

Limity využívání termálních vod na příkladu konceptuálního modelu benešovsko-ústeckého zvodněného systému české křídové pánve

Doktorská disertační práce

Résumé / souhrn

RNDr. Josef V. DATEL

Náplní výzkumné práce bylo shromáždění veškerých dostupných dat o geologických podmínkách a výskytu podzemní vody v prostředí severozápadní části české křídové pánve a jejich zpracování ve formě konceptuálního modelu.

Benešovsko-ústecký zvodněný systém zaujímající plochu cca 2000 km² je bilančně víceméně uzavřený hydrogeologický celek s poměrně dobře vymežitelnými hranicemi. Podzemní vody jsou vázány především na křídové kolektory, v některých částech území je však nutno v rámci hydrologické bilance počítat také s podzemními vodami v podložních a okolních geologických jednotkách.

V mocných a rozsáhlých křídových kolektorech, především v bazálním (A, AB) a hlavním kolektoru (BC) se v benešovsko-ústeckém zvodněném systému nachází největší dosud známá akumulace termálních vod v Česku o teplotách často přesahujících 30°C a v některých místech blížících se k 40°C. Využití těchto termálních vod je zatím soustředěno do prostoru Ústí nad Labem a Děčína.

Kromě výskytů termálních vod představuje benešovsko-ústecký zvodněný systém, především ve své východní části, také mimořádně významný vodohospodářský celek s velkým potenciálem využití prostých podzemních vod. Dosavadní odhady přírodních zdrojů podzemních vod v tomto zvodněném systému se pohybují kolem 10 m³/s, z čehož zhruba polovina představuje využitelné množství (Herčík et al. 1999). Stupeň konkrétního využívání podzemních vod je přitom poměrně nízký a nedosahuje ani poloviny odhadovaného využitelného množství.

Prosté podzemní a termální vody benešovsko-ústeckého zvodněného systému se nacházejí v různých územích a hloubkách. Jsou vázány na stejné hydrogeologické kolektory, v jejichž rozsahu existuje regionální spojitost prostých a termálních vod. Tato regionální spojitost spočívá v proudění podzemní vody na vzdálenosti až mnoha desítek km od oblastí infiltrace k zónám drenáže. V průběhu proudění sestupuje část podzemních vod v centrální části zvodněného systému do mnohasetmetrových hloubek, kde se díky zvýšenému tepelnému toku zvětšuje jejich teplota. Současně se mění chemický charakter podzemních vod. Postupně tak vzniká termální voda, která dále proudí k zónám přírodní drenáže či k místům odběru. Případné budoucí zvýšení odběrů prostých podzemních vod v blízkosti infiltračních území může omezit tvorbu termálních vod.

Ústecké a děčínské termy nebyly v minulosti známy. Výjimkou byly jen drobné, lokálně zjištěné výskytů teplých vod na Děčínsku (Lázně sv. Josefa), které však z hlediska celkové hydrologické a termické bilance zvodněného systému jsou zcela nevýznamné. Do doby

objevení term hlubokými vrty proto představoval celý prostor nyní známých termálních vod hydrogeologickou jednotku s velmi pomalu proudící až téměř stagnující podzemní vodou. Využíváním term se proudění podzemních vod výrazně zrychlilo. Přesto, že zájmové území náleží k zónám se zvětšeným tepelným tokem z hlubších částí zemské kůry, vyvstává otázka, zda při stávajícím zrychleném proudění podzemní vody bude trvale docházet k dostatečnému prohřátí těchto vod a zda v budoucnu nedojde k poklesu teploty term. Je nutno brát v úvahu, že termální vody jsou dosud využívány po relativně krátkou dobu. Na Ústecku jsou termy odebírány zhruba jedno století, intenzivní využívání děčínských term probíhá ještě po značně kratší časový úsek do několika málo desítek let. Tato období jsou z hlediska rychlosti hydrogeologických procesů příliš krátká, než aby bylo možno očekávat případné výraznější nepříznivé projevy odběrů term v současnosti. Nicméně při pokračujících nebo zvyšujících se odběrech term nelze vyloučit pokles jejich teploty v budoucnu a možnou změnu jejich kvality.

Zkoumané území je součástí lužické litofaciální oblasti české křídové pánve, ve smyslu Herčíka et al. (1999) bilančního celku 3 (obr. 1.1.). Zájmové území tektonicky dobře ohraničené zapadlé středohorské kry, která je hlavním cílem zájmu předložené práce, zaujímá podstatnou centrální část bilančního celku 3, s výjimkou okrajových sz. a jv. území. Jde o oblast ohraničenou významnými tektonickými prvky – krušnohorským, středohorským a lužickým zlomem, která se vyznačuje samostatným režimem proudění podzemní vody. Ve spodní části této křídové pánevní struktury se nacházejí termální vody o teplotě 30-40 °C, které byly objeveny koncem 19. století a od té doby jsou využívány, nejdříve pro průmyslové účely jako užitková voda, posléze pro rekreační účely (bazény a lázně), případně jako zdroj termální energie pro vytápění. Využívání vod je zatím soustředěno do Ústí nad Labem a Děčína.

Hlavními impulsy pro zpracování této práce byly dvě okolnosti:

- postupné zvyšování množství odebírané termální vody ze struktury, aniž by bylo známo dlouhodobě využitelné množství této vody
- v posledních třech letech bylo získáno množství nových průzkumných informací ze struktury, hlavně v souvislosti s projektem ISPA, v rámci kterého byly vybudovány nové monitorovací vrty pro Český hydrometeorologický ústav. Tyto nové informace bylo třeba regionálně zpracovat, aby dosavadní představy o výskytu termálních vod bylo možné konfrontovat s novými údaji

Práce byla zpracována v rámci širšího výzkumného projektu financovaného Grantovou agenturou ČR (autor práce je zároveň hlavním řešitelem tohoto výzkumného projektu), jehož hlavním výstupem bude numerický model proudění termálních vod a na jeho základě zpracování podrobné hydrologické bilance a stanovení dlouhodobě využitelného množství termální vody. Z tohoto úhlu pohledu je třeba chápat konceptuální model jako první nezbytný krok pro přípravu numerického modelu, protože v rámci něho došlo ke shromáždění potřebných dat, jejich zhodnocení, roztřídění a regionálního zpracování tak, aby mohly posloužit pro formulaci numerického modelu.

Konceptuální model vycházel ze všech dostupných podkladů, které se podařilo shromáždit. Zvláštní místo mezi nimi má Hydrogeologická syntéza české křídové pánve, konkrétně její část týkající se bilančního celku 3, která byla zpracována v 80. letech (Nakládal et al.1987) a

publikována v 90. letech (Herčík et al. 1999). Ukázalo se, že i po 20 letech a ve světle řady nových dat je většina závěrů tohoto výzkumu stále platných, což svědčí o vysoké odborné erudovanosti autorů Syntézy.

Limitujícími faktory využití termálních vod je jednak bilance množství vody ve struktuře a dále i bilance množství tepla, které do struktury přitéká. S ohledem na odborné zaměření studia se tato práce soustředila na první – hydrogeologický – aspekt problému. Druhému aspektu je věnována pozornost v rámci výše zmíněného širšího výzkumného projektu.

Shromážděná data byla zpracována a zhodnocena ve třech základních okruzích:

1. definování hydrogeologického prostředí a vymezení hydrogeologických těles (kolektorů a izolátorů)
2. zhodnocení režimu proudění podzemních vod v tomto prostředí
3. shromáždění dat o jakosti podzemních vod (chemické složení, teplota) a jejich regionalizace

Většina výstupů práce je provedena v grafické formě obrázků, mapek, hydrogeologických řezů, grafů a tabulek, aby závěry práce byly co nejpřehlednější a nejpoužitelnější pro další použití v pokračujícím výzkumu.

Hlavní závěry práce:

- ❑ odbornou likvidací starých vrtů v drenážních oblastech se výrazně omezily nepodchycené úniky teplé vody, což se příznivě odrazilo na tlakových poměrech struktury
- ❑ metodou proudu byla spočítána rámcová bilance bazálního a hlavního křídového kolektoru (kde se vyskytují termální vody) vymezené oblasti a konstatováno maximální limitní využitelné množství přírodních termálních zdrojů v drenážních oblastech – na Ústecku 43 l/s, na Děčínsku 292 l/s. S ohledem na nepříliš velkou přesnost výpočtu jde o orientační hodnoty, které se však neliší od dosavadních úvah i praktických zkušeností s využíváním termálních vod a jsou v souladu se všemi dostupnými odbornými podklady.
- ❑ Byly definovány hlavní drenážní místa celé struktury – kromě ústecké a děčínské oblasti je významnou drenážní oblastí Kamenicko na severu a Litoměřicko na jihu. V jihovýchodní části území se významná část prosté (nikoliv termální) podzemní vody odvodňuje v oblasti Brenné a Pekla (Ploučnice a Robečský potok)
- ❑ Byla shrnuta a nově zhodnocena data o vyskytující se tektonice a její hydrogeologické funkci. Hlavním závěrem je převažující komplikovaná struktura významnějších zlomů, která vytváří celé zlomové pásmo sestávající se z různě velkých ker vertikálně vůči sobě posunutých. Režim podzemních vod takovýchto pásem může být poměrně komplikovaný a relativně samostatný oproti okolnímu území.
- ❑ Nový vrt Vilsnice 2H295 naznačil, že v oblasti Děčínska nemusí být všude dokonale vyvinut izolátor mezi bazálním a hlavním kolektorem. Odvodnění v této oblasti i exploatace termálních vod se tak může týkat obou těchto kolektorů, což má významný dopad na bilanci termálních vod v tomto prostoru
- ❑ Prostorový pohled na proudění podzemních vod poskytuje 6 hydrogeologických řezů konstruovaných napříč studovanou oblastí, které byly zakresleny do geologického podkladu J.Valečky (2008), který byl připraven speciálně pro tento účel

- ❑ Některé ukazatele chemického složení podzemních vod upozorňují na naprosto odlišné složení podzemní vody v jihozápadní části struktury (Ústecko-Teplicko). Jde o vody typu Na-HCO₃ s vyšší mineralizací a zvýšenými koncentracemi fluoridů, na rozdíl od zbylé části struktury, kde převažuje voda typu Ca-HCO₃ s nižší mineralizací.
- ❑ Zpracování teplotních údajů ukázalo soustředění nejteplejších vod na Děčínsku a Ústecku, kde je také soustředěno jejich využití. Současně jsou zde zjištěny i nejvyšší teplotní gradienty, což potvrzuje úvahy o vyšším tepelném toku vázaném na oháreckou tektonickou strukturu.
- ❑ Na základě dat z nových vrtů byly aktualizovány údaje o mocnostech kolektorů, hloubce důležitých geologických rozhraní a vedení hydroizopiez obou kolektorů
- ❑ Základní hydraulické parametry (k, T) byly doplněny o nové údaje a regionalizovány. Potvrdily se předpoklady o zvýšené propustnosti i transmisivitě prostředí v drenážních oblastech a naopak mírně nižších hodnotách v infiltračním území. Velký rozptyl hodnot (v několika rádech) svědčí pro značnou heterogenitu prostředí s dvojitou porozitou. Je zřejmé, že z hlediska proudění termální vody jsou důležité nikoliv průměrné, ale maximální hodnoty charakterizující preferenční cesty proudění.
- ❑ Analýzou hydroizopiez bazálního a hlavního kolektoru byly vytipovány i oblasti s významnějším potenciálním vertikálním prouděním podzemní vody.
- ❑ Na povrchových tocích byly vymezeny úseky s drenáží podzemních vod hlubšího proudění a definovány tak oblasti s převažující drenážní funkcí
- ❑ Byly shromážděny i dostupné hydrologické údaje z Českého hydrometeorologického ústavu ve formě 20-letých časových řad (hladiny z 13 monitorovacích vrtů), průtoky z 8 měrných profilů na povrchových tocích a klimatická data ze dvou meteorologických stanic. Jde o data nezbytná pro formulaci a ladění numerického modelu.
- ❑ Bylo provedeno i metodické zhodnocení použití geofyzikálních karotážních metod pro vyhodnocení dat z nových vrtů, jak pro účely litologie, tak pro zjištění hydrogeologických údajů a technického stavu vrtů. Tato zobecňující část celé práce byla přijata k zahraniční impaktové publikaci v Environmental Geology.

Zadání a cíl prací se podařilo splnit, na základě shromážděných starších i nových údajů byla zpracována představa o proudění termálních vod v dané geologické struktuře ve formě konceptuálního modelu. Tento model bude dále použit pro přípravu a ladění numerického modelu proudění podzemních vod a hydrologické i termální bilance. Práce kromě toho obsahuje množství zobecňujících závěrů a výstupů, které mohou být užitečné pro práce podobného charakteru v podobných geologických podmínkách.