

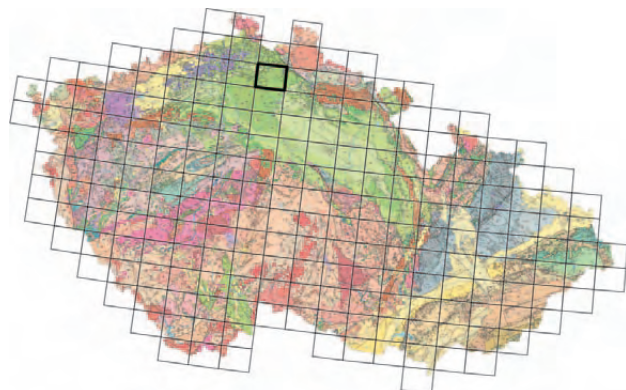
Tektonické poruchy a potenciální rizika mezikolektorové kontaminace podzemních vod ve strážském bloku

The tectonic failures and potential risks of the interaquifer groundwater contamination in the Stráž block

VERONIKA KOZÁKOVÁ – RICHARD POKORNÝ

Fakulta životního prostředí, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Králova Výšina 7, 400 96 Ústí nad Labem; richard.pokorny@ujep.cz

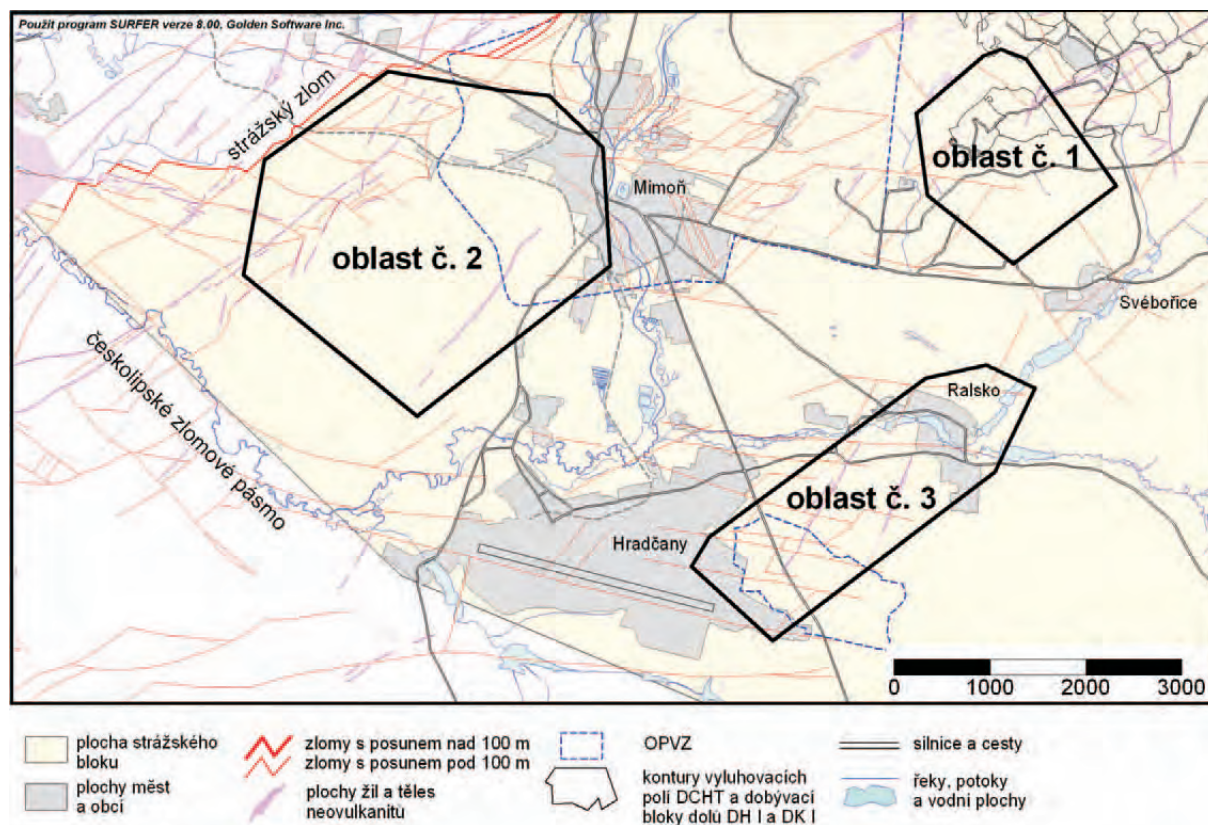
(03-31 Mimoň)



Key words: Bohemian Cretaceous Basin, Stráž block, hydrogeology, uranium, chemical mining

Abstract: The area of interest was the Stráž block situated in the north-east part of the Bohemian Cretaceous Basin. This region was affected by uranium mining in the past, underground mining and the chemical leaching “in situ” were executed. All the area is largely tectonically broken. On many places it could cause an interaction between the aquifers. This work solves problems of the Stráž block area called “The foreground of the Stráž deposit”. On the basis of the analysis of the well log curves from the 141 holes there was founded 4 lines with the vertical movement. This movement could mean the risk for the overflow of the contaminated groundwater to the fresh water.

Strážský blok byl v minulosti úzce spjat s těžbou uranových rud, které byly získávány zpočátku hlubinným dobýváním, v letech 1967–1996 pak především chemickým loužením in situ. Během této doby bylo do podzemí injektováno 4,1 mil. t H_2SO_4 , 315 000 t HNO_3 , 112 000 t NH_3 a 26 000 t HF s 1400 t HCl (Ekert – Koštejn 2007). Tak velká dotace chemikálií znamenala značný negativní dopad



Obr. 1. Strážský blok s vyznačením zájmových oblastí č. 1–3.

na hydrogeologii širokého okolí, zejména na cenomanský kolektor, v němž se uranová mineralizace nachází. Přestože zásoby pitné vody v okrese Česká Lípa a tedy i v regionu strážského bloku pocházejí z nadložního, turonského kolektoru, díky četným tektonickým poruchám je zde poměrně velké riziko přelivu kontaminovaných cenomanských vod do dosud relativně neznečištěné turonské zvodně.

Za posledních 50 let bylo v regionu vyhloubeno více než 15 000 vrtů (Ekert – Koštejn 2007). K většině existuje písemná dokumentace, nabízející díky obsaženým údajům řadu prostorových analýz. Pro účely této práce bylo použito dat z geofyzikálního průzkumu s cílem poukázat na tektonické anomálie a tím i rizika kontaminace zásob podzemních vod.

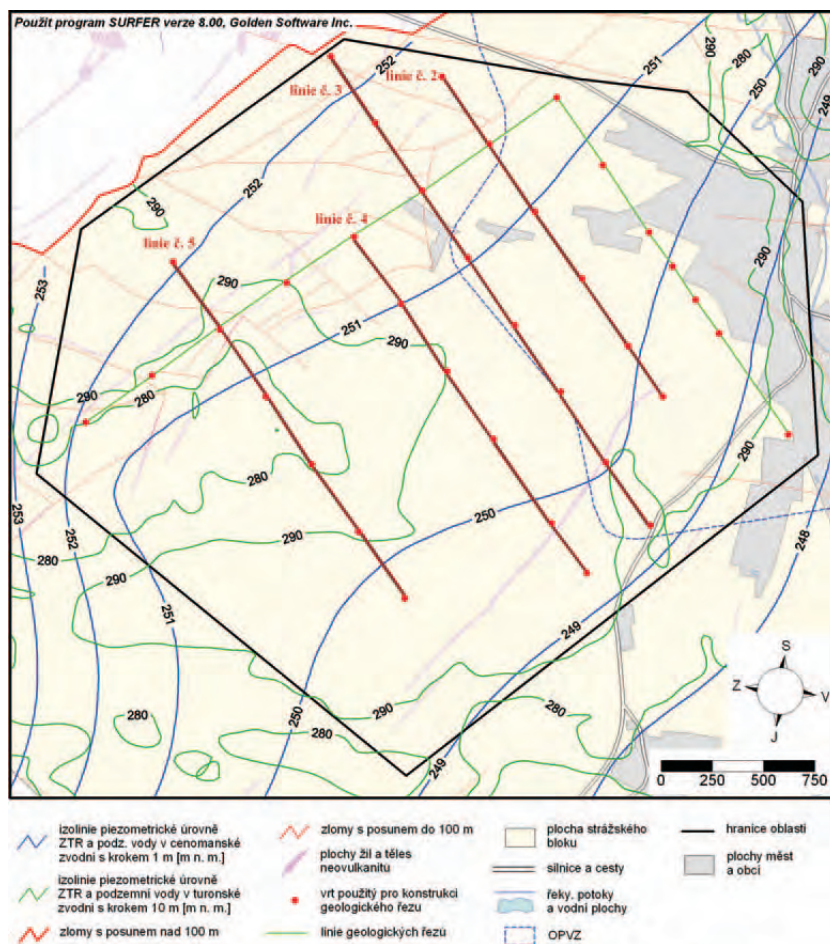
Tektonika a geologie

Oblast strážského bloku se nachází na území české křídové pánve, konkrétně její lužické litofaciální oblasti. Geomorfologicky přísluší celku Ralská pahorkatina, okrsku Strážská kotlina. Vlastní strážský blok je ostře tektonicky vymezené těleso o rozměrech cca 10 × 20 km. Na SZ je omezen komplikovanou strukturou okřešického a strážského zlomu, tvořící pokračování středohorského zlomu, na SV odděluje strážský blok od metamorfovaných hornin lužického krystalinika tzv. lužická přesmyková porucha.

V jihovýchodním směru je strážský blok ohraničen tektonickým pásmem se systémem neovulkanických žil, nazývaných Čertovy zdi (Kopecký 1966). Hranici bloku na JZ tvoří hradčanský zlom v pokračování českolipského zlomového pásma. S výjimkou hradčanského zlomu, zastíženého jen v podložních horninách krystalinika, zasahují všechny tektonické dislokace i do křídového nadloží.

Bázi strážského bloku tvoří komplex epizonálně metamorfovaných ordovických hornin, tvořených především sericitickými břidlicemi a metakvarcitu, stratigraficky výše se nacházejí polohy vulkanosedimentárních sericit-chloritických břidlic a metadiabasů. Polohy metamorfitů ukončuje pestrý silurský komplex s grafitickými kvarcitu, grafitickými a chlorit-sericitickými břidlicemi a vložkami krystalických vápenců. Patrně nejmladší jsou produkty diabasového vulkanismu (Bajer et al. 2004).

Pro zásoby pitné vody mají zásadní význam především sedimenty svrchní křídvy, především cenomanu až středního turonu, pouze v tektonicky zakleslých krátech se dochovaly reliktů svrchního turonu a coniaku. Litologický charakter hornin umožnil vznik dvou kolektorů – cenomanského a turonského (Herčík et al. 1999).



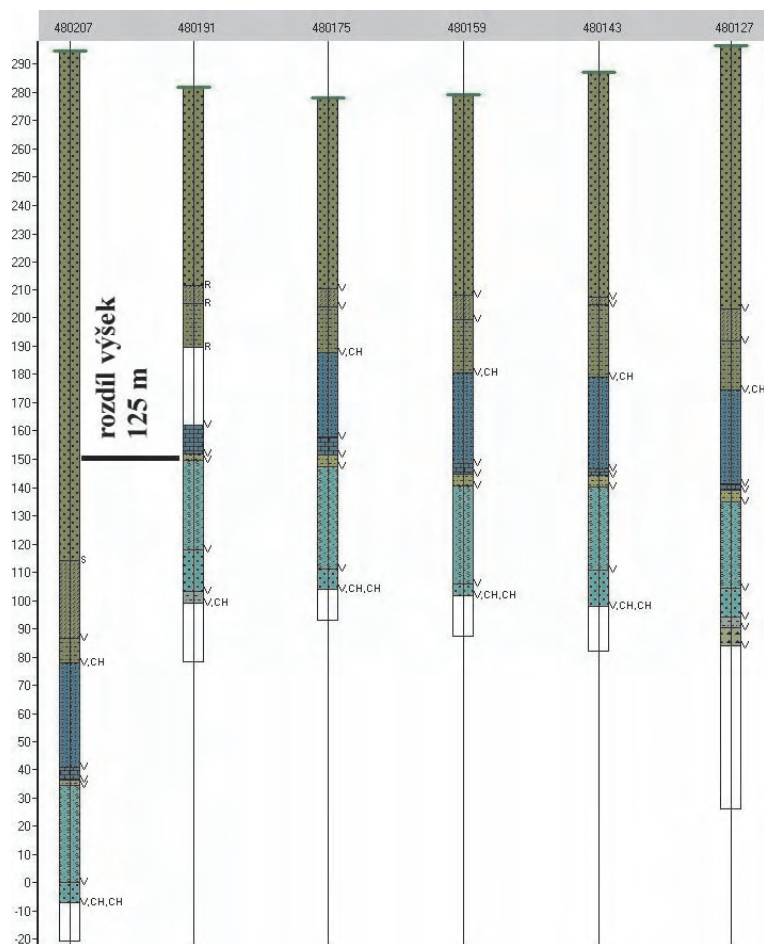
Obr. 2. Detailní pohled na oblast č. 2 s vymezením hydroizopiez cenomanské a turonské zvodně a zároveň s vyznačením zkoumaných linií vrtů. Problematické linie č. 2–5 jsou zvýrazněny silnou čarou.

Hydrogeologie strážského bloku

Cenomanský kolektor s napjatou hladinou je ve strážském bloku tvořen středně až jemně zrnitými pískovci mořského cenomanu. K dotaci dochází na jeho výchozech v blízkosti lužické poruchy, malou měrou rovněž přispívá přítok ze sousední zakleslé hydrogeologické struktury tzv. tlustecského bloku přes okřešický zlom. V místech s negativní výtláčnou výškou může docházet k přetoku z nadložní turonské zvodně. Generelní spád úrovně cenomanské zvodně je od SV k J-ZJ se sklonem 0,002.

Turonský (přesněji středně turonský) kolektor s volnou hladinou tvoří středně zrnité pískovce, jejichž mocnost závisí na morfologii terénu. Je dotován především infiltrací atmosférických srážek. Směr proudění turonských vod je SV-JZ se sklonem 0,01. Oba kolektory jsou odděleny sedimenty spodního turonu s pelitickým vývojem, které mají charakter izolátoru až poloizolátoru (Fiedler 1996, Mužík 2006).

Cenomanská zvodně byla trvale ovlivňována od roku 1967, kdy došlo vlivem hlubinné těžby a zejména odčerpávání důlních vod k výraznému poklesu hladiny. Odvodňování důlních děl probíhalo s průměrným odběrem 400 l/s, což se v centru deprese projevilo snížením hladiny až o 160 m. Kritickým zásahem bylo poté zahájení vtláčení



Obr. 3. Detail linie vrtů č. 5 v oblasti č. 2, na které je patrný největší vertikální posun plenus zóny (125 m). Písmena vpravo od svislé osy označují jednotlivé litostratigrafické polohy: A – rozmyvy nad stropem sladkovodního cenomanu; B – rozpadavé cenomanské pískovce; C – fukoidové pískovce; D – přechodová zóna; E – kalové vápence; F – slínovce; G – písčité prachovce; H – prachovité pískovce; I – kvádrové pískovce.

rozpouštědel do podloží za účelem loužení uranu in situ. Tím došlo k extrémní změně chemismu vod a vytvoření rozsáhlé ekologické zátěže.

Turonský kolektor nebyl těžbou primárně ovlivněn, ke kontaminaci docházelo pouze lokálně v důsledku netěsnosti čerpacích vrtů.

Výrazným potenciálním rizikem sekundární kontaminace turonského kolektoru je však přeliv cenomanských kyselých vod do nadložní zvodně přes tektonické predispozice. Území strážského bloku je velmi intenzivně, avšak nerovnoměrně postiženo disjunktivní tektonikou několika základních směrů (krušnohorský, sudetský), méně souvislými liniemi se projevuje tektonika v.-z. směru, sporadicky byly vymapovány poruchy jizerského směru. Vedle toho se zde vyskytuje několik významných lokálních poruchových center.

Pro pohyb kontaminovaných cenomanských vod je nejvýznamnější struktura Ralska (696 m n. m.), která svou vulkanickou činností intenzivně postihla plochu ca 1,5 km od centra, tedy přímo v oblasti dosahu chemické těžby na ložisku Stráž. Uvnitř této plochy lze rozpoznat jen málo generelních poruch, komplex tvoří chaotická změť puklin a prasklin všesměrné orientace a úklonu, hojně prostoupe-

ných žilami neovulkanitů. Z uvedeného tedy vyplývá, že styk strážského a hradčanského zlomu na JZ strážského bloku má velmi komplikovanou stavbu se značným vlivem na komunikaci zvodní.

Hlavní příčinou přelivu cenomanských vod do turonského kolektoru je právě již zmiňovaná přítomnost zlomových poruch, jejichž vliv se projevuje dvojím způsobem. Pokud dojde k následnému vyhojení trhlin magmatem a ke vzniku tělesa žilného neovulkanitu, působí pak tyto žíly jako vertikální bariéry, za kterými dochází k výraznému vzdouvání hladiny. Díky vertikálním pohybům horninového prostředí řádově v desítkách až stovkách metrů pak může takové vzednutí způsobit přímý kontakt stratigrafických kolektorů a tím i případný přeliv. V opačném případě zůstanou poruchy volné a fungují jako soustředné transportní cesty, kterými může proudit podzemní voda napříč vrstvami bez ohledu na koeficient filtrace okolního materiálu (Pazdírek 1991, Klein – Pazdírek 1996).

Metodika a materiál

Pro zjištění rizikových tektonických predispozic s hrozícím přelivem se zpravidla užívá metody prostorového vyhodnocení série linií vrtů s využitím vhodného softwaru. Vychází se z karotážních měření elektrického odporu hornin, z nichž je možné sestojit karotážní křivku korelovatelnou s jednotlivými stratigrafickými pozicemi sedimentů svrchní křídy. Zásadní je zde především litologicky dobře odlišitelná poloha tzv. zóny *Praeactinocamax plenus* (plenus zóna), představující nejvyšší partii mořského cenomanu. Plenus zóna je v širším okolí strážského bloku vyvinuta v podobě měkkých šedomodrých jíílů, typických velmi nízkou propustností. Pro své izolační vlastnosti je to nepropustné těleso a spolu se slínovci spodního turonu tvoří izolátor mezi cenomanským a turonským kolektorem. Průměrná mocnost plenus zóny se v celém zájmovém území pohybuje mezi 3–5 m (Herčík et al. 1999).

Vlastní metoda pak spočívá ve výběru vhodné série vrtů, u kterých se sestojí karotážní křivka a proloží se linií generelního spádu příslušné zvodně. Pokud se u dvou sousedících vrtů prokáže tektonický zdvih vyšší než mocnosti izolátoru (dojde tedy k posunu), kdy proti sobě na tektonické linii leží propustné části cenomanského a turonského souvrství, je v tomto místě zvýšené riziko přelivu. Ve strážském bloku byl uran chemickým loužením dobýván na ložisku Stráž – Důl chemické těžby, dvě další ložiska byla těžena hlubinným způsobem (Hamr – Důl Hamr I, Břevniště – Důl Křižany I). Zbýlá ložiska těžena nebyla a dále zůstala v evidenci prognózních lokalit (Mimoň, Hvězdov, Holičky a Osečná – Kotel). Pro podchycení všech problémových oblastí by bylo ideální kompletní vyhodnocení

všech dostupných vrtů v regionu. To je však úkol dlouhodobý a podrobné mapování je dosud provedeno pouze pro oblast ložiska Stráž. Předkládaná práce představuje první podrobnější vyhodnocení vrtů v tzv. předpolí ložiska Stráž. Byly zvoleny tři oblasti tak, aby pokryly nejrizikovější a dosud nezmapované úseky v blízkosti styku strážského a hradčanského zlomu. Vrty byly vybírány tak, aby pokryly víceméně rovnoměrně celé zájmové území s cílem vytvořit sérii rovnoběžných linií, proložených jednou linií kolmou. Tím bylo zajištěno odhalení poruch ve všech směrech (obr. 1).

Pro účely studia bylo vybráno celkem 141 vrtů, situovaných v rozestupech ca 100–400 m. Tyto vrty byly po revizi úplnosti a validity textové dokumentace proloženy patnácti liniemi. Sestrojení karotážních křivek a sesazení do linií bylo provedeno v softwaru GTIS 6.0, který umožňuje propojení grafických informací přímo s vrtnou dokumentací. Tento program, používaný státním podnikem DIAMO, poskytuje mj. souhrnný přehled o všech vrtech strážského bloku včetně předpolí ložiska Stráž a je využíván pro konstrukci geologických řezů a prokládání izolinií zvolenými bázemi, čímž se blíží prostorové koncepci GIS.

Výsledky

V oblastech č. 1 a 3 (viz obr. 1) nebyly zastiženy žádné indície napovídající o přítomnosti významných tektonických poruch.

Jako problematická se ukázala oblast č. 2, zejména pak linie s pořadovými čísly 2–5 (obr. 2, 3). Maximální rozdíl nadmořských výšek rozhraní plenus zóny mezi vrty v linii č. 2 procházející šesti vrty dosahuje až 70,2 m, což vzhledem k vzdálenosti vrtů řádově ve stovkách metrů a k mocnosti nepropustných hornin tvořících izolátor mezi cenomanskou a turonskou zvodní, čítající v inkriminované oblasti cca 40–60 m, naznačuje přítomnost významné tektonické poruchy a tím i riziko komunikace obou zvodní. Linie č. 3 prochází osmi vrty a poukazuje na rozdíl bází plenus zóny mezi dvěma sousedícími vrty až 63,2 m. Linie č. 4 procházející šesti vrty vykazuje tektonický posun 92,3 m. Linie č. 5 vykazuje hodnoty tektonických pohybů zdaleka nejvyšší – rozdíl nadmořských výšek plenus zóny 125 m.

Závěr

Uvedené vytipované lokality jsou potenciálně rizikové hlavně do budoucna vzhledem k tomu, že v rámci sanací po těžbě uranu ve strážském bloku dochází k postupnému zatápění starých hlubinných dolů; zejména po ukončení sanace Dolu chemické těžby dojde ke zvýšení hladiny cenomanského kolektoru na původní neovlivněnou úroveň (Mužík 2006). Pro důkladné objasnění tektonických poměrů ve zkoumané oblasti by proto bylo vhodné zhotovit sérii průzkumných vrtů, kterými by byly přímo zastiženy předpokládané predispozice, a stanovit jejich charakter, tedy zda jde o poruchy propustné či nepropustné. Alternativním postupem by bylo provedení čerpacích zkoušek, kdy by na základě rekonstrukce depresního kužele bylo možné stanovit propustnost poruch.

Poděkování. Tato studie vznikla na základě bakalářské teze V. Kozákové, obhájené na Fakultě životního prostředí Univerzity J. E. Purkyně v roce 2007. Autoři by tímto chtěli poděkovat zejména Ing. Z. Koštejnovi a Ing. J. Bajerovi, pracovníkům s. p. DIAMO, za vstřícnost a velkou pomoc při řešení zadaného úkolu.

Literatura

- BAJER, J. – FAIT, J. – KOŠTEJN, Z. (2004): Závěrečná zpráva dolu dle Vyhlášky ČBÚ č.52/1997 Sb., Důl Hamr I, Důl Hamr II, Důl Křížany. – MS DIAMO, s. p., Stráž pod Ralskem, 13 s.
- EKERT, V. – KOŠTEJN, Z. (2007): Problematika likvidace těžby uranu v oblasti Stráže pod Ralskem (informační materiál). – DIAMO, s. p., odštěp. záv. Technická úprava uranu, Stráž pod Ralskem.
- FIEDLER, J. (1996): Jihozápadní předpolí ložiska Stráž – závěrečná zpráva o řešení geologického úkolu. – MS DIAMO, s. p., Stráž pod Ralskem, 241 s., 190 příl.
- HERČÍK, F. – HERMANN, Z. – VALEČKA, J. (1999): Hydrogeologie české křídové pánve. – 118 str. Čes. geol. úst. Praha.
- KLEIN, V. – PAZDÍREK, O. (1996): Komentář ke „Schematické strukturální tektonické mapě JZ předpolí ložiska Stráž s predikcí hydrogeologické funkce tektonických prvků“ se schematickými geologickými řezy. – MS DIAMO, s. p., Stráž pod Ralskem.
- KOPECKÝ, L. (1966): Tertiary volcanics. In: SVOBODA, J. et al.: Regional geology of Czechoslovakia, 554–580. – Ústř. úst. geol., Praha.
- MUŽÍK, V. (2006): Ložiska uranu ve Strážském bloku. – MS DIAMO, s. p., Stráž pod Ralskem.
- PAZDÍREK, O. (1991): Syntéza poznatků o tektonické stavbě Strážského bloku s posouzením jejího vlivu na hydrogeologické poměry. – MS DIAMO, s. p., Stráž pod Ralskem.