

RNDr. Stanislav H u r n í k , VÚHU
Ing. Pavel T r ý z n a , VÚHU

Komunikační zkouška v údolí Šramnického potoka

Základním předpokladem pro zlepšení stabilitních poměrů na severním okraji Velkolomu československé armády (VČSA) je zamezení, resp. v maximální míře snížení dotace mělké podzemní vody z krušnohorského svahu na hranu lomu. Dosavadní zkušenosti ukazují, že mělká podzemní voda, proudící kvartéterními sedimenty do lomu má za následek rozbřednutí zejména zvětralých nadložních jílovců. Vodou přesycené jílovce jsou náchylné ke svahovým pohybům a v určitých případech způsobují vážné komplikace báňskému provozu na skrývkových řezech. Ukazuje se, že potenciální nebezpečí představují zbytkové vody, přitékající z údolí na jižním svahu Krušných hor. Poučným je v tomto směru vyústění údolí Vesnického potoka do pánevni kotliny. V jeho předpolí se v minulosti na skrývkových řezech VČSA vytvořilo rozsáhlé sesuvné území, které se dodnes nepodařilo zcela stabilizovat. Proto se napříště uvažuje vybudovat v předpolí postupujícího lomu ještě před přiblížením porubní fronty ve všech údolích těsnicí stěny, kterými by se snížily přítoky mělkých podzemních vod do lomu na minimum. Jedná se o vodu infiltrovanou do kvartéru na svazích hor a soustředěně stékající štěrkovým ložem příslušných potoků na hranu lomu. Nejde tedy o povrchovou vodu, neboť ta je mimo areál lomu odváděna přeložkami příslušných potoků.

Aby bylo možné posoudit dosah účinků tohoto zavodňování předpolí lomu a hlavně pro následné ověření účinnosti plánovaných těsnicích prvků v údolích, přistouplilo se k provádění komunikačních zkoušek. První taková komunikační zkouška se v roce 1986 realizovala v údolí Vesnického potoka, druhá v roce

1988 v údolí Šramnického potoka. Touto druhou komunikační zkouškou bylo zjištěno, že dotace vody v kvartérní zvodni ze jmenovaného údolí má značně velký dosah. Poskytla tedy přesvědčivé důkazy pro nutnost vybudování těsnicí stěny nad hránou lomu.

Hydrogeologická charakteristika území

Údolí Šramnického potoka je hluboce zaříznuté do jižního svahu Krušných hor západně od zámku Jezeří. V současné době je povrchová voda potoka 450 m od vyústění do mostecké kotliny zachycena hrází a vodohospodářskou štolou je převedena do údolí Černického potoka. Podstatná část mělké podzemní vody ve štěrkovém loži potoka pokračuje dále po spádnicí a napájí proluviální sedimenty kvartéru v přilehlém prostoru pánve, resp. dnešní bezprostřední předpolí lomu. Prověření tohoto předpokladu, vyplývajícího z geologické situace, bylo právě účelem komunikační zkoušky.

V horském úseku potoka (v údolí) jsou proluviální štěrky uloženy na krystaliniku, v pánvi na sedimentech. Kromě výchozové partie na úpatí hor leží v pánvi na nadložních jílovcích. Mocnost sutí se v pánevní části pohybuje většinou do 5 m. Jen místy je větší (např. ve vrtu JZ 41 mají 8,7 m). V údolí na krystaliniku jsou podle starších vrtů mocnosti kvartéru mnohem větší. Tak ve vrtu JZ 34, situovaném nad projektovanou těsnicí stěnou, je v psaném profilu vrtu uvedené rozhraní mezi kvartérem a krystalinikem v hloubce 24 m.

Propustnost kvartéru v širším prostoru zkoumaného území se podle výsledků hydrogeologického průzkumu jevila poměrně nízká. Koeficient filtrace podle čerpacích zkoušek se pohyboval v řádu $k = x \cdot 10^{-5} - x \cdot 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$.

Komunikační zkouška

Komunikační zkouška byla realizována ve spolupráci s pracovníky k. p. DVIL, zejména v úzké součinnosti s Ing. L. Jágrem. Ti navrhli jak místo injekce, tak i odběrová místa. Místo injekce bylo zvolené zhruba v prostoru budoucí stěny ve dně bývalého rybníčku (cca 80 m pod zachycením a převedením Šramnického potoka do vodohospodářské štolý). Odběrová místa byla lokalizována jednak v původním korytě Šramnického potoka (nebo v jeho blízkosti), jednak v místech, kde mělka podzemní voda vystupovala k povrchu (zpravidla druhotně prohlubně v původním terénu). Z nich některé krátce po zahájení komunikační zkoušky zanikly, takže nakonec dlouhodobě byly odebírány vzorky vody pouze ze čtyř míst. Mimo to se odebírala voda, drénovaná štolou Jezeří (u portálu a z některých vývěrů přímo ve štole). Celková situace je zachycena na obr. 1.

Komunikační zkouška byla zahájena 2. 6. 1987. Jako stopovače bylo použito ^{51}Cr ve formě komplexu FDTA. K označení mělky podzemní vody se použilo 30 - 44 G Bq γ záření. Po vložení stopovače do připravené jímky o objemu cca 4 - 6 m³ se svedla do jímky jako zálivka zbytková voda, protékající původním korytem. Množství vody bylo regulováno tak, aby spolu s mělkou podzemní vodou byla v místě injekce (jímce) udržována hladina vody cca 10 cm pod okolním terénem. Docházelo tedy k samovolnému zatlačování stopovače do horninového prostředí. Stopovač z místa injekce vymizel zhruba za 1 měsíc (6. 7. 1987).

Stopovač se nejprve objevil v odběrovém místě 0 (pod hrází bývalého rybníčku), a to mezi 3. - 10. hodinou po injekci. Maximum aktivity (763 imp.min⁻¹) se projevilo devátý den od zahájení zkoušky (viz obr. 2).

V odběrovém místě č. 1 (původní koryto Šramnického potoka u můstku pod bývalou silnicí E 13) se objevil stopovač rovněž v intervalu 3 - 10 hodin od začátku zkoušky. První méně výrazné maximum se projevilo až za 14 dnů (65 imp.min⁻¹). Další vý-

znamná maxima byla zaznamenána 44. den (401 imp.min^{-1}) a 90. den (471 imp.min^{-1}) po injekci, tedy v časové diferenci 46 dnů.

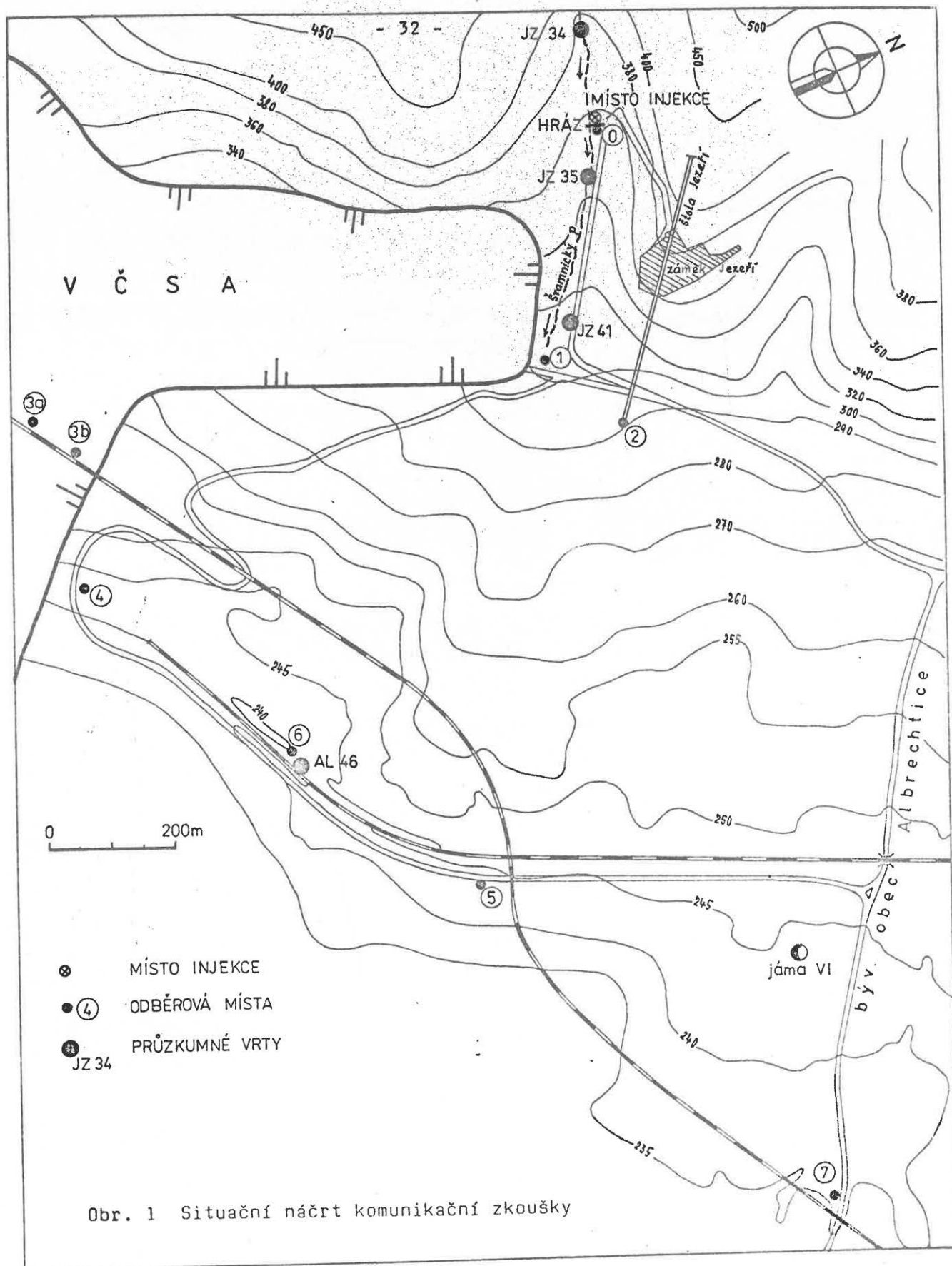
V odběrovém místě č. 2 (sumární odtok ze štoly Jezeří) se stopovač objevil po 51 dnech. První maximum bylo zaznamenáno 99. den (31 imp.min^{-1}), druhé 140. den (26 imp.min^{-1}), tedy s časovou odlehlostí 41 dnů (obr. 3).

Odběrové místo č. 3 (nad drážním tělesem výjezdů kolejové dopravy v širším prostoru bývalé vodárny u Dřínova) zahrnovalo 2 oddálené vývěry. Z nich u západního (3a) se předpokládá přítok mělké podzemní vody od údolí Vesnického potoka, u východního (3b) z údolí Šramnického potoka. V prvním případě stopovač zjištěn nebyl, v druhém odběrovém místě se objevil za 6 dnů. První nevýrazné maximum bylo 10. den ($0,9 \text{ imp.min}^{-1}$) po injekci. Další dvě maxima byla zjištěna 99. den (10 imp.min^{-1}) a za 152 dnů (14 imp.min^{-1}) po injekci. Časová difference těchto maxim je 53 dnů.

V odběrovém místě č. 5 (odvodňovací příkop pod silnicí do Dřínova) se stopovač objevil za 69 dnů. Prvního maxima aktivity bylo dosaženo za 102 dnů (4 imp.min^{-1}), druhého za 152 dnů (rovněž 4 imp.min^{-1}). Časová odlehlost obou maxim je 50 dnů.

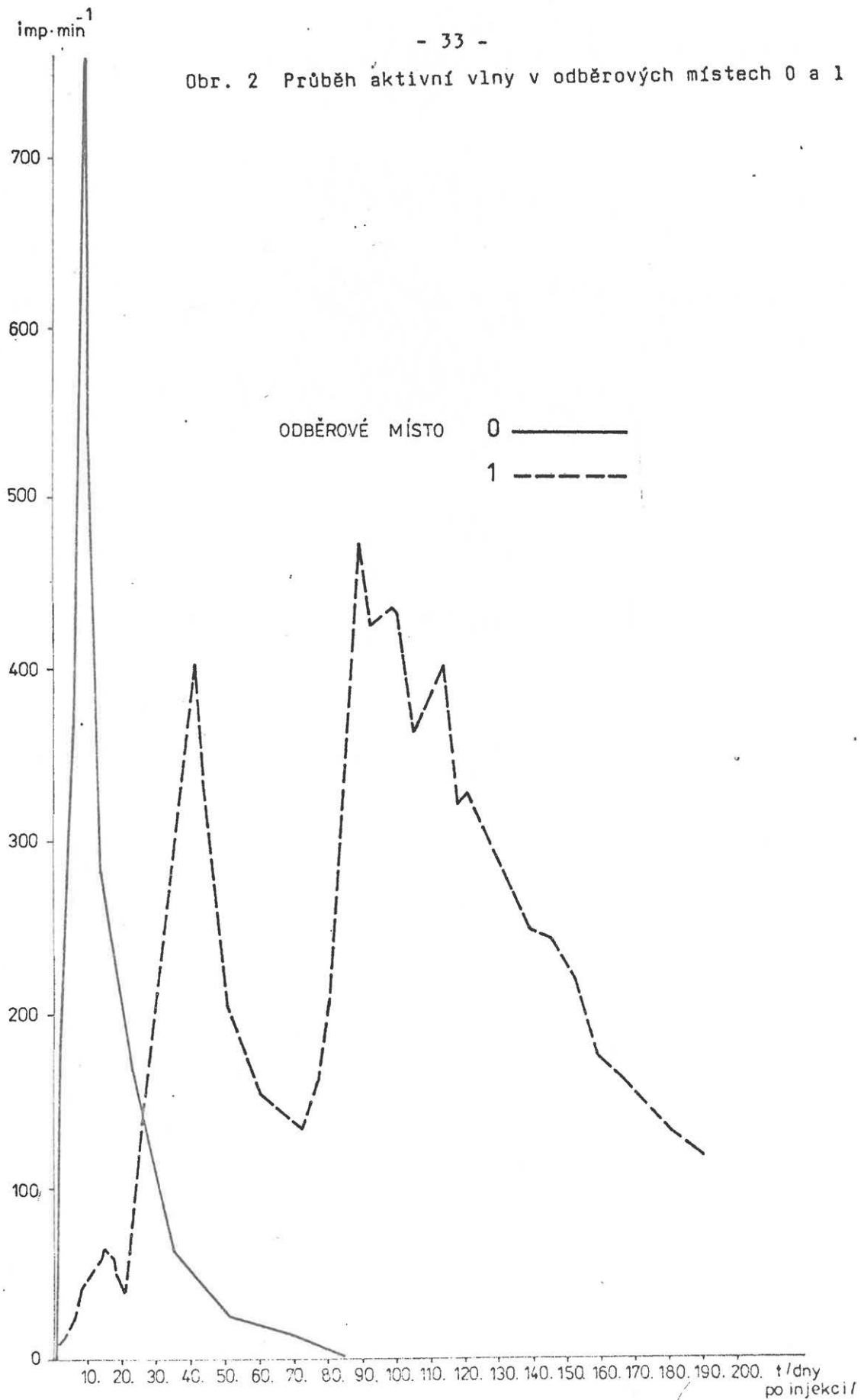
V odběrovém místě č. 7 (sběrný příkop podél silnice z Albrechtic do Komořan poblíže okraje bývalého Dřínovského jezera) byl zaznamenán stopovač již za 7 dnů. Na rozdíl od ostatních odběrových míst zde aktivní vlna vykazovala 6 maxim. První se objevilo za 9 dnů ($1,1 \text{ imp.min}^{-1}$), druhé za 44 dnů ($7,5 \text{ imp.min}^{-1}$), další za 90 dnů ($9,5 \text{ imp.min}^{-1}$), následující za 106 dnů ($12,6 \text{ imp.min}^{-1}$), páté za 133 dnů (19 imp.min^{-1}) a poslední, nejintenzivnější, za 165 dnů (24 imp.min^{-1}) po zahájení komunikační zkoušky.

V odběrovém místě č. 6 (bývalé koryto Šramnického potoka u silnice z Albrechtic do Dřínova) se objevil stopovač mezi 10. - 23. hodinou, kdy bylo současně dosaženo maxima aktivity ($3,2 \text{ imp.min}^{-1}$). Již třetí den po zahájení komunikační zkoušky klesla aktivita pod mez detekce.

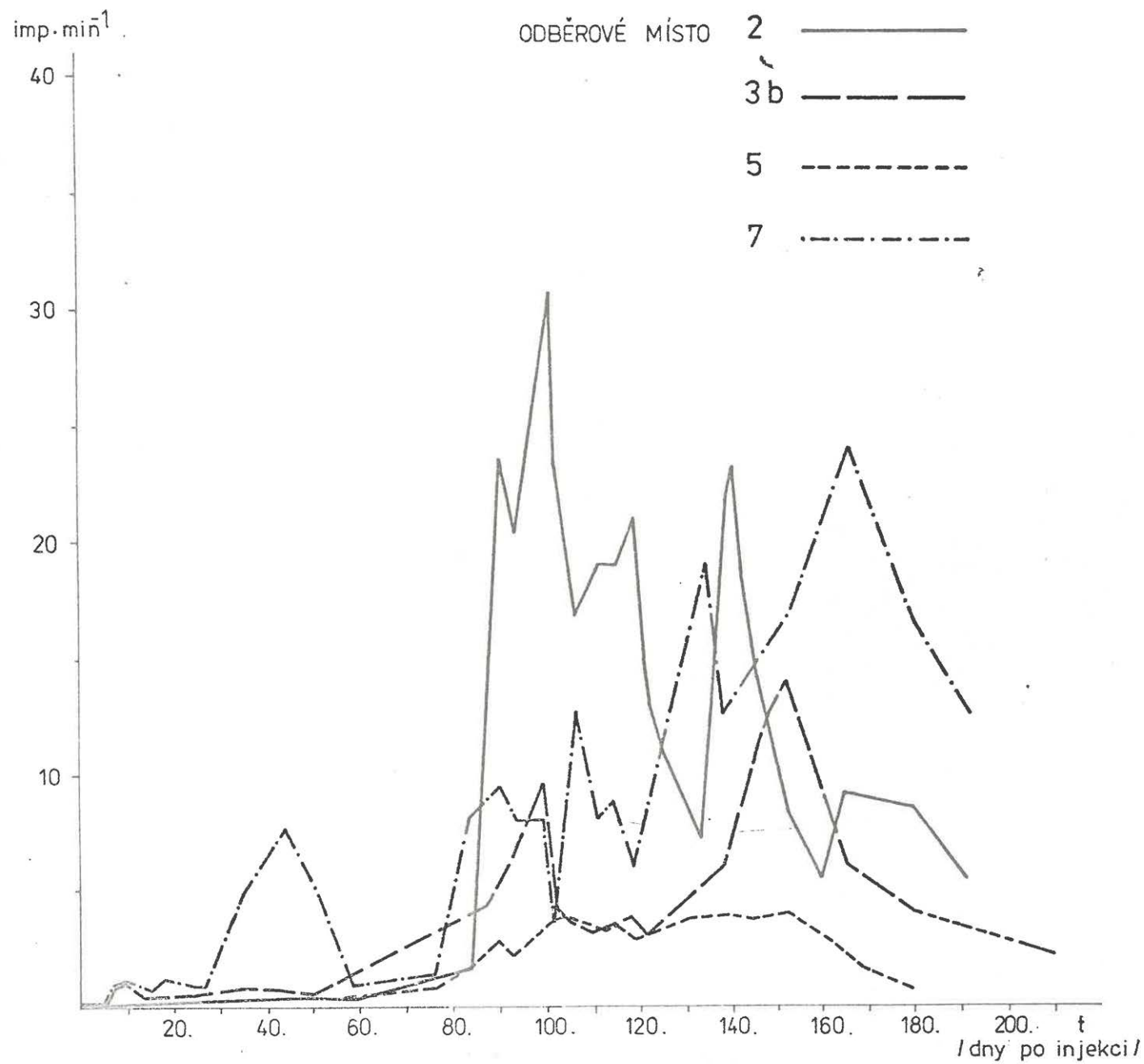


Obr. 1 Situační náčrt komunikační zkoušky

Obr. 2 Průběh aktivní vlny v odběrových místech 0 a 1



Obr. 3 Průběh aktivní vlny v odběrových místech 2, 3b, 5 a 7



Pouze orientačně byly několikrát odebrány vzorky vody z jámy VI, z níž se čerpají stařinové vody (z bývalé hlubiny Koněv). Stopovač zde byl zjištěn při odběru 18. srpna (61 imp.min^{-1}), tj. 77 dnů po zahájení zkoušky a 19. října (6 imp.min^{-1}), tj. 139 dnů po zahájení zkoušky. To dokumentuje infiltraci vody do sloje ve výchozu. Kromě toho se uskutečnil jednorázový odběr vody v 77. den zkoušky z některých vydatnějších vývěrů ve štolě Jezeří. Přítomnost stopovače byla prokázána pouze ve staničení 69 m, tj. ještě v kvartéru (50 imp.min^{-1}).

Zhodnocení komunikační zkoušky

Z výsledků komunikační zkoušky vyplývá, že mělká podzemní voda, proudící štěrkovým ložem Šramnického potoka ve zbývajících částech údolí pod přeložkou, napájí kvartérní sedimenty v předpolí VČSA od úpatí hor až k bývalému Dřínovskému jezeru (obr. 1). Tedy zhruba na vzdálenost 1 km. Vcelku podle morfologie terénu a zčásti i podle průběhu výchozových partií krystalinika, byl potvrzen předpoklad, že dosah tohoto zvodnění na západě zasahuje až k východnímu okraji bývalé obce Dřínov. Na východě byl ověřen minimálně k silnici Albrechtice-Komořany. V pánevním prostoru na úrovni okolo 240 m n.m. je dotován kvartér výše uvedeným zdrojem mělké podzemní vody v šířce minimálně 1,5 km.

Podle průběhu aktivní vlny lze rozlišit v podstatě trojí způsob pohybu stopovače k odběrovým místům a tedy i trojí cesty proudění mělké podzemní vody v kvartéru. K odběrovým místům č. 1 a 6 se dostal stopovač v první fázi povrchovým průtokem vody v bývalém korytě Šramnického potoka řádově za hodiny. K odběrovým místům č. 3b a 7 za jednotky dnů, což pouka-

zuje na pohyb zčásti s povrchovou vodou a v některých úsecích prouděním s mělkou podzemní vodou. K odběrovým místům č. 2 a 5 se dostal zjevně výhradně prouděním mělké podzemní vody v kvartérní zvodni. Odběrové místo č. 7 zaujímá výjimečné postavení, neboť 6 maxim v aktivní vlně poukazuje na transport stopovače různými trasami v kvartérní zvodni, proměnlivě kombinovanými povrchovým průtokem odvodňovacími příkopy, zčásti možná i nepravidelným čerpáním z jámy VI, v níž byl stopovač rovněž zaznamenán.

Na základě časových pořadnic dvou hlavních maxim a těžišť aktivních vln byla vypočtena zdánlivá rychlost proudění a koeficient filtrace (tab. 1). Vzhledem ke dvěma maximům v aktivní vlně, bylo by nasnadě provést výpočty s použitím obou časových pořadnic a zprůměrované výsledky považovat za odraz přírodních poměrů. Dvě maxima v aktivní vlně jsou však anomálií, jejíž příčinu bylo nutné řešit. V podstatě se jevily 2 pravděpodobné možnosti vysvětlení. Jedna vychází z předpokladu, že stopovač procházel dvěma cestami o rozdílné propustnosti zvodněného prostředí, popř. překonával na trase zčásti zónu s nízkou propustností. Tato situace by se ovšem projevila různou časovou odlehlostí druhého maxima od prvního. Ve skutečnosti byl časový rozdíl mezi oběma maximy aktivní vlny ve všech odběrových místech rámcově shodný (v rozmezí 41 - 53 dnů). Z toho je patrné, že zpoždění nastalo již před odběrovým místem č. 1. Nakonec se dospělo k závěru, že stopovač se z místa označení dostal do zkoumaného horninového prostředí (proluviálních sedimentů) dvojí cestou. Jedna byla svrchními partiemi nánosů v rybníčku do vývěru v odběrovém místě a tím do zbytkové vodoteče. Odtud do obzoru mělkých podzemních vod. Této cestě odpovídá I. maximum aktivní vlny. Nevýrazné maximum ještě před výraznou I. aktivní vlnou, které bylo např. zjištěno v odběrovém místě č. 1 lze přisoudit úniku podřadného množství stopovače přímo do koryta potoka se zbytkovým lokálním průtokem. Druhé maximum odpovídá prů-

chodu zbývající větší části stopovače celou mocností vrstvy nánosů v rybníčku přímo do sutí. Nízká propustnost tohoto materiálu způsobila časovou odlehlost II. aktivní vlny. V obou případech procházel stopovač v kvartéru prakticky stejným horninovým prostředím. Určité rozdíly lze přisoudit jen místním vlivům. Např. nejkratší časová diference mezi oběma maximy (41 dnů) v odběrovém místě č. 2 mohla být způsobena tím, že průnik stopovače z koryta potoka až na bázi kvartéru byl pomalejší (I. maximum) než frontální průchod stopovače kvartérem přímo z místa injekce (II. maximum), kde mohla rovněž již existovat preferovanější cesta.

Z uvedeného vyplývá, že bylo nutné korigovat časovou pořadnici II. maxima o zpoždění, způsobené nízkou propustností izolační vrstvy pod místem vložení stopovače. V tomto směru se jevil jako nejvýstižnější časový interval mezi oběma maximy v odběrovém místě č. 1. Jednak bylo nejbližší místu označení, jednak bylo v původním korytě potoka. Proto byla časová pořadnice všech druhých maxim korigována odečtem 46 dnů. Výsledky s použitím uvedené korekce jsou v tab. 2. Velkou pravděpodobnost provedených propočetů dokazují samy výsledky. Hodnota koeficientů filtrace je ve všech případech prakticky shodná. Větší rozdíl je pouze v odběrovém místě č. 3b a činí $1,17 \text{ m.den}^{-1}$.

S použitím koeficientu filtrace, získaného komunikační zkouškou, byl proveden výpočet teoretického průtoku mělké podzemní vody v průtočném profilu plánované těsnicí stěny. Za předpokladu průtoku plným profilem štěrkového lože ($F = 300 \text{ m}^2$) může podle výpočtu protékat 510 l.min^{-1} . Tento průtok mělké podzemní vody v profilu projektované stěny je třeba považovat za maximální. Při nižších úrovních hladiny mělké podzemní vody, které budou dlouhodobě převažovat, bude průtok podzemní vody k projektované stěně podstatně nižší.

Závěrem bude účelné porovnat koeficient filtrace, získaný komunikační zkouškou s výsledky vrtného průzkumu, uskutečněného v tomto území v letech 1976-77. V údolí Šramnického potoka

Výpočet hydraulických parametrů z komunikační zkoušky

Odběr. místo	h	L	i	t					V _s				
				maxima		těžiště		Σ	maxima		těžiště		Σ
				I.	II.	I.	II.		I.	II.	I.	II.	
0	2	10	0,20	9	-	15,5	-	15,5	1,11	-	0,64	-	0,64
1	56	390	0,14	44	90	45	126	103,8	8,86	4,33	8,67	3,09	3,76
2	77	420	0,18	99	140	101	-	134,5	4,24	3,0	4,16	-	3,12
3b	106	1 130	0,094	99	152	100	161	137	11,41	7,43	11,3	7,02	8,25
5	115	1 210	0,095	102	152	108	160	131	11,86	7,96	11,20	7,56	9,24

Pokračování tabulky 1

Odběr. místo	h	L	i	V					k				
				maxima		těžiště		Σ	maxima		těžiště		Σ
				I.	II.	I.	II.		I.	II.	I.	II.	
0	2	10	0,20	0,17	-	0,096	-	0,096	0,85	-	0,48	-	0,48
1	56	390	0,14	1,33	0,65	1,30	0,46	0,56	9,5	4,64	9,28	3,28	4,0
2	77	420	0,18	0,64	0,45	0,62	-	0,47	3,55	2,5	3,44	-	2,61
3b	106	1 130	0,094	1,71	1,11	1,69	1,05	1,24	18,19	11,81	17,98	11,17	13,19
5	115	1 210	0,095	1,78	1,19	1,68	1,13	1,39	18,74	12,53	17,68	11,89	14,63
				k Ø → (kromě č. 0)					12,495	7,87	12,09	-	8,61

Vysvětlivky: h - převýšení místa injekce oproti odběrovému místu (m)
 L - vzdálenost místa injekce od odběrového místa (m)
 i - hydraulický spád (h/L)
 t - časová pořadnice nástupu aktivní vlny (den)

V_s - zdánlivá rychlost proudění $V_s = \frac{L}{t}$ (m.d⁻¹)
 V - filtrační rychlost proudění $V = V_s \cdot n_0$ (m.d⁻¹)
 n₀ - drenážní efektivní pórovitost štěrků (bezrozměrný koeficient) n₀=0,15
 k - koeficient filtrace $k = \frac{V}{i}$ (m.d⁻¹)

Tabulka 2

Korigovaný výpočet hydraulických parametrů z komunikační zkoušky

Odběr. místo	h	L	i	t maxima		V _s maxima		V maxima		k maxima		
				I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.	
1	56	390	0,14	44	44	8,86	8,86	1,33	1,33	9,5	9,5	
2	77	420	0,18	99	94	4,24	4,47	0,64	0,67	3,55	3,72	
3b	106	1 130	0,094	99	106	11,41	10,66	1,71	1,60	18,19	17,02	
5	115	1 210	0,095	102	106	11,86	11,41	1,78	1,71	18,74	18,0	
				Ø 9,09		8,85				Ø 12,49		12,06
						Ø 8,97				Ø 12,275		

se tehdy vyhloubily tři vrty, na nichž byly provedeny čerpací zkoušky. Ve vrtu JZ 34 byly odzkoušeny spojené obzory kvartéru a krystalinika a koeficient filtrace vyšel $k = 6,9 \cdot 10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$ (tj. $5,96 \cdot 10^{-3} \text{ m.den}^{-1}$). Ve vrtu JZ 35 byl odzkoušen pouze kvartér a průměrný koeficient filtrace vyšel na $k = 2,2 \cdot 10^{-5}$ (tj. $1,9 \text{ m.den}^{-1}$). Kvartér byl odzkoušen též ve vrtu JZ 41, kde dosahuje k hodnoty $8,3 \cdot 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$ (tj. $0,71 \text{ m.den}^{-1}$). Ve vrtu AL 46, poblíže bývalého Dřínovského jezera, vyšel pro kvartér z čerpací zkoušky $k = 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$ (tj. $0,11 \text{ m.den}^{-1}$). Vrtným hydrogeologickým průzkumem byly tedy zdejší kvartérní sedimenty ohodnoceny přibližně o jeden řád nižší propustností, než jaká vyšla z komunikační zkoušky, tedy podle zdánlivé rychlosti proudění v horninovém prostředí kvartéru jako celku. Příčinu je především nutno hledat v preferovaných cestách existujících v horninovém prostředí, které bodové údaje z vrtného průzkumu sotva mohou postihnout v plné šíři. Podstatně menší vliv lze přisoudit přípravě vrtu na čerpací zkoušku a metodice jejího vyhodnocení. Z porovnání je rovněž patrné, že hydraulické údaje, stanovené čerpací zkouškou ze spojených horizontů kvartéru a krystalinika (vrt JZ 34), jsou pro hydrogeologické hodnocení kvartérního kolektoru bezcenné.

Závěr

Komunikační zkouška jednoznačně dokázala, že mělká podzemní voda, proudící údolím Šramnického potoka na úpatí Krušných hor, napájí kvartérní sedimenty až k bývalému Dřínovskému jezeru, tedy v předpolí VČSA na ploše minimálně 1 km^2 plánovaných postupů skrývky v letech 1985-90.

Kromě toho prokázala, že kvartérní zvědeň dbtuje i staří-

nové vody v uhelné sloji, neboť stopovač byl zjištěn rovněž i ve vodě, čerpané z jámy VI.

Z propočtů, provedených na základě výsledků stopovací zkoušky vyplývá, že průměrná zdánlivá rychlost proudění mělké podzemní vody kvartérem v dané oblasti je $8,97 \text{ m.d}^{-1}$ a koeficient filtrace $k = 12,27 \text{ m.d}^{-1}$, tj. $14,2 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$. Zjištěný koeficient filtrace je minimálně o 1 řád vyšší, než udávají výsledky hydrogeologického průzkumu z let 1976-77.

Anomálním jevem provedené komunikační zkoušky jsou dvě maxima aktivní vlny, která se projevila ve všech odběrových místech, sledovaných příslušně dlouhou dobu (kromě odběrového místa č. 0). Tato dvě maxima byla způsobena dvojí cestou stopovače z místa injekce (v zaneseném rybníčku, poblíže projektované těsnicí stěny). Došlo tak bezděčně k opakované komunikační zkoušce (II. maximum aktivní vlny), jejíž výsledky jsou prakticky shodné s první (I. maximum aktivní vlny).

S použitím vypočteného koeficientu filtrace byly provedeny orientační propočty maximálních průtočných množství mělké, podzemní vody údolím. Pro profil plánované těsnicí stěny vychází na 510 l.min^{-1} .

Uvedené skutečnosti potvrzují oprávněnost realizace těsnicí stěny v údolí Šramnického potoka. Stěna zachytí stěžejní část mělké podzemní vody, proudící dosud údolím (i po převedení potoka do vodohospodářské štoly) do předpolí VČSA. Projektovaná stěna zachytí i vodu z povrchového odtoku z přilehlého povodí.

Po vybudování stěny doporučujeme kontrolní ověření její funkce podobnou komunikační zkouškou.

Shrnutí

V letních měsících roku 1987 uskutečnili pracovníci VÚHU komunikační zkoušku v údolí Šramnického potoka na jižním svahu