INTERAKCE PODZEMNÍCH A POVRCHOVÝCH VOD V KVARTÉRNÍCH A KŘÍDOVÝCH RAJONECH

Petr Ferbar[1], Zdeněk Herrman[2]

Abstrakt

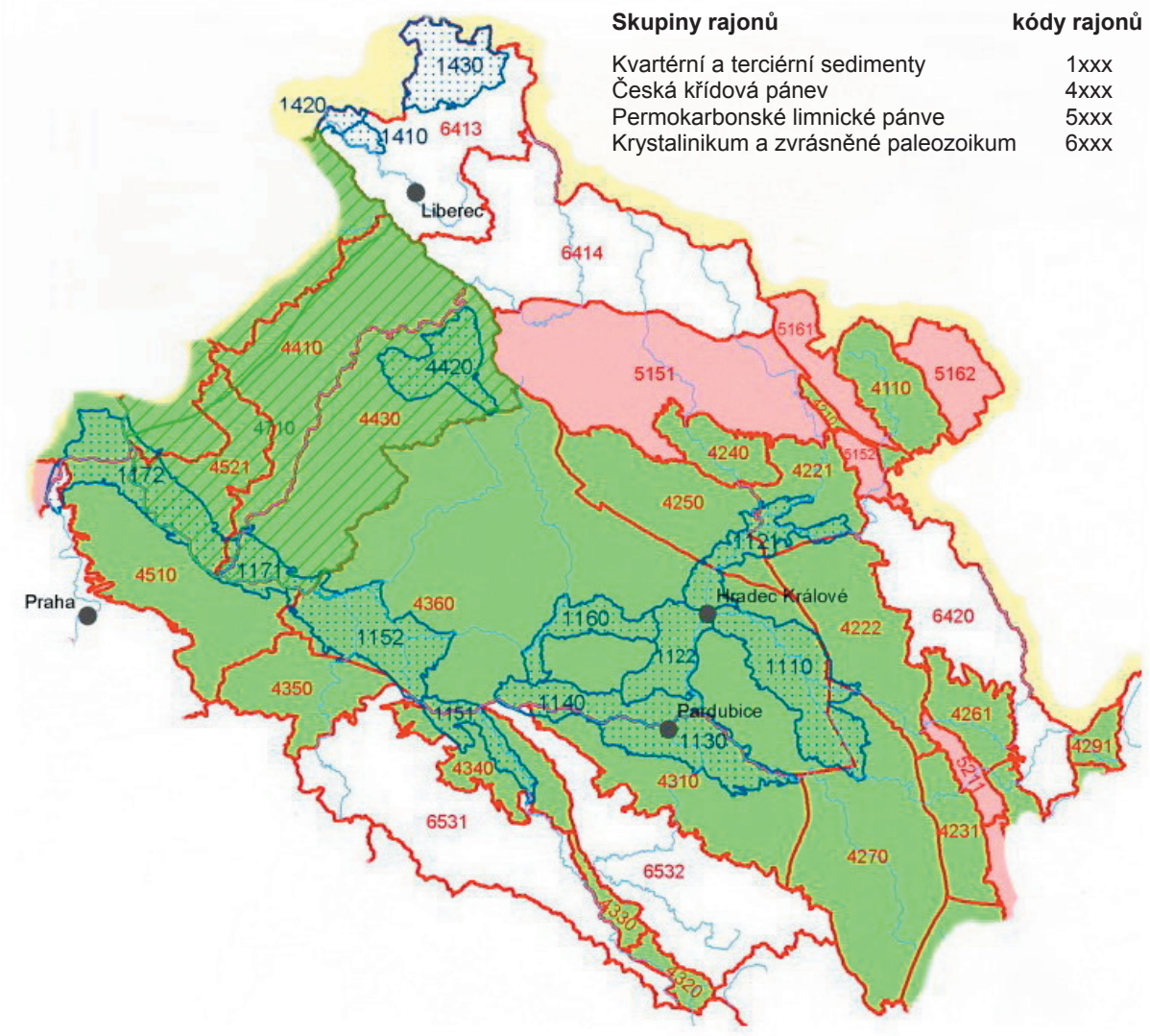
Interakce podzemních a povrchových vod je důležitým, avšak často podceňovaným fenoménem ve vodním hospodářství. K významné výměně vody mezi kolektory podzemních vod a povrchovými toky dochází zejména u velmi propustných vrstevních kolektorů. V oblasti povodí Horního a středního Labe jsou tyto kolektory vyvinuty zejména v křídových pánvích a kvartérních sedimentech. Pro identifikaci výměny vody mezi kolektorem podzemních vod a povrchovým tokem byla použita analýza konfigurace hladiny podzemní vody v mapách hydroizopiez, analýza strukturních poměrů kolektorů a výsledky hydraulických modelů. Ke zpracování všech informací byl použit informační systém GIS na platformě MapInfo, kde byly kombinovány informace z různých vrstev (vrstvy útvarů podzemních vod, vrstvy útvarů povrchových vod apod.). Výsledkem analýzy byla identifikace ztrátových úseků a příronových úseků toků v pánevních kolektorech, tedy míst dotace podzemních vod vcezem do kolektoru a míst odvodnění kolektorů přírone do toku. Současně byly vymezeny části toků obklopené mocnými štěrkopískovými náplavy, ve kterých je podzemní voda v hydraulické spojitosti s tokem při časově proměnné výměně vody mezi tokem a kolektorem. Tyto informace jsou základním a důležitým materiálem pro rozhodování, sestavení konjunktivní vodohospodářské bilance, předpovědi šíření případné kontaminace z toku do kolektoru a naopak, vytipování mokřadních systémů závislých na dotaci podzemní vodou, stanovování zásob vod apod. Údaje o místech, kde dochází k těmto vzájemným interakcím byly rovněž v podobě informačních vrstev implementovány do geografického informačního systému (GIS), který je propojen s účelovými databázemi a poskytuje tak ucelenou informaci pro rozhodování.

Klíčová slova: interakce, rajon, kvartér, křída, povodeň, sucho

1. Úvod

V rámci koloběhu vody v přírodě je nutno chápat povrchové a podzemní vody jako dvě formy sestupné cesty srážkové vody z výše položených míst do míst níže položených, případně až do oceánu. Rozdíl je pouze v rychlosti postupu a prostorovém chápání jejich existence. V dřívějších dobách převládalo spíše chápání povrchové a podzemní vody jako dvou oddělených entit. Podzemní vody byly považovány za statické suroviny nezávislé na povrchové vodě. Pochybnosti nastaly v souvislosti s významnými odběry podzemních vod, které měly za následek redukci či úplnou ztrátu průtoku v okolních povrchových tocích (začalo se uvažovat o určité hydraulické spojitosti). Nověji se v rámcové směrnici WFD rozdíl odstranil a podzemní i povrchová voda jsou chápány jako součást jednotného oběhu.

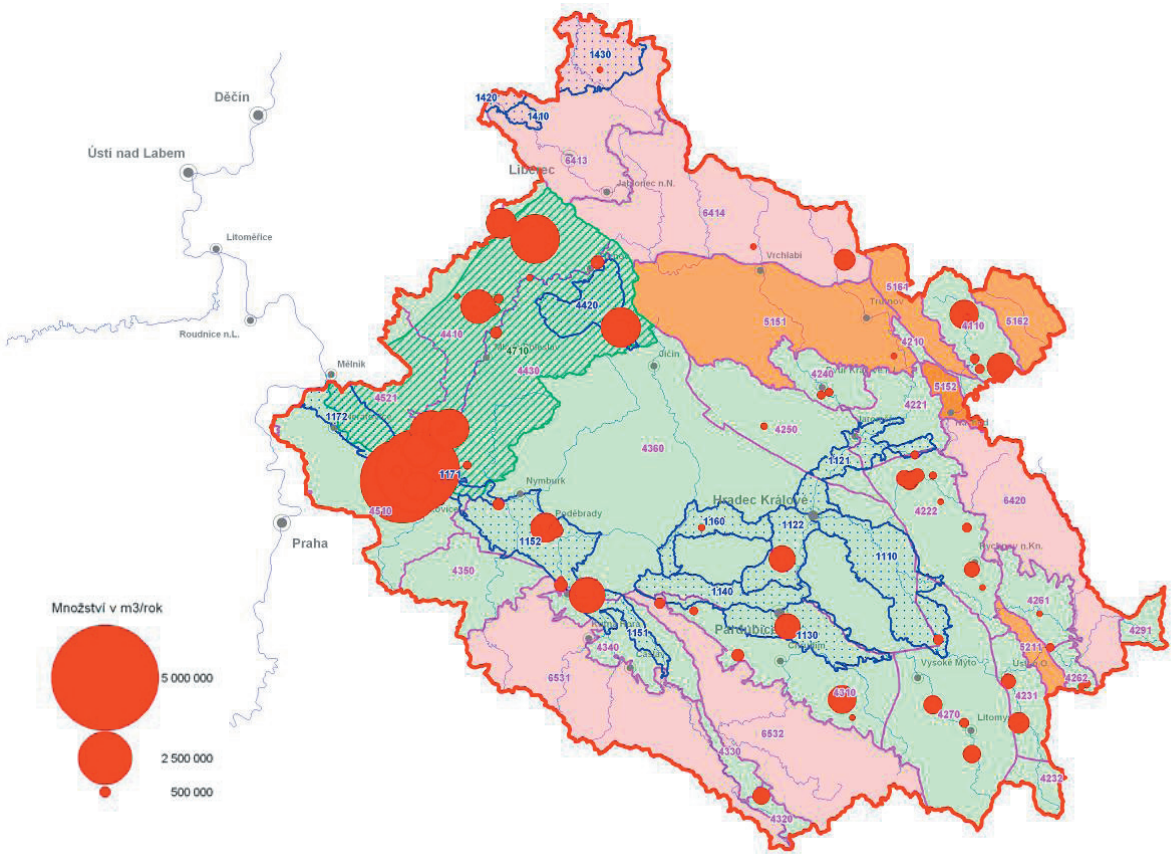
Oblast povodí Horního a středního Labe, kterou včetně dolního úseku toku Labe (Mělník – státní hranice) spravuje Povodí Labe, státní podnik má z hydrogeologického hlediska charakter kotliny s centrální křídovou pánví s pokryvem kvartérních říčních sedimentů. Horská pásma tvoří zejména krystalinika, při jejichž úpatí se rozkládají permské pánve. Hydrogeologické rajony se dají rozdělit do 4 skupin: 1 – Kvartérní a terciérní sedimenty, 2 – Česká křídová pánev, 3 – Permokarbonské limnické pánve, 4 – Krystalinikum a zvrásněné paleozoikum (Obr. 1).



Obr. 1: Hydrogeologické rajony (rajonizace 2006) v oblasti povodí Horního a středního Labe.

Nejvíce zastoupenou a zároveň nejvýznamnější skupinou rajonů jsou křídové rajony, zejména zvrásněné okrajové synklinály, které disponují největšími zdroji podzemní vody (např. Podorlická synklinála, Kyšperská synklinála, Vysokomýtská synklinála, Ústecká synklinála apod.). Druhými největšími zásobárnami podzemní vody jsou v dané oblasti kvartérní rajony, kde je zvodnění vázáno na fluviální sedimenty v podobě štěrků a písků. Z hlediska jejich využitelnosti je však někdy problém s její zhoršenou jakostí vlivem antropogenní činnosti ve spojení s vysokou zranitelností tohoto kolektoru. Převážná část těchto rajonů je situována okolo významného vodního toku Labe a jeho neméně významných přítoků (Úpa, Metuje, Orlice, Loučná, Doubrava). Odlišné jsou kvartérní rajony v povodí Lužické Nisy, jejichž výplň tvoří převážně glacifluviální sedimenty.

Pro představu a orientaci o množství vody, se kterým se nakládá v rámci územní, které spravuje Povodí Labe, státní podnik uvádíme následující fakta: Za rok 2008 činily vodárenské odběry z podzemních zdrojů, resp. odběry podzemních vod pro pitné účely více jak 88 % (tj. 101,4 mil. m^3 vody) ze všech odebraných podzemních vod. Celkový odběr podzemních vod za rok 2008 tedy činil 114,9 mil. m^3, tj. cca 3,64 $m^3.s^{-1}$ (FERBAR, P., 2009). Drtivá většina odebraných podzemních vod je soustředěna právě do významných křídových jednokolektorových či vícekolektorových, často artésky zvodnělých okrajových struktur (Obr. 2). Odběry povrchových vod představovaly v roce 2008 celkem 820,7 mil. m^3 vody, avšak z toho pro pitné účely bylo pouze 39,3 mil. m^3 vody, tj. 4,9 % (FERBAR, P. et al. 2009).



Obr. 2: Rozložení odběrů podzemních vod v oblasti povodí Horního a středního Labe.

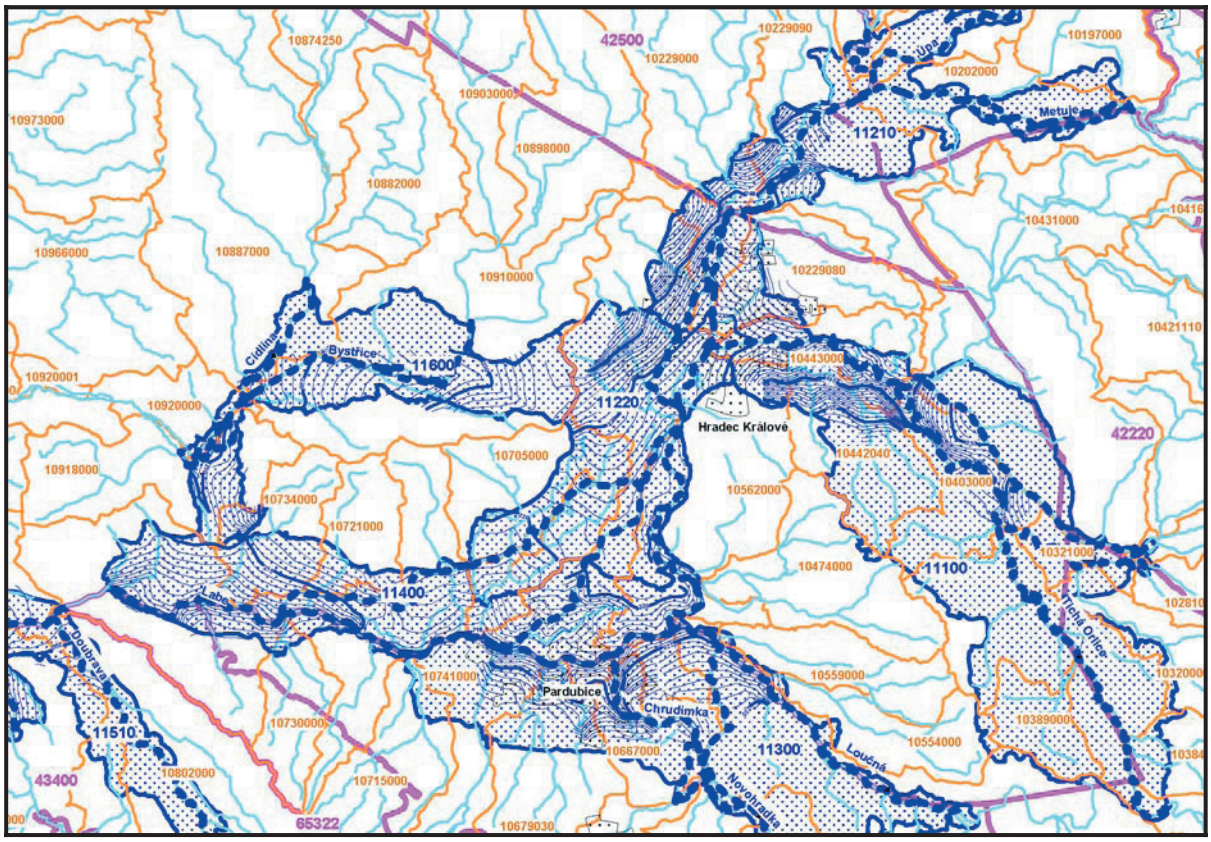
2. Interakce povrchových a podzemních vod

K výměně podzemní a povrchové vody dochází hlavně u velmi propustných vrstevných kolektorů v křídové pánvi a ve fluviálních, či glacifluviálních kvartérních sedimentech, proto byla pozornost zaměřena na identifikace míst výměny vody mezi kolektorem a povrchovými toky v kvartérních sedimentech a ve vybraných křídových sedimentech. Hydrogeologické rajony v krystaliniku a permokarbonských limnických pánvích se plynule odvodňují do nejbližší vodoteče, významné příronové úseky jsou vázány na tektonické linie.

2.1. Interakce podzemních a povrchových vod v rámci kvartérních rajonů

Na tocích ve fluviálních sedimentech nebyly identifikovány ztrátové a příronové úseky, neboť za normálních podmínek převládá příron podzemní vody z údolní terasy a vyšších teras do hlavní vodoteče. Při zvýšení hladiny dochází ke změně směru výměny a voda z toku se vcezuje do kolektoru a tok je jakoby ztrátový. V průběhu času je tedy tok jak příronový, tak I ztrátový. Vodoteče ve fluviálních sedimentech, ve kterých dochází k této výměně vody, byly zařazeny do toků v hydraulické spojitosti s kolektorem (Obr. 3).

Praktické využití znalostí o interakci podzemních a povrchových vod se uplatnilo při hodnocení výměny vody mezi fluviálním kolektorem údolní terasy a tokem za povodně na Labi v roce 1997. Využitím podrobného studia režimu hladin ve vrtech převážně v údolní nivě a nižších terasách bylo zjištěno, že velký objem vody zdržené v kolektoru vyvolal významnou transformaci povodňové vlny. Při povodni došlo k akumulaci podzemní vody v řádu desítek milionů m^3 vody, která se následně pozvolna ještě několik měsíců uvolňovala do toku. Studium podílu změn zásob podzemní vody na objemu říčního odtoku naznačilo, že změna objemu zásob podzemní vody v aluviálním kolektoru může snížit vrchol povodňové vlny (až o 1/3), zpozdit kulminaci vlny a protáhnout její sestupnou větev.

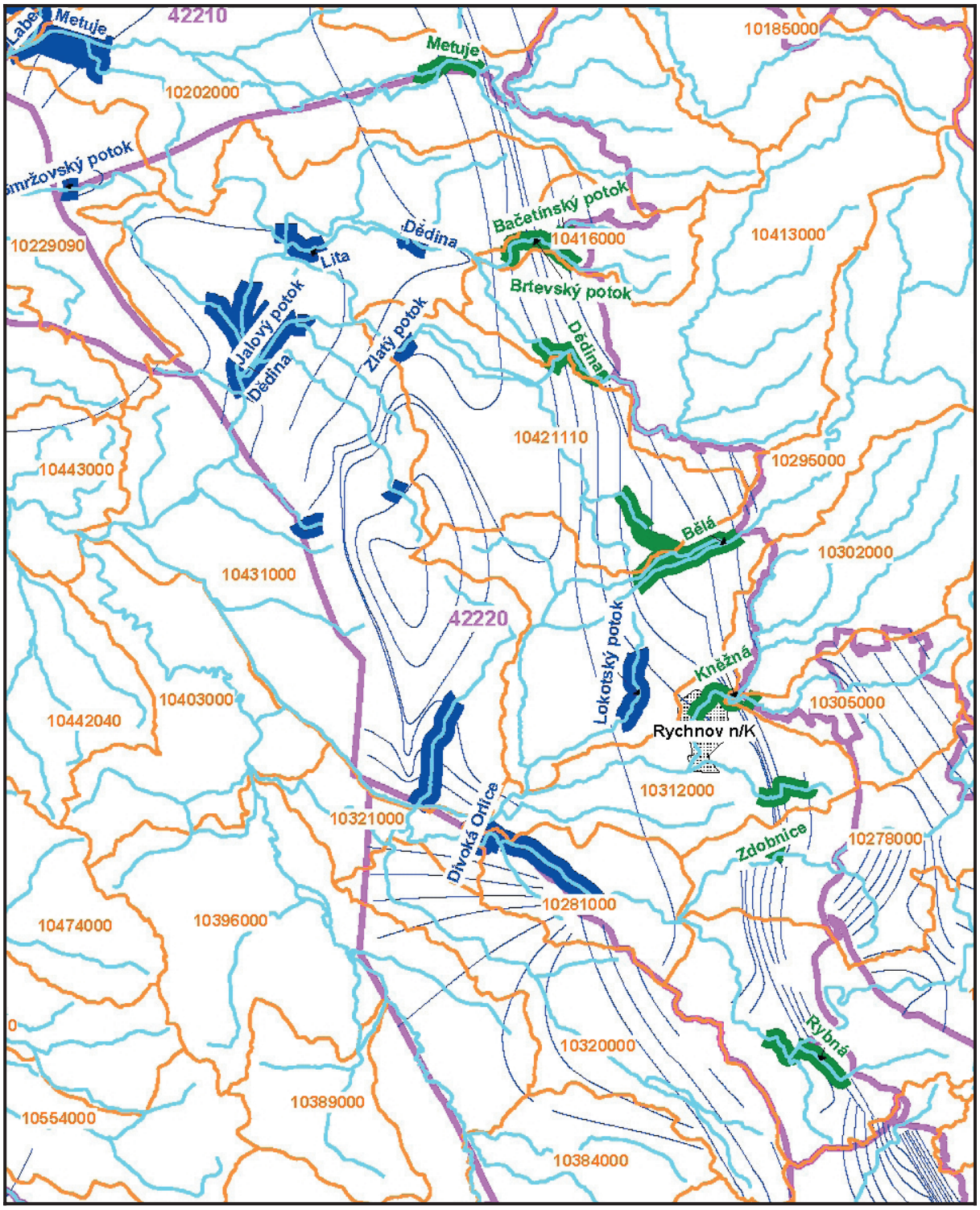


Obr. 3: Toky v hydraulické spojitosti s rajony podzemních vod (silná přerušovaná čára).

2.2. Interakce podzemních a povrchových vod v rámci křídových rajonů

Příronové a ztrátové úseky v křídových rajonech byly identifikovány na základě map hydroizopiez sestavených v rámci "Hydrogeologické syntézy české křídové pánve" (HERČÍK, F. et al., 1987). Tyto obrazy proudových systémů byly většinou následně verifikovány hydraulickým modelováním.

Pro příklad identifikace míst výměny podzemní a povrchové vody zde byl vybrán jeden z nejvýznamnějších hydrogeologických rajonů v oblasti povodí Horního a středního Labe, kterým je původní rajon 422 Podorlická křída, dnes dle nové rajonizace (2006) rozdělen na dva rajony – 4221 Podorlická křída v povodí Úpy a Metuje a 4222 Podorlická křída v povodí Orlice (OLMER, M. et al., 2005). Jedná se o mělkou, na jihu hlubší, křídovou pánev mezi krystalinikem Orlických hor a libřickou a potštejnskou antiklinálou. Nejvýznamnějším a vodárensky značně využívaným kolektorem je zde puklinově propustný kolektor B, vyvinutý v bělohorském souvrství, stáří spodního turonu (prachovce, slínovce a též spongolity). Průměrná mocnost kolektoru činí cca 30 – 40 m, průtočnost kolektoru je vysoká až velmi vysoká. Charakter uložení tohoto kolektoru způsobuje členění zvodnění na oblasti stoku a oblast nádrže. Nejvýznamnější oblasti stoku jsou při zdviženém severním a východním okraji rajonu a dále strukturní elevace libřické a potštejnské antiklinály. Nádrž podzemní vody má plochu hladiny o výšce 260 – 280 m n. m. v povodí Labe a Dědiny a 290 – 310 m n. m. v povodí Divoké Orlice. K dotaci srážek přitom dochází infiltrací srážek na výchozech kolektoru, nebo též vcezem z toků přitékajících z Orlických hor. Odběry z Podorlické křídy tvoří posledních několik let průměrně cca 350 $l.s^{-1}$, značná část odběrů je z prameniště „Litá" a „Mokré", ležící v blízkosti významné lokality – alkalického mokřadu přírodní rezervace „Zbytka". Svými několika artéskými vrty patří mezi zásadní a strategické zdroje dotující Vodárenskou soustavu Východní Čechy (VSVČ), na kterou je celkem připojeno téměř půl milionu obyvatel (470 tis. obyvatel).

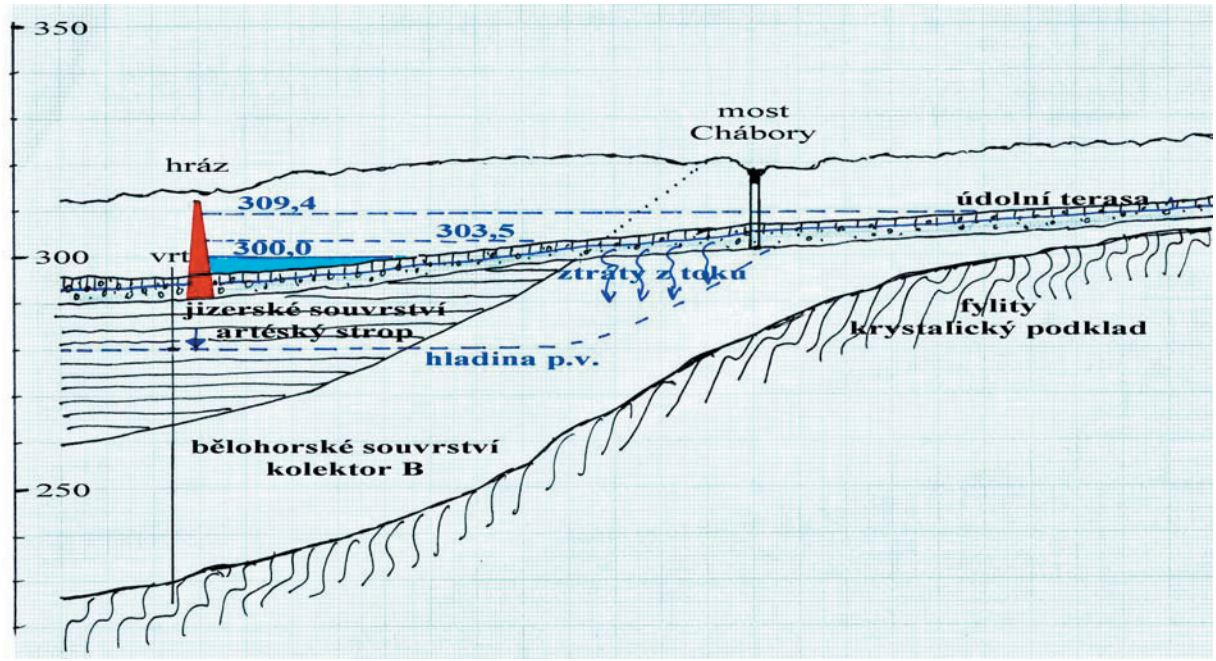


Obr. 4: Přírůnové a ztrátové úseky v HG rajonu 4222 Podorlická křída v povodí Orlice – ztrátové úseky = tučná zelená (čb. světlá) linie, přírůnové úseky = tučná modrá (čb. tmavá).

V rámci jižní části rajonu Podorlické křídy (rajon 4222) byly identifikovány ztrátové úseky zejména na toku Dědina v oblasti Chábor, dále horní části toků Bělá, Kněžná, Zdobnice a Rybná v místech přítoku z krystalinika Orlických hor do Podorlické křídové pánve (Obr. 4). Naopak přírůnové úseky byly identifikovány na Divoké Orlici, Zlatém potoce, Lité a též Dědině, zejména pak při západní hranici tohoto rajonu.

Opět dobré znalosti o hydrogeologickém prostředí a místech interakce povrchových a podzemních vod vedly k myšlence využití řízené dotace podzemních vod z povrchového

toku Dědina do vodohospodářsky významného křídového kolektoru B při projektování vodní nádrže Mělčany (tj. VD Mělčany). V případě klimatické změny bude obecně třeba nezbytné zabývat se otázkou možnosti posílit dotaci podzemních vod řízeným zasakováním říční vody do kolektoru podzemních vod, zejména v oblastech intenzivního využívání těchto vod. Pro tento účel, jak již bylo výše zmíněno, byla mimo jiné plánována i vodní nádrž Mělčany na Dědině, jejíž prvotní a nejdůležitější účel bylo zajištění protipovodňové ochrany, což vzešlo z ničivých povodní na Dědině v roce 1998, dále pak pro nadlepšování minimálních průtoků atd. V rámci provedené studie o možnostech doplňování zásob podzemních vod z VD Mělčany byly vytipovány 2 místa (Obr. 5), kde přírodní podmínky umožňují řízenou dotaci vody do křídového kolektoru (pod mostem v Cháborech – dotace přes štěrky a pod hrází VD Mělčany – přímá dotace do kolektoru). Velikost dotace by mohla dosáhnout až hodnoty okolo 100 $l.s^{-1}$, což by se jevilo jako významné posílení zdrojů podzemních vod (HERRMANN, Z., 2005). Hlavními výhodami využití kolektoru pro „uskladnění“ vody v obdobích sucha proti nádrži povrchové vody je ochrana krajiny (voda v kolektoru nezabírá žádné území), zamezení ztrát výparem z kolektoru a zlepšení kvality vody filtrací v hornině. V mnoha zemích světa prochází myšlenka využití řízené dotace podzemních vod (MAR – Management of Aquifer Recharge) na rozdíl od ČR intenzivním rozvojem. Umělá infiltrace povrchových vod do vod podzemních ale není v ČR úplnou neznámou, využívána je již řadu let na klasických zdrojích ve vodárně Káraný, kde je povrchová voda z Jizery uměle infiltrována do štěrkopísků a odtud následně zpětně exploatována pro vodárenské využití.



Obr. 5: Hydrogeologický řez a situace v podzákladí VD Mělčany.

3. Závěr

Hlavním cílem prací vedoucích k identifikaci míst interakce podzemních a povrchových vod bylo získat dostatek informací v tomto oboru, které nám usnadní proces rozhodování ve vodním hospodářství, možnost sestavení konjunktivní vodohospodářské bilance, předpovědi šíření případné kontaminace z toku do kolektoru a naopak, stanovování zásob vod, vytipování mokřadních systémů závislých na dotaci podzemní vodou, vytipování míst vhodných pro umělou, resp. řízenou dotaci podzemních vod do vod povrchových, případně i orientační kvantifikaci transformace povodňové vlny v rámci údolní nivy apod. Pro zpřesnění identifikace míst interakce a kvantifikaci množství vody podílející se na výměnách je však třeba do budoucna další cílený terénní průzkum nejlépe v rámci regionálního hydrogeologického průzkumu, či v rámci dalších souvisejících dílčích projektů.

Literatura:

[1] FERBAR, P., 2009. Vodohospodářská bilance za rok 2008. Zpráva o hodnocení množství a jakosti podzemních vod pro území ve správě Povodí Labe, státní podnik. - MS Povodí Labe, státní podnik, Hradec Králové.

[2] FERBAR, P. – HAVRÁNEK, L. – SKALICKÁ, I., 2009. Vodohospodářská bilance za rok 2008. Zpráva o hodnocení množství povrchových vod pro území ve správě Povodí Labe, státní podnik. – MS Povodí Labe, státní podnik, Hradec Králové.

[3] HERČÍK, F. – HERRMANN, Z. – NAKLÁDAL, V., 1987. Hydrogeologická syntéza české křídové pánve. – MS Stavební geologie, Praha.

[4] HERRMANN, Z., 2005. Vodní nádrž Mělčany - ovlivnění podzemních vod - MS AQUATEST, Praha.

[5] OLMER, M. – HERRMANN, Z. – KADLECOVÁ, R. – PRCHALOVÁ, H., 2006. Hydrogeologická rajonizace České republiky. Sborník geologických věd, HIG 23, Česká geologická služba, Praha.

[6] Plán oblasti povodí Horního středního Labe. Povodí Labe, státní podnik. Dostupné na: http://www.pla.cz/planet/projects/planovaniov/

[7] Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Královéhradeckého kraje. Dostupné na: http://mapy.kr-kralovehradecky.cz/vak/

[8] RÁMCOVÁ SMĚRNICE O VODĚ. 2000. Směrnice 2000/60/ES Evropského parlamentu a Rady z 23. října 2000 ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky. Dostupné na: http://www.mze.cz/attachments/Rámcová_směrnice.pdf

Kontakty na autora

1 Povodí Labe, státní podnik, e-mail: ferbar@pla.cz

2 Česká geologická služba, e-mail: herraqua@tiscali.cz