Projektování vrtů pro tepelná čerpadla na základě geologických předpokladů – vliv na vodní režim, rizika

Mgr. Michal Havlík

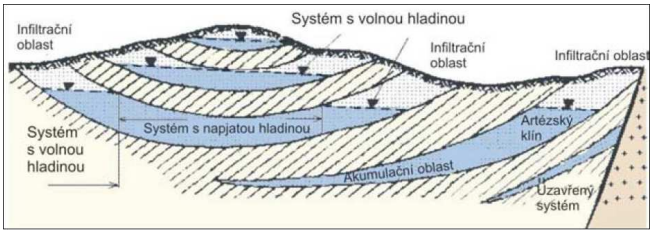
Stavební Geologie - Geosan, s.r.o.

Hydrogeologické poměry v ČR a vliv na využití geotermálních zdrojů

Pestré geologické a hydrogeologické poměry ČR mají vliv na využití geotermálních zdrojů na našem území. Při projektování různých druhů zemních sond nebo jímacích vrtů pro tepelná čerpadla musí být kladen důraz zejména na minimalizování zásahů do stávajícího vodního režimu daného území. V ČR je vymezeno několik desítek různých hydrogeologických rajonů s různým režimem podzemní vody. Konstrukce sond a jímacích vrtů pro tepelná čerpadla musí být proto přizpůsobena konkrétním přírodním podmínkám.

Do geotermálních zdrojů v širším slova smyslu patří podzemní vody mělkého i hlubšího oběhu a zohlednění jejich režimu a vzájemné komunikace při projektování zemních sond a jímacích vrtů pro tepelná čerpadla má rozhodující vliv pro eliminaci rizik spojených s realizací těchto zařízení.

Pro přímé využití podzemních vod pro tepelná čerpadla systému voda x voda je důležitá i jakost jímaných vod a to zejména s ohledem na jejich korozní vlastnosti na použité technologie



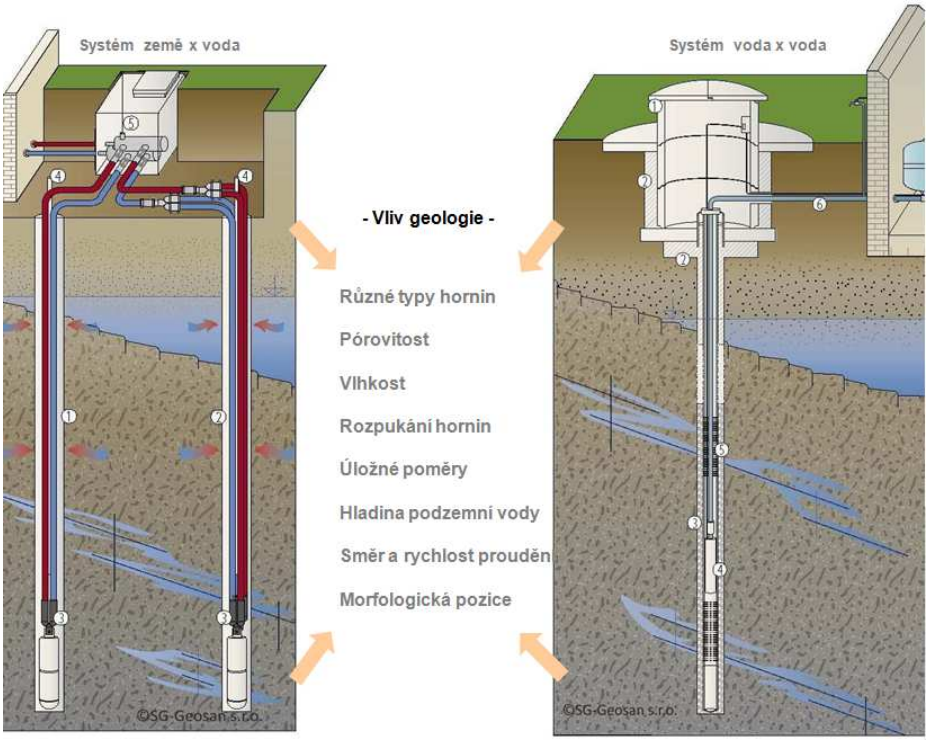
Podzemní voda, kolektory s volnou hladinou, s napjatou hladinou, oddělené hydrogeologickými izolátory s horninami se sníženou propustností (Arnošt Grmela,VŠB-TU Ostrava)

Tepelné vlastnosti zvodněného horninového prostředí a vliv na systémy vyžití zemského tepla

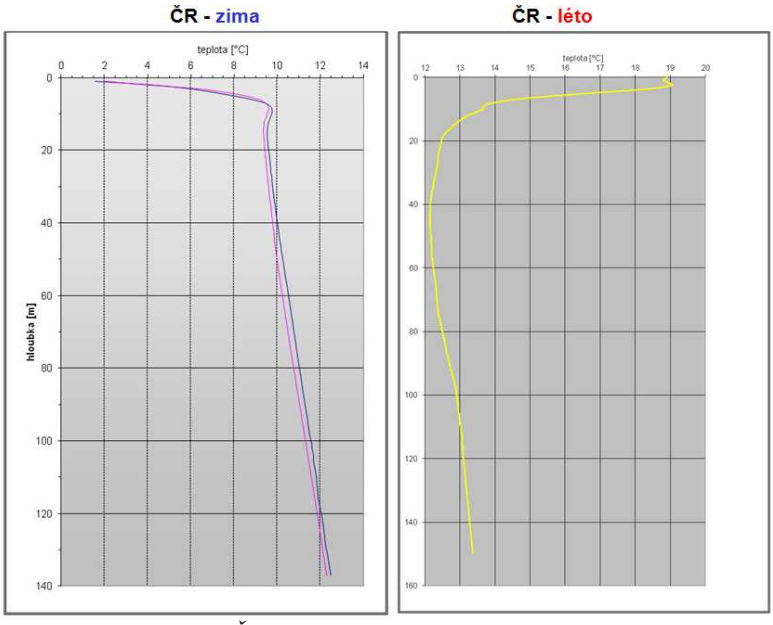
Tepelná energie, vyzařovaná sluncem a tepelná energie, která je předávána do atmosféry zemským povrchem je rozhodující pro teploty do tzv. indiferentní hloubkové úrovně, tj. do hloubky cca 15 m pod povrchem terénu. Pod touto úrovní se již na teplotě neprojevuje vliv ročních období a rozhodující je zde zejména:

- typ horniny
- porozita
- vlhkost
- hladina podzemní vody
- směr a rychlost proudění
- morfologická pozice

Zemský tepelný tok je z pohledu využití mělké geotermální energie málo významný v porovnání s výše uvedenými faktory. Hlavním producentem vnitřního tepla Země je rozpad radioaktivních prvků.



Vliv geologických podmínek na zemní vrty pro tepelná čerpadla (zdroj: Stavení geologie- Geosan s.r.o.)



Typické teplotní profily hornin z měření v ČR (zdroj: Stavení geologie- Geosan s.r.o.)

Nejčastěji používané systémy tepelných čerpadel k získávání zemského tepla jsou zemní tepelné sondy (s vestavenými vertikální kolektory). **Zemní tepelné sondy** mohou být používány k vytápění a chlazení budov, popř. k ukládání tepelné energie. Tyto sondy se instalují do vrtů o hloubkách převážně 50 – 150 m, výjimečně mohou být ukládány i v hloubkách menších nebo větších. Obvyklý průměr vrtů ve svrchní části horninového souboru v oboru nezpevněných sedimentů je CCA 160 - 180 mm, v níže ležících skalních nebo podskalních horninách cca 120 – 140mm. Nejčastěji používaným typem sondy je dvojitá sonda „U“ skládající se ze spojené dvojice umělohmotných potrubních smyček ve tvaru „U“. Běžně jsou používány i jednoduché sondy „U“, které se skládají pouze z jedné smyčky umělohmotné trubky. Podmínkou dobrého přenosu tepla na jedné

straně a potřebou oddělit od sebe jednotlivé zvodnělé polohy horninového souboru a stabilizovat stěny vrtu je úprava zaplášťového prostoru, tj. výplň mezikruží mezi stěnou vrtu a vertikálním kolektorem vhodným materiálem. Obvykle se používá směs bentonitu a cementu, v závislosti na místních geologických podmínkách je na výplň mezikruží možné i použití jiných typů materiálů, zejména v kombinaci s případnou potřebou etážového vrstvení zaplášťových vrstev.

Do kategorie systému využívajících zemské teplo patří i tepelná čerpadla **systému voda x voda**, kdy k přenosu zemského tepla mezi odběrovým objektem (vrtem, studnou, aj.) a výměníkem tepelného čerpadla slouží sama podzemní voda se svým tepelným potenciálem. Obecně se rozlišují typy koaxiální, kdy k odběru vody a jejímu vypouštění zpět do zvodněného prostředí je využit pouze jeden objekt a systémy duální, kdy z jednoho objektu se voda čerpá a do druhého objektu se zasakuje. Pro systém voda x voda je v podmínkách ČR s víceméně konstantní teplotou vody od 7 do 9°C rozhodující dostatečná vydatnost odběrového objektu. Pro 10 kW topného výkonu tepelného čerpadla je potřebný průtok asi 0,5 l/sec. Pokud bychom použili vodu povrchovou s proměnlivou teplotou, je nezbytný zdroj o průtoku přibližně dvojnásobném (cca 0,8 – 1 l/s). Velmi závažnou okolností je energetická náročnost ponorného čerpadla, tzn. že tento systém by neměl být využíván tam, kde je hladina podzemní vody hluboko zakleslá (optimum do 20 m, maximálně 50 metrů).

Hydrogeologické průzkumy a měření

Ve vztahu k účelu vrtů je třeba v některých případech ověřit podmínky výtěžnosti zemského tepla formou teplotních testů), nebo vydatnosti odběrového objektu.
Nejsou-li proto geologické prostředí, údaje o výskytu podzemní vody, vlivu vrtů na okolí nebo údaje o výtěžnosti zemského tepla dostatečně známy, je třeba před projekcí vrtů provést ve smyslu vyhlášky č. 501/2006 Sb. geologický průzkum. V daném případě představuje tento průzkum činnost prováděnou dle zákona č. 62/1988 Sb. a zahrnuje zpravidla vrtnou sondáž a soubor doprovodných prací jako jsou teplotní testy, čerpací zkoušky, režimní měření hladiny podzemní vody, apod. Při vrtné sondáži se budují průzkumné vrty, které jsou určeny pouze k účelu definovanému zákonem č. 62/1988 Sb., tj. pro geologický výzkum nebo geologický průzkum. Jejich projektování, provádění a vyhodnocování musí být plně v souladu s tímto zákonem a prováděcími vyhláškami uvedenými v úvodu tohoto doporučení. Po ukončení průzkumu se vrty odborně likvidují nebo zabezpečují, a to na základě projektu likvidačních nebo zajišťovacích prací.
Pouze v případě, že vrty provedené v rámci geologického průzkumu jsou příhodně umístěny, mají vyhovující technické parametry a výtěžnost zemského tepla se ukáže být dostatečná, je možno tyto průzkumné vrty po příslušném správním řízení (v případě vrtů země x voda po vydání souhlasu vodoprávního úřadu a územním řízení, v případě vrtů voda x voda po územním řízení, stavebním povolení a povolení k nakládání s vodami) upravit a využívat. Tato možnost musí již být uvedena v projektu průzkumných prací. Jestliže se však v rámci příslušného správního řízení ukáže nereálnost využití průzkumných vrtů, bude třeba tyto následně na základě projektu likvidačních prací likvidovat.

Měření tepelných parametrů hornin v terénu – tzv. TRT testy, GRT testy atp. (zdroj: Stavení geologie- Geosan s.r.o.)

Podklady pro projektanty, role geologa

Výsledky geologického posouzení lokality se zahrnutím stávajících vodních poměrů pomáhají projektantovi stanovit okrajové podmínky realizace zemních sond na daném pozemku.

- nejvhodnější rozmístění sond
- maximální hloubka a technické parametry sond s ohledem na místní geologii
- zajištění ochrany okolních vodních zdrojů
- tepelné parametry hornin návrh a dimenzování potřebného počtu sond
- posouzení dosahu tepelného ovlivnění okolních pozemků, střety zájmů

Stanovení okrajových podmínek pro realizaci zemních sond na pozemku – rizika pro vodní režim

Výsledkem geologických průzkumů je podklad pro projektanta s doporučením vhodného typu a umístění zemních sond, jejich hloubkové omezení a nejvhodnější technické parametry s ohledem na místní podmínky. Součástí geologického posouzení je i vypořádání rizik spojených s prováděním zemních tepelných sond. Tato rizika lze shrnout do několika skupin – Je to např. vliv na vodní režim, protože zemní tepelné sondy prakticky vždy zastihnou minimálně jeden, zpravidla však více útvarů podzemní vody, z nichž každý je charakteristický specifickou formou svého výskytu, vlastnostmi a znaky hydrologického režimu. Do třetí skupiny náleží vliv na okolní stavby či zařízení, ať již se jedná o vliv krátkodobý (při provádění zemních tepelných sond) nebo o vliv trvalý, projevující se především objemovými změnami základové půdy v důsledku měnícího se teplotního pole v okolí sond.

Vliv na vodní režim - Z návrhu na vybudování zemních tepelných sond musí být zřejmé, jaké vodní útvary budou vrtnou sondáží zastiženy, jaké jsou vlastnosti těchto útvarů, jaké může být jejich primární ovlivnění v průběhu prací a jak budou muset být vrty upraveny, aby nemohlo po instalaci zemních tepelných sond dojít k ovlivnění těchto vodních útvarů. Nejjednodušším, ale současně nejčastějším příkladem změny vodního režimu je propojení přírodně oddělených vodních útvarů podzemní vody nově prováděnými vrty. Platí základní pravidlo, že existuje-li ve vrtu několik zvodní pod sebou, může být ve vrtu „otevřena“ maximálně jedna zvodeň, ostatní zvodně musejí být ve vrtu trvale odtěsněny.

Kontrola injektáže vrtů pro tepelná čerpadla – minimalizace ovlivnění vodního režimu (zdroj: Stavení geologie- Geosan s.r.o.)

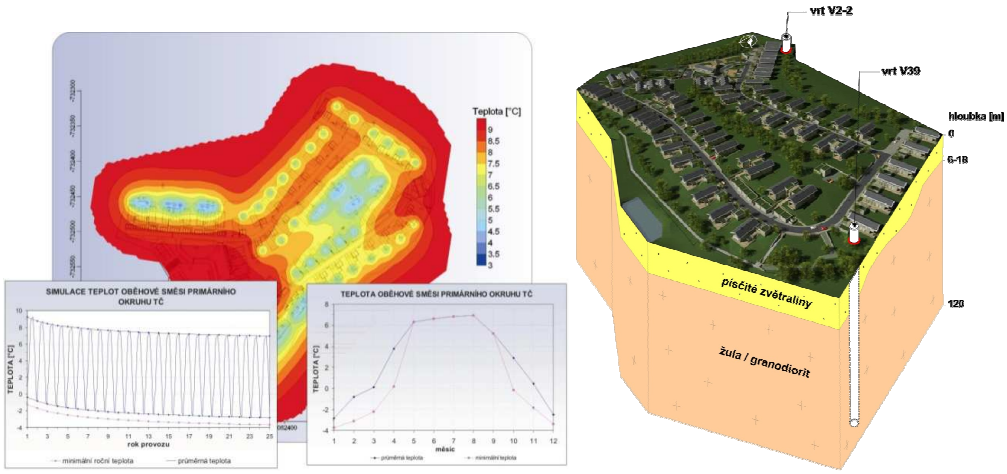
Dalším rizikem je např. zakalení okolních studní při vrtání. Při hloubení vrtů se při převážně používané technologii příklepového vrtání se vzduchovým výplachem vhání do vrtu vzduch pod tlakem okolo 20bar, který vynáší na povrch rozvrtanou horninu a vodu. Je-li v blízkosti vrtu zdroj podzemní vody, může být voda v tomto zdroji krátkodobě zakalena.

Vliv na okolní stavby a zařízení- Případy ovlivnění staveb či zařízení jsou poměrně řídké. Jedná se např. o vydutí podlahy ve sklepních prostorech, o zanesení či destrukci kanalizačního potrubí, apod. Předcházet těmto jevům je nutné důkladnou projektovou přípravou se zmapováním všech těchto rizikových prvků a v případě potřeby volbou šetrnějších vrtných technologií (bezvýplachové vrtání, průběžné pažení, apod.).

Namrzání sond - Odběrem tepla dojde v podzemí k ochlazení prostředí a případech nesprávného dimenzování topné soustavy může dojít k přeměně vody v led do vzdálenosti až několika desítek centimetrů od potrubí zemních sond. Při obrovském objemu okolní horniny nebude hrát tato lokální změna objemu (voda vers. led) významnější roli, může však být významná v připovrchové vrstvě, kde se může projevit např. sedáním terénu. Proto bývá na rizikových lokalitách, tj. při průchodu vrtu silně namrzající zeminou nebo horninou, nutné jak horní část kolektorů do hloubky až několika metrů, tak propojovací potrubí ke strojovně tepelného čerpadla tepelně izolovat, zejména v případech křížení s inženýrskými sítěmi, v případě průchodu pod zpevněným povrchem, apod.

Posouzení dosahu tepelného ovlivnění a vodního režimu

Při projektování a zejména při legislativním procesu povolování zemních sond pro tepelná čerpadla často vyvstává nutnost posouzen a přesné kvantifikace změn proudění podzemních vod a šíření teplotních změn do širšího okolí. To je složitý úkol, který většinou není možné řešit pouze odbornými odhady. K tomuto účelu se u větších aplikací používají komplexní 3D matematické modely proudění podzemních vod a přenosu tepla na vymezeném bloku zvodněných hornin. Výstupy těchto modelů má význam z hlediska řešení různých střetů zájmů a dopadu na životní prostředí a z hlediska dlouhodobého zajištění správné funkce zemních sond.



Matematické modely proudění podzemních vod a přenosu tepla - Ukázky výstupů (zdroj: Stavení geologie-Geosan s.r.o.)

V textu použity Metodické pokyny pro provádění zemních sond pro tepelná čerpadla, AVTČ 2010/S.Šeda. www.avtc.cz