

KDY A KDE NAVRHOVAT VYSOCE FUNKČNÍ VRTY SYSTÉMU VODA X VODA

WHEN AND WHERE TO DESIGN HIGH-PERFORMANCE BOREHOLES FOR WATER-TO-WATER HEAT PUMP SYSTEMS

Svatopluk Šeda

FINGEO s.r.o., Hnilčikova 309 Ústí nad Orlicí, e-mail: seda@fingeo.cz

Abstrakt: Podzemní voda je jedním z čistých, spolehlivých a stabilních zdrojů tepelné energie. Princip jejího využití tepelnými čerpadly (TČ) je jednoduchý, podzemní voda se z jímacího objektu čerpá nebo sama protéká přes výměník tepelného čerpadla v uzavřeném systému, a opět uzavřeným systémem se voda vypouští do recipientu. Účinnost systému je oproti jiným zdrojům tepelné energie pro TČ, jako je například horninové prostředí (TČ systém země × voda) nebo vzduch (TČ systém vzduch × voda), významně vyšší. Topný faktor COP vyjadřuje poměr mezi dodaným teplem a spotřebovanou elektřinou, při COP 5 tedy z 1 kWh elektřiny vznikne přibližně 5 kWh tepla. U tepelných čerpadel se zdrojem vody se typické hodnoty COP pohybují zhruba mezi 4,9 až 5. Podobně zajímavé je i chlazení, tedy poměr chladicího výkonu ke spotřebované elektřině. Zásadní roli při volbě tohoto systému však hraje hydrogeologické posouzení, které dokládá kde, v jaké hloubce a kolik podzemní vody k dispozici je, a jaké jsou další důležité faktory, jako je směr a rychlost proudění podzemní vody nebo její jakost. Příspěvek ukazuje, jak tento systém, tedy využití podzemní vody jako primárního zdroje tepelné energie pro TČ, je v podmínkách ČR významný a jaké jsou limity a rizika tohoto řešení.

Abstract: Groundwater is a clean, reliable and stable source of thermal energy. The principle of its use in heat pump systems is relatively simple: groundwater is pumped from an abstraction well, or flows naturally, through the heat pump heat exchanger in a closed system and is subsequently discharged through another closed system into a receiving body. Compared with other heat sources used for heat pumps, such as the ground (ground-to-water heat pump systems) or air (air-to-water heat pump systems), water-to-water systems can achieve significantly higher efficiency. The coefficient of performance (COP) expresses the ratio between the heat supplied and the electricity consumed; thus, at a COP of 5, approximately 5 kWh of heat is produced from 1 kWh of electricity. For water-source heat pumps, typical COP values are approximately 4.9 to 5. Cooling performance is similarly favourable, particularly in terms of the ratio of cooling capacity to electricity consumption. However, hydrogeological assessment plays a crucial role in determining the suitability of this system, as it establishes where groundwater is available, at what depth and in what quantity, as well as other important factors such as the direction and velocity of groundwater flow and groundwater quality. This paper demonstrates the significance of using groundwater as the primary source of thermal energy for heat pumps under conditions in the Czech Republic and discusses the principal limitations and risks associated with this solution.

Klíčová slova: tepelná čerpadla systému voda × voda, jímací objekty, recipient vypouštěné vody, hydrogeologické posouzení, limity, rizika

Key words: water-to-water heat pumps, groundwater abstraction wells, receiving body for discharged water, hydrogeological assessment, limitations, risks

1. Úvod

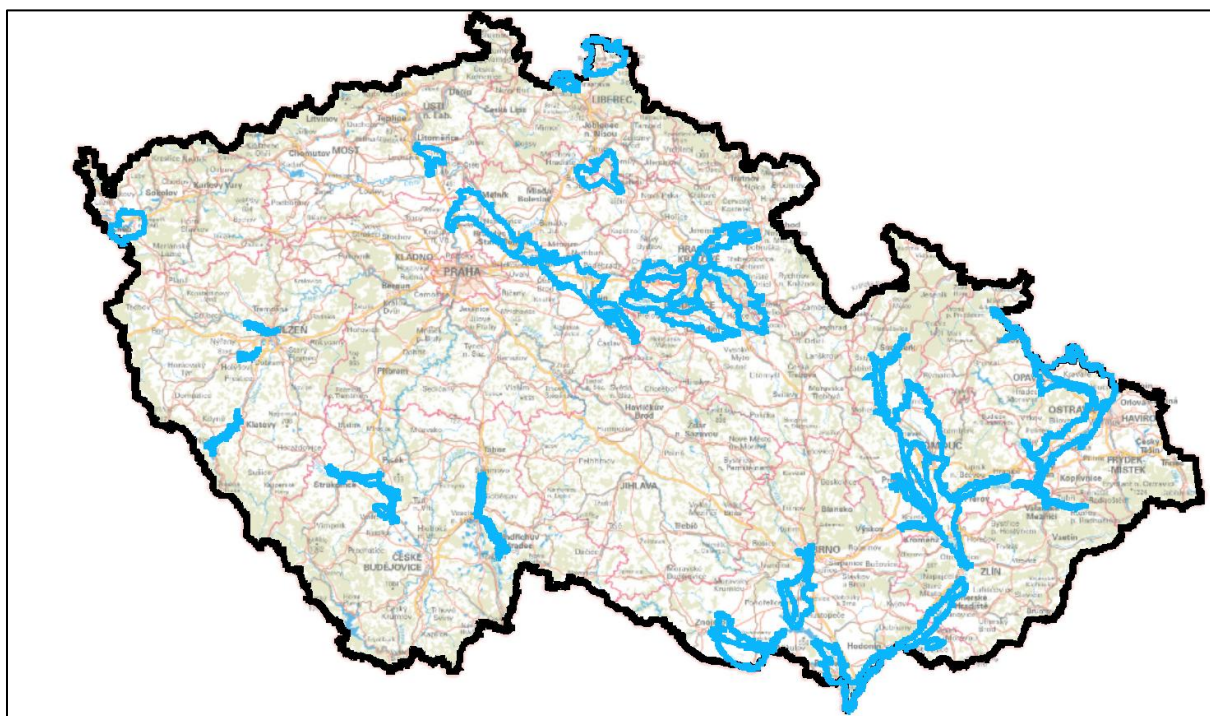
Využití tepelné energie podzemní vody k vytápění a chlazení budov a k přípravě teplé užitkové vody prostřednictvím tepelných čerpadel je v podmínkách ČR významně opomíjeno, a přitom přírodní podmínky pro využití tepelné energie podzemní vody jsou u nás příznivé a lokálně až extrémně příznivé. Příčinou tohoto stavu je patrně obava, že povolovací proces je významně složitější než při povolování tepelných čerpadel systému vzduch x voda nebo země x voda, ale hlavně, roztržitá hydrogeologická obec zabývající se většinou domovními studnami, vsakování dešťových a odpadních vod či vrty pro tepelná čerpadla systému země x voda dosud k nabídce potenciálu tepelné energie podzemních vod pro provoz tepelných čerpadel systematicky nepřistoupila. Přitom především v údolích řek s významným osídlením, kde se nacházejí významně zvodněné kvartérní šterkopískové sedimenty, v rozsáhlých pánevních strukturách ale i v oblastech krystalinika našich okrajových hor, jsou podmínky instalace tepelných čerpadel systému voda x voda mnohdy příznivé a při dostatečné odbornosti a dodržení kvality výstavby jímacích nebo vsakovacích objektů prakticky bezrizikové. Proč? Protože se jedná

o systémy uzavřené, kdy podzemní voda přes výměník tepelného čerpadla až do recipientu uzavřený potrubní systém neopustí, a co jsme z přírodního prostředí odebrali, to tam vracíme. Rozhodující jsou dvě věci: za prvé dobře provedený hydrogeologický průzkum zabraňující tomu, aby voda ochlazená odběrem jejího tepla ve výměníku tepelného čerpadla nebyla přísávána zpět do jímacího objektu, a za druhé to, aby náklady pro výstavbu celého systému a provoz zahrnující až na výjimky nezbytné čerpání podzemní vody, byly ve vztahu k efektivitě celého systému přijatelné. Jedná se proto většinou o mělké jímací i vsakovací objekty využívající první zvrstev, kdy náklady na zhotovení jímacích a vsakovacích objektů a náklady na čerpání vody byly úměrné výslednému efektu. V následujícím textu je uvedeno, jak by mohla hydrogeologická obec portfolio své činnosti významně rozšířit.

2. Kde jsou vhodné podmínky pro využití podzemní vody jako zdroje tepla pro tepelná čerpadla systému voda x voda

Jak je uvedeno v úvodu, vhodné podmínky pro instalaci tepelných čerpadel systému voda x voda jsou prakticky ve všech hydrogeologických rajónech svrchní vrstvy, tj. v převážně kvartérních rajónech se zvodněnými štěrkopisky údolní terasy nebo teras vyšších, ale i v rajónech druhohorních nebo třetihorních, jako je Jizerský koniak nebo Kvartér a neogén odnavské části chebské pánve. V těchto rajónech je hladina podzemní vody volná, specifické vydatnosti jímacích objektů se pohybují v desetinách až jednotkách l/s/m a protože sklon hladiny podzemní vody je malý, piezometrický gradient se pohybuje většinou tisícinách. Odstupová vzdálenost jímacího a vsakovacího objektu by měla činit u jednotlivých objektů cca 10 m, u většího řadu jímacích a vsakovacích objektů bude třeba optimální odstup stanovit výpočtově tak, aby ochlazená voda vytékající z výměníku tepelného čerpadla nebyla nasávána zpátky do jímacího řadu.

Obr.č. 1 *Hydrogeologické rajóny svrchní vrstvy*



V lokalitách, kde se v dosahu staveniště nachází povrchový tok představující drenážní bázi struktury, lze místo vsakovacího objektu vypouštět vodu přímo do povrchového toku, protože § 8, odstavec 1, písmeno d) říká, že povolení k nakládání s vodami je třeba „k čerpání povrchových nebo podzemních vod a jejich následnému vypouštění do těchto vod za účelem získání tepelné energie“. Jinými slovy zákon sice umožňuje čerpání podzemní vody a její vypouštění do podzemní nebo povrchové vody a rovněž čerpání povrchové vody a její vypouštění do povrchové nebo podzemní vody, ale vypouštění podzemní vody do jiného recipientu, povrchového nebo podzemního, lze využívat pouze výjimečně, například v případě, že podzemní voda zvodněného kolektoru se na krátkou vzdálenost zcela odvodňuje do povrchového toku. Přitom je třeba v těchto ojedinělých případech podrobně

hodnotit i jakost čerpané vody, aby nedocházelo k jakostnímu ovlivnění jiného vodního útvaru než útvaru čerpaného.

Obrovský potenciál je pravděpodobně v pánevních strukturách, počínaje permskými sedimenty a konče sedimenty české křídové pánve a pánvemi jihočeskými. I v nich se nacházejí svrchní zvodně s volnou hladinou podzemní vody, často s vydatností desítek l/s, a jejich odběrem a vypouštěním do stejného kolektoru nemůžeme ohrozit nic, jen získat obrovský zdroj tepelné energie pro provoz tepelných čerpadel. Chce to jen profesionalitu, respektování přirozené hydrogeologické stratifikace, bezchybnou výstavbu jímacích a vsakovacích objektů a jejich testování, to vše za sledu řízení dokumentace a vyhodnocení pracovníků hydrogeologické služby. Pokud je ve výjimečných případech využívána voda druhého kolektoru, měla by se voda vsakovat pokud možno do něj.

Společné pro všechny varianty řešení je provedení čerpací a vsakovací zkoušky verifikující to, že odběr vody ze struktury je možno vyrovnat jejím vsakováním tak, aby nebyla porušena bilanční rovnováha a odběry a laboratorními analýzami ověřit, že nedochází k významnější změně jakostních parametrů podzemní vody ve zvodni, do které je podzemní voda po průchodu výměníkem tepelného čerpadla vsakována.

3. Příprava projektu a povolovací proces

Příprava projektu jímacích objektů a objektů vsakovacích je obdobná jako u studen. Tato díla jsou podle § 55, odstavec 1, písmeno g) zákona č. 254/2001 Sb. stavby k využití vodní energie a energetického potenciálu vody, resp. dle písmene j) studny vodním dílem. V praxi to znamená, že je nutno nejprve získat na základě vyjádření osoby s odbornou způsobilostí v hydrogeologii povolení k nakládání s podzemní vodou, což vydává místně příslušný vodoprávní úřad, a potom stavební povolení, což vydává úřad stavební.

Soubor studen jímacích a vsakovacích pro účely využití tepelné energie podzemní vody prostřednictvím tepelných čerpadel však má jednu nezbytnost, a tou je mít pro účely zpracování vyjádření osoby s odbornou způsobilostí v hydrogeologii jasná, jednoznačná a především ověřená data. V praxi to znamená, že snad až na ojedinělé a zdůvodněné výjimky opakujících se řešení je nejprve třeba provést jímací a vsakovací objekty, včetně jejich nezbytného dlouhodobého testování, jako díla průzkumná v intencích § 3, odstavce 3, písmena b) vyhlášky č. 369/2004 Sb. s tím, že projekt, příprava a provádění geologických prací probíhá dle stejné vyhlášky, včetně vypracování závěrečné zprávy o provedeném průzkumu dle jejího § 16.

Povolovací proces těchto průzkumů, protože se logicky jedná o činnost, která může ovlivnit vodní poměry, zahrnuje vydání souhlasu vodoprávního úřadu dle § 17, odstavec 2, písmeno i) zákona č. 254/2001 Sb., často je však nutno při umísťování jímacích nebo vsakovacích objektů do záplavových území, nebo do území zahrnutých do ochranných pásem vodních zdrojů získat povolení dle § 14 zákona č. 254/2001 Sb. Při větších odběrech (nad 1 l/s), nebo při delší době trvání čerpacích zkoušek (nad 14 dnů) je třeba k provedení těchto prací v rámci prací průzkumných, získat povolení k nakládání s podzemními vodami (čerpání i vsak) dle § 8, odstavec 1, písmeno b), bod 5 zákona č. 254/2001 Sb.

4. Umísťování jímacích a vsakovacích objektů

Objekty využívající tepelnou energii podzemní vody je nutno umísťovat v takové vzdálenosti od sousedních pozemků, aby na nich nebyly ovlivněny podmínky pro jejich běžné užívání, nebo aby nedocházelo k ovlivnění nebo dokonce k ohrožení existujících staveb, včetně studen. Je třeba si uvědomit, že zatímco v místě jímacího objektu dochází k běžně známé depresi hladiny podzemní vody, v místě objektů zasakovacích dochází k elevaci hladiny podzemní vody podzemní vody a dosah deprese ani elevace by neměl ve významnější míře zasahovat na sousední pozemek. Proto minimální vzdálenost těchto objektů od sousedních pozemků zastavitelných nebo zastavěných by měla být 5 m, u větších systémů složených z více jímacích nebo vsakovacích objektů by umístění těchto objektů mělo být stanoveno na základě hydraulických výpočtů a verifikováno dlouhodobou nebo poloprovozní čerpací zkouškou. Zkušenost hovoří, že elevace je zpravidla významnější než deprese, takže zatímco pro získání tepelné energie vody pro provoz tepelného čerpadla vystačí např. jeden jímací objekt, vsakovací objekty musejí být, pokud elevace nemá překročit určitou úroveň, třeba dva.

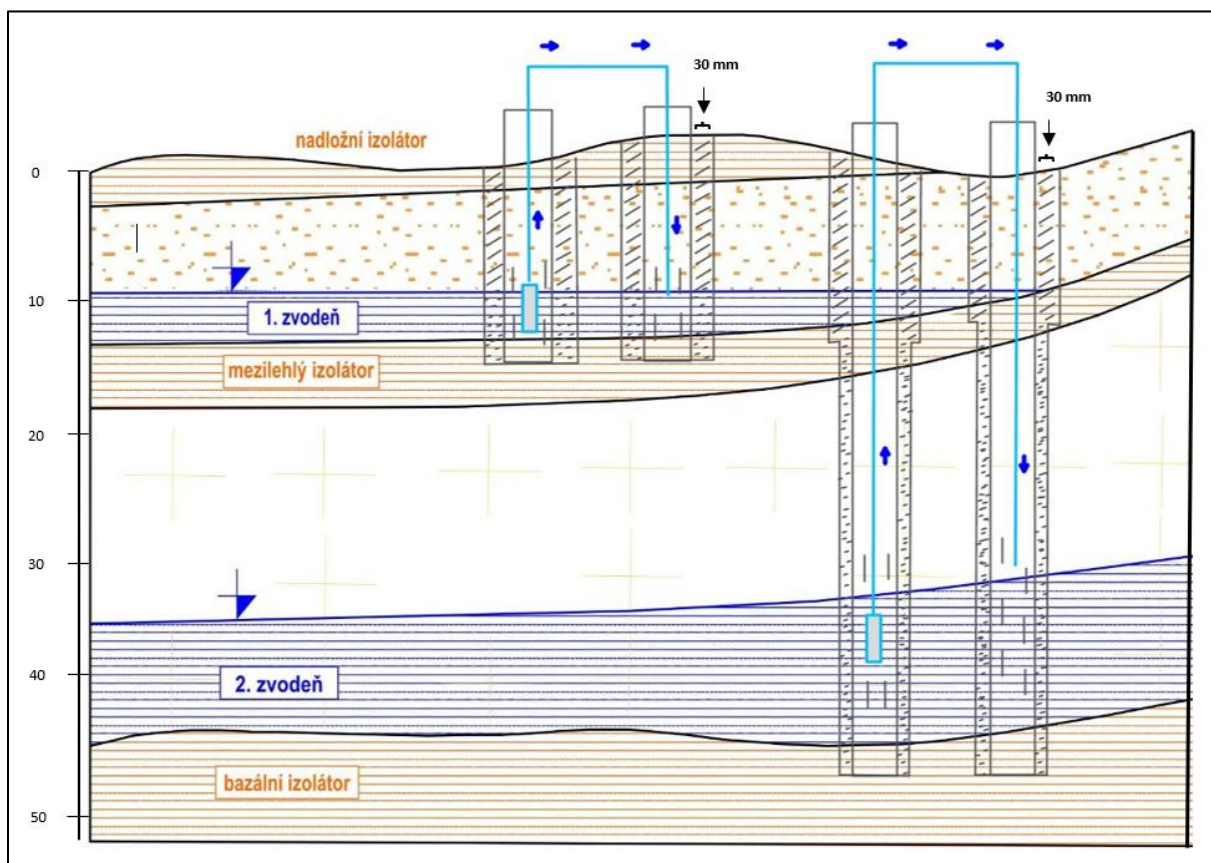
5. Technické parametry jímacích a vsakovacích objektů

Pro projektové parametry těchto objektů se zpravidla využívá ČSN 755115 Jímání podzemní vody. Až na zdůvodněné výjimky by mělo platit, že vodu lze odebírat jenom z jednoho zvodněného kolektoru a do stejného kolektoru by se voda měla i vypouštět. Z hlediska stavebního, protože se až na výjimky jedná o využití podzemní vody s volnou hladinou, je třeba zaplášťový prostor do hloubky min. 3 m v případě vrtaných studen a 500 mm v případě studen šachtových zatěsnit těsnicí směsí (cement, jíla), níže se zaplášťový prostor jímacích i vsakovacích objektů obsypává šterkem potřebné zrnitosti.

6. Rizika pro vodní ekosystém

Zásadní riziko spočívá v nebezpečí narušení přirozené hydrogeologické stratifikace území, tj. v propojování zvodnělých kolektorů anebo v ochuzování zásob podzemní vody odběrem vody z jednoho útvaru podzemní vody a jejím vypouštěním do jiného útvaru podzemní vody, pokud vyjádření osoby s odbornou způsobilostí dle § 9, odstavec (1) zákona č. 254/2001 Sb. nestanoví jinak a tento způsob nakládání s vodami nezdůvodní. Zásadním požadavkem všech projektových řešení je proto jasná identifikace a podrobný popis všech zvodněných kolektorů podzemní vody, které budou průzkumem nebo stavbou dotčeny, včetně způsobu nakládání s podzemní vodou.

Obr.č. 2 Hydrogeologický řez územím s dvoukolektorovým zvodněným systémem a schéma způsobu nakládání s podzemní vodou prostřednictvím odběrové a vsakovací studny využívající 1. zvodně, a systém využívající 2. zvodně s odtěsněním 1. zvodně.



6. Některé zvláštnosti a příležitosti

Vše výše uvedené vychází ze zkušenosti, kdy především v kvartérních náplavech jsou zpravidla pro jednotlivé rodinné domky poměrně snadno i na relativně malých pozemcích umísťovány, budovány a provozovány jímací objekty, kdy pro provoz 8 – 10 kW čerpadla je zapotřebí max. 0,5 l/s podzemní vody. To je množství v kvartérních šterkopiskových kolektorech snadno jímátné a zasakovatelné, a proto stále častěji využíváné.

Ale uvědomme si, že i v běžném vodárenském provozu vodu ve značných množstvích čerpáme a dále pouštíme do spotřebiště, kde se potom tato zpravidla prostřednictvím kanalizace dostává do říční sítě. Na výtlaku, v místě výměníku tepelného čerpadla, a z něj zase vypustit vodu mírně ochlazenou a s mírně zmenšeným tlakem do vodovodního systému. Odzkoušeli jsme, voda teče výhradně uzavřeným systémem v daném úseku nerezovým, a vše za souhlasu orgánu hygienické služby funguje. A to nemluvě o vodě ve vodojemech, kde si lze vodu odčerpat, pustit do strojovny tepelného čerpadla, kde je výměník a vrátit ji potom mírně ochlazenou zpět. Prostě tento energetický potenciál podzemní vody se mně jeví neuvěřitelně snadno využitelný.

Je ještě jedna okolnost, která využití podzemní vody k využití jejího tepla prostřednictvím tepelných čerpadel brání, a tou je jakost vody, především přítomnost železa a manganu, což je v kvartérních štěrkopískových kolektorech běžná složka. Dnes se tento problém řeší předřadnými výměníky, které nekolizně slouží řadu let.

7. Závěr

Cílem příspěvku je podělit se s hydrogeologickou veřejností o některé nápady a poznatky z praxe, kdy využití energetického potenciálu podzemní vody prostřednictvím tepelných čerpadel systému voda x voda je relativně snadné, efektivní, ale dosud z nejrůznějších důvodů málo využívané. Obchodně řečeno pro hydrogeology i zákazníky: peníze leží na chodníku....