

RNDr. Karel H a a s, VÚHU

Pokrokové prvky v řešení odvodňování povrchových dolů

Odvodňování povrchových dolů je považováno za základní podmínku spolehlivého provozu. Cílem odvodňovacích prací z obecného hlediska je spolehlivá ochrana velkolomů před podzemními i povrchovými vodami. Odvodňování zvodněných hydrogeologických kolektorů má především za úkol zabezpečit protiprůvalovou prevenci v souladu s platnými bezpečnostními předpisy a geotechnickou bezpečnost svahů na skrývce i svahů vnitřních a vnějších výsypek.

Je nesporné, že dobývání uhlí v SHR bylo vždy spojeno s řešením báňsko-hydrogeologických problémů a s odvodňováním jako s nutnou podmínkou provozu hlubinných dolů a později velkolomů. Postup většiny současných povrchových dolů do dobývacích prostorů se složitějšími hydrogeologickými podmínkami však dále výrazně zvyšuje význam odvodňování a důlní hydrogeologie, neboť nová technika v hnědouhelných velkolomech vyžaduje vyšší stupeň odvodnění zemin i pracovních plošin ve srovnání s technikou dřívější. Nedostatky v odvodňování výhledových a rozvojových lomů by se mohly stát nejen limitujícím činitelem při intenzifikaci výkonu velkostrojů, nýbrž i příčinou obtíží při plnění plánovaných úkolů v těžbě uhlí a nadložních zemin.

Z uvedených důvodů je nezbytné dále rozvíjet báňskou hydrogeologii v SHR, připravovat podklady pro racionální projektování průzkumných hydrogeologických prací v dobývacích prostorech výhledových lomů, rozšířit využití výpočetní techniky a moderních matematických metod pro hodnocení odvodňovacího procesu, pro posuzování dosaženého stupně odvodnění a pro hydraulické řešení odvodňovacích zařízení, systémů a staveb v předpolí lomů. V neposlední řadě je pak potřebné rozšiřovat sortiment použitelných prostředků odvodňovací techniky a aplikovat

i nové, netradiční prvky v oblasti ochrany povrchových dolů před nepříznivým působením podzemních i povrchových vod.

V souladu s uvedenými aktuálními požadavky byl v uplynulém období řešen ve VÚHU k.ú.o. Most dílčí resortní úkol R-10-125-301-09 "Výzkum odvodňování uhelných ložisek na výhledových lokalitách SHR". Některé důležité a zajímavé výsledky, které vyplynuly z řešení uvedeného úkolu, prezentujeme v tomto příspěvku.

Problematika hydrogeologické složitosti jednotlivých oblastí SHR

Hydrogeologickou složitost uhelného ložiska definujeme jako souhrn těch geologických a hydrogeologických prvků předkvartérních zvodněných obzorů, jež výrazným způsobem ovlivňují rozsah potřebného hydrogeologického průzkumu a charakter odvodňování. Posuzování hydrogeologické složitosti dobývacích prostorů povrchových dolů, zejména výhledových lokalit, je doposud značně subjektivní. Přesto však lze hodnocení složitosti opřít o číselně vyjádřenou veličinu a přibližně kvantifikovat přírodní prvky, které jsou příčinou komplikovaných hydrogeologických poměrů některých oblastí SHR. Úvahy řešitele resortního úkolu 09 o hydrogeologické složitosti výhledových lokalit v severočeské pánvi vedly nakonec k myšlence vyjádřit tuto složitost číselným indexem A nazvaným "index hydrogeologické složitosti". Hodnotu indexu A je nutno pro každou lokalitu stanovit výpočtem podle empirické rovnice /1/ (Haas K., 1986).

$$A = \log \left(\sum m.K.H.h \right) \frac{\sum s}{s_0} \cdot B \quad /1/$$

kde je $\sum m$ - součet průměrných mocností významných zvodněných kolektorů na hodnocené lokalitě /m/,

K - průměrná nasycená hydraulická vodivost významných kolektorů /m.d⁻¹/,

- H - průměrná piezometrická výška hladiny podzemní vody zvodněných kolektorů na lokalitě /m/,
- h - průměrná hloubka uložení významných zvodněných kolektorů v posuzovaném prostoru /m/,
- Σs - součet dílčích ploch s výskytem zvodněných obzorů /km²/,
- S_0 - celková plocha hodnoceného území /km²/,
- B - index geologické složitosti, jehož hodnota byla stanovena pro 3 kategorie geologických poměrů následovně:
- B=1 - jednoduché subhorizontální uložení kolektorů s relativně stálou mocností, bez významnějšího tektonického porušení. Paralelizace a geometrizace zvodněných obzorů pro modelování filtračních dějů je jednoduchá, model je po stránce geometrické adekvátní přírodním poměrům. Zvodněné kolektory jsou v podstatě homogenní se známými a dobře definovatelnými okrajovými hydraulickými podmínkami.
- B=2 - geologické uložení zvodněných obzorů se vyznačuje výskytem strukturních elevací a depresí a změnami mocnosti. Štěpení kolektorů v důsledku faciálních změn není dominantním, nýbrž lokálním jevem. Zvodněné kolektory jsou hydraulicky samostatné a přibližně homogenní. Paralelizace obzorů je možná, geometrizace pro účely modelových řešení je možná z podkladů geologického průzkumu pouze při značné generalizaci. Model je po stránce geometrické jen přibližně adekvátní přírodním poměrům. Okrajové hydraulické podmínky jsou přibližně definovatelné.
- B=3 - geologická stavba zvodněných kolektorů je složitá. Uplatňují se zejména primární netektonické i tektonické struktury a faciální přechody vrstev ve vertikálním i horizontálním směru. Paralelizace vrstev s kolektorskými vlastnostmi je často proble-

matická. Geometrizace zvodněného hydrogeologického systému pro účely modelování je spekulativní, model je z geologického hlediska jen velmi hrubě adekvátní přírodním poměrům. Hydrodynamické pole může být lokálně nespojité, existují přírodní lokální komunikace mezi zvodněnými kolektory. Určení hydraulických okrajových podmínek pro modelování filtračních dějů je problematické, výsledky modelových řešení se blíží kvalifikovanému odhadu.

Rovnice pro výpočet indexu hydrogeologické složitosti A byla sestavena na základě důvodného předpokladu, že význam hydrogeologického zvodněného systému lze v základních rysech vyjádřit průměrnou nasycenou hydraulickou vodivostí zvodněných kolektorů K a celkovou průměrnou mocností kolektorských zvodněných vrstev Σm . Součin těchto prvků charakterizuje transibilitu systému I . Pro požadovanou hustotu hydrogeologického průzkumu a pro budoucí odvodňování jsou dále důležité průměrná piezometrická výška H a průměrná hloubka uložení h všech důležitých zvodněných kolektorů. Piezometrická výška se uvažuje pro každý obzor jako konstanta, neberou se v úvahu fluktuace hladiny podzemní vody jednak proto, že na výhledových lokalitách jsou minimální, jednak proto, že konkrétní údaje nebývají k dispozici, neboť v SHR není vybudován v celé pánvi regionální pozorovací systém pro režimní měření hladiny podzemních vod.

Součin veličin $\Sigma m \cdot K \cdot H \cdot h$ chápeme jako souhrnnou hydrogeologickou charakteristiku území, přičemž jednotliví činitelé jsou koeficienty, charakterizující v základních rysech přírodní hydrogeologické prostředí. V zájmu eliminace velkých čísel a rozměrů veličin je součin uvedených hodnot přejat do rovnice /1/ jako dekadický logaritmus.

Dominantní roli při hodnocení hydrogeologické složitosti dobývacího prostoru hraje plošné rozšíření zvodněných obzorů, jež se mohou vyskytovat buď v celém zájmovém území anebo jen

v určitých místech. Souhrnnou hydrogeologickou charakteristiku log ($\Sigma m.K.H.h$) je tedy potřebné upravit s ohledem na celou plochu zkoumaného území podle plošné významnosti kolektorů. V rovnici /1/ se tento problém řeší zavedením faktoru plošné významnosti, což je poměr celkové plochy, kterou zaujímají zvodněné obzory Σs k ploše hodnoceného území S_0 , vyjádřený jako podíl $\frac{\Sigma s}{S_0}$. Faktor plošné významnosti může v SHR nabývat hodnot nejčastěji 1 až 4, přičemž maximální hodnota odpovídá území s výskytem 4 zvodněných obzorů.

Složitost geologické stavby dobývacího prostoru nesporně velmi výrazně ovlivňuje komplikovanost hydrogeologických podmínek a možnosti odvodnění. V rovnici /1/ je geologická složitost zohledněna součinitelem B .

Podle rovnice /1/ byl vypočítán index hydrogeologické složitosti A pro 150 kombinací vstupních dat, odpovídajících možným hydrogeologickým poměrům v severočeské hnědouhelné pánvi. Zvolené kombinace zahrnovaly i extrémní případy. Ukázalo se, že index A může prakticky nabývat hodnot od 0,00 do 100,0. Soubor vypočtených hodnot indexu A lze rozčlenit do pěti tříd hydrogeologické složitosti uhelných ložisek v SHR.

I. třída hydrogeologické složitosti je charakterizována hodnotami indexu A od 0,0 do 6,0. Do I. třídy v SHR patří hlavně dobývací prostory, v nichž je vyvinut pouze jediný zvodněný kolektor, zpravidla uhelná sloj. Piezometrická výška hladiny slojové vody se pohybuje v rozmezí 20 - 70 m, přírodní hydraulická vodivost je nízká a dosahuje hodnot nejčastěji 0,5 - 1,5 m.d⁻¹. Hloubka uložení kolektoru se pohybuje v průměru okolo 100 m a kolektor je rozšířen na celé ploše území. Příkladem těchto podmínek je dobývací prostor lomů Merkur, Chabařovice, částečně též lomu Březno.

II. třída hydrogeologické složitosti je charakterizována hodnotami indexu A od 6,1 do 12,0. Do II. třídy patří v SHR hlavně dobývací prostory, v nichž jsou zcela nebo částečně vyvinuty 2 zvodněné obzory v subhorizontálním relativně klidném

uložení. Příkladem těchto podmínek je část dobývacích prostorů lomů Šverma, Libouš, VČSA.

III. třída hydrogeologické složitosti je charakterizována hodnotami indexu A od 12,1 do 36,0. Do této třídy patří dobývací prostory se dvěma, případně i třemi zvodněnými kolektory, uloženými v průměrné hloubce okolo 200 m, se středně složitou geologickou stavbou. Příkladem těchto podmínek je dobývací prostor výhledového lomu Barbora s výskytem puklinové zvodně v teplickém ryolitu v podloží uhelné sloje.

IV. třída hydrogeologické složitosti je charakterizována hodnotami indexu A od 36,1 do 53,00. Do této třídy patří zejména dobývací prostory s výskytem dvou až tří zvodněných kolektorů se složitou geologickou stavbou. Příkladem takových podmínek je dobývací prostor lomů Vršany, VMG a výhledového lomu Bylany.

V. třída hydrogeologické složitosti je charakterizována hodnotami indexu A od 53,1 do 100,0. Do V. třídy patří nej-složitější části dobývacích prostorů, kde se vyskytuje několik zvodněných kolektorů, značně propustných, s velmi složitou geologickou stavbou. Příkladem jsou území SHR s výskytem podložních písků a mezislojových písků, jako je tomu v určitých částech dobývacích prostorů lomů Jan Šverma, Vršany, Šverma-Západ a Chomutov.

V tab. 1 uvádíme přehled tříd hydrogeologické složitosti a jednotlivým třídám odpovídající měrnou hustotu potřebného hydrogeologického průzkumu, která byla v uplynulém období odvozena ve spolupráci mezi BPT k.ú.o. a VÚHU Most podle skutečné hustoty průzkumu v dobývacích prostorech, v nichž se realizuje odvodňování.

Tabulka 1

Přehled hydrogeologické složitosti SHR

Třída hydro- geologické složitosti	Potřebná hustota průzkumných hydrovrtů na km ²	index hydrogeol. složitosti A		Zvodněné hydrogeologické kolektory	Příklady lokalit
		průměr	interval		
I.	< 2	4,6	0,0 - 6,0	Uhelná sloj, více slojí	Chabařovice, Merkur, Břez- no, Obr.míru, část VČSA
II.	2 až 3	9,6	6,1 - 12,0	Uhelná sloj, více slojí podložní písky	VČSA, částečně Šverma a Libouš
III.	3 až 4	26,9	12,1 - 36,0	Uhelná sloj, teplický ryolit	Barbora, Proboštov
IV.	4 až 5	41,9	36,1 - 53,0	Uhelná sloj, více slojí nadložní písky mezislojové písky	VMG, Bylany
V.	> 5	76,5	53,1 - 100,0	Uhelná sloj, více slojí písky v nadloží nebo mezilozí, podložní písky	Částečně Šverma a Vršany, Šverma-západ, Chomutov částečně Most

Širší uplatnění matematických metod a výpočetní techniky při hodnocení odvodňovacího procesu a hydraulickém řešení odvodňovacích systémů

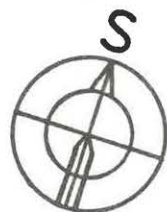
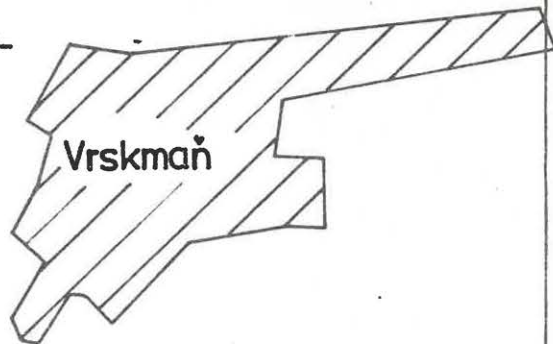
Při hodnocení stavu odvodnění zvodněných obzorů byl v uplynulém období v úzké spolupráci řešitele úkolu 09 s pracovníky VTM k.ú.o. uplatněn nový postup, využívající výpočetní techniku, a zaveden do praxe na dolech Kohinoor (Šístek V., Haas K., 1983) a Jan Šverma. Nová metoda využívá digitálního modelu hladiny podzemní vody, který se vytváří interpolační metodou, jež byla původně vyvíjena pro znázornění geologických horizontů. Hlavním požadavkem na interpolaci je v tomto případě hladký průběh interpolovaných ploch. Zpracování úlohy začíná tvorbou pravidelného rastru, tj. interpolací naměřených úrovní hladiny podzemní vody v pozorovacích vrtech do uzlových bodů pravidelné čtvercové sítě. Způsob interpolace je podrobně popsán v řešení tématického úkolu GŘ koncernu SHD č. 000Z-C99-69/81/1 autorů Dr. V. Šístka a Dr. S. Zabadala.

Interpolované plochy se znázorňují graficky vrstevnicemi, tedy v případě hladiny podzemní vody hydroizohypsami nebo hydroizopiezami. Algoritmus kresby izolinií, používaný ve VTM k.ú.o., byl popsán v odborné literatuře (Šístek V., 1980). Kresba se provádí na kreslicím zařízení DIGIGRAF.

Řešení odvodněného území vychází z porovnání matice hodnot snížené hladiny podzemní vody a matice hodnot požadované úrovně snížení hladiny. Porovnání obou matic a kresba odvodněných ploch jsou zajištěny automaticky programem. Příklad grafického výstupu řešení z předpolí lomu Jan Šverma je uveden na obr. 1, kde jsou znázorněny hydroizopiezy podložních písků a odvodněná plocha, tj. plocha, kde je napjatá hladina podložního obzoru snížena pod bázi uhelné sloje.

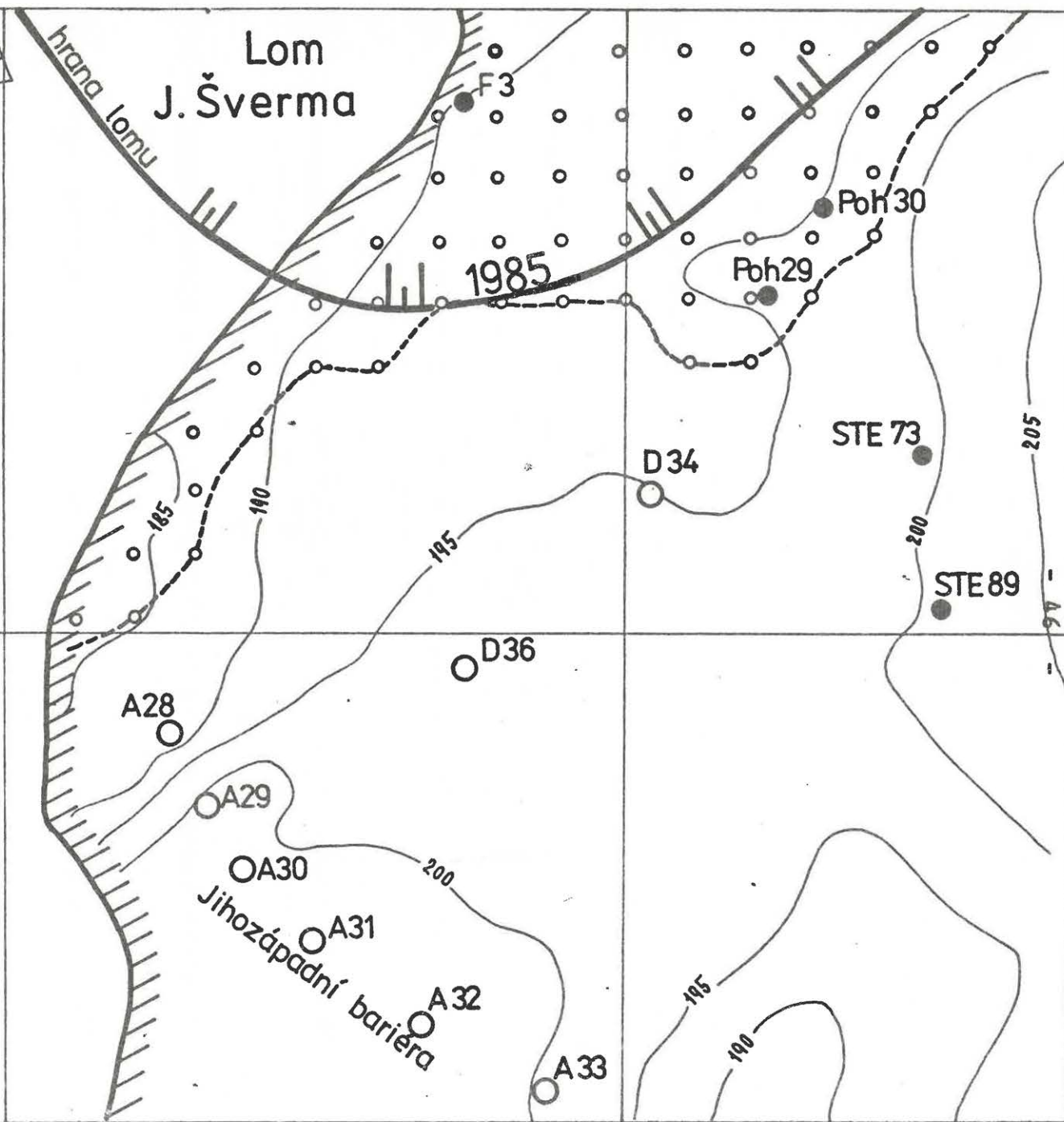
Významným metodickým přínosem uplynulého období v oblasti hydraulického řešení odvodňovacích systémů je aplikace programu TAFEGA II ve spolupráci BPT k.ú.o. a VÚHU Most pro řešení filtračních úloh v SHR.

Obr. č. 1



- A30 ○ odvodňovací vrty
- F3 ● pozorovací vrty
-  vyklínění podložních písků
-  200 hydroizopiézy
-  odvodněná plocha

0 100 200 300 400 500 m



Modelování filtračních procesů podle programu TAFEGA II pomocí numerické výpočetní techniky bylo vyvinuto v NDR speciálně pro řešení hydraulické problematiky při odvodňování povrchových dolů vertikálními čerpacími vrty.

Program TAFEGA II je založen na principu numerického řešení obecné parciální diferenciální rovnice /2/ jednorozměrného nestacionárního tranzientního proudění podzemní vody v pórovitém prostředí v proudových trubicích (proudových pásmech) o šířce $b(x)$ (obr. 2).

$$\frac{\partial}{\partial x} /b(x) \cdot T \frac{\partial h}{\partial x} / = b(x) \cdot (S \frac{\partial h}{\partial t} - W) , \quad /2/$$

kde je x - délková souřadnice pravouhlého souřadného systému na ose proudového pásma /m/ ,

$b(x)$ - šířka proudového pásma jako funkce délky x /m/ ,

T - horizontální složka transmisibility ve směru osy x / $m^2 \cdot s^{-1}$ / ,

S - bezrozměrný koeficient storativity (zásobnosti),

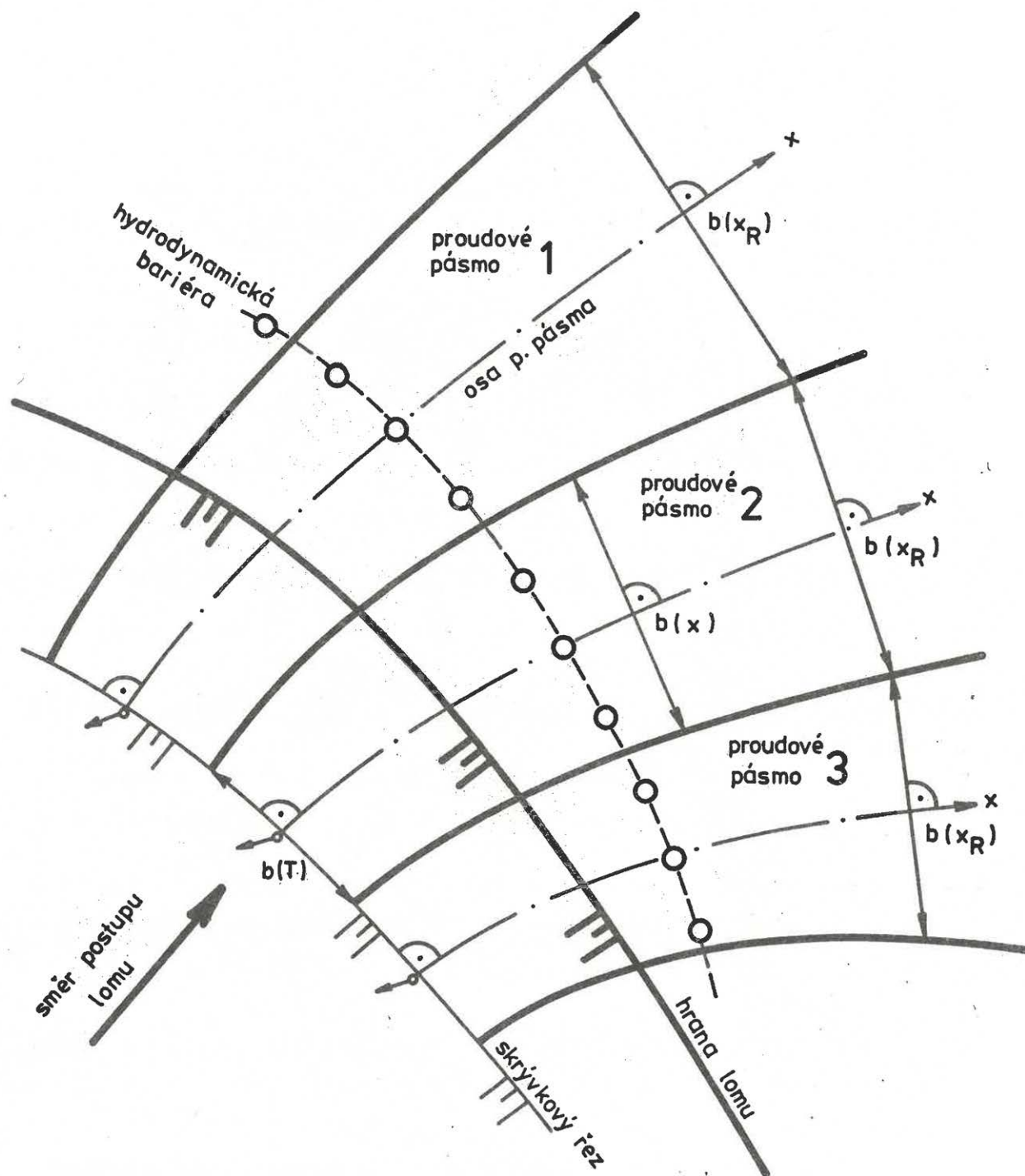
h - piezometrická výška hladiny podzemní vody,

t - čas /s/ ,

W - tranzientní člen rovnice /2/ - efektivní dotace zvodněného kolektoru z atmosférických srážek, vyjádřená jako rychlost infiltrace / $m \cdot s^{-1}$ /.

Numerické řešení rovnice /2/ výpočetní technikou představuje v podstatě transformaci kontinuálního řešení diferenciální rovnice, která je analyticky bez velkého zjednodušení neřešitelná, na řešení diskrétní (diferenční) pro konečný počet diskrétních bodů. Numerické řešení je tedy založeno na místní a časové diskrétní simulaci pro konečný počet n měrných bodů na ose proudového pásma. Řešení vede k systému n algebraických rovnic o n neznámých a je zajišťováno programem.

Obr. č. 2



- x - osa proudového pásma (hlavní směr proudění)
- $b(x_R)$ - šířka pásma v bodě x_R v místech okrajové podmínky
- $b(x)$ - šířka pásma v bodě x
- $b(T)$ - šířka pásma na hraně skrýv.řezu v lomu
- - odvodň. vrt
- - zbytkový přítok vody do lomu

Teorie jednorozměrného proudění podzemní vody, která v podstatě redukuje prostorový pohyb podzemní vody na pohyb po přímce, vyhovuje zejména liniovému uspořádání odvodňovacích vrtů. Vertikální a boční složka rychlosti proudění se zanedbává, což je přijatelná podmínka pro proudění podzemní vody v regionálně rozšířených kolektorských vrstvách k odvodňovacím zařízením v podmínkách, kdy mocnost vrstvy je až o několik řádů menší než dráha proudění vody.

Nezastupitelnou podmínkou řešení problémů proudění podzemní vody podle uvažované metody je znalost potřebných hydraulických parametrů, které vystupují v rovnici /2/ a možnost geometrizace zvodněných kolektorů, tj. podrobná znalost geologické stavby zkoumaného území.

Nespornou předností metody matematického modelování filtračních dějů pomocí programu TAFEGA II je lepší a efektivnější využití často pracně a nákladně získaných hydrogeologických podkladů, široká aplikace výpočetní techniky a možnost variantního řešení úkolu včetně řešení časových vztahů, tj. doby odvodňování. Program TAFEGA II byl v r. 1984 za pomoci specialistů z NDR převeden na počítač EC 1011 firmy VIDEOTON v Praze a v rámci úkolu 09 byl využit k řešení několika kontrolních příkladů a pro upřesnění odvodňovací soustavy v prostoru výhledového lomu Bylany. V BPT se využívá pro řešení některých filtračních problémů při výstavbě odkališť popílku.

Zásady modelování filtračních procesů podle uvedeného programu jsou popsány v příručce (Haas K., Špora A., 1984).

Základem modelování je rozčlenění zájmového prostoru (hydrodynamického pole) na proudové trubice (die Stromröhren), které vzhledem k velikosti označujeme jako proudová pásma. Rozčlenění zkoumaného území na proudová pásma se musí řídit určitými zásadami, má-li být model adekvátní skutečným podmínkám v přírodě. Zejména se musí opírat o kvalitně vyřešenou geologickou stavbu území, zobrazenou ve strukturních mapách stropu a báze zvodněných kolektorů a v geologických řezech

v osách proudových pásem. Dále musí být součástí souboru vstupních dat mapy hydroizopiéz nebo hydroizohyps zvodněných obzorů a potřebné informace o plošné distribuci horizontální nasycené hydraulické vodivosti (koeficientu filtrace). V další fázi řešení se na osách proudových pásem podle určitých zásad zvolí diskrétní (měrné) body, pro něž se podle programu vypočítají závislosti $h = F(t)$. V místech, kde se v měrných bodech promítají navrhované hydrodynamické bariéry odvodňovacích vrtů (obr. 2), se počítají rovněž závislosti $Q = f(t)$. Q je vydatnost odvodňovacích vrtů, h je piezometrická výška hladiny. Rozchod odvodňovacích vrtů v bariérách, protínajících proudová pásma, se zadává pro příslušný diskrétní bod podle vztahu /3/

$$a = \frac{b_i}{n}, \quad /3/$$

kde je b_i - šířka proudového pásma v měrném bodě i , jenž je průsečíkem spojnice odvodňovacích vrtů v bariéře s osou proudového pásma /m/,

a - rozchod odvodňovacích vrtů v bariéře /m/,

n - počet odvodňovacích vrtů v bariéře.

Velice důležitým prvkem v souboru vstupních dat jsou hydraulické okrajové podmínky řešení na začátku a na konci proudového pásma. Nejčastěji se uplatňují dva druhy okrajových podmínek. Podmínka Dirichletova určuje konstantní hodnotu piezometrické výšky hladiny h v hraničním diskrétním bodě i pro počátek časového úseku Δt , tj. ohraničuje hydrodynamické pole konstantní piezometrickou výškou pro určitý časový úsek odvodňování, v určité vzdálenosti od odvodňovacího systému, při neznámém průtoku podzemní vody kolektorem v místech okrajové podmínky. Podmínka Neumannova určuje naopak konstantní průtok podzemní vody Q v průtočném průřezu, procházejícím hraničním diskrétním bodem i , pro časový úsek Δt , při neznámé piezometrické výšce hladiny podzemní vody v místech okrajové podmínky.

Z uvedených, velice zjednodušeně popsaných podkladů a zásad, se vychází při odvozování vstupních dat pro konkrétní výpočet. Žádná z uvažovaných činností nemůže být mechanická, klade značné nároky na hydrogeologickou odbornost a znalosti zásad, instrukcí a způsobu zápisu vstupních dat do předepsaných formulářů, z nichž se již data buď prostřednictvím děrných štítků anebo magnetické pásky vkládají do počítače.

Výstupy hydraulického řešení podle programu TAFEGA II jsou numerické a pro praktické účely je účelné jejich další zpracování do přehledných tabulek, grafů, případně map. Výstupy obsahují zejména údaje o vydatnosti odvodňovacích vrtů v proudovém pásmu pro zvolené časové intervaly odvodňování, nadmořské úrovně snižující se hladiny podzemní vody a zbytkové piezometrické výšky ve všech měrných bodech pro zvolené časové intervaly.

Modelování filtračních úloh podle programu TAFEGA II je nesporně technickým pokrokem ve srovnání s řešením hydraulických problémů podle analyticky odvozených vztahů, jež vznikly dalekosáhlým zjednodušením obecné rovnice proudění, přesto však je i nové řešení jen přibližné. Model vzniká z bodových informací z vrtného průzkumu a zjednodušuje skutečnou a často velmi komplikovanou geologickou stavbu zvodněných kolektorů a systémů. Podstatným důvodem přibližnosti jsou též hodnoty nasycené hydraulické vodivosti, které jsou opět zjišťovány bodově v průzkumných vrtech a jejich plošná distribuce a odvození pro jednotlivé diskrétní body jsou založeny na interpolaci a zjednodušují složité přírodní poměry.

V příštím období, zejména v 8. pětiletce v rámci výzkumného úkolu H 50 125 001-02, bude využívání matematických metod a výpočetní techniky pro hydraulické řešení odvodňovacích systémů dále rozšiřováno ve spolupráci s VTM k.ú.o. Cílem je aplikace nového programu zpracovaného ve VTM pro řešení regionálních filtračních úloh v podmínkách dvourozměrného nestacionárního proudění podzemní vody.

Uplatnění těsnicích podzemních stěn při ochraně lomů před podzemními vodami

V oblasti odvodňovací techniky byly v uplynulém období kromě v SHR již známých metod uplatněny nové přístupy. Ze spolupráce VÚHU s GŘ koncernu SHD, k.p. DVIL a BPT k.ú.o. a z výstupů výzkumu v období 6. pětiletky vyplynul návrh na uplatnění těsnicích podzemních stěn, jako významných prvků pasivní ochrany lomů před podzemními vodami. Byly zpracovány konkrétní návrhy těsnicích stěn v prostoru bočního svahu VČSA a v údolí Vesnického potoka II.

Podzemní těsnicí stěny se hloubí z povrchu terénu. Stabilita stěn štěrbiny (rýhy) o šířce zpravidla 0,4 až 1,2 m se udržuje jílovým výplachem. Jílový výplach zastává tedy v průběhu hloubení štěrbiny funkci pažení. Je důležitým faktorem nejen v průběhu hloubení, nýbrž i při vyplňování vyhloubené rýhy těsnicím materiálem, jenž tvoří souvislý těsnicí prvek, zabraňující průsaku podzemní vody.

Podzemní těsnicí stěny, označované někdy jako milánské stěny, se budují zejména ve stavebnictví jako ochrana stavebních jam a ve vodním stavitelství jako základové utěsňovací prvky od r. 1950 a do dnešní doby byla vyvinuta celá řada mechanismů, umožňujících vyhloubení štěrbiny až do cca 80 m.

Hloubicí stroje, které se v ČSSR nejčastěji využívají, patří do skupiny hydraulicky ovládaných drapáků, pevně spojených s vodící tyčí (Kellyho tyč), jež zabezpečuje vedení drapáku v rýze a umožňuje průběžnou kontrolu svislosti a hloubky štěrbiny (Verfl J., 1983).

Jako prakticky nepropustné medium pro definitivní výplň těsnicích stěn se u nás často používá jílocementová směs vyráběná v automatické misírně na pracovišti. Složení směsi je závislé na druhu použitého jílu. Pro bentonitické jíly s mezí tekutosti 50-60% se na 1 m³ směsi použije 350 kg jílu a 50 kg cementu.

V zahraničí, zejména v nesoudržných zeminách v předpolí velkolomů v NDR, se v některých případech realizují podzemní těsnicí stěny kolmatačního typu, kde těsnicím médiem je speciální jílový výplach, využívaný při hloubení štěrbiny. Výplach již v průběhu hloubení pod hydraulickým gradientem, uměle vytvořeným například odvodňováním, proniká do pórů zeminy na bocích rýhy a v zeminách vytváří kolmatační zónu, vyznačující se výrazně sníženou propustností. Vlastní štěrbina se vyplňuje původně vytěženým zeminovým materiálem.

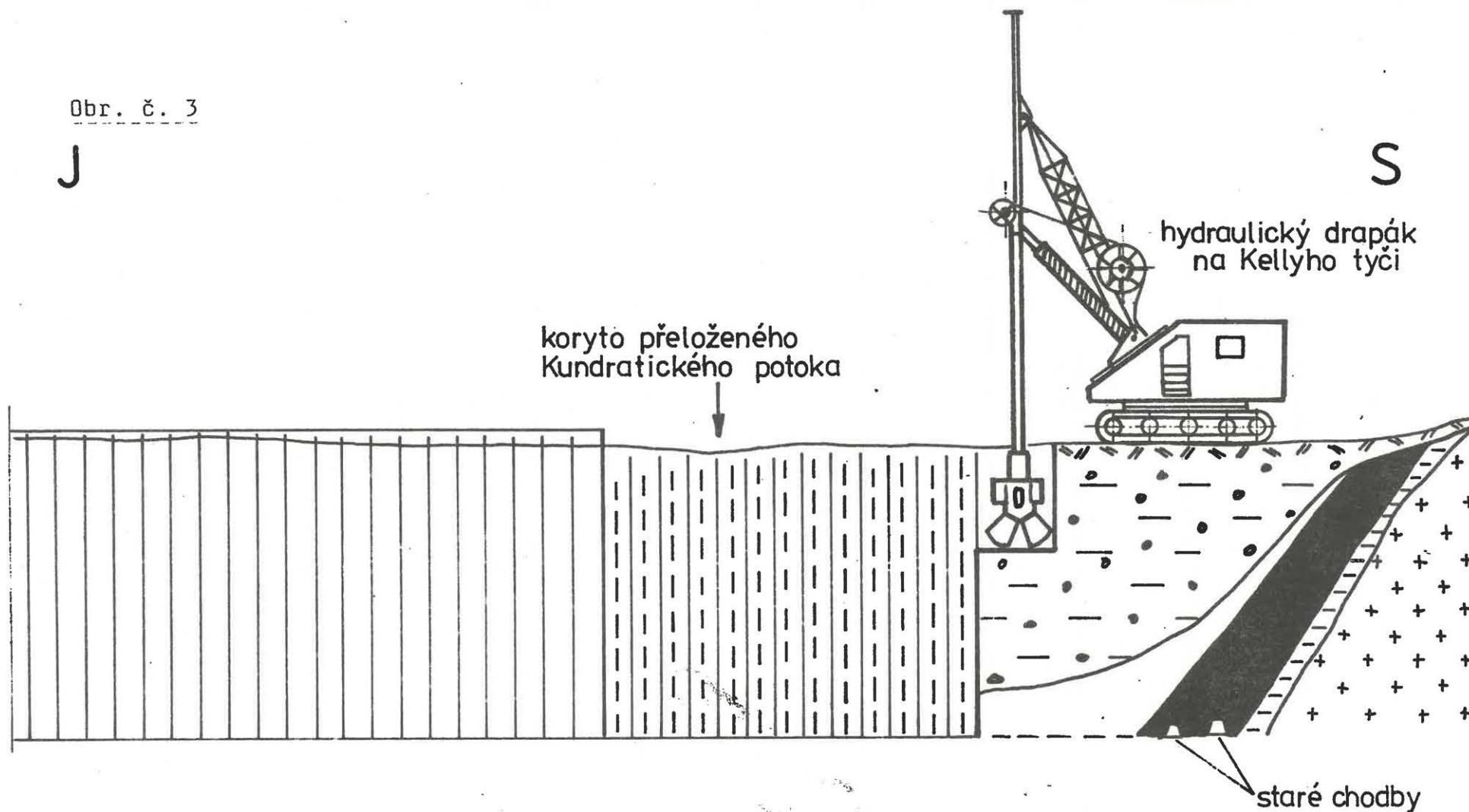
Ekonomické náklady na realizaci podzemních těsnicích stěn jsou značné, dosahují nejčastěji hodnot v rozpětí 1 500 až 2 000 Kčs na 1 m² stěny podle použitého těsnicího materiálu, šířky štěrbiny a podmínek, v nichž se stěna realizuje.

V prostoru západního svahu VČSA nad hranou lomu byla v r. 1985 realizována podzemní jílocementová stěna o šířce štěrbiny 0,6 m, do průměrné hloubky 14 m, zavázaná do nepropustných nadložních jílovců (obr. 3). Stěna byla vybudována pomocí drapákového hydraulického zařízení na vodící tyči strojem UB 162 v celkové délce 803 m. Proti vysychání jílocementu a mechanickému poškození je koruna stěny chráněna betonovým pásem, do něhož jsou osazeny ocelové trubky, vyznačující průběh těsnicí stěny na povrchu terénu. Cílem tohoto řešení bylo utěsnit kvartérní pokryv v místech bývalého koryta Kundratického potoka a v jeho nejbližším okolí eliminovat průsaky mělkých podzemních vod do prostoru bočního svahu a tím zvýšit jeho stabilitu.

Zmíněná stěna křížuje výchoz uhelné sloje a staré chodby bývalých hlubinných dolů Franz, Ludwig, Caroli v místech likvidované obce Kundratice-Boudy. Má být podle projektu ještě doplněna hlubokou injekční clonou v místech uhelné sloje a dvěma čerpacími odvodňovacími vrty na návodní straně stěny pro odčerpávání vzdutých vod ve starých chodbách v uhelné sloji. Vzdutá voda v kvartérním pokryvu bude odváděna odvodňovacím kanálem na návodní straně stěny.

J

S



kvartér - silně zahliněné šterky



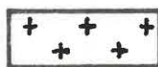
terciér - nadložní jíly



- podložní jíly



- uhelná sloj



krystalinikum (zkaolinizované ruly)



jílocementová stěna



jílový výplach (nezpevněný jílocement)

Dosavadní výsledky realizovaného těsnění jsou jednoznačně pozitivní. Zatímco veškeré snahy o podrobnou drenáž kvartéru v předmětném prostoru pomocí soustavy otevřených odvodňovacích kanálů měly vždy jen částečný efekt, po realizaci stěny průsaky z kvartéru do lomu na boční svah ustaly. Dokonce byly odstraněny i vývěry vody do lomu ze sloje, porušené starými báňskými díly, a to již před vybudováním hluboké injekční clony, neboť při realizaci relativně mělké jílocementové stěny proniklo těsnicí medium do starých chodeb a do propustných puklin v uhlí a vytvořilo ve sloji i pod úrovní stěny nepropustnou clonu.

Zavázání stěn do nepropustného podloží je velmi důležité, protože při hydraulické neúplnosti stěn se těsnicí efekt velice rychle snižuje. Výzkumy provedené v NDR prokázaly, že ve středně propustném prostředí při neúplnosti, rovnající se hodnotě 0,2 m, podtéká pod stěnou již 93 % podzemní vody a realizace stěny v těchto případech nepřináší v podstatě žádný izolační efekt (Strzodka K. et al., 1981).

V průběhu 8. pětiletky bude v souladu s plánem výzkumných úkolů z oblasti hydrogeologie zhodnocen komplexně výsledný efekt podzemních stěn, provedených v prostoru VČSA, a budou zobecněny zásady a podmínky efektivního využívání této nové metody v oblasti ochrany lomů před podzemními vodami. Očekává se, že podzemních izolačních stěn bude velmi účelné využívat pro utěsňování zvodněného kvartérního pokryvu na trvalých, bočních svazích velkolomů a pro utěsňování štěrků v údolích krušnohorských potoků v dosahu povrchového dobývání. Nepředpokládá se aplikace podzemních stěn pro izolaci hlubokých zvodněných systémů, poněvadž jejich hloubka přesahuje ve většině případů 100 m, tj. dosavadní technické možnosti mechanismů pro hloubení štěrbiny. Dále pak proto, že není účelné ohraničovat drenážní účinek stávajících hlubokých podzemních odvodňovacích zařízení a vlastních lomů, neboť případné zdroje pro vodovodní zásobování nejsou drenážním účinkem ohroženy, naopak často dochází k žádoucímu snižování hladiny podzemní vody v sousedních výhledových dobývacích prostorech a zlepšují se tak podmínky

pro budoucí odvodňování výhledových lokalit. Příkladem je snižování hladiny podzemní vody v dobývacím prostoru perspektivního lomu Šverma-západ účinkem odvodňovacích systémů lomů Šverma a Vršany, snižování hladiny podzemní vody nadložních písků v předpolí VMG drenážním účinkem odvodňovací soustavy spádových vrtů na dole Kohinoor apod.

Literatura

- Haas, K., Špora, A., 1984 : Matematické modelování filtračních úloh podle programu TAFEGA II; příručka uživatele, VPT k.ú.o.
- Haas, K., 1986 : Hydrogeologické problémy při odvodňování dolů severočeského hnědohuhelného revíru; rukopis kandidátské disertační práce, Most
- Šístek, V., Haas, K., 1983: Využití výpočetní techniky pro hodnocení stavu odvodnění kuřavkových písků na dole Kohinoor; TEZ SHD, č. 3, str. 7-15, Most
- Šístek, V., 1980 : Kresba izolinií
TEZ SHD, č. 3, 1980, Most
- Verfl, J., 1983 : Injektování hornin a výstavba podzemních stěn; SNTL, Praha
- Strzodka, K. et al., 1981 : Hydrotechnik im Bergbau und Bauwesen; VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig

Názvy obrázků

- Obr. 1 - Hydroizopiézy kolektoru podložních písků a odvodněná plocha v jižní části dobývacího prostoru DJŠ
- Obr. 2 - Schéma rozčlenění hydrodynamického pole na proudová pásma 1,2,3 s měnící se šířkou b
- Obr. 3 - Schéma budování jílocementové těsnicí podzemní stěny do hloubky 14 m podél západního svahu VČSA