

Návrh hydrogeologickej klasifikácie ložísk nerastných surovín

(3 tab. v texte)

MICHAL LUKAJ

Proposition de la classification hydrogéologique des gisements de matières premières

Aujourd'hui, la prospection des gisements s'effectue dans les conditions hydrogéologiques toujours plus compliquées. La classification proposée peut déterminer les difficultés et les problèmes hydrogéologiques principaux des gisements. En même temps, la classification y présentée peut diriger les travaux de prospection et de drainage au cours de l'exploitation d'un certain gisement.

Pri priemyselnom využívaní ložísk nerastných surovín majú podzemné vody v mnohých prípadoch veľký význam a môžu podstatne ovplyvniť ekonomiku i spôsob ťažby. Preto sa v súčasnom období hydrogeologickým pomerom ložísk venuje značná pozornosť už v prvých etapách prieskumu. Študujú sa podmienky ich zvodnenia a spôsoby odvodňovania.

Aby bolo možné už od začiatku prieskumných prác správne určiť metodiku prieskumu ložiska, ako aj analogicky porovnávať jednotlivé ložiská, je potrebné v prehľadnej forme uvádzať hydrogeologické a hydrogeologicko-technické faktory podmienujúce zložitosť hydrogeologických pomerov. Naliehavosť takéhoto riešenia ešte viacej vystupuje do popredia pri exploatacii ložísk, kde je potrebná jednoznačná orientácia špecialistov z iných odvetví riešiacich problematiku otvárky a exploatacie príslušného ložiska. Na tento účel je najvhodnejšie urobiť klasifikáciu. Je samozrejmé, že sa klasifikácia nemôže obmedziť len na ohodnotenie zložitosti celkových hydrogeologických pomerov a jednotlivých faktorov podmienujúcich zvodnenie a odvodňovanie ložiska. Klasifikácia musí dať dostatočne presný obraz o celkových hydrogeologických pomeroch ložiska i o problematike, na ktorú sa treba zamerať v ďalšej etape prieskumu, pri otvárke a pri exploatacii ložiska.

Na tieto účely bolo najmä v Sovietskom zväze zostavených viacero hydrogeologických klasifikácií. Z významnejších sú to klasifikácie D. I. Ščegoleva (1940), S. V. Trojanského (1947), G. N. Kamenského (1947), P. P. Klimentova (1953) a iných. Všetky tieto klasifikácie sú založené na princípe zatriedovania ložiska do skupín podľa geologicko-hydrogeologických, morfológických a klimatických pomerov oblasti ložiska. Ich praktické využitie je však pomerne malé, lebo z nich nie je zrejme, ktoré faktory sú pre zvodnenie a odvodňovanie príslušného ložiska rozhodujúce.

* RNDr. Michal Lukaj, Geologický prieskum, n. p., Geologické stredisko Banská Bystrica, Kyncelová

Klasifikácia V. Pelikána (1961), ktorá sa používa u nás, je založená na princípe číselného označenia zložitosti faktora podmieňujúceho zvodnenie. Táto klasifikácia je zo všeobecne hydrogeologického hľadiska v podstate vyhovujúca, ale je nedostatočná z hľadiska bansko-technických podmienok odvodňovania. Neberie do úvahy ani spôsob a obťažnosť riešenia hydrogeologických pomerov a je pomerne komplikovaná. Preto aj jej využitie v praxi, čo by mala byť jej hlavná úloha, je len minimálne.

Navrhovaná hydrogeologická klasifikácia ložísk ťžitkových nerastov je spracovaná na základe hydrogeologických podmienok zvodnenia a bansko-technických podmienok odvodňovania ložísk na Slovensku. Je založená na princípe číselného označenia zložitosti faktorov podmieňujúcich zvodnenie a odvodnenie ložiska. Osobitne sa však hodnotí zložitost hydrogeologických pomerov a osobitne zložitost bansko-technických podmienok odvodňovania. Je to z toho dôvodu, že odvodňovanie niektorých ložísk s viac-menej jednoduchými hydrogeologickými pomermi je technicky náročné a naopak odvodňovanie viacerých ložísk s komplikovanými hydrogeologickými pomermi v podstate technicky jednoduché.

Uvedenú skutočnosť možno dokumentovať viacerými príkladmi. Najmä na niektorých ložiskách nerudných surovín (tehliarske a keramické suroviny, kaolíny a podobne) stačí na pomerne podrobné overenie hydrogeologických pomerov malé množstvo technických hydrogeologických prác. Vlastné odvodňovanie počas ťažby je i napriek pomerne malým prítokom dosť zložitá. V ťažobných jamách sa totiž nesmie pripustiť vytváranie nádrží banských vôd. Rozmáčanie hornín by v takomto prípade obmedzilo možnosť použiť rozličné mechanizmy pri ťažbe, mohla by sa znehodnotiť surovina a zhoršiť stabilita stien ťažobných jam. Naproti tomu na niektorých žilných a metasomatických ložiskách (Dúbrava, Rudňany, Nižná Slaná a podobne) zložitý systém žil a tektonických línii prakticky znemožňuje podrobnejšie riešiť režim podzemných vôd, hoci vlastné odvodnenie nie je technicky nenáročné. Stačí vybudovať zbernú nádrž v najnižšom mieste banského diela, odkiaľ sa banské vody prečerpávajú na povrch.

Navrhovaná klasifikácia vychádza z hodnotenia nižšie uvedených faktorov (tab. 1)

A. Faktory podmieňujúce zložitost hydrogeologických pomerov a ich prieskum.

I. Okrajové podmienky zvodnenia ložiska.

V tomto faktore je zahrnutá jednak poloha ložiska vzhľadom na miestnu eróziu základňu, jednak spôsob a intenzita doplnňovania zásob podzemných vôd.

Podľa polohy ložiska vzhľadom na úroveň hladiny podzemných vôd rozoznávame ložiská:

- a) v zóne aerácie, nad úrovňou hladiny podzemných vôd,
- b) v zóne nasýtenia, pod úrovňou hladiny podzemných vôd.

Pre klasifikáciu je rozhodujúce, či je báza ložiska pod úrovňou kolísania hladiny. V prvých etapách prieskumu, keď nie je dostatočne presne známa úroveň hladiny, resp. jej režimné zmeny, vychádza sa pri klasifikácii z úrovné miestnej eróznej základne. Podobne je to i pri ložiskách uložených v nezvodnených alebo nerovnomerne zvodnených horninách, kde je veľmi ťažko určiť úroveň hladiny.

Podzemné vody ložiska sa môžu doplnať viacerými spôsobmi. Ide najmä o:

- a) priamu infiltráciu zrážkových vôd,
- b) infiltráciu z povrchových vodných tokov a z nádrží povrchových vôd,

- c) prítoky z iných kolektorov podzemných vôd nenachádzajúcich sa v bezprostrednom okolí suroviny,
- d) možnosť prítokov zo starých zatopených banských diel alebo prirodzených kaverien.

Stupeň klasifikácie je závislý predovšetkým od intenzity prítokov podzemných vôd do ložiska z povrchových vodných tokov, z nádrží povrchových vôd, z iných kolektorov podzemných vôd a starých zatopených banských diel v pomere k infiltrácii zrážkových vôd a k prítokom zo statických zásob. Ďalej sa berie do úvahy, či ide o prítoky trvalé, v podstate rovnomerné, alebo o prítoky neočakávané s možnosťou prievalov.

II. Hydrogeologický charakter kolektorov podzemných vôd

Tento faktor treba orientačne stanoviť už pri vyhľadávaní podľa celkovej geologickej stavby ložiska a jeho okolia. Ide v prvom rade o to, či sa ložisko nachádza v horninách:

- a) nepriepustných, resp. nezvodnených,
- b) s pórovou priepustnosťou,
- c) s puklinovou priepustnosťou,
- d) s krasovou priepustnosťou.

V ďalších etapách prieskumu je nutné určiť presné hodnoty priepustnosti. V horninách s pórovou priepustnosťou treba určiť koeficient filtrácie, v horninách s puklinovou priepustnosťou prevládajúce smery puklín a ich hydrogeologickú charakteristiku (hustota rozpukania, otvorenosť a spojitosť puklín a ich priepustnosť pre vodu) a v horninách s krasovou priepustnosťou stupeň a charakteristiku skrasovania. Všetky tieto hodnoty treba počas prieskumu i vlastnej ťažby neustále spresňovať a overovať ich variabilitu v priestore. I keď sa všetky uvedené hodnoty a klasifikácie uvádzajú (pokiaľ ich bolo možné overiť), vlastná klasifikácia vychádza z toho, že zložitost hydrogeologických pomerov a obťažnosť ich zisťovania nezávisí od intenzity priepustnosti kolektorov podzemných vôd, ale od ich homogenity, izotropie a geometrie. Metodické riešenie hydrogeologických pomerov včítane režimu podzemných vôd je omnoho jednoduchšie pri ložiskách s homogénnymi, izotropnými geometricky presne vymedziteľnými kolektormi podzemných vôd ako pri ložiskách kde už vymedzenie týchto kolektorov spôsobuje veľké ťažkosti.

III. Tektonické pomery ložiska a okolia vo vzťahu k hydrogeológii

Tektonické pomery majú často vplyv na celkovú hydrogeologickú charakteristiku ložiska. V horninách s puklinovou priepustnosťou sú spravidla poruchy a poruchové pásma najvýznamnejším nositeľom podzemných vôd a rozhodujúcim činiteľom, ktorý ovplyvňuje zvodnenie ložiska. V nespevnených sedimentárnych horninách môže po tektonických líniiach dôjsť k vzájomnému spojeniu viacerých zvodnených horizontov. Okrem toho nastáva na tektonických líniiach najskôr skrasovanie a na križovaní týchto línii sa obyčajne vyvíjajú najrozsiahlejšie krasové dutiny. Hydrogeologický význam poruchových zón zvýrazňuje skutočnosť, že sa na ne zvyčajne viažu prítoky termálnej a minerálnej vody alebo výrony plynu do banských diel. Pri hydrogeologickom hodnotení porúch a poruchových zón treba stanoviť:

- a) hustotu tektonických porúch a ich priestorovú orientáciu,
- b) priepustnosť a zvodnenie porúch,
- c) spojenie rozličných zvodnených komplexov a nádrží podzemných vôd a povrchových vôd medzi sebou a s ložiskom po poruchách,
- d) možnosť vzniku priedavkov s rozličnou intenzitou po nafárani poruchových zón,
- e) možnosť prítokov termálnej a minerálnej vody alebo výronov plynu do banských diel po ich nafárani.

Všeobecné údaje o tektonických pomeroch možno zistiť už na základe poznania geologickej stavby. Pri prieskumných a ťažobných prácach treba tieto údaje stále dopĺňať a spresňovať. Výhodné je použiť metódu analógie, ak sú v blízkosti explo-
atované ložiská v podobných geologických podmienkach.

IV. Existencia zdrojov pitnej a minerálnej vody v dosahu odvodňovania ložiska

Tento faktor má najmä pri súčasnom stále rastúcom nedostatku výdatných a kvalitných zdrojov pitnej vody a vzhľadom na veľké množstvo minerálnych prameňov na území Slovenska veľký význam. V prípadoch, že by mohlo dôjsť k ovplyvneniu takýchto zdrojov, je potrebný podrobnejší hydrogeologický prieskum na objasnenie súvislosti medzi zdrojmi pitnej a minerálnej vody a podzemnými vodami ložiska. V klasifikácii sa hodnotia nielen zdroje využívané, ale i potenciálne.

B. Faktory podmieňujúce zložitosť bansko-technických podmienok odvodňovania

I. Veľkosť a režim prítokov podzemných vôd

Presne zistiť tento faktor možno len pri ložiskách v ťažbe. Počas prieskumu sa prítoky do ložiska určujú s menšou presnosťou tak, aby sa dala stanoviť potrebná kapacita a systém odvodňovacích zariadení. Pri určovaní prítokov sa využívajú bilančné metódy, hydraulické výpočty a analógia s ložiskami v podobných podmienkach. Overujú sa celkové prítoky do ložiska, špecifické prítoky na dĺžku alebo plochu banského diela; na ložiskách v ťažbe alebo na základe analógie i množstva vyčerpanej vody na jednotku hmoty ťaženej suroviny a ekonomický koeficient zvodnenia. Pri stanovení režimu prítokov do ložiska sa overí, či:

- a) prítoky budú v podstate stabilné počas celej ťažby na ložisku s miernym vzrastom celkových a miernym poklesom špecifických prítokov. Pomerne malé kolísanie celkových prítokov spôsobujú atmosférické zrážky;
- b) najväčšie prítoky budú pri rozšľarovaní ložiska a postupne budú klesať. Je to pri ložiskách s veľkými statickými a pomerne malými dynamickými zásobami podzemných vôd;
- c) prítoky do banských diel budú podstatne kolísť v závislosti od nafárani významných samostatných hydrogeologických systémov (krasové útvary, rozsiahle priepustné tektonické línie, samostatné, viacmenej izolované kolektory podzemných vôd a podobne).

Do klasifikácie sa uvádzajú všetky zistené alebo predpokladané hodnoty a závery. Vlastná klasifikácia je pritom zostavená podľa vplyvu veľkosti a kolísania prítokov na ťažbu a na nutnosť špeciálneho ťažobného hydrogeologického prieskumu. Tieto skutočnosti nie sú závislé od absolútnej hodnoty veľkosti prítokov, ale od stupňa nutných poznatkov o hydrogeologických pomeroch ložiska v danej etape prieskumu.

alebo ťažby a od možnosti odvodnenia maximálnych prítokov do povrchových vodných tokov.

II. Fyzikálnochemické vlastnosti podzemných a banských vôd

Pri hodnotení tohto faktora sa vychádza jednak z chemického zloženia podzemných a banských vôd, jednak z ich teploty a obsahu plynov. Pokiaľ je to potrebné, hodnotí sa i teplota a rádioaktivita vody a horninového prostredia. Pri hodnotení chemického zloženia podzemných a banských vôd sa posudzuje jednak ich agresivita na rozličné banské objekty, ako aj možnosť ich priemyselného využitia, jednak nutnosť ich úpravy pri vypúšťaní do povrchových vodných tokov. V klasifikácii sa nepočíta s možnosťou využívať banské vody ako zdroj pitnej vody, lebo na tento účel sa takmer nikde na Slovensku nevyužívajú. Je to preto, že i vhodné zdroje pitnej vody sa pri ťažbe zvyčajne znehodnotia. To však nevylučuje možnosť využívať na tento účel lokálne prítoky časťou banskej osádky. Pri zhodnotení teploty vôd a obsahu plynov sa v klasifikácii vychádza z predpísaného spôsobu a intenzity vetrania, ako aj z prípustnej dĺžky pracovného času v baniach (Slovenský banský úrad — 1971). Pri hodnotení rádioaktivity sa vychádza z prípustnej dávky rádioaktívneho žiarenia (Vyhláška ministerstva zdravotníctva a chemického priemyslu č. 34/1963, resp. po nadobudnutí platnosti Vyhláška ministerstva zdravotníctva Slovenskej socialistickej republiky o hygienickej ochrane pred ionizujúcim žiarením, ktorá bude v najbližšom čase schválená).

III. Inžinierskogeologické vlastnosti hornín ložiska a jeho okolia v súvislosti s výskytom vôd

Pri hydrogeologickom prieskume ložísk sa musia študovať aj inžiniersko-geologické vlastnosti hornín, ktoré sa menia s prítomnosťou podzemných vôd. Ide najmä o napučanie, rozmáčanie, vznik banských tlakov, možnosť vzniku zosuvov a výskyt tekutých pieskov. Sem patrí i možnosť prelomu počvy alebo stropu banského diela pod vplyvom pôsobenia podzemných vôd.

IV. Spôsob odvodňovania ložiska

Tento faktor je z bansko-technického hľadiska na väčšine ložísk najdôležitejší. Často je technicky náročnejšie odvodňovanie ložiska v menej priepustných horninách s menším prítokom vody ako odvodňovanie ložiska v priepustnejších horninách, hoci s väčším prítokom vody. Technicky veľmi náročné je napr. odvodňovanie jemnozrnných a prachovitých pieskov, kde sa musia používať špeciálne spôsoby odvodňovania (vákuové vrty, ihlofiltre, dlhodobé predbežné odvodňovanie). Podobne je náročné i odvodňovanie ložísk, kde hrozia prievaly, prelomenie počvy alebo stropu banského diela, a ložísk, kde pod vplyvom podzemných vôd môže dôjsť k znehodnoteniu suroviny. Naproti tomu pri iných ložiskách, hoci s vyšším celkovým prítokom, stačí vybudovať zbernú jamu v najnižšom mieste banského diela, odkiaľ sa voda prečerpáva na povrch.

Celková klasifikácia hydrogeologických pomerov a bansko-technických podmienok odvodňovania sa uvádza ihneď po zhodnotení jednotlivých skupín faktorov. V obidvoch prípadoch sa rozoznávajú tri stupne zložitosti:

1. jednoduché,
2. stredne zložené,
3. zložené.

A. Faktory podmieňujúce zložitosť hydrogeologických pomerov

Klasifikačný faktor	Klasifikačné kritériá	Klasifikácia
I		
Okrajové podmienky zvodnenia ložiska	a) Poloha ložiska vzhľadom na miestnu eróziu základňu. b) Intenzita a zdroje dopĺňovania zásob podzemných vôd. c) Rovnomernosť prítokov počas exploatácie.	1. Ložisko sa nachádza v zóne aerácie, nad hladinou podzemných vôd. Prítoky do ložiska sú tvorené len atmosferickými zrážkami. Neočakávané prítoky sa nepredpokladajú. 2. Ložisko sa nachádza v zóne nasýtenia, pod hladinou podzemných vôd. Dopĺňovanie zásob z iných zdrojov v pomere k infiltrácii z atmosferických zrážok a prítokov zo statických zásob je málo významné, resp. nulové. Tu možno očakávať menšie prievaly. 3. Ložisko sa nachádza v zóne nasýtenia, pod hladinou podzemných vôd. Dochádza k trvalým významným prítokom vôd z povrchových vodných tokov a nádrží, z iných kolektorov podzemných vôd a zo starých zatopených banských diel alebo kaverien do ložiska. Do tejto skupiny patria aj ložiská, na ktorých môže nastať neočakávaný prítok z týchto zdrojov s vážnejšími následkami pre ťažbu.
II		
Hydrogeologický charakter kolektora podzemných vôd	a) Zvodnenie hornín. b) Homogenita, izotropia a geometria kolektorov podzemných vôd. c) Možnosť zistenia všetkých kolektorov podzemných vôd pri prieskume.	1. Ložisko a jeho okolie tvoria nepriepustné, resp. veľmi slabo priepustné horniny alebo horniny priepustné, ale nezvodnené. Hydrogeologické hodnotenie možno vykonať na základe znalostí geologickej stavby. 2. Ložisko a jeho okolie tvoria zvodnené horniny. Kolektory podzemných vôd sú na celej ploche ložiska v podstate homogénne, izotropné, hydrogeologickým prieskumom geometricky presne vymedziteľné. Prípadne menšie odchýlky od tejto charakteristiky nie je ťažké overiť, alebo to ani nie je potrebné. 3. Ložisko a jeho okolie tvoria dobre zvodnené horniny. Je veľmi ťažké hydrogeologicky vymedziť priebeh a geometriu nehomogénnych a anizotropných kolektorov podzemných vôd (zvodnené šošovky, pásma puklinatosti, kaveriny a pod.).

III

Tektonické pomery
ložiska a okolia
vo vzťahu k hydro-
geológii

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> a) Prítomnosť a priestorový priebeh tektonických porúch. b) Veľkosť a stálosť prítokov po nafárání porúch. c) Možnosť nafárání výverov termálnych a minerálnych vôd alebo výronov plynov. | <ul style="list-style-type: none"> 1. Ložisko nie je v oblasti tektonických porúch alebo tieto poruchy nemajú na jeho zvodnenie nijaký vplyv. 2. Tektonické poruchy vedú len menšie množstvo vody a nemajú na hydrogeologické pomery podstatný vplyv. Prítoky z nich sú malé a rýchlo poklesnú bez toho, aby sa musela prerušiť ťažba. Hydrogeologickým prieskumom sa dajú spoľahlivo určiť a niekedy ich presné vymedzenie ani nie je potrebné. 3. Prítoky z poruchových pásiem sú vysoké. Po ich nafárání sa musia ďalšie práce prerušiť, je možnosť vzniku nebezpečných prievalov do banských diel, prítokov termálnej alebo minerálnej vody alebo výronov plynu. |
|---|---|

IV

Existencia zdrojov
pitných a minerálnych
vôd v dosahu odvod-
ňovania ložiska

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> a) Prítomnosť zdrojov pitných a minerálnych vôd v dosahu odvodňovania ložiska. b) Rozsah využívania týchto zdrojov bez ohľadu na to, či už sú využívané, či je ich využitie plánované alebo len možné. | <ul style="list-style-type: none"> 1. V oblasti ložiska nie sú žiadne zdroje pitnej a minerálnej vody, alebo ich ovplyvnenie ťažbou je vylúčené. 2. Je možnosť ovplyvniť miestne zdroje pitnej vody alebo menej významné zdroje minerálnej vody. Ich priemyselné využitie neprichádza do úvahy ani v budúcnosti. Slúžia len miestnemu obyvateľstvu ako pitná voda. 3. Je možnosť ovplyvniť verejné zdroje pitnej vody alebo zdroje minerálnej a termálnej vody. |
|---|--|

Celková klasifikácia
hydrogeologických
pomerov

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> a) Faktor, ktorý rozhodujúcim spôsobom ovplyvňuje zložitosť hydrogeologických pomerov. b) Zložitosť metodického riešenia a obťažnosť technického overenia hydrogeologických pomerov. | <p>3 stupne klasifikácie. Do jednotlivých stupňov sa zaraďuje podľa individuálneho posúdenia: jednoduché
stredne zložité
zložité</p> |
|---|--|

B. Faktory podmieňujúce zložitosť bansko-technických podmienok odvodňovania

I

Veľkosť a režim
prítokov podzemných
vôd

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> a) Presnosť poznatkov o veľkosti max. prítokov a o ich časovom a priestorovom vymedzení. | <ul style="list-style-type: none"> 1. Ložiská, na ktorých je veľkosť a kolísanie prítokov známe s dostatočnou presnosťou. Na zvládnutie maximálnych prítokov nie sú potrebné osobitné opatrenia. 2. Ložiská s komplikovanými hydrogeologickými pomermi (nehomogénne pro- |
|--|--|

- b) Nutnosť osobitných opatrení na zvládnutie max. prítokov.
- c) Možnosť plynulej exploatácie na celom ložisku.

stredie, viac-menej izolované kolektory podzemných vôd — šošovky pieskov, kryhy karbonátov, poruchové zóny a pod.). V takom prípade je potrebný priebežný hydrogeologický prieskum vo všetkých etapách prieskumu a ťažby. Pri správne vedenom prieskume sa zaistí plynulá ťažba v celom ložisku.

3. Ložiská, pri ktorých nemožno zvládnuť maximálne prítoky. Pri podrobnom a ťažobnom hydrogeologickom prieskume musí sa stanoviť spôsob otvorenia ložiska, postupnosť razenia nových banských diel a uzatvárania ukončených diel, resp. vydobytých banských polí. Dochádza k prerušovaniu prác na jednotlivých dielach, prípadne i na celých banských poliach pre nezvládnuteľné prítoky.

II

Fyzikálno-chemické vlastnosti podzemných a banských vôd

- a) Chemické zloženie, teplota a rádioaktivita podzemných a banských vôd, ich vplyv na pracovné prostredie.
- b) Preplynenie podzemných vôd výbušnými alebo nevýbušnými plynmi.

1. Banské vody sú neagresívne, chemicky nezávadné a môžu sa využívať ako vody priemyslové. Teplota a vlhkosť vzduchu dovoľujú pracovať neobmedzený čas bez ohľadu na intenzitu vetrania. V banských dielach nedochádza k výronom plynu. Podzemné vody i horninové prostredie nie sú rádioaktívne.
2. Banské vody sú chemicky závadné, agresívne, ale môžu sa bez úpravy vypúšťať do povrchových tokov. Teplota a vlhkosť vzduchu dovoľujú pracovať pri dostatočnom vetraní najmenej 6 hodín. V banských dielach môže dochádzať k výronom a tvorbe nevýbušných plynov (napr. CO_2) v menšej koncentrácii. Intenzita rádioaktívneho žiarenia dovoľuje pracovať bez nutnosti úpravy pracovného času, resp. bez nutnosti občas preraďovať pracovníkov na iné pracovisko. Rádioaktivita podzemných a banských vôd je v prípustných medziach.
3. Voda odvádzaná z ložiska je chemicky závadná, a preto pred vypustením do povrchového toku sa musí upraviť. Teplota a vlhkosť vzduchu, prípadne koncentrácia plynov i pri najintenzívnejšom vetraní dovoľujú pracovať iba menej ako 6 hodín. V ložisku sa môžu tvoriť výbušné plyny (napr. metán). Intenzita rádioaktívneho žiarenia si vyžaduje úpravu pracovného času, resp. občasné preraďovanie pracovníkov na iné pracovisko. Rádioaktivita podzemných vôd je väčšia ako povoľuje vyhláška, a vody sa musia posudzovať ako rádioaktívny odpad.

III

Inžiniersko-geologické vlastnosti hornín ložiska a jeho okolia v súvislosti s výskytom vôd.

- a) Vplyv podzemných vôd na pevnosť a objemovú stálosť horniny.
- b) Výskyt tekutých pieskov.
- c) Možnosť prelomenia počvy alebo stropu banského diela.

1. Horniny ložiska a jeho okolia sú v styku s vodou nemenné. Svahy a steny banských diel sú náchylné k zosuvu a zrúteniu.
2. Horniny v styku s vodou vyvíjajú menšie tlaky. Potrebné sú ľahké obmurovky. Je možnosť vzniku menších zosuvov a zrútení. Vyskytujú sa tekuté piesky a je možnosť prelomenia stropu alebo počvy banského diela a pod.

	d) Možnosť vzniku zosuvov a zrútení.	3. Horniny v styku s vodou vyvíjajú väčšie tlaky. Nutné sú špeciálne obmurovky, prípadne hnaná výstuž. Je možnosť vzniku rozsiahlych zosuvov a zrútení. Vyskytujú sa tekuté piesky a je možnosť prelomenia stropu alebo počvy banského diela a podobne.
IV		
Spôsob odvodňovania ložiska	a) Zložitosť technického riešenia odvádzania banských vôd. b) Nutnosť predbežného odvodňovania. c) Opatrenia na zamedzenie prievalov. d) Opatrenia na zamedzenie styku určitých hornín s banskou vodou.	1. Ložisko sa odvodňuje samospádom, alebo ho vôbec netreba odvodňovať. 2. Odvodňovanie ložiska je jednoduché. Osadí sa čerpadlo potrebného výkonu a výtláčnej výšky a banské vody, ktoré sa sústreďujú v zbernej jame, sa prečerpávajú na povrch. 3. Sú potrebné špeciálne spôsoby odvodňovania. Sem patrí predbežné odvodňovanie osobitne na to určenými banskými dielami, povrchovými alebo podzemnými, predvrty na zamedzenie prievalov z krasových dutín a tektonických línii a nutnosť preložiť alebo vodotesne upraviť povrchové vodné toky. Osobitným prípadom tu môže byť, že sa banská voda nesmie dostať do styku s určitými horninami, ktoré môžu napučiavať, rozmáčať sa a podobne, prípadne môže dôjsť k znehodnocovaniu suroviny.
Celková klasifikácia bansko-technických faktorov	a) Faktor, ktorý rozhodujúcim spôsobom ovplyvňuje odvodňovanie ložiska. b) Možnosť technického riešenia odvodňovania a jeho ekonomická únosnosť.	3 stupne klasifikácie. Do jednotlivých stupňov sa zaraďuje podľa individuálneho posúdenia: jednoduché stredne zložité zložité
Záver klasifikácie	a) Kvalitatívne a kvantitatívne zhodnotenie získaných poznatkov. b) Posúdenie nutnosti ďalšieho riešenia s poukázaním na najzávažnejšie problémy. c) Prípadné pripomienky k technologickému postupu pri exploatacii.	Bez klasifikácie

Hydrogeologická klasifikácia ložiska kaolínov Horná Prietrava

Klasif. faktor	Stručný opis	Klasifikácia
A. Hydrogeologické faktory		
I.		
Okrajové podmienky zvodnenia ložiska	Ložisko sa nachádza v zóne nasýtenia pod úrovňou hladiny podzemnej vody. Podzemné vody na ložisku sú dopĺňované infiltrovanými zrážkovými vodami cez málo priepustné piesčité hliny a íly v jeho nadloží.	2
II.		
Hydrogeologický charakter kolektorov podzemných vôd	Podzemné vody sú viazané na 3—5 m mocnú polohu rôznorodých, obyčajne ílovitých pieskov v nadloží vlastného kaolínu. Koefficient filtrácie sa vo väčšine prípadov pohybuje okolo $k = 5 \cdot 10^{-6}$ m/s. V západnej časti lokality je kaolín tvorený tekutými kaolínovými pieskami ($k = 3 \cdot 10^{-6}$ m/s).	
III.		
Tektonické pomery ložiska a okolia vo vzťahu k hydrogeológii	Ložisko nie je v oblasti tektonických porúch.	1
IV.		
Existencia zdrojov pitnej a minerálnej vody v dosahu odvodň. ložiska. Celková klasifikácia hydrogeologických pomerov	V dosahu odvodňovania ložiska nie sú žiadne zdroje pitnej a minerálnej vody. Hydrogeologické pomery ložiska sú stredne zložité (II. stupeň). Obťažnosť je daná prítomnosťou zvodnených pieskov v priamom nadloží kaolínu. Vlastné overovanie hydrogeologických pomerov je metodicky i technicky pomerne jednoduché.	1 II. st.
B. Bansko-technické faktory		
I.		
Veľkosť a režim prítokov	Najväčšie prítoky (300—500 l/min) budú pri rozfárani ložiska. Postupne poklesnú na 100—150 l/min, podľa intenzity zrážok. Na zvládnutie max. prítokov nie sú potrebné žiadne osobitné opatrenia.	1
II.		
Fyzikálno-chemické vlastnosti banských a podzemných vôd	Banské vody sú neagresívne, chemicky nezávadné a môžu sa využívať ako vody priemyselné.	1

Klasif. faktor	Stručný opis	Klasifikácia
III. Inžiniersko-geologické vlastnosti hornín ložiska a jeho okolia v súvislosti s výskytom vôd	Zvodnené piesky v nadloží ložiska ľahko stekutejú. Pri nedodržaní správnych sklonov ťažobných stien môže dôjsť ku vzniku zosunov.	3
IV. Spôsob odvodňovania ložiska	Skrývka včítane tekutých pieskov v nadloží kaolínu sa musí odstrániť v dostatočnom predstihu, aby sa zabránilo znečisteniu kaolínu, ktorý rýchlo kašovatie do veľkých hĺbok. V západnej časti ložiska je potrebné predbežné odvodňovanie tekutých kaolinických pieskov. Banské vody sa musia z ťažobných jám prečerpávať na povrch.	3
Celková klasifikácia bansko-technických faktorov	Bansko-technické podmienky odvodňovania ložiska sú zložité (III. stup.). Ťažobnosť je daná výskytom tekutých pieskov, kašovatením kaolínu a možnosťou jeho znečistenia pri nesprávnom technologickom postupe pri eksploatacii.	III. st.
Záver klasifikácie	Hydrogeologické pomery vo východnej časti ložiska sú dostatočne objasnené pri prieskume. Počas exploatacie nie sú potrebné žiadne špeciálne hydrogeologické práce, treba však dodržať technologický postup pri exploatacii. Je to predovšetkým sklon stien ťažobnej jamy, odstraňovanie skrývky v dostatočnom predstihu a plynulé odčerpávanie banských vôd. V západnej časti ložiska je potrebné v etape predbežného prieskumu s konečnou platnosťou doriešiť hydrogeologické pomery i bansko-technické podmienky odvodňovania.	

Klasif. faktor	Stručný opis	Klasifikácia
A. Hydrogeol. faktory		
I.		
Okrajové podmienky zvodnenia ložiska	Ložisko sa nachádza v zóne nasýtenia, pod úrovňou hladiny podzemných vôd. Podzemné vody na ložisku sa dopĺňajú výlučne z atmosferických zrážok infiltrovaných cez viacej porušené úseky.	2
II.		
Hydrogeol. charakter kolektorov podzemných vôd	Ložisko a jeho okolie je budované horninami s puklinovou priepustnosťou. Kolektory podzemných vôd sú tvorené viacej rozpukanými úsekmi, nepravidelne rozmiestnenými, rozdielne priepustnými a zvodnenými. Overiť ich presné ohraničenie a priebeh je veľmi ťažké, ale na riešenie hydrogeologických pomerov to nie je nutné.	2
III.		
Tektonické pomery ložiska a jeho okolia vo vzťahu k hydrogeológii	Poruchové zóny patria k najviac zvodneným úsekom ložiska. Prítoky z nich však rýchlo poklesnú, nehrozí nebezpečenstvo vzniku prievalov alebo nutnosť prerušiť práce.	2
IV.		
Existencia zdrojov pitnej a minerálnej vody v dosahu odvodnenia ložiska, § Celková klasifikácia hydrogeologických pomerov	V dosahu odvodňovania ložiska nie sú zdroje pitnej a minerálnej vody. Hydrogeologické pomery ložiska sú stredne zložité (II. stupeň). Hydrogeologický charakter kolektorov vôd a ich presné vymedzenie a overenie hydrogeologických vlastností by bolo metodicky i technicky veľmi ťažké, ale pre účely exploatácie ložiska to ani nie je potrebné.	1 II. stupeň
B. Banskotechnické faktory		
I.		
Veľkosť a režim prítokov podzemných vôd	Prítoky do ložiska pochádzajú takmer výlučne z dynamických zásob (atmosferické zrážky). Oneskorenie zmeny výdatnosti oproti zrážkam je podľa hĺbky diela pod povrchom terénu asi 5—10 dní. Veľkosť prítokov do všetkých banských diel sa pohybuje v rozpätí 10 až 30 l/s a kolísanie je spôsobené takmer výlučne intenzitou atmosferických zrážok. Zväčšovanie rozfáraných plochy sa prejavuje len málo výrazným zväčšovaním celkových prítokov. Na zvládnutie maximálnych prítokov nie sú potrebné osobitné opatrenia.	1

Klasif. faktor	Stručný opis	Klasifikácia
II.		
Fyzikálno-chemické vlastnosti banských vôd	Banské vody sú neagresívne, chemicky nezávadné a môžu sa využívať ako vody priemyslové. Teplota vody sa pohybuje v rozmedzí 6—13 °C. V banských dielach nie sú výrony plynov.	
III.		
Inžiniersko-geologické vlastnosti hornín ložiska a jeho okolia v súvislosti s výskytom vôd	Horniny ložiska a jeho okolia (granodiority) sú v styku s vodou nemenné.	1
IV.		
Spôsob odvodňovania ložiska. Celková klasifikácia bansko-technických faktorov	Ložisko je odvodňované samospádom. Na odvedenie prítokov postačia bežne hĺbené odvodňovacie stružky. Bansko-technické podmienky odvodňovania ložiska sú jednoduché (I. stupeň), a to i napriek tomu, že ložisko je pomerne značne zvodnené. Vlastné odvodňovanie si však nevyžaduje špeciálne zariadenia a všetky prítoky možno odviesť samospádom.	1 II. stupeň
Záver klasifikácie	Pri exploatacii ložiska postačí stupeň znalostí získaných počas prieskumu. Počas ťažby stačí bežne overovať a sledovať prítoky a overovať prípadné výraznejšie anomálie, ktoré sú však veľmi málo pravdepodobné.	

Pri klasifikácii sa vždy vychádza z hodnotenia faktora, ktorý rozhodujúcim spôsobom ovplyvňuje zložitosť hydrogeologických pomerov alebo zložitosť bansko-technických podmienok odvodňovania. Pri klasifikácii hydrogeologických pomerov sa okrem uvedených faktorov hodnotí i obťažnosť overovania týchto faktorov, včítane režimu podzemných vôd.

Klasifikačné kritériá, ktoré podmieňujú hodnotenie zložitosti jednotlivých faktorov, ako aj celkovú klasifikáciu hydrogeologických pomerov a bansko-technických podmienok odvodňovania, sú uvedené v tabuľke 1.

Súhrnná klasifikácia obidvoch skupín faktorov sa nerobí, v závere sa však stručne slovné zhodnotí stupeň zistených poznatkov a uvedie sa, či v ďalšej etape prác je potrebné robiť špeciálny hydrogeologický prieskum.

Ako príklad navrhutej klasifikácie sú klasifikácie ložísk Horná Prievrana a Liptovská Dúbrava (tabuľka 2 a 3).

Záver

Navrhovaná hydrogeologická klasifikácia ložísk nerastných surovín je založená na číselnom hodnotení faktorov podmieňujúcich zvodnenie a odvodňovanie ložísk. Je rozdelená do dvoch častí. V prvej sa klasifikujú faktory podmieňujúce zložitost hydrogeologických pomerov a obťažnosť ich overenia, v druhej faktory podmieňujúce zložitost bansko-technických podmienok odvodňovania a exploatácie. Obidve skupiny faktorov sa hodnotia osobitne. V závere celej klasifikácie sa len stručne hodnotí základná problematika a navrhuje sa metodika ďalších hydrogeologických prác. Klasifikácia je zostavená tak, aby bola vodidlom nielen pre hydrogeológov riešiacich hydrogeologické pomery ložísk, ale hlavne pre široký okruh špecialistov riešiacich problematiku otvarky a exploatácie týchto ložísk.

Doručené: 24. 3. 1972
Odporučil: Anton Porubský

Geologický prieskum, n. p.
Geologické stredisko
Banská Bystrica

LITERATÚRA

- KAMENSKIJ, G. N. 1947: Poisky i razvedka podzemných vod. Moskva, Gosgeolizdat,
KAMENSKIJ, G. N.—KLIMENTOV, P. P.—OVČINIKOV, A. M. 1957: Hydrogeologie ložísek
užitkových nerostů. Praha, SNTL, 300 s.
PELIKÁN, V. 1961: Hydrogeologická klasifikace ložísek nerostných surovín v sedimentárných
horninách. Geol. průzk. (Praha), 3, č. 7, s. 199—202.
SČEGOLOV, D. I. 1940: Voprosy gidrogeologii rudnika. Moskva, Gosgeolizdat,
TROJANSKIJ, S. V. 1947: Klasifikacija mestoroždenij poleznych iskopajemych po uslovijam od-
vodnennosti. Sov. geol. (Moskva), 19.

Proposal of hydrogeological-mining classification of raw material mineral deposits

MICHAL LUKAJ

The proposed hydrogeological-mining classification of deposits of mineral raw materials is based upon numerical evaluation of factors conditioning water-bearing and drainage of deposits. It is divided into two parts. In the first part are classified factors conditioning complicateness of hydrogeological situation and difficulties in its aerification, in the second part factors conditioning complicateness of mining-technical conditions of drainage and exploitation.

- A. *Factors conditioning complicateness of hydrogeological situation and difficulties in its verification.*
I. Marginal conditions of deposit water-bearing
II. Hydrogeological character of ground water collectors
III. Tectonic conditions of deposit and its environments in relation to hydrogeology
IV. Existence of potable and mineral water sources within the reach of the cone of depression of the drained deposit.
B. *Factors conditioning complicateness of mining-technical conditions of drainage.*
I. Size and regimen of tributaries of groundwaters
II. Physical-chemical properties of ground waters and mine waters.
III. Engineering-geological properties of deposit rocks and its environments in connection with occurrence of waters.
IV. Method of deposit drainage.

Both groups of factors are valued and classified respectively. Closing the whole classification the fundamental problems are evaluated only briefly with a proposal of the methods of further hydrogeological works. The classification is compiled so as to be a clue not only for hydrogeologists solving hydrogeological conditions of deposits but mainly for a wide circle of specialists dealing with problems of development and exploitation of these deposits.

Translated by J. Pevný