

Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-14-0174**
Nové metódy prieskumu pre tepelné čerpadlá typu voda - voda.

Zodpovedný riešiteľ **doc. RNDr. David Krčmář, PhD.**
Príjemca **Univerzita Komenského v Bratislave**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Univerzita Komenského v Bratislave
Prírodovedecká fakulta
Katedra hydrogeológie
Ľkovičova 6
842 15 Bratislava

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

1. Vysoká škola báňská, Technická univerzita Ostrava, Hornicko-geologická fakulta, Institut geologického inžénrství. Česká republika.
2. Univerzita Palackého v Olomouci, Prírodovedecká fakulta, Katedra geológie. Česká republika.
3. Université Laval, Département de géologie et de génie géologique, Québec, Kanada
4. Karlsruhe Institute of Technology, Institute for Applied Geosciences, Nemecko
5. Ingolstadt University of Applied Sciences, Nemecko

Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

Nie sú.

Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

1. AAB: Krčmář, D., Fláková, R., Ženišová, Z., Ondřejková, I., Kovács, T., Molnár, M., Hodasová, K., Rusnáková, D., 2019: Výskyt, pohyb a využitie tepla plytkých zvodnených kolektorov. Slovenská asociácia hydrogeológov. Katedra hydrogeológie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave. ISBN 978-80-972651-3-7
2. ADC: Marschalko, M., Krčmář, D., Yilmaz, I., Fláková, R., Ženišová, Z., 2018: Heat contamination in groundwater sourced from heat pump for heating in Bratislava (Slovakia)'s historic centre. Environmental Earth Sciences (2018) 77:95, <https://doi.org/10.1007/s12665-018-7284-y>
3. ADF: Krčmář, D., Fláková, R., Ženišová, Z., Brestenský, J., 2016: Stanovenie základných tepelných parametrov horninového prostredia pomocou parametrov transformácie harmonickej okrajovej podmienky. Podzemná voda, roč. 22, č. 1, s. 63-72. http://sah-podzemnavoda.sk/cms/e107_plugins/content/content.php?content.650
4. Krčmář, D., Tóthová, E., Fláková, R., Ženišová, Z., 2017: Analýza teploty podzemnej vody v Bratislave. PODZEMNÁ VODA, 23(2), 2017, 113 – 123.

- http://sahpodzemnavoda.sk/cms/e107_plugins/content/content.php?content.672
5. Kovács, T., Hodasová, K., Fláková, R., Ženišová, Z., 2017: Modelovanie teplotného ovplyvnenia podzemnej vody prevádzkou technológie tepelných čerpadiel pomocou programu Tough2. *PODZEMNÁ VODA*, 23(2), 2017, 124 – 136.
- http://sahpodzemnavoda.sk/cms/e107_plugins/content/content.php?content.673
6. Krčmář, D., Hodasová, K., Holubová, K., 2018: Štúdium interakcie povrchových a podzemných vôd pomocou teploty na príklade dunajskej ramennej sústavy.- *Podzemná voda* ISSN 1335-1052, 24, 2/2018, 153-166.
- http://sahpodzemnavoda.sk/cms/e107_plugins/content/content.php?content.688
7. AFG: Krcmar, D., Benz, S., Bayer, P., Blum, P., Flakova, R., Zenisova. Z., 2017: Development of the subsurface heat island beneath Bratislava city. 44th Annual Congress of the International Association of Hydrogeologists (IAH) "Groundwater Heritage and Sustainability". Code of abstract:T1.1.9, p.9, ISBN: 978-953-6907-61-8.
8. Krčmář, D., Kovács, T., Fláková, R., Ženišová, Z., Hodasová, K., 2018: An assessment of the open loop heat pump operation by the Tough2 modelling software. In: *New approaches to Groundwater vulnerability*. ISBN 978-83-61644-50-7. Sosnowiec, University of Silesia, 2018. s. 40-40. <http://www.vulnerability.us.edu.pl/book.pdf>
9. Krcmar, D., Laurent, L.J, Molson, J., Hodasova, K., Kovacs, T.: Modelling of heat transport from the Danube River into a shallow alluvial aquifer: a case study near Bratislava, Slovakia. *Geological Association of Canada-Mineralogical Association of Canada, Volume of Abstracts*, v.42., p.125. ISSN 0701-8738, <https://gacmac-quebec2019.ca/wp-content/uploads/2019/05/ABSTRACT-Final-1.pdf>
10. Konferencie a semináre: Krcmar, D., Benz, S., Bayer, P., Blum, P., Stanková, H., 2017: Long-term trends and spatial variability of shallow groundwater temperatures beneath Bratislava. *European Geosciences Union General Assembly 2017 Vienna | Austria | 23–28 April 2017*.
11. Krcmar, D., Benz, S., Bayer, P., Blum, P., Flakova, R., Zenisova. Z., 2017: Development of the subsurface heat island beneath Bratislava city. 44th Annual Congress of the International Association of Hydrogeologists (IAH). Dubrovnik, Croatia, 25th-29th September 2017.
12. Krčmář, D., Fláková, R., Ženišová, Z., 2017: Analýza antropogénneho ovplyvnenie teploty podzemnej vody pod Bratislavou. *XV. Hydrogeologický kongres podzemní voda a společnost*, Brno, 4. - 7. září 2017
13. International Conference, Ustroń, Poland, 4 - 8 June 2018, *New Approaches To Groundwater Vulnerability*. Poster: Krčmář, D., Kovács, T., Fláková, R., Ženišová, Z., Hodasová, K., Jantáková, N.: An assessment of the open loop heat pump operation by the Tough2 modelling software.
14. Konferencia GAC,MAC, IAH/CNC, Quebec, Kanada, poster: "Modelling of heat transport from the Danube River into a shallow alluvial aquifer: A case study near Bratislava, Slovakia"
15. Konferencia Modlow and More 2019, Denver, Colorado, USA, poster: "Assessing the impact of the department store underground basement on groundwater temperature by multilevel monitoring and 3D modeling."

Uplatnenie výsledkov projektu

1. Metodika zostavovania mapy vhodnosti plytkých zvodnených kvartérnych aluviálnych sedimentov pre tepelné čerpadlá.
 2. Metodika zostavovania mapy energetického potenciálu podzemnej vody plytkých zvodnených kvartérnych aluviálnych sedimentov pre využitie v oblasti tepelných čerpadiel typu voda – voda.
 3. Metodika na posúdenie teplotného vplyvu prevádzky tepelných čerpadiel na geologické prostredie a na posúdenie vhodnosti inštalácie tepelných čerpadiel.
 4. Vytvorenie programu na posúdenie teplotného vplyvu prevádzky tepelných čerpadiel na geologické prostredie a na posúdenie vhodnosti inštalácie tepelných čerpadiel.
 5. Vytvorenie mapy vhodnosti plytkých zvodnených kvartérnych aluviálnych sedimentov pre tepelné čerpadlá Slovenskej republiky.
 6. Vytvorenie mapy energetického potenciálu podzemnej vody plytkých zvodnených kvartérnych aluviálnych sedimentov Slovenskej republiky.
- * Uvedené metodiky, mapy a program bude slúžiť pre Asociáciu vrtných spoločností pri

navrhovaní systémov tepelných čerpadiel a môže slúžiť pre ďalších potenciálnych záujemcov, napríklad firmám venujúcim sa technickým realizáciám tepelných čerpadiel typu voda - voda alebo zástupcom ministerstva životného prostredia.

7. Vytvorenie modelu na lokalite Ivanka pri Dunaji, model slúžil na optimalizáciu čerpania a vsakovania pre potreby firmy Prodan Interier.

8. Návrh a realizácia viacúrovňového monitoringu teploty podzemnej voda a vytvorenie modelu lokality obchodný dom Aupark, ktorý bude slúžiť na optimalizáciu plánovaného systému tepelných čerpadiel typu voda - voda pre potreby obchodného domu Aupark.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

1. Návrh a technická realizácia viacúrovňového monitoringu teploty podzemnej vody in situ na lokalite obchodný dom Aupark v Bratislave. Monitoring pomohol lepšie pochopiť a kvantifikovať význam suterénnych priestorov na vznik tepelného ostrova pod mestom.

2. Návrh a technická realizácia dvoch druhov modifikovaného TRT testu na lokalite Hronsek. Tieto modifikované TRT testy umožnia zistiť technické a fyzikálne parametre prostredia a tak uľahčiť, zlacniť a optimalizovať budovanie technológie tepelných čerpadiel typu voda - voda.

3. Návrh metodiky na vyhodnotenie vhodnosti inštalácie tepelných čerpadiel spolu s vytvorením nového programu, ktorý umožňuje výpočet tepelného ovplyvnenia okolia čerpacej a nalievacej studne a výpočet dĺžky a šírky tepelného mraku a tým stanoviť ochranné pásmo okolo takéhoto systému studní.

4. Zhodnotenie teplotných pomerov podzemných vôd na celom území Slovenska a na základe nami vytvorenej novej metodiky zostavenie máp vhodnosti plytkých zvodnených kvartérnych aluviálnych sedimentov pre tepelné čerpadlá a mapy energetického potenciálu podzemnej vody plytkých zvodnených kvartérnych aluviálnych sedimentov Slovenskej republiky.

5. Zostavenie monografie, ktorá môže slúžiť ako metodická príručka pre všetkých, ktorí sa venujú výskumu šírenia tepla v podzemnej vode.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)

1. The proposal and technical realization of multilevel groundwater temperature monitoring in situ at the site of Aupark department store in Bratislava. Monitoring helped in better understanding and quantification of underground basements importance to the heat island creation below the city.

2. The proposal and technical realization of two kinds of modified TRT tests on the Hronsek locality. These TRT tests enabled evaluate technical and physical parameters of sediments and so helped, reduce the price and optimize the construction of water - water heat pump system.

3. The new methodology proposal of suitability evaluation for the installation of a heat pump system together with the development of the new software, which enables calculation of heat influence around pumping and infiltration well and calculation of width and length of heat plume and so to set protection area around the system of wells.

4. Evaluation of the groundwater temperature condition on the whole area of the Slovak Republic and on the basis of our newly created methodology construction of the map of the shallow saturated alluvial sediments suitability for heat pumps and map of energetical groundwater potential of shallow quaternary alluvial sediments of the Slovak Republic.

5. Monograph assembling, which could serve as methodology handbook for all which are dealing with the study of heat transport in the groundwater.