

EKONOMICKÝ POTENCIÁL VYUŽITÍ GEOTERMÁLNÍ ENERGIE V LOKALITĚ PASOHLÁVKY

Economic Potential of Using Geothermal Energy in the Pasohlávky Region

PETR HALÁMEK

DOMINIKA TÓTHOVÁ

Katedra regionální ekonomie a správy | *Depart. of Regional Economics and Administration*
Ekonomicko-správní fakulta | *Faculty of Economics and Administration*
Masarykova univerzita | *Masaryk University*
✉ *Lipová 41a, 602 00 Brno, Czech Republic*
E-mail: *halamek@econ.muni.cz, dominika.tothova@econ.muni.cz*

Anotace

Cílem příspěvku je ověření ekonomického potenciálu pro využití geotermální energie ze stávajících vrtů termální vody Mu-3G a Pa-2G v lokalitě Pasohlávky v Jihomoravském kraji. Hodnocení je zpracováno na základě finanční analýzy na příkladu využití termální vody pro wellness aktivity ve srovnání se standardními zdroji tepla. Využití geotermální energie umožňuje návratnost vložených prostředků v délce 14 let (bez využití úvěrového financování), dlouhodobé měrné náklady tepla jsou odhadovány ve výši 1,3 tis. Kč/MWh. Zpracovaná finanční analýza potvrdila ekonomický potenciál pro využití geotermální energie v lokalitě. To nicméně musí respektovat pravidla související s ochranou stávajících vrtů jako přírodních léčivých zdrojů.

Klíčová slova

geotermální energie, dlouhodobé měrné náklady tepla, finanční analýza

Annotation

The aim of the paper is to verify the economic potential for the use of geothermal energy from existing Mu-3G and Pa-2G thermal water wells in the Pasohlávky locality in the South Moravian Region. The evaluation is based on a financial analysis of the use of thermal water for wellness activities compared to standard heat sources. The use of geothermal energy allows a return on investment over 14 years (without credit financing); levelized costs of heat are estimated at CZK 1.3 thousand/MWh. The processed financial analysis confirmed the economic potential for geothermal energy in the locality. However, its use must respect the rules related to the protection of existing wells as natural healing resources.

Key words

geothermal energy, levelized cost of heat, financial analysis

JEL Classification: H43, Q420

1. Úvod do problematiky

Geotermální energie je řazena do obnovitelných zdrojů energie, které jsou dle MPO (2019) představovány nefosilními přírodními zdroji energie, tj. energie vody, větru, slunečního záření, pevné biomasy a bioplynu, energie okolního prostředí, geotermální energie a energie kapalných biopaliv. Světový význam geotermální energie stále roste, což má jednoznačný potenciál pro redukci emisí spojených s výrobou elektrické energie a/nebo tepla (Lund a Boyd, 2016). Obecně je geotermální energie považována za jeden z nejstabilnějších zdrojů obnovitelné a čisté energie s velmi malými environmentálními dopady (Dhar a kol., 2020). Její využití je ale spojeno s celou řadou technických problémů, které v podmínkách ČR brání jejímu významnějšímu rozšíření. Kromě vysokých kapitálových nákladů může mezi hlavní překážky patřit umístění a kvalita zdrojů v různých hloubkách či odpor místních komunit (Soltani a kol., 2021).

Celosvětově instalovaná kapacita elektráren pro výrobu elektrické energie z geotermálních zdrojů cca od 70. let minulého století poměrně výrazně stoupá, celková hodnota instalovaného výkonu v roce 2020 činila 15 950 MWe

s předpokladem na zvýšení na 19 361 MWe v roce 2025 (Huttrer, 2021). Celkový vývoj je tak cca o 5 let zpožděný za predikcí z roku 2016, která předpokládala v roce 2020 instalovaný elektrický výkon v hodnotě 21 443 MWe (Bertani, 2016). Do roku 2050 by však mohly geotermální elektrárny přispět přibližně 4–7 % na evropskou výrobu elektřiny (Dalla Longa a kol., 2020).

Dle Myslíka (2011) se v České republice využívají zejména nízkoteplotní zdroje na rozdíl využití vysokoteplotních zdrojů s teplotami nad 150 °C, které umožňují souběžnou výrobu elektřiny i tepla. Dle České geotermální asociace (2021) je v ČR odhad potenciálu energie z hydrotermálních zdrojů vysoké teploty (>130 °C) pro výrobu elektrické energie ve výši 10 MW, potenciál energie z hydrotermálních zdrojů vyšší teploty (<130 °C) pro výrobu tepla (odběr tepla >5 K) je odhadován na 25 MW a odhad využitelného potenciálu energie tepla z hornin vysoké teploty (>130 °C) až 3 388 MW (847 lokalit s výkonem 4 MW). Dle Blažkové (2010) Česká republika nepatří k zemím, na jejichž území existují významné geotermální systémy, zcela zde chybějí hydrotermální systémy o vysoké (>150 °C) a střední teplotě (90–150 °C), vyskytuje se zde však celá řada tzv. nízkoteplotních zdrojů (<90 °C). Svaz podnikatelů pro využití energetických zdrojů, z.s. (2020) na základě výzkumných studií uvádí, že na našem území je možné identifikovat minimálně 60 lokalit vhodných pro výrobu elektřiny s celkovým výkonem cca 250 MW a tepla na vytápění s výkonem cca 2 000 MW, což představuje roční výrobu cca 2 TWh elektřiny a 4 TWh využitého tepla. Dle ČEZ (2007) je využití geotermální energie v ČR omezeno na ojedinělé projekty vázané na konkrétní lokalitu. Na základě studie ČEZ (2007) jsou základním ekonomickým omezením tohoto typu projektů náklady spojené s hlubinnými vrty pro získání geotermální energie, je navrhováno využití především pro využití nízkopotenciálního tepla pro vytápění, výroba elektřiny by měla být pouze doplňkovým využitím. Dle národního energetického mixu (OTE, 2020) je podíl využití geotermální energie v ČR zcela zanedbatelný. Prakticky nulové využití geotermální energie pro výrobu elektrické energie dokládají i statistiky Energetického regulačního úřadu, který v Energetickém regulačním věstníku (ERÚ, 2020a) uvádí výkupní ceny za výrobu elektrické energie s využitím geotermální energie (3 290 až 3 356 Kč/MWh), výroba elektrické energie z geotermální energie se ale ani neobjevuje v přehledech výroby elektrické energie z OZE.

Zájmové území vymezuje Tóthová a kol. (2020) možnou využitelností termálních vod na území obcí Brod nad Dyjí, Březí, Dobré Pole, Dolní Dunajovice, Dolní Věstonice, Drnholec, Horní Věstonice, Jevišovka, Novosedly, Nový Přerov, Pasohlávky v Jihomoravském kraji s celkovou rozlohou 163 km². Parametry termální vody v řešeném území jsou definovány např. ve studii proveditelnosti záměru výstavby Sanatoria Pálava (ČSOB Advisory, a.s., 2019). Teplota vody ve vrtech Pasohlávky 2G (Pa 2G) a Mušov 3G (Mu 3G) činí 36 °C až 43 °C v závislosti na intenzitě čerpání. Tato studie definuje i právní podmínky využití termální vody v řešených vrtech. Tyto vrty byly vyhláškami Ministerstva zdravotnictví prohlášeny za přírodní léčivé zdroje.

Cílem článku je ověření možnosti ekonomického využití energetického potenciálu termální vody v řešené lokalitě na modelovém příkladě využití termální vody pro wellness aktivity. Hodnocení využívá výhradně energetický potenciál termální vody (komparace s ohříváním vody s využitím zemního plynu), další ekonomické aspekty tohoto řešení (cena vody, obsah solí a dalších látek) nejsou zohledňovány. Řešený příklad nicméně zůstává pouze teoretický z důvodu ochrany stávajících vrtů jako přírodních léčivých zdrojů.

2. Použitá metodika

Finanční analýza je připravena v souladu s mezinárodními standardy pro hodnocení investičních projektů připravených Organizací OSN pro průmyslový rozvoj, tzv. metodika UNIDO (2005), resp. Behrens a Hawranek (1991) a v souladu s metodikami EU závaznými pro hodnocení investičních projektů realizovaných s podporou z prostředků EU v programovacím období 2014–2020 (zejména EK, 2014) a v souladu s národními metodikami pro přípravu podnikatelských plánů a hodnocení investičních projektů (Fotr a Souček, 2005). Cílem finanční analýzy je určit, analyzovat a interpretovat všechny finanční souvislosti projektu, které mohou mít vliv na investiční a finanční rozhodování. Vstupy do finanční analýzy zahrnují investiční výdaje (rozpočet projektu), provozní příjmy a výdaje včetně odhadu jejich budoucího průběhu a předpokládané zdroje financování. V souladu s výše uvedenými metodickými zdroji byla definována následující východiska a parametry pro hodnocení.

Cash-flow projektu je stanoveno přímou metodou, tzn. jako rozdíl mezi veškerými peněžními příjmy a výdaji projektu na základě přírůstkové metody, tj. porovnání nulové varianty (stav bez projektu) a projektové varianty (stav s projektem). Jako nulová varianta projektu je uvažován ohřev vody zemním plynem. Doba hodnocení projektu je stanovena na 20 let. S ohledem na předpokládanou životnost použitých technologií a předpokládanou dobu splácení komerčního úvěru ve scénáři s úvěrovým financováním byla hodnota doporučená dle EK (2014) pro ostatní sektory ve výši 15 let navýšena na 20 let. Doba hodnocení je v souladu s národní metodikou pro zpracování CBA počítána od prvního roku realizace. Hodnocení je zpracováno v reálných cenách roku 2021. Hodnota diskontní sazby je použita v souladu s EK (2014) ve výši 4,0 % v reálném vyjádření. Zůstatková

(zbytková) hodnota je kalkulována v souladu s nařízením Komise (EU) 480/2014 (článek 18) ve výši čisté současné hodnoty peněžních toků ve zbývajících letech životnosti operace (cca 30 let), takto konstruovaná zůstatková hodnota byla zohledněna ve výpočtu dynamických ukazatelů. Ukazatele kalkulované dle metodiky EK (2014) zahrnují dobu návratnosti, čistou současnou hodnotu (NPV), vnitřní míru výnosnosti (IRR) a index čisté současné hodnoty (NPV/I). Všechny ukazatele budou kalkulovány z finančních toků projektu (označení F) a na základě čistého cash-flow (přípona c) a finančního cash-flow (přípona k). Požadavky na kalkulované finanční ukazatele zobrazuje Tab. 1.

Tab. 1: Požadavky na kalkulované finanční ukazatele

ukazatel	požadovaná hodnota
doba návratnosti	< referenční období
čistá současná hodnota (FNPVc, FNPVk)	> 0
vnitřní výnosové procento (FIRRc, FIRRk)	> 4,0 %
index čisté současné hodnoty (FNPVc/I, FNPVk/I)	> 0,0 %

Zdroj: vlastní zpracování

Současně jsou kalkulovány i dlouhodobé měrné náklady tepla (LCoH) umožňující posouzení rentability nového zdroje tepla se zohledněním investičních nákladů na jeho zřízení (I), případné investiční podpory (S), provozních nákladů (OC) a předpokládané produkce tepla (HP) v rámci celého referenčního období. Kalkulace je provedena v souladu s Hansen (2019) a v souladu s tradičním přístupem ke kalkulaci dlouhodobých měrných nákladů energie popsanych v Park et al. (2021). Použitá diskontní sazba (r) je shodná s diskontní sazbou použitou pro kalkulaci standardních finančních ukazatelů, je použita i shodná délka referenčního období (20 let, rok 0 až 19).

$$LCoH = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{(I_i - S_i + OC_i)}{(1+r)^i}}{\sum_{i=0}^n \frac{HP_i}{(1+r)^i}} \quad (1)$$

Získané hodnoty budou dále komparovány s výsledky kalkulace dlouhodobých měrných nákladů tepla za řešenou oblast zpracovanou v technicko-ekonomickém simulátoru pro modelaci využití tepla a elektrické energie z geotermálních zdrojů GEOPHIRES (Kulich, 2021).

3. Výsledky hodnocení

Investiční výdaje jsou stanoveny ve výši 20,0 mil. Kč a zahrnují přípravu projektu, vrt a jeho vystrojení a nezbytné technologie pro využití termální vody. Vícenáklady na provoz technologií pro využití termální vody byly stanoveny ve výši 2,5 % z objemu investice (tj. 0,5 mil. Kč). Předpokládaný denní objem použité vody je 100 m³ (při průběžném čerpání odpovídá cca 1,15 l/s). Hlavní příjmovou položkou projektu jsou úspory proti nulové variantě definované ohřevem vody s využitím zemního plynu. Odhad nákladů na ohřev vody byl kalkulován s využitím výpočtových tabulek dostupných na tzb-info.cz (Topinfo, 2021) pro průměrnou vstupní teplotu vody 10 °C, cílovou teplotou vody 40 °C a koeficientem energetických ztrát v systému 0,5 (nové rozvody). Celková roční potřeba energie na ohřev teplé vody činí cca 1 600 MWh/rok. Při ceně za zemní plyn ve výši 1 300 Kč/MWh (ceny roku 2021) tak činí roční náklady cca 2,08 mil. Kč. Další výdaje (úspory) spojené s použitou vodou nejsou s ohledem na energetické zaměření hodnocení uvažovány, tyto úspory (při srovnání s dodávkou vody z veřejného vodovodu) ale mohou představovat další významnou položku v kalkulaci provozního cash-flow. Současně ale model neuvažuje náklady spojené s úpravou (např. vložkování) nebo likvidací použitých termálních vod, respektive tyto výdaje jsou uvažovány jako shodné s variantou bez projektu (použití vody z veřejného vodovodu).

Realizace projektu je financována s využitím komerčního úvěru ve výši 50 % z objemu investice, roční úrok 4,0 % p.a. (odpovídá sazbě 3M Pribor na začátku listopadu 2021 a marži banky ve výši 1,5 %). Úvěr je splácen anuitně v 15 ročních splátkách. Cash-flow projektu je zobrazuje Tab. 2. Průběh čistého a kumulovaného finančního cash-flow zachycuje Obr. 1.

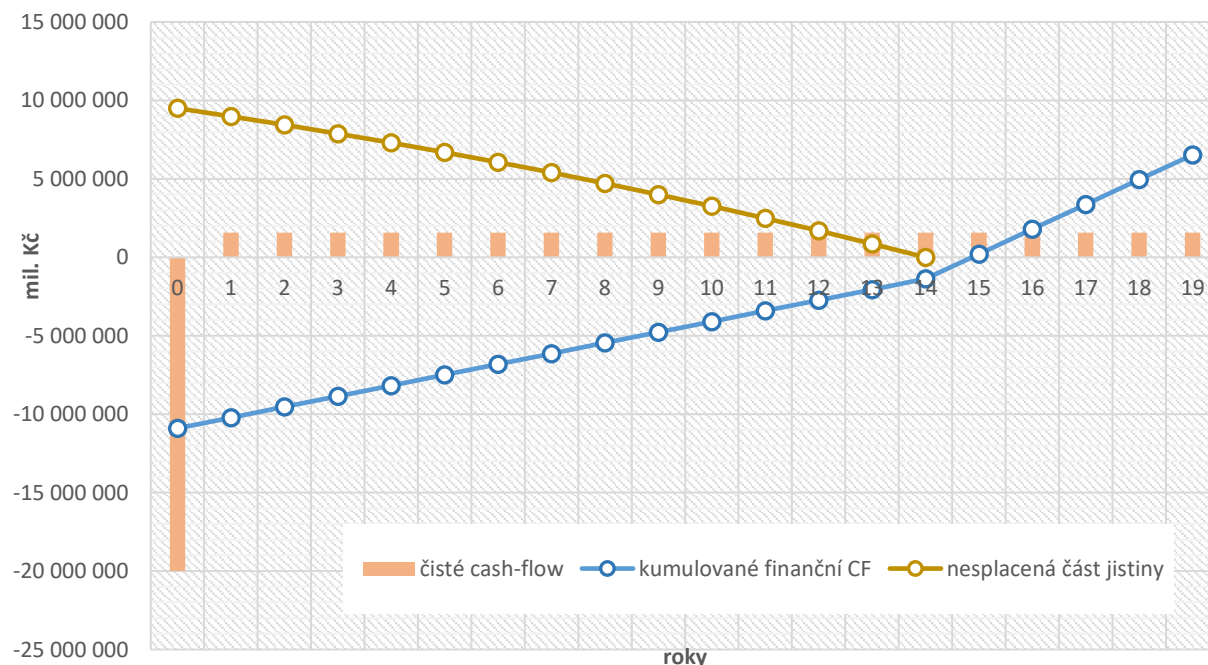
Tab. 2: Čisté a finanční cash-flow projektu, roky hodnocení 0 až 19 (částky v mil. Kč)

rok	celkem	0	1	2	...	18	19
investice	20,00	20,00	0,00	0,00	...	0,00	0,00
zůstat. hodnota	12,82	0,00	0,00	0,00	...	0,00	12,82
náklady fix	9,50	0,00	0,50	0,50	...	0,50	0,50
potřeba vody (1000 m ³)	693,5	0,00	36,50	36,50	...	36,50	36,50
cena plynu (1 GWh)		0,00	1,30	1,30	...	1,30	1,30
plyn (GWh/rok)	30,40	0,00	1,60	1,60	...	1,60	1,60
úspora na vodě	0,00	0,00	0,00	0,00	...	0,00	0,00
úspora na topení	39,52	0,00	2,08	2,08	...	2,08	2,08
čisté CF	22,84	-20,00	1,58	1,58	...	1,58	14,40
přijatý úvěr	10,00	10,00	0,00	0,00	...	0,00	0,00
splátka úroků	3,49	0,40	0,38	0,36	...	0,00	0,00
splátka jistiny	10,00	0,50	0,52	0,54	...	0,00	0,00
finanční CF	19,34	-10,90	0,68	0,68	...	1,58	14,40
kum. finanční CF	19,34	-10,90	-10,22	-9,54	...	4,95	19,34

Zdroj: vlastní zpracování

Model pro finanční analýzu byl sestaven jako částečně dynamické modelové prostředí, které hledá cesty k finanční proveditelnosti celého projektu. Pro výpočet byly použity finanční funkce programu Excel.

Obr. 1: Průběh čistého a finančního cash-flow projektu



Zdroj: vlastní zpracování

Finanční analýza projektu byla v souladu s metodikami EU (EK, 2014) provedena jako hodnocení efektivnosti projektu jako investice (FIRRc, resp. FNPVc) a hodnocení návratnosti vloženého kapitálu (FIRRk, resp. FNPVk). Kladná čistá současná hodnota pro všechny části projektu dokazuje návratnost vložených prostředků v čase. Index rentability (NPV/I) vykazuje velmi dobrou návratnost prostředků, kdy každá vložená jednotka investice se vrátí

a přináší s sebou až 34,2 % finančních prostředků vyjádřených jejich současnou hodnotou. Hodnota vnitřního výnosového procenta výrazně přesahuje diskontní sazbu (4 % p.a. v reálném vyjádření) a dokazuje nezávislost projektu na využití veřejných prostředků (dotace). Hodnocení návratnosti kapitálu s využitím úvěrového financování dosažené výsledky mírně zhoršuje, získané výsledky ale plně umožňují realizaci projektu. Křivka kumulovaného finančního cash-flow protíná nulovou hodnotu na ose (y) na konci patnáctého roku (prostá návratnost kapitálu 16 let).

Tab. 3: Výsledky finanční analýzy energetické využití termální vody

návratnost investice		návratnost kapitálu	
FNPVc	6,8 mil. Kč	FNPVk	6,4 mil. Kč
FNPVc/I	34,2 %	FNPVk/I	32,2 %
FIRRC	6,9 %	FIRRK	7,9 %
doba návratnosti	14 let	doba návratnosti	16 let

Zdroj: vlastní zpracování

Získaná hodnota dlouhodobých měrných nákladů tepla činí 1,3 tis. Kč/MWh. Tato cena je plně srovnatelná s průměrnými náklady na cenu tepla z výroby při výkonu do 10 MWt ve výši 1,2 tis. Kč/MWh (data za rok 2020, vlastní výpočet dle ERÚ, 2020b). Uvedená hodnota kalkulovaná pro využití termální vody v lokalitě Pasohlávky (po převodu na EUR ve výši 52 EUR/MWh) o cca 30 % převyšuje průměrné dlouhodobé měrné náklady tepla kalkulované včetně rakouské části altenmarkské skupiny v území Laa-Pasohlávky ve výši 40 EUR/MWh (Kulich, 2021). Podmínky pro využití geotermální energie jsou na rakouské straně především z důvodu vyšších průměrných teplot mírně lepší.

4. Závěr

Nízká teplota termální vody v řešené oblasti vytváří potenciál pouze pro přímé využití geotermální energie, například pro využití tepla prostřednictvím tepelných čerpadel, vyhřívání skleníků, vyhřívání plaveckých bazénů nebo wellness aktivit. Využití pro výrobu elektrické energie nelze předpokládat. Energetické využití je ale významně limitováno ochranou stávajících vrtů MU-3G a PA-2G jako přírodních léčivých zdrojů a z toho plynoucích omezení. Případné energetické využití je tak velmi omezené, jakkoli zpracovaná finanční analýza modelového využití energie termální vody pro wellness aktivity prokazuje návratnost vložených prostředků v horizontu 16 let. S ohledem na stávající omezení a situaci v regionu min. V horizontu příštích 10 let významné energetické využití termální vody v řešené oblasti nad rámec stávajících výjimek spíše nelze předpokládat.

Literatura

- [1] BEHRENS, W., HAWRANEK, P. M., (1991). *Manual for the preparation of industrial feasibility studies*. Vienna: United Nations Industrial Development Organization.
- [2] BERTANI, R., (2016). Geothermal power generation in the world 2010–2014 update report. *Geothermics*, vol. 60, pp. 31-43. ISSN 0375-6505. DOI: 10.1016/j.geothermics.2015.11.003.
- [3] BLAŽKOVÁ, M., (2010). *Metodika k hodnocení geotermálního potenciálu v modelovém území Podkrušnohoří*. [online]. [cit. 2021-11-20]. Dostupné z: https://prvnigeotermalni.cz/upload/4084e9a33cc28c0fe8e25501a8_bcbc01/metodika_ujep_4.pdf.
- [4] ČESKÁ GEOTERMÁLNÍ ASOCIACE, (2020). *Potenciál geotermální energie na území České republiky*. [online]. [cit. 2021-11-10]. Dostupné z: <http://www.cgta.eu/2020/12/03/potencial-geotermalni-energie-na-uzemi-ceske-republiky/>.
- [5] ČEZ, a.s., (2007.) *Obnovitelné zdroje energie a možnosti jejich uplatnění v České republice*. [online]. [cit. 2020-12-10]. Dostupné z: https://www.cez.cz/edee/content/file/vzdelavani/obnovitelne_zdoje_energie_a_moznosti_jejich_vyuziti_pro_cr.pdf.
- [6] ČSOB ADVISORY, a.s., (2019). *Aktualizace studie proveditelnosti projektu Odborného léčebného ústavu*. Interní materiály společnosti Thermal Pasohlávky, a.s.
- [7] DALLA LONGA, F., NOGUEIRA, L.P., LIMBERGER, J., VAN WEES, J.D., VAN DER ZWAAN, B., (2020). Scenarios for geothermal energy deployment in Europe. *Energy*, vol. 206, p. 118060. ISSN 0360-5442. DOI: 10.1016/j.energy.2020.118060.
- [8] DHAR, A., NAETH, M.A., JENNINGS, P.D., GAMAL EL-DIN, M., 2020. Geothermal energy resources: potential environmental impact and land reclamation. *Environmental Reviews*, vol. 28, no. 4, pp. 415-427. ISSN 1208-6053. DOI: 10.1139/er-2019-0069.

- [9] ERÚ, (2020a). *Energetický regulační věstník*. [online]. [cit. 2020-12-10]. Dostupné z: http://www.eru.cz/documents/10540/5890146/ERV5_2020.pdf/45de5af0-5089-46d2-b94a-ffa7c726847d.
- [10] ERÚ, (2020b). *Vyhodnocení cen tepelné energie a jejich vývoj k 1. lednu 2020*. [online]. [cit. 2021-12-01]. Dostupné z: https://www.eru.cz/sites/default/files/import_files/Vyhodnoceni%20cen%20tepelne%20energie%20k%201.%201.%202020.pdf.
- [11] EVROPSKÁ KOMISE, (2014). *Guide to Cost-benefit Analysis of Investment Projects, Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014–2020*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. ISBN 978-92-79-34796-2. DOI: 10.2776/97516.
- [12] FOTR, J., SOUČEK, I., (2005). *Podnikatelský záměr a investiční rozhodování*. Grada: Praha. ISBN 8024709392.
- [13] HANSEN, K., (2019). Decision-making based on energy costs: Comparing levelized cost of energy. *Energy Strategy Reviews*, vol. 24, pp. 68-82. ISSN 2211-467X. DOI: 10.1016/j.esr.2019.02.003.
- [14] HUTTRER, G. W., (2021). Geotherm Power Generation in the World 2015-2020 Update Report. In *Proceedings World Geothermal Congress 2020+1*. Reykjavik: Iceland. Dostupné z: <https://www.geothermal-energy.org/pdf/IGAstandard/WGC/2020/01017.pdf>.
- [15] KULICH, J., (2021). *Techno-economic analysis of the Altenmarkt formation with Geophires*. Prezentace ze závěrečné konference projektu Hydrotermální potenciál oblasti (Interreg, reg. č. ATCZ167) ze dne 7. 12. 2021.
- [16] LUND, J. W., BOYD, T. L., (2016). Direct utilization of geothermal energy 2015 worldwide review. *Geothermics*, vol. 60, pp. 66-93. ISSN 0375-6505. DOI: 10.1016/j.geothermics.2015.11.004.
- [17] MPO, (2019). *Podíl obnovitelných zdrojů energie na hrubé konečné spotřebě energie 2010–2018 (metodika Eurostat – SHARES)*. [online]. [cit. 2020-12-10]. Dostupné z: https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/statistika/obnovitelne-zdroje-energie/2019/12/Podil-OZE-na-hrube-konecne-spotrebe-energie-2010-2018_1.pdf.
- [18] MYSLIL, V., (2011). *Využití geotermální energie je na vzestupu*. [online]. [cit. 2020-12-10]. Dostupné z: <https://www.energie21.cz/vyuziti-geotermalni-energie-je-na-vzestupu/>.
- [19] Nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) č. 480/2014 ze dne 3. března 2014, kterým se doplňuje nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1303/2013 o společných ustanoveních o Evropském fondu pro regionální rozvoj, Evropském sociálním fondu, Fondu soudržnosti, Evropském zemědělském fondu pro rozvoj venkova a Evropském námořním a rybářském fondu a o obecných ustanoveních o Evropském fondu pro regionální rozvoj, Evropském sociálním fondu, Fondu soudržnosti a Evropském námořním a rybářském fondu.
- [20] OTE, a.s., (2021). *Statistika - Národní energetický mix*. [online]. [cit. 2021-11-20]. Dostupné z: <https://www.ote-cr.cz/cs/statistika/narodni-energeticky-mix>.
- [21] PARK, S., LANGAT, A., LEE, K., (2021). Measuring the impact of risk on LCOE (levelized cost of energy) in geothermal technology. *Geothermal Energy*, vol. 9, no. 27, pp. 1-19. ISSN 2195-9706. DOI: 10.1186/s40517-021-00209-9.
- [22] SOLTANI, M., KASHKOOL, F.M., SOURI, M., RAFIEI, B., JABARIFAR, M., GHARALI, K., NATHWANI, J.S., (2021). Environmental, economic, and social impacts of geothermal energy systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 140, p. 110750. ISSN 1364-0321. DOI: 10.1016/j.rser.2021.110750.
- [23] SVAZ PODNIKATELŮ PRO VYUŽITÍ ENERGETICKÝCH ZDROJŮ, Z.S., (2020). *Geotermální energie*. [online]. [cit. 2020-12-10]. Dostupné z: <http://www.spvez.cz/pages/OZE/geoterm.htm>.
- [24] TOPINFO, (2021). *Výpočet potřeby tepla pro vytápění, větrání a přípravu teplé vody*. [online]. [cit. 2020-12-10]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/47-vypocet-potreby-tepla-pro-vytapani-vetrani-a-pripravu-teple-vody>.
- [25] TÓTHOVÁ, D., BENADA, L., HALÁMEK, P., (2020). *Socioekonomická analýza území hydrotermálního potenciálu oblasti Jihomoravského kraje*. Brno: Masarykova univerzita.
- [26] UNIDO, (2005). *Investment Project Preparation and Appraisal, Module 1-7*. UNIDO: Vienna.

Tento článek byl vytvořen v rámci realizace přeshraničního projektu „Hydrotermální potenciál oblasti“ (HTPO, reg. č. ATCZ167), který byl v rámci OP přeshraniční spolupráce Interreg V-A Rakousko-Česká republika 2014-2020 spolufinancován z Evropského fondu pro regionální rozvoj.