

VLIV HLUBINNÉ TĚŽBY NA SPECIFICKÝ ODTOK PODZEMNÍCH VOD, PŘÍKLAD DOLU ROŽNÁ A ROSICE-OSLAVANY

Impact of deep mining on specific discharge, case study: Rožná and Rosice-Oslavany mine district

Adam Říčka, David Grycz, Tomáš Kuchovský

Ústav geologických věd PřF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno; e-mail: rickaa@seznam.cz

(24–13 Bystřice nad Perštejnem, 24–34 Ivančice)

Key words: Rožná mine, Rosice-Oslavany mine, groundwater, impact of deep mining, specific discharge

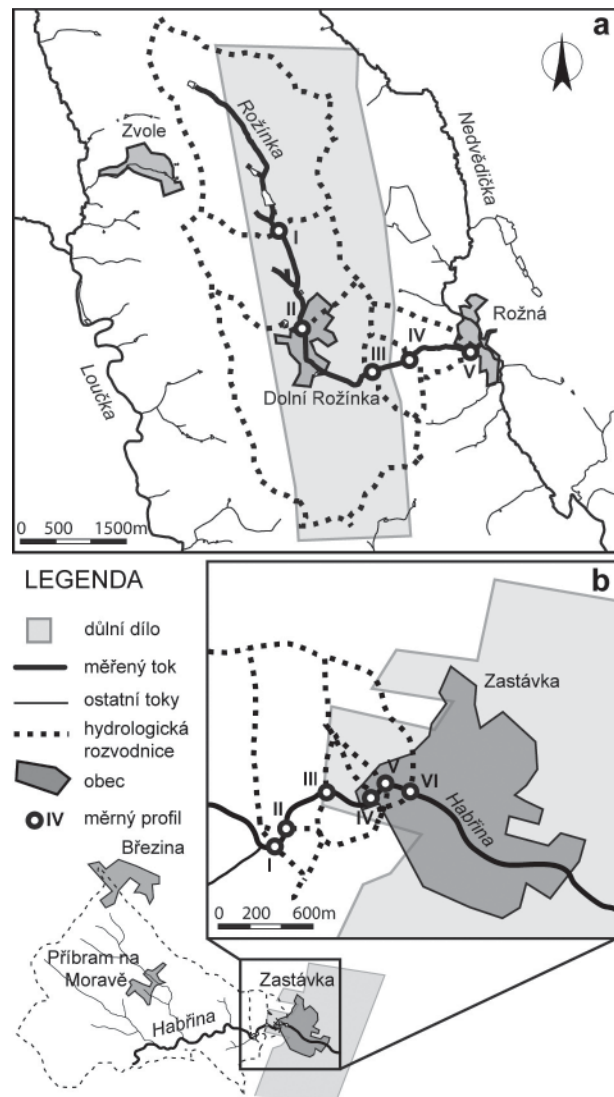
Abstract

Mine works cause extensive and long-term environmental changes. The aim of this study was to assess the impact of deep mining on groundwater flow regime. It was based on evaluation of specific discharge distribution within active Rožná mine and abandoned and flooded Rosice–Oslavany mine districts. This study showed significant drop of specific discharge near both mine works. Within Rožná mine district the specific discharge decreases from 5.29 to $-0.34 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$ and in Rosice–Oslavany mine district from 0.48 to $-26.19 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$. Specific discharge distribution proved considerable impact both active and abandoned and flooded mines to groundwater regime.

Úvod

Na celkovém odtoku vod z povodí povrchoвым tokem se podílí zároveň odtok povrchových i podzemních vod. Rozsah tohoto celkového odtoku je mírou propustnosti povodí. Rozdíl mezi minimálním a maximálním celkovým odtokem vody z povodí je dán jeho schopností vyrovnat odtok podzemních vod (Hynie 1961). Minimální průtok vod v toku odvodňujícím povodí umožňuje při znalosti hydrogeologického povodí stanovit specifický odtok podzemních vod ($\text{l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$). Specifický podzemní odtok (SPO) následně dovoluje vzájemné porovnání hydrogeologických poměrů v různých povodích, bez ohledu na jejich velikost a tedy i na velikost průtoků v tocích, které je odvodňují.

SPO je na mnoha místech České republiky významně ovlivněn lidskou činností. Největší vliv na SPO mají především soustředěné odběry většího množství vod a důlní činnost. Činná hlubinná důlní díla jsou odvodněna čerpáním důlních vod, popřípadě odvodňovací štolou. Odvodnění má většinou za následek pokles až ztrátu průtoku v tocích protékajících nad důlním dílem. V současnosti je většina dolů v ČR opuštěna a zatopena až na úroveň nejnižší možné drenáže důlních vod, nebo na požadovanou úroveň řízenou množstvím čerpaných důlních vod. V této studii je na příkladu činného uranového dolu Rožná a opuštěného uhelného Rosicko-oslavanského důlního revíru ukázán vliv důlních děl na SPO z povodí Rožínky a z povodí Habřiny (obr. 1).



Obr. 1: Schematická mapa zájmových území s vyznačením dílčích povodí toku Rožínky a Habřiny a důlních děl Rožná a Rosice–Oslavany.

Fig. 1: Schematical map of study sites with partial Rožínka River and Habřina River watersheds and Rožná and Rosice–Oslavany mine districts.

Uranový důl Rožná

Důl Rožná je jedním z posledních těžných ložisek uranu v Evropě. Ložisko Rožná se nachází na sv. okraji moldanubické zóny, na rozhraní jednotek strážeckého moldanubika a svrateckého krystalinika, které je považováno za součást kutnohorsko-svrateckého komplexu. Moldanubická oblast je zde členěna na monotónní (pararuly) a pestrou skupinu (pararuly s vložkami ortorul, amfibolitů, erlánů apod.). Kromě metamorfovaných hornin se zde nacházejí také četné masivky granitoidů a celá oblast je pronikána žilami aplitů a pegmatitů. Ložisková oblast je porušena několika strukturálními systémy, přičemž hlavní uranové zrudnění je vázáno na kataklazitovou zónu směru SSZ–JJV (Kříbek et al. 1997).

Uranové ložisko Rožná je těženo od 50. let 20. století dodnes, přičemž plošný rozsah důlního díla je nyní cca 12 km² a dosahuje hloubky 1 200 m pod povrchem (24 pater). Hluboké důlní dílo se na povrchu projevuje záломovými trhlinami doprovázejícími sesedání hornin porušených těžbou. Poklesy způsobené poddolováním jsou nejpatrnější mezi obcemi Dolní Rožínka a Rožná (obr. 1a). Systematickým sledováním zde byla naměřena průměrná rychlost poklesu 10 mm/rok (Hájek et al. 1997).

Prostory důlního díla Rožná se nacházejí ze 75 % v povodí toku Rožínky (obr. 1a), protékající mělkým plochým údolím vyplněným fluvialními sedimenty do mocnosti 3 m (Hájek et al. 1995). Povodí Rožínky je z 95 % využíváno jako orná zemědělská půda.

Oběh podzemních vod v zájmovém území je vázán na průlinově propustné sedimenty kvartérního pokryvu a puklinový systém metamorfovaných a vyvřelých hornin. Podzemní vody v prostoru důlního díla jsou drénovány tokem Rožínky a odvodňovaným důlním dílem komunikujícím s podzemními vodami prostřednictvím přírodního puklinového systému a zálomových trhlin.

Rosicko-oslavanský uhelný revír

Rosicko-oslavanský revír je nejstarším uhelným revírem v České republice, těžba uhlí zde začala již v roce 1755 a byla ukončena v roce 1992. Uhelné sloje jsou vyvinuty v sedimentech Boskovické brázdy. Tento vnitropánevní horninový komplex je nejčastěji reprezentován cyklicky uloženými fluvio a fluvioakustrinními sedimenty jako jsou arkózy, pískovce, prachovce, jílovce a mikritické karbonáty (Pešek 2004). Všechny důlní jámy jsou situovány na západním okraji Boskovické brázdy blízko kontaktu s krystalinikem Moravika (ruly, amfibolity, migmatity).

Plošný rozsah důlního díla je cca 18 km² a dosahuje maximální hloubky 1 453 m (Důl Jindřich II se ke konci 20. století řadil svojí hloubkou mezi nejhlubší uhelné jámy ve střední Evropě). V roce 1992 došlo k ukončení těžby a bylo započato s řízenou likvidací důlního díla (Sedláček 2004). Zatápění celého důlního díla trvalo 6 let (1992–1998), v roce 1998 došlo k přetoku důlních vod z odvodňovací štolky ve výšce 218,8 m n. m. do toku Oslavy.

Oběh podzemních vod je vázán na průlinově propustný kvartérní pokryv a puklinový systém hornin krystalinika a Boskovické brázdy. Podzemní vody v prostoru důlního díla jsou drénovány několika toky (Habřina, Bob-

rava, Oslava, Bílá voda, Balínka atd.), přičemž pozornost v této studii byla věnována toku Habřiny protékajícímu ze 70 % zalesněným povodím v úzkém údolí s nepříliš mocnými fluvialními sedimenty. Na drenáži podzemních vod se kromě několika toků podílí také důlní dílo, u nějž je původní hladina podzemních vod snížena odvodňovací štolou. Na kontaktu krystalinika s Boskovickou brázdou se nachází systém tzv. Okrouhlických poruch, které svádí vody do dolu přes pásmo závalů nad vytěženými slojemi v mělkých patrech (Valeš a Malý 1992).

Metodika

Dne 16. 10. a 20. 10. 2008 byly změřeny průtoky na pěti měrných profilech toku Rožínky a na šesti měrných profilech toku Habřiny protékající nad důlním dílem Rožná a Rosicko-oslavanským důlním revírem (obr. 1). Průtoky byly měřeny integrační stopovací zkouškou, při níž je na základě integrace plochy pod křivkou vývoje koncentrace stopovače přidaného do toku vypočten jeho průtok. K určení specifického odtoku je kromě průtoku nutné znát také plochu hydrogeologického povodí toku. Plochy dílčích povodí odpovídající jednotlivým úsekům toku byly zjištěny s použitím GIS (Microstation V8.1) z topografických map za předpokladu shody mezi hydrologickým a hydrogeologickým povodím. Podíl změny průtoku v měřeném úseku toku k ploše dílčího povodí následně poskytl hodnotu specifického odtoku. Vzhledem k tomu, že průtoky byly měřeny na konci dlouhého období bez srážek, lze považovat výsledné hodnoty za specifický odtok podzemních vod.

Výsledky a jejich diskuze

Vyhodnocením naměřených průtoků bylo zjištěno rozložení SPO v ložiskových oblastech Rožná a Rosice-Oslavy (tab. 1). Při pouhém posouzení vývoje průtoku

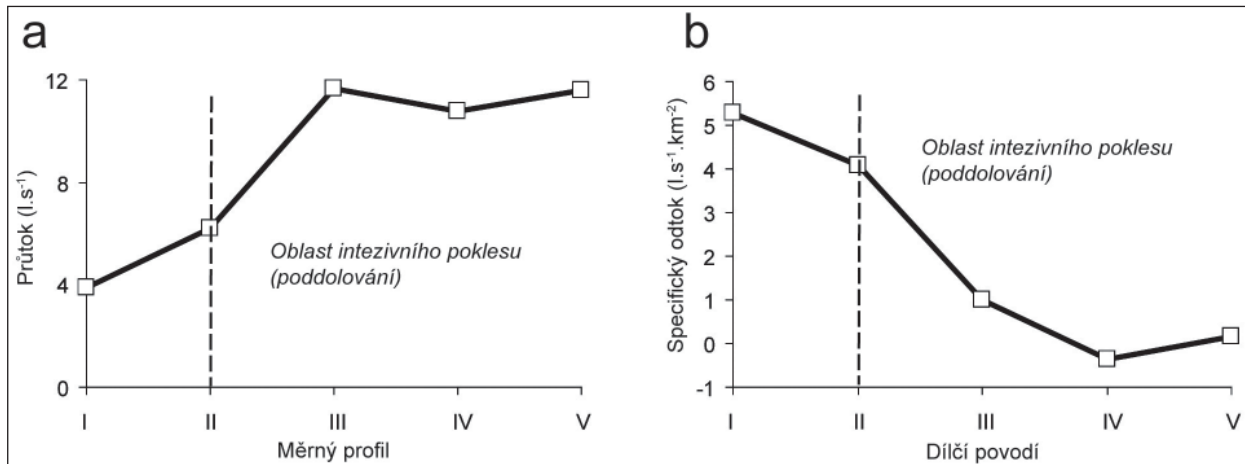
| měrný profil toku | plocha dílčího povodí | průtok | změna průtoku | specifický odtok |
|-------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------------|
| Rožínka | km ² | l.s ⁻¹ | l.s ⁻¹ | l.s ⁻¹ .km ⁻² |
| I | 0.729 | 3.86 | 3.86 | 5.29 |
| II | 0.573 | 6.20 | 2.34 | 4.08 |
| III | 5.425 | 11.63 | 5.43 | 1.00 |
| IV | 2.491 | 10.78 | -0.85 | -0.34 |
| V | 4.570 | 11.56 | 0.78 | 0.17 |
| Habřina | km ² | l.s ⁻¹ | l.s ⁻¹ | l.s ⁻¹ .km ⁻² |
| I | 19.195 | 2.93 | 2.93 | 0.15 |
| II | 0.065 | 2.96 | 0.03 | 0.48 |
| III | 0.494 | 3.08 | 0.12 | 0.24 |
| IV | 0.144 | 2.78 | -0.31 | -2.12 |
| V | 0.041 | 1.71 | -1.07 | -26.19 |
| VI | 0.270 | 0.62 | -1.09 | -4.04 |

^a měřené části toku a jejich dílčí povodí jsou znázorněny na obr. 1

Tab. 1: Průtok a specifický odtok v dílčích povodích měřených toků.

Tab. 1: Flow rate and specific discharge at partial watersheds of measured rivers.

v měřených tocích nemusí být vliv důlních děl na oběh podzemních vod příliš výrazný. Tak tomu je u toku



Obr. 2: Vývoj průtoku (a) a specifického podzemního odtoku (b) v dílčích povodích Rožínky.
 Fig. 2: Flow rate (a) and specific discharge (b) distribution at Rožná River watersheds.

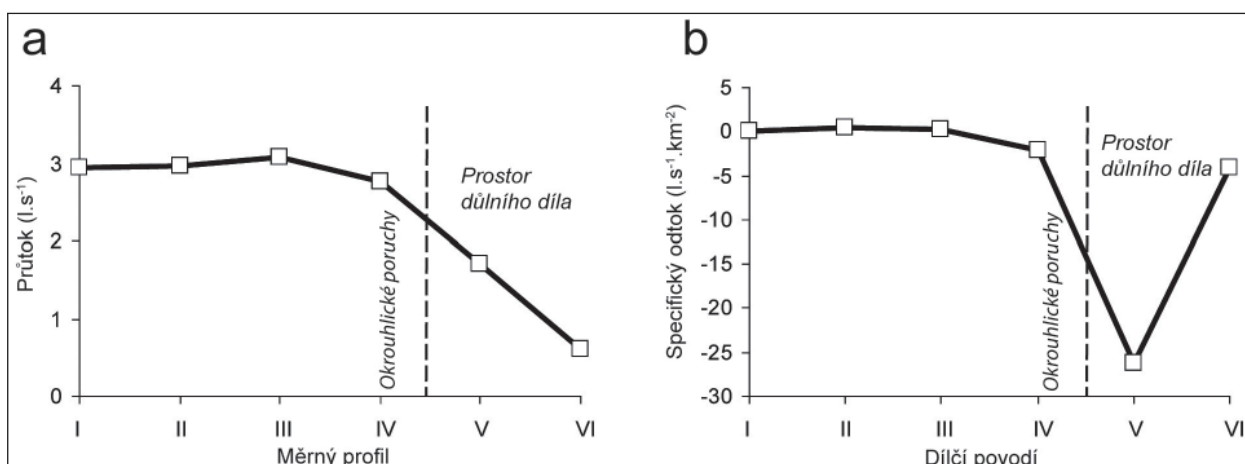
Rožínky (obr. 2a). Změny průtoků jsou totiž ovlivněny nejen důlním dílem, ale také plochou příslušných povodí, dotujících vodou měřený úsek toku. Pouze přepočtem změn průtoku v měřených tocích na SPO je možné získat objektivní představu o vlivu důlních děl na podzemní vody. Jak je patrné z obr. 2b, je po přepočtu průtoků na SPO vliv důlních děl mnohem zřetelnější.

Nejvyšší SPO v povodí Rožínky je 5,29 l.s⁻¹.km⁻² a byl zjištěn z dílčího povodí I, zatímco nejnižší SPO -0,34 l.s⁻¹.km⁻² byl zjištěn u dílčího povodí IV. SPO z dílčích povodí toku Rožínky je zjevně ovlivněn důlní činností, která způsobuje náhlé snížení hodnot SPO (obr. 2b). Nejnižší SPO byly zjištěny mezi obcemi Dolní Rožínka a Rožná, tedy právě v oblasti nejvíce postižené poklesy způsobenými sesedáním hlubokého důlního díla. Velmi nízké až záporné hodnoty SPO jsou způsobeny infiltrací jak povrchových vod toku Rožínky tak podzemních vod do činného důlního díla odvodněného až na kótu ca -600 m. Infiltrace povrchových a podzemních vod do důlního díla je usnadněna právě zálamovými trhlinami vznikajícími při sesedání důlního díla a představujícími preferenční cesty pro podzemní vody sestupující směrem k bázi důlního díla. Odvodněné důlní dílo tak v povodí Rožínky přebírá funkci nejnižší drenážní báze, tvořené původně jejím tokem.

V porovnání s vývojem průtoků v Rožince je vliv důlního díla na průtok v Habřině protékající nad Rosicko-oslavanským důlním dílem mnohem zřetelnější (obr. 3a). Nejvyšší SPO 0,48 l.s⁻¹.km⁻² byl v povodí Habřiny zjištěn z dílčího povodí II, nejnižší SPO -26,19 l.s⁻¹.km⁻² pak z dílčího povodí V (obr. 3b). Vliv bývalé důlní činnosti na SPO se projevuje jeho poklesem v blízkosti systému Okrouhlických poruch (obr. 3b). Náhlé snížení SPO s přechodem toku z krystalinika do Boskovické brázdy mezi dílčími povodími IV a V je způsobeno právě přítomností systému Okrouhlických poruch představujících preferenční cestu pro podzemní vody sestupující na úroveň snížené hladiny podzemních vod určené nadmořskou výškou odvodňovací štoly. I zde se na infiltraci povrchových a mělkých podzemních vod podílejí zálamové trhliny způsobené sesedáním důlního díla, avšak jejich vliv je v porovnání s vlivem systému Okrouhlických poruch méně významný. Vzhledem ke značnému snížení SPO jdoucím až do výrazně záporných hodnot (-26,19 l.s⁻¹.km⁻²) bude propustnost Okrouhlických poruch pro podzemní vody vysoká.

Srovnání studovaných povodí

Nejvyšší hodnota SPO v povodí toku Habřiny (0,48 l.s⁻¹.km⁻²) představuje pouze 10% nejvyššího SPO



Obr. 3: Vývoj průtoku (a) a specifického podzemního odtoku (b) v dílčích povodích Habřiny.
 Fig. 3: Flow rate (a) and specific discharge (b) distribution at Habřina River watersheds.

v povodí toku Rožínky ($5,29 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$). To je způsobeno méně vhodnými infiltračními poměry v povodí Habřiny, které je, na rozdíl od povodí Rožínky, morfologicky značně členité. Navíc v úzkém údolí Habřiny je formace zvodněných fluvialních náplavů oproti povodí Rožínky méně vyvinuta. Vyšší hodnoty SPO by mohly být očekávány v prostoru Boskovické brázdy, kde však dochází ke stržení podzemních vod důlním dílem.

SPO je důlním dílem nejméně ovlivněn v dílčím povodí Rožínky I ($5,29 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$) a je na poměry ČR podle Hyníe (1961) velmi vysoký. Obdobného SPO bývá dosaženo v mimořádně silně propustném horninovém prostředí za obzvláště příznivých infiltračních poměrů (např. český křídový útvar). SPO z dílčích povodí Habřiny není ovlivněn důlní činností v prostředí krystalinika (dílečkové povodí I, II a III). Nejvyšší SPO $0,48 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$ v dílčím povodí Habřiny II se blíží průměrné hodnotě SPO v bývalé ČSSR $0,7 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$ (Hynie 1961).

Závěry

Prostřednictvím rozložení SPO v dílčích povodích toku Rožínka a Habřina byl prokázán značný vliv hlubinných důlních děl Rožná a Rosice-Oslavany na režim podzemních vod. Bylo potvrzeno, že jak činný důl Rožná, tak opuštěné a zatopené důlní dílo v Rosicko-oslavanském revíru způsobují pokles SPO snížením drenážní báze podzemních vod až na úroveň čerpání důlních vod a odvodňovací štol. Důlní díla tedy nejen v průběhu důlní činnosti, ale i po jejím ukončení významně ovlivňují režim podzemních vod. V průběhu důlní činnosti je to způsobeno odčerpáváním důlních vod z důvodu osušení ložiska. Po ukončení těžby a následném zatopení dochází pouze k částečné obnově režimu podzemních vod vlivem hydraulického propojení rozsáhlé oblasti vydobytými prostorami důlního díla představujícími preferenční cesty proudění podzemních vod.

Na rozdíl od pouhého zhodnocení průtoků povrchových vod v tocích protékajících nad důlním dílem, umožňuje specifický podzemní odtok objektivní posouzení vlivu důlní činnosti na režim podzemních vod.

Poděkování

Tato studie byla podpořena Výzkumným záměrem Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České Republiky č. 0021622412 – Interakce mezi chemickými látkami, prostředím a biologickými systémy a jejich důsledky na globální, regionální a lokální úrovni.

Literatura

- Hájek, A. (1995): Přepočít zásob uranu ložiska Rožná k 1. 7. 1995. – MS, Archiv o. z. Geam, Dolní Rožínka.
- Hájek, A. – Tomášek, J. – Pech, E. – Ingerle, J. – Babáček, J. (1997): Likvidační záměr, Část B, Začerpání a uložení odkalištních vod do hlubokých horizontů dolu Rožná. – MS, o. z. Geam, Dolní Rožínka.
- Hynie, O. (1961): Hydrogeologie ČSSR I, prosté vody. – ČSAV, Praha.
- Kříbek, B. – Hrazdára, P. – Sixta, V. – Šíkl, J. – Mikšovský, M. – Venera, Z. – Sobotka, M. (1997): Strukturní, hydrogeologické a geochemické zhodnocení horninového prostředí ložiska Rožná s ohledem na uložení odkalištních vod. – ČGÚ, Praha.
- Pešek, J. (2004): Late paleozoic limnic basins and coal deposits of the Czech republic. – Vyd. Folia musei rerum naturalium Bohemiae occidentalis Geologica: Editio specialis, West Bohemian museum, 1, 170–182, Plzeň.
- Sedláček, B. (2004): Technický projekt likvidace: Odstraňování zátěží uhelného hornictví ve správě o. z. GEAM Dolní Rožínka, Blok E, 3. Rosicko – oslavanský uhelný revír. – MS, o. z. GEAM, Dolní Rožínka.
- Valeš, V. – Malý, L. (1992): Hydrogeologická studie Rosických uhelných dolů. – MS, Valeš – Hydrogeologie s r. o., Brno.