohrev pre systém prípravy teplej vody. Odpadová bazénová voda s teplotou do 40 °C poskytuje energetický potenciál, vďaka ktorému by bolo možné čiastočne predhriať studenú pitnú vodu. Následne by predhriata voda bola privedená do zásobníkového ohrievača teplej vody, kde by sa dohriala na požadovanú teplotu.

Každé bazénové hospodárstvo disponuje aj exteriérovými bazénmi a teda komunikačnými priestormi medzi jednotlivými bazénmi, ktoré je možné využívať aj v zimnej prevádzke. Samozrejme sa jedná o rekreačné, alebo oddychové bazény, v ktorých teplota bazénovej vody dosahuje teplotu do 40 °C. V prípade zimnej prevádzky sa prevádzkari stretávajú s problémom odhadzovania snehu, prípadne s námrazou vznikajúcou na chodníkoch. V mnohých prípadoch nastáva problém, že sneh nemajú kde uskladňovať. Tento problém by bol riešiteľný taktiež

pomocou využitia energetického potenciálu z odpadovej bazénovej vody daného bazénového hospodárstva. Je tu možnosť vytvoriť potrubný systém, zabudovaný v chodníku, ktorým bude prúdiť nemrznúca kvapalina ako sekundárna látka. Primárnou látkou bude odpadová geotermálna voda. Vďaka dostatočnej teplote vody by dochádzalo k eliminácii námrazy a k rozpúšťaniu snehovej pokrývky chodníkov. Tento systém je vo svete využívaný na rozmrazovanie chodníkov, ale aj ciest. Aplikácie môžeme nájsť najmä na Islande, v Číne, ale aj v Kanade.

Systém aktívnej tepelnej ochrany je pomerne známy na Slovensku aj vo svete. Hlavnou funkciou systému je znižovať tepelné straty netransparentných konštrukcií v zime a súčasne znižovať, alebo eliminovať tepelné zisky v lete. Systém aktívnej tepelnej ochrany pozostáva z potrubného systému, zabudovaného do stavebných konštrukcií. Cez potrubný systém cirkuluje pracovná teplotonosná látka, ktorá môže byť ohrievaná rôznymi zdrojmi tepla. Jednou z možností je aj predohrev teplotonosnej látky pomocou odpadového tepla z bazénovej vody. Úlohou systému je vytvoriť aktívnu tepelnú bariéru medzi interiérom a exteriérom [7].

Predohrev studenej vody využívanej na plnenie bazénov

V bazénových hospodárstvach sú využívané dva základné typy bazénových systémov. Prvým je prietokový systém, pri využití ktorého je bazén napúšťaný priamo geotermálnou vodou. Toto je možné za predpokladu, že geotermálna voda má vyhovujúce mineralogické zloženie a požadovanú teplotu. V prípade, že je potrebné geotermálnu vodu upravovať už či z mineralogického hľadiska, alebo z hľadiska teploty, je možné využiť taktiež prietokový systém, avšak doplnený o primiešavanie studenej vody. V takomto prípade sa geotermálna voda mieša so studenou tak, aby sme dosiahli požadovanú teplotu bazénovej vody. Zmiešaná bazénová voda je väčšinou pred vypustením do bazéna chemicky upravovaná. Technicky náročnejší, ale viac využívaný je cirkulačný systém. Súčasťou tohoto systému je vyrovnávací nádrž, v ktorej sa mieša geotermálna, studená a bazénová voda. Bazénová voda z priepadov a odtokov bazéna je privádzaná opätovne do vyrovnávacej nádrže, pred filtračné zariadenie. Až po preplnení vyrovnávacej nádrže, odtieká zo systému odpadová bazénová voda [8]. Násobnosť výmeny bazénovej vody za 24 hodín stanoví orgán Hygienickej služby. Násobnosti výmeny bazénovej vody za 24 hodín sa líšia v závislosti od použitia prietokového a cirkulačného systému. Pri prietokovom systéme sú násobnosti výmeny vody niekoľko násobne vyššie ako pri cirkulačnom systéme.

Predohrev studenej vody spočíva vo vradení rekuperačného výmenníka tepla do okruhu odpadovej bazénovej vody. Cez výmenník tepla bude prúdiť odpadová bazénová voda, ktorá odovzdá svoje teplo studenej vode, ktorá sa mieša s geotermálnou vodou na dosiahnutie parametrov bazénovej vody. Vzhľadom na to, že do zmiešavacieho uzla bude privedená predhriata studená voda, bude potrebný menší objem geotermálnej vody. Dôsledkom toho dôjde k predĺženiu životnosti geotermálneho energetického systému a zároveň k zníženiu teploty odpadovej bazénovej vody. Systém spätného získavania tepla z odpadovej bazénovej vody s využitím na predohrev studenej vody v bazénovom hospodárstve je uvedený na Obrázku 1.

Obr. 1 Systém spätného získavania tepla z odpadovej bazénovej vody s využitím na predohrev studenej vody v prietokovom systéme (vľavo) a cirkulačnom systéme (vpravo).

3 METODIKA

Pred samotným výpočtom objemových prietokov, je potrebné poznať vstupné parametre riešeného bazéna, prípadne celého bazénového hospodárstva. Pre príklad výpočtu bol zvolený bazén, ktorého parametre vychádzajú z reálnych podkladov. Bol zvolený rekreačný oddychový bazén, pracujúci na prietokovom systéme, ktorého vodná plocha bola 295,0 m². Hĺbka bazéna bola 1,25 m a jeho objem 368,0 m³. Geotermálny vrt poskytuje vodu s teplotou

70 °C, ktorá sa mieša so studenou vodou s uvažovanou priemernou teplotou 15 °C, na dosiahnutie požadovanej teploty bazénovej vody 38 °C. Vo výpočte sme uvažovali len s letnou prevádzkou bazéna, ktorá trvala 70 dní. Bazén bol mimo prevádzky počas 7 dní, kedy prebiehalo jeho vypúšťanie, údržba a opätovné napúšťanie. Vstupné hodnoty bazéna sú zhrnuté v Tabuľke 1.

Tab. 1 Vstupné hodnoty na výpočet energetickej bilancie bazéna.

Vodná plocha (m ²)	Objem (m ³)	Hĺbka (m)	Geotermálna voda (°C)	Studená voda (°C)	Bazénová voda (°C)	Prevádzka (dni)
295,0	368,0	1,25	70	15	38	70

Výpočet je potrebné spraviť pre stav napúšťania a prevádzky bazéna. Pri výpočte prevádzkového stavu napúšťania aj prevádzky, je cieľom výpočtu zistiť objemový prietok bazénovej vody, potrebnej na napustenie a prevádzku bazéna. Keďže bazénová voda je zmiešaná z geotermálnej a studenej vody, výpočtom bude vyjadrený aj objem potrebnej zmiešanej bazénovej (BV), geotermálnej (GTV) a studenej vody (SV).

4 VÝSLEDKY

Výsledky ukázali, že na napustenie bazéna sedemkrát počas 70 dennej prevádzky, bude potrebných 2 962,4 m³ zmiešanej bazénovej vody. Podiel geotermálnej vody v bazénovej vode bude 42 % a podiel studenej vody 58 %. Počas prevádzky bazéna, ktorá bude trvať 70 dní, bude potrebný objem bazénovej vody 10 368,4 m³. Pomer miešania geotermálnej a studenej vody ostáva totožný aj počas prevádzky bazéna. Výsledky výpočtu pred vradením výmenníka tepla do okruhu odpadovej bazénovej vody sú zhrnuté v Tabuľke 2.

Tab. 2 Výsledky výpočtu objemového prietoku a objemu bazénovej, geotermálnej a studenej vody pred zaradením výmenníka tepla do okruhu odpadovej vody.

Prevádzkový stav	Prietok BV (l/s)	Prietok GTV (l/s)	Prietok SV (l/s)	Objem BV (m ³)	Objem GTV (m ³)	Objem SV (m ³)
Napúšťanie	11,4	4,7	6,6	2 962,4	1 238,8	1 723,6
Prevádzka	1,5	0,7	0,8	10 368,4	4 335,9	6 032,5

Následne bol spravený rovnaký výpočet, ale po vradení výmenníka tepla do okruhu odpadovej bazénovej vody. Výmenníkom tepla bude prúdiť odpadová bazénová voda s teplotou približne 38 °C a studená voda s teplotou 15 °C. Na základe tohoto opatrenia, bude do zmiešavacieho uzla privádzaná predhriata studená voda na vyššiu teplotu. Následkom toho dôjde k zníženiu potrebného objemu geotermálnej vody, ktorá je čerpaná z geotermálneho vrtu. Výsledky ukázali, že objem geotermálnej vody je možné takýmto spôsobom znížiť o 13 % a objem studenej vody zvýšiť o asi 13 %. Výsledky výpočtu objemového prietoku a objemu bazénovej, geotermálnej a studenej vody po zaradení výmenníka tepla do okruhu odpadovej vody sú uvedené v tabuľke Tab. 3.

Tab. 3 Výsledky výpočtu objemového prietoku a objemu bazénovej, geotermálnej a studenej vody po zaradení výmenníka tepla do okruhu odpadovej vody.

Prevádzkový stav	Prietok BV (l/s)	Prietok GTV (l/s)	Prietok SV (l/s)	Objem BV (m ³)	Objem GTV (m ³)	Objem SV (m ³)
Napúšťanie	11,4	3,8	7,6	2 962,4	855,8	2 106,6
Prevádzka	1,5	0,5	1,0	10 368,4	2 995,3	7 373,1

Výsledky výpočtu taktiež ukázali, že na napustenie bazéna bude potrebný prietok bazénovej vody 11,4 l/s, ktorý sa rozdelí do niekoľkých napúšťacích potrubí bazéna. Potrebný prietok na napúšťanie bazéna ostáva nemenný pred aj po vradení výmenníka tepla do okruhu odpadovej vody. Počas napúšťania nie je možné znížiť potrebný objemový prietok geotermálnej vody, pretože z bazéna neodteká žiadna odpadová voda. Úspora geotermálnej vody však je možná počas prevádzky, kedy už z bazéna odteká odpadová voda s energetickým potenciálom, ktorý je možné využiť. Porovnanie výsledkov objemu bazénovej, geotermálnej a studenej vody počas napúšťania a prevádzky pred a po vradení výmenníka tepla do okruhu odpadovej vody je znázornené na Obr. 2 a Obr. 3.

Obr. 2 Objem bazénovej, geotermálnej a studenej vody potrebnej počas napúšťania bazéna.

Obr. 3 Objem bazénovej, geotermálnej a studenej vody potrebnej počas prevádzky bazéna.

5 DISKUSIA

Výsledky výpočtu ukázali, že je možné dosiahnuť zníženie potrebného objemu geotermálnej vody na to, aby sme zabezpečili napúšťanie bazéna s požadovanými parametrami bazénovej vody. V bazénovom systéme bez spätného získavania tepla z odpadovej bazénovej vody dosahujeme pomerne vysokú potrebu geotermálnej vody.

Po aplikácii energetickejšieho opatrenia v podobe vradenia rekuperačného výmenníka tepla do okruhu odpadovej bazénovej vody, dosiahneme zníženie potreby geotermálnej vody a zvýšenie potreby studenej vody na zabezpečenie rovnakých parametrov bazénovej vody. Vzhľadom na to, že studená voda bude predhriata pomocou odpadového tepla, je možné zvýšiť mieru využívania geotermálnej energie. V tomto prípade sa jedná o systém jednostupňového ochladenia odpadovej bazénovej vody, vďaka ktorému je možné dosiahnuť teplotu odpadovej vody 26 °C z hľadiska ochrany okolitého životného prostredia. Ďalšou možnosťou je využiť systém dvojestupňového ochladenia odpadovej bazénovej vody. Systém zahŕňa dva stupne ochladenia odpadovej vody, pričom prvým stupňom je rekuperačný výmenník tepla a druhým tepelné čerpadlo voda - voda [9, 10]. Vďaka tepelnému čerpadlu by bolo možné ochladiť odpadovú vodu na teplotu 15 °C, ktorá je považovaná na hladinu nulovej energie vody, kedy voda už nemá žiadny energetický potenciál. Otázkou ostáva, či je vhodné vypúšťanie odpadovej vody s teplotou 15 °C do recipientu vzhľadom na to, že minimálna teplota nie je legislatívne upravená.

6 ZÁVER

Odpadová bazénová voda ktorú vo veľkej miere produkujú termálne, ale aj netermálne kúpaliská, v sebe má veľký energetický potenciál, ktorý nie je nijak využívaný. Cieľom príspevku bolo poukázať niekoľko možností spätného využívania tepla z odpadovej bazénovej vody. Príspevok bol bližšie zameraný na využívanie odpadového tepla v systéme predohrevu studenej vody, ktorá sa využíva v bazénovom hospodárstve na dosahovanie požadovaných parametrov bazénovej vody. Na základe predhriatia studenej vody na vyššiu teplotu, je možné dosiahnuť zníženie požadovaného objemu geotermálnej vody potrebnej na prevádzku bazénového hospodárstva. Toto je možné dosiahnuť pomocou energeticky úsporného opatrenia v podobe vradenia rekuperačného výmenníka tepla do okruhu odpadovej bazénovej vody, alebo aplikáciou aj druhého stupňa ochladenia odpadovej vody pomocou tepelných čerpadiel. Cieľom systému spätného získavania tepla z odpadovej bazénovej vody je možnosť znížiť teplotu odpadovej bazénovej vody na hodnotu, pri ktorej je bezpečné jej vypúšťanie do recipientu bez poškodenia okolitého životného prostredia. Ďalším aspektom je zníženie objemu geotermálnej vody čerpanej z geotermálneho vrtu, následkom čoho dôjde k predĺženiu životnosti geotermálneho energetického systému. V neposlednom rade bude možné znížiť sankcie za znečisťovanie životného prostredia, ktoré sú závislé na teplote odpadovej vody vypúšťanej do recipientu. Dôležité je poukázať aj na nedostatočné využívanie tejto energie, vzhľadom na teplotu vôd, ktoré sú považované za odpad. Geotermálna energia je považovaná za obnoviteľný zdroj energie, ale nešetrné zaobchádzanie môže spôsobiť vyčerpatelnosť zdroja v priebehu desiatok rokov.

Pod'akovanie

Táto práca bola podporovaná Ministerstvom školstva, vedy, výskumu a športu SR prostredníctvom grantu VEGA 1/0303/2021, VEGA 1/0304/2021 a KEGA 005STU-4/2021.

Použité zdroje

- [1] FRANKO, Ondrej, Oto FUSÁN, Miroslav KRÁL, Anton REMŠÍK, Marián FENDEK, Dušan BODIŠ, Vladimír DROZD a Konštantín VIKÁ. Atlas geotermálnej energie Slovenska. Štátny geologický ústav Dionýza Štúra v Bratislave: Vydavateľstvo Michala Vaška, Prešov, 1995. ISBN 80-85314-38-X.
- [2] FRIČOVSKÝ, Branislav, Radvan ČERNÁK, Daniel MARCIN, Veronika BLANÁROVÁ, Katarína BENKOVÁ, Ondrej PELECH a Marián FENDEK. Geothermal Energy Use, Country Update for Slovakia. In: European Geothermal Congress 2019. Den Haag, The Netherlands: EGEC, 2019, 1 - 13. ISBN 978-2-9601946-1-6.
- [3] Zákon 364/2004 o vodách a o zmene zákona Slovenskej národnej rady č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov (vodný zákon) 364/2004 účinný od 09.04.2020.
- [4] Nariadenie vlády 269/2010 Z.z. Slovenskej republiky z 25. mája 2010, ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd.
- [5] Stiebel Eltron. Spätné získavanie tepla z odpadovej vody. ASB [online]. Bratislava: JAGA, 2018, 14. júna 2018 [cit. 2021-11-16]. Dostupné z: <https://www.asb.sk/stavebnictvo/technicke-zariadenia-budov/energie/spatne-ziskavanie-tepla-z-odpadovej-vody>
- [6] PERÁČKOVÁ, Jana a Veronika PODOBEKOVÁ. Jak využít teplo z kanalizace na přípravu teplé vody v budovách? Tzbinfo [online]. Praha: 2014, 6.10.2014 [cit. 2021-11-16]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/uspory-voda-kanalizace/11807-jak-vyuzit-teplo-z-kanalizace-na-pripravu-teple-vody-v-budovach>
- [7] KALÚS, Daniel a Matej KUBICA. Aplikace tepelně aktivních panelů v budovách s využitím OZE. TZB Haustechnik. 2020, 14(4), 57 - 60. ISSN 1803-4802.
- [8] PREDAJNANSKA, Anna a Ján TAKÁCS. Využití nízkoteplotní energie z termálních koupališť. TZB Haustechnik. 2020, 14(3), 22 - 25. ISSN 1803-4802.
- [9] KASSAI, Miklos. Heat Pump Heating System Development of Educational Building based on Energy, Economical and Environmental Impacts. Periodica Polytechnica Mechanical Engineering. 2019, 63(3), 207 - 213. ISSN 0324-6051. Dostupné z: <https://doi.org/10.3311/PPme.13872>
- [10] NYERS, Jozsef. COP and Economic Analysis of the Heat Recovery from Waste Water using Heat Pumps. Acta Polytechnica Hungarica. 2016, 13(5), 135 - 154. ISSN 1785-8860.