

Inž. Ladislav K o š u t , Pg. Stanislav H u r n í k , VÚHU :

ZHODNOCENÍ ZKOUŠEK HLOUBENÍ SPÁDOVÝCH ODVODŇOVACÍCH VRTŮ V SHR SYSTÉMEM ROTARY

V roce 1964-65 byl realizován pokus s hloubením odvodňovacích vrtů v SHR systémem rotary. Byly vyhloubeny tři spádové vrty (2 v dobývacím prostoru dolu Mír, 1 v dobývacím prostoru dolu Kohinoor II). Vrty provedl GP Ostrava (bývalý UP) rakouskou soupravou FR 4. Účelem tohoto pokusu bylo ověřit možnost použití systému rotary pro hloubení odvodňovacích vrtů i v podmínkách SHR. Praktický důkaz byl nutný především proto, že na základě neúspěšných pokusů z minulých let se traduje názor o nevhodných geologicko - hydrogeologických a fyzikálních podmínkách pro uvedený systém vrtání.

Prakticky od počátku odvodňování kuřavek v SHR spádovými vrty (tj. zhruba od třicátých let) se provádí hloubení odvodňovacích vrtů výhradně náběrovým způsobem bez použití výplachu. Tato technologie dostatečně zabezpečuje zjišťování polohy zvodněných písků v komplexu nepropustných hornin a některých jejich hydrogeologických parametrů. Nevýhodou tohoto systému je poměrně dlouhá doba, potřebná k vyhloubení vrtu a nutnost častého teleskopického zapazování. To bylo jedním z hlavních důvodů, proč se přistoupilo k vyzkoušení systému rotary.

Pokusné práce v roce 1964 se soupravou systému rotary nebyly v SHR prvními. Podle B. Špory (1953) byl učiněn první pokus s rotačním vrtáním již v r. 1947 (vrt č. 100 v dobývacím prostoru dolu Mír), který však byl dokončen vrtáním na suchu. Větší pokus byl proveden v r. 1952, kdy bylo vrtáno 6 odvodňovacích vrtů ve II. revíru téhož dolu. Výsledek pokusu však byl nepříznivý a lze jej rekapitulovat do následujících bodů :

- 1/ Karotážní identifikace zvodněných horizontů se nepodařila. Jejich poloha byla odhadnuta zhruba podle profilů sousedních vrtů.
- 2/ Mimořádné potíže byly při provrtávání sloje, kdy docházelo ke značné ztrátě výplachu, který s sebou strhával i písek.
- 3/ Nebylo dosaženo očekávané průměrné rychlosti postupu, což se vysvětlovalo především nedostatkem zkušeností s vrtáním v nadložních horninách.

- 4/ Jedním z nejzávažnějších nedostatků byla podle našeho názoru okolnost, že bylo použito vrtné soupravy bez typového označení s neodpovídajícím vybavením, jejíž technický stav byl problematický a neumožňoval použití parametrů rychlostního vrtání.

Přihlédne-li se však k rozvoji vrtné techniky, zejména v průzkumu naftových ložisek, ukázalo se v následujících letech nepravděpodobným, že by systému rotary nemohlo být použito i v mostecko-bílinské kuřavkové oblasti.

Mimo SHR (a samozřejmě OKR) je tohoto systému používáno s úspěchem při hloubení odvodňovacích jam v JML. Zde byla před r. 1962 vyzkoušena souprava BU-40 s FR-4 (viz zpráva kolektivu autorů - 1962). V mnohem větší míře se používá tohoto systému v zahraničí a to i ke hloubení vodárenských jímacích zařízení. Tak např. v Maďarské lidové republice byl zaveden tento systém hloubení studní již v r. 1951 (viz L. Bělteky 1964). Náběrový způsob ke hloubení odvodňovacích vrtů ustoupil značně do pozadí i v NDR. Zde se podle L. Košuta (1965) provádí 93 % těchto vrtů sacími soupravami.

Úkolem nových zkoušek bylo provést praktický důkaz o tom, že vrtná technika a její příbuzná odvětví se od r. 1952 zdokonalila do té míry, že lze vyloučit 4 výše uvedené nedostatky, na jejichž základě byl tento způsob vrtání doposud považován za nevyhovující.

Stručný popis použité vrtné soupravy

K vrtání bylo použito polopojízdné vrtné soupravy typu FR-4, která je výrobkem fy Trauzl Rakousko. Je opatřena teleskopickou věží o nosnosti 40 t. Maximální dosažitelná hloubka činí 800 m při průměru vrtu 400 mm.

K pohonu vrtné soupravy byly použity dva motory Škoda 6 S 110. Cirkulaci výplachu zajišťovala dvě výplachová čerpadla G 8, která jsou rovněž výrobkem fy Trauzl. Výkon jednoho čerpadla činil 600 l/min (max.).

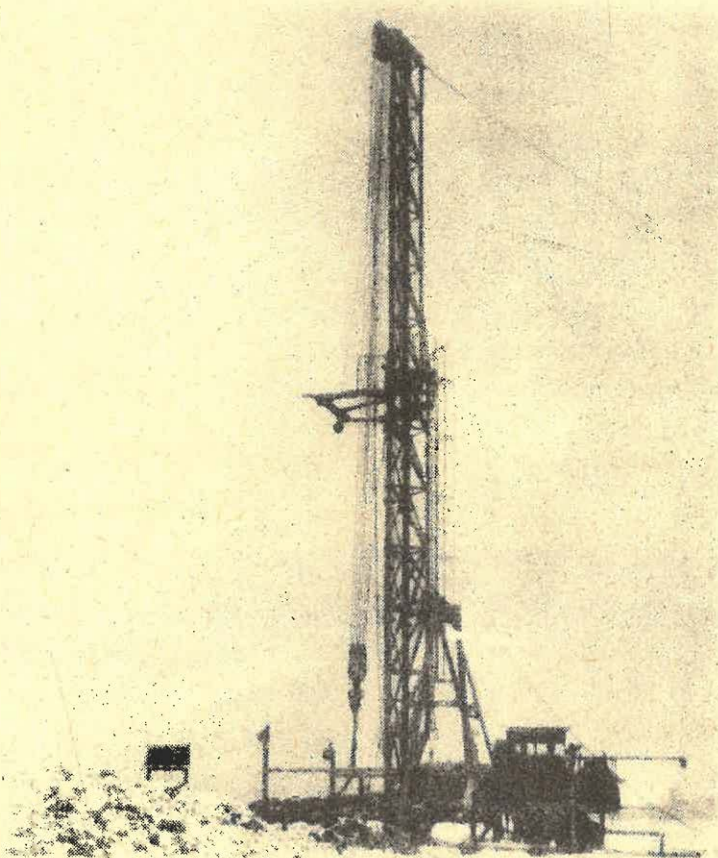
Technická charakteristika soupravy :

výška vrtného stožáru	24 m
maximální zatížení v koruně	45 t
maximální zatížení na háku	35 t
přípustné zatížení rotačního stolu	60 t
průchod rotačním stolem	Ø 16"
lano Ø 3/4" - maximální tah	5 800 kg
motory Škoda Diesel, typ 6 S 110	
2 ks - výkon	75 k

Z technické charakteristiky vyplývá, že souprava je pro daný účel předimenzována v účelné míře, což se projevuje jako výhoda zvláště při odpažování techn. kolony a při likvidaci obsednutí, resp. příchvatu nářadí.

Dostatečně výkonné výplachové čerpadlo, které z hlediska vrtací spolehlivosti je zdvojené, umožňuje docílení požadované vzestupné rychlosti výplachu 1,5 m/vt při použití vrtných tyčí 3 1/2".

Souprava je polopojízdná, v nejnovějším provedení dokonce pojízdná na vlastním housenkovém podvozku. Je použitelná i pro provádění " široko - profilových " vrtaných studní do $\varnothing$ 400 mm a hloubky 300 m. Vrty tohoto druhu přicházejí v SHR rovněž v úvahu.



Vrtná souprava FR-4

Popis hloubení odvodňovacích vrtů

Geologický průzkum Ostrava zpracoval původně technologický projekt ve třech alternativách, které však neodpovídaly požadavkům na vlastnosti odvodňovacích vrtů. Úkolem nových zkoušek bylo provést praktický důkaz o tom, že vrtná technika a její příbuzná odvětví se od roku 1952 zdokonalily do té míry, že lze vyloučit 4 výše uvedené nedostatky, charakterizující tento způsob vrtání doposud za nevyhovující.

Jejich realizace by ovšem znamenala snížení kvality a účinnosti vrtů ve srovnání s dosavadním způsobem hloubení "na sucho". Proto nebyl s těmito způsoby vysloven souhlas a pracovníci VÚHU doporučili technický postup, který zamýšlené technické kolony $\varnothing 12"$ v sondě vylučoval.

Vrt č. 1

- a/ 0,00 - 20,00 m - vrtáno dlátem třílistým $\varnothing 216$ mm
- - - - - přibírka vrtu dlátem valivým $\varnothing 350$ mm
- - - - - zapuštěna řídicí kolona $\varnothing 10 \frac{1}{2}"$ do hloubky 20,00 m bez cementace
20,00 - 130,00 m - vrtáno dlátem třílistým $\varnothing 165$ mm
20,00 - 130,00 m - přibírka vrtu dlátem třílistým $\varnothing 243$ mm
- b/ Provedení karotážních měření, kavernometrie a inklinometrie.
Úklon vrtu : 0 - 100 m (≈ 25 m) 0°
- 125 m $0^{\circ}3'$

Průměr vrtu zjištěný kavernometrií :

- V úseku : 31 - 41,0 $\varnothing 340$ mm (větší než $\varnothing$ dláta)
- 51,0 $\varnothing 243$ mm (normální průměr)
- 69,5 $\varnothing 320$ mm (větší než $\varnothing$ dláta - kuřavka !)
- 130,0 $\varnothing 243$ mm (normální průměr)

- c/ Zapažení techn. kolonou $\varnothing 7 \frac{1}{2}"$ do hloubky 130,0 m, tj. nad strop uhelné sloje.
- d/ Provrtání uhelné sloje a dokončení vrtu v hloubce 178,00 m třílistým dlátem $\varnothing 165$ mm.

Komplikace při vrtání :

V průběhu vrtání se projevila částečná ztráta hlinitého výplachu

v hloubce 25 m (suchý písek) a v 73 m; očekávaná úplná ztráta cirkulace v hloubce 143 m při navrtání stropu uhelné sloje nastala rovněž. Úsek 143 - 178 m byl pak odvrtán za naprosté ztráty výplachu bez cirkulace. Skutečné množství načerpaného výplachu nebylo sledováno. Odhaduje se, že ztráta činila $100 - 120 \text{ m}^3$.

Parametry použitého výplachu :

0,0 m až 30,0 m spec. váha = 1,15 - 1,18; viskozita 25 - 28 vt
30,0 m - 178,0 m " " = 1,26 - 1,32; " 40 - 100 vt
a obsah písku 6 - 10 %.

Až na obsah písku uvedené parametry svědčí o dobré kvalitě výplachu. Další parametry jakosti nebyly sledovány. Výplach byl připravován na vrtu z práškového bentonitu.

Pokus o zamezení ztrát výplachu :

Po nastalé katastrofální ztrátě výplachu byly provedeny dva pokusy o obnovení jeho cirkulace zhotovením dvou cementových můstků až 40 m dlouhých, při jejichž provrtávání došlo opětovně k obnově úplné ztráty. Od dalších pokusů spojených s likvidací ztrát se upustilo a na dalších vrtech se postupovalo tak, že uhelná sloj byla rychle provrtána s cirkulací vody a vrt byl bezprostředně zapažen odvodňovací kolonou.

Vystrojení vrtu pro účely odvodňovací :

Dodané lepené filtry na pažnicích $\varnothing$ 133 mm neodpovídaly příslušné normě, takže odvodňovací kolona byla sestavena z plných pažnic $\varnothing$ 133 mm a v úsecích zvodnělého písku z perforovaných pažnic $\varnothing$ 98 mm s pláštěm z lepeného filtru vnějšího průměru 125 mm.

Odvodňovací kolona byla usazena do cementové směsi a technická kolona byla odpažena vrátkem soupravy bez použití hydraulických zvedáků. Cement ve svodové části odvodňovací kolony byl vyvrtán při úplné ztrátě výplachu. Ukončovací práce a úprava ústí ohlubně vrtu byly provedeny obvyklým způsobem jako u nastávajících odvodňovacích vrtů.

Vrt č. 2

Technologický postup byl stanoven obdobně jako u vrtu č. 1 s tím rozdílem, že se použije technická kolona $\varnothing$ 9" a odvodňovací kolona $\varnothing$ 133 mm.

Montáž byla provedena v době od 16. - 18. 10. 1964. Vrtání probíhalo v době od 18. - 24. 10. 1964.

Technologický postup hloubení a vystrojování vrtu (sled prací) :

- a/ 0 - 129,5 m - vrtáno dlátem třílistým (D3L) $\varnothing$ 216 mm
- - přibírka vrtu dlátem valivým $\varnothing$ 308 mm
- 128,0 m - zapaženo; techn. kolona $\varnothing$ 9" typ I
- 135,0 m - vrtáno D3L $\varnothing$ 216 mm
129,5 - 135,0 m - přibírka vrtu DV $\varnothing$ 308 mm
- b/ Karotážní měření, kavernometrie a inklinometrie :
Před zapažením vrtu technickou kolonou byla provedena karotážní a inklinometrická měření. Úklon vrtu měřený v intervalech po 25 m, vykazoval po celé délce hodnotu 0° .
- c/ Vrt zapažen technickou kolonou $\varnothing$ 9" do hloubky 128,0 m.
- d/ Ve vrtání se pokračovalo v úseku 135 - 215 m dlátem D3L $\varnothing$ 165 mm od hloubky 164 m při úplné ztrátě výplachové vody. Zaměřený úklon vrtu opět 0° .
- e/ Vystrojení vrtu pro účely odvodňování :
Ihned po ukončení vrtání byla technická kolona uvolněna hydraulickými zvedáky tahem 36 t. Tato hodnota je nižší než při odpažování technických kolon u odvodňovacích vrtů prováděných " na sucho " náběrovým způsobem.

Odvodňovací kolona sestávala podle geologického profilu z pažnic $\varnothing$ 133 mm s lepenými filtry v intervalech zjištěných zvodnělých písků. Usazena byla do cementové směsi dopravené tyčemi CS $\varnothing$ 60 mm.

Vrt č. 3

Montáž soupravy byla provedena v době od 11. 11. - 16. 11. 1964. Vrtáno bylo v době od 16. 11. - 27. 11. 1964.

Technologický postup hloubení a vystrojení vrtu :

- a/ 0,0 - 269,5 m - vrtáno D3L $\varnothing$ 216 mm
- - přibírka DV na $\varnothing$ 308 mm
- b/ provedeno BKZ měření úklonu v intervalu po 25 m

Naměřené hodnoty úklonu :

Hloubka m	Zenitní úhel	Azimut	Poznámka
25	0°15 '		
50	0°15 '		
75	0°		
100	0°		
125	0°		
150	0°15 '		
175	0°15 '		
200	0°30 '		
225	1°15 '		
250	0°45 '		
275	2°	290°	měřeno po do- vrtání vrtu
300	2°45 '	282°	
325	5°30 '	264°	

c/ zapuštěna techn. kolona $\varnothing$ 9" do hloubky 266,82 m
269,5 - 346,0 - vrtáno D3L $\varnothing$ 165 mm.

d/ provedeno BKZ měření a inklinometrie úseku 269,5 - 346,0 m

e/ podle výsledků karotáže byla sestavena odvodňovací kolona $\varnothing$ 133 mm a zapuštěna do vrtu do cementové směsi. Pata kolony měla být v hloubce 346,0, avšak dosedla pouze do 329,35 m, kde zůstala stát a dopažit se jí nepodařilo. V tu dobu počala již cementová směs vázat a kolonu nebylo možno pro nebezpečí jejího přetržení vytáhnout. Po uvolnění byla vytažena na povrch technická kolona $\varnothing$ 9" a cementový můstek ve svodové části odvodňovací kolony byl provrtán.

Nedopažení odvodňovací kolony $\varnothing$ 133 mm do stanovené hloubky mělo za následek, že její pracovní perforovaná část nepřekryla zvodněný kůřavkový horizont, nýbrž nasazovala pouze na jeho strop.

Takto vystrojený vrt v uvedeném stavu bylo nutno považovat za zmetkový. K nedopažení odvodňovací kolony došlo s největší pravděpodobností

pro poměrně náhlou změnu úklonu vrtu v úseku 300 - 325 m, případně i níže. Zatím co předcházející dva vrty lze považovat prakticky za svislé, u tohoto, v pořadí třetího vrtu, abnormálně velký úklon možno přičíst nedodržení technologických parametrů v tom smyslu, že nebyly použity zátěžné tyče pro vyvození osového tlaku.

Oprava zmetkového vrtu :

- a/ 312,0 - 340,0 m - zhotovení cementového můstku a jeho provrtání do hloubky 343,0 m
- b/ 273,8 - 342,8 m - provedeno zapažení a cementace kolony $\varnothing$ 108/99 na ztraceno
- c/ 188,0 - 206,0 m - provedena perforace kumulativními perforátory pažnicové kolony $\varnothing$ 133 mm v úseku zvodněného horizontu
- d/ 0,0 - 283,5 m - zapažení a cementace kombinované odvodňovací kolony $\varnothing$ 76 - 108 mm opatřené filtry
- e/ provrtán cement do hloubky 340,8 m
- f/ проверка účinnosti vrtu byla uskutečněna provedením čerpací zkoušky lžícováním.

Likvidace havarijního stavu na tomto vrtu si vyžádala dobu 30 dnů. Havárie měla za následek snížení účinnosti vrtu na jedné straně, na straně druhé pak dala možnost získat zkušenosti pro asanaci vrtu v případě, že by nebylo možno vytáhnout technickou kolonu, nebo že by při jejím vytahování došlo k přetržení pažnic. Souprava FR-4 prokázala zvláště v tomto posledním případě značné možnosti pro likvidaci havárií, které při dosavadním způsobu vrtání jsou technicky neřešitelné.

Definitivní konstrukce zapažení a cementace vrtu je tedy následující :

- a/ 0,00 - 329,35 - pažnice $\varnothing$ 133 mm, úsek 206,0 - 188,0 m perforován kumulativními perforátory
- celkem 206 ran
- b/ 273,8 - 342,80 - pažnice $\varnothing$ 108 mm zapaženy " na ztraceno "
- c/ 0,00 - 188,00 - plné pažnice $\varnothing$ 108 mm

- 206,00 - perforované pažnice $\varnothing$ 76 mm opatřené filtry $\varnothing$ 108 mm
(lepené filtry na pažnici $\varnothing$ 76 mm)
 - 272,72 - plné pažnice $\varnothing$ 108 mm
 - 283,50 - plné pažnice $\varnothing$ 76 mm (zasunuté do kolony pažnic
 $\varnothing$ 108 mm, zapažené na ztraceno)
- d/ 223,6 - 346,00 - cementace mezikruží mezi pažnicemi $\varnothing$ 133 a 108 mm
- e/ 309,5 - 346,00 - cementace kolony $\varnothing$ 133 mm.

Časový rozbor

Přes skutečnost, že osádka vrtné soupravy neměla zkušenosti s vrtáním v revíru SHR, možno hodnotit průběh vrtání po stránce časového rozboru kladně, zvláště vyloučili-li se některé časové hodnoty ztrát spojených s neúspěšným a zbytečným likvidováním ztrát cirkulace výplachu.

V časových rozborech se nepříznivě projevuje procento neproduktivního času, které je vysoké zvláště u vrtu č. 1, kdy dosahuje hodnoty 43,7 %. U vrtu č. 1 nutno brát v úvahu dlouhou dobu montáže (129 hod) a demontáže (56 hod) způsobenou vykládkou vagonů, nutnou úpravou pracoviště, u vrtu č. 2 pak velké procento ztrátových časů v důsledku změny situace ohlubeně vrtu.

Neproduktivní časy byly způsobeny především nezvládnutím technologie vrtání sloje v oblasti SHD. Pokus o obnovení cirkulace výplachu na vrtu č.1 se nezdařil a posléze se ukázalo, že z technologického hlediska není nutné ani účelné těmto ztrátám zamezovat pomocí pracných cementových mŕstků a jejich opětovným provrtáváním. Ztráty vzniklé z tohoto důvodu činily 224,5 strojohodin.

U vrtu č. 2 je nutné vyloučit část vlastního čerpacího pokusu. Dlouho-trvající pokus byl prováděn v souvislosti s využitím volného času vzniklého deformací horního dílu vrtné věže. Při zvládnutí technologie je možno počítat s vlastním čerpacím pokusem v maximální délce 75 strojohodin. Z ne-produktivní činnosti je možno vyloučit mimořádné uvolňování technické kolony a výrobu výplachu.

Tabulka č. 1

Rozbor skutečného času ve strojohodinách

Druh práce	vrt č. 1		vrt č. 2		vrt č. 3		vrt č. 1 - 3	
	hod	%	hod	%	hod	%	hod	%
vlastní vrtání	51,5	8,3	51,0	8,2	116	16,6	218,5	11,2
přibírka	4,5	0,7	19,5	3,1	38	5,5	62,0	3,2
karot. měření	8,0	1,3	22,5	3,6	38	5,5	68,5	3,5
pažení techn.kol.	12,5	2,1	12,5	2,1	35	5,0	50,0	2,6
odpažování tech. kol.	8,5	1,4	4,0	0,6	13	1,9	25,5	1,3
výstroj vrtu	28,5	4,7	64,5	10,3	109	15,7	202,0	10,4
čerpací zkouška	53,0	8,5	240,0	38,5	155	22,3	448,0	23,0
demontáž	56,0	9,1	48,0	7,7	72	10,3	176,0	9,1
montáž	129,0	20,2	24,0	3,8	108	15,5	261,0	13,5
produktivní čas	351,5	56,3	486,0	77,9	684	98,3	1521,5	77,8
čekání	8,0	1,3	-	-	-	-	8,0	0,5
výroba plynu	15,5	2,5	61,0	9,8	12	1,7	88,5	4,7
ztráta výplachu	24,5	3,9	3,0	0,0	-	-	27,5	1,5
izolace ztrát výpl.	224,5	36,0	-	-	-	-	224,5	11,7
odvod techn. kolon.	-	-	55,0	8,8	-	-	55,0	2,8
BO	-	-	16,0	2,5	-	-	16,0	0,8
zlomená věž	-	-	3,0	0,5	-	-	3,0	0,2
neproduktivní čas	272,5	43,7	138,0	22,1	12	1,7	422,5	22,2
C e l k e m	624,0	100,0	624,0	100,0	696	100,0	1944,0	100,0

Předpokládaný časový rozbor po zapracování osádky v podmínkách SHR Tab. č. 2

Druh práce	vrt č. 1		vrt č. 2		vrt č. 3		vrt č. 1 - 3	
	hod	%	hod	%	hod	%	hod	%
vlastní vrtání	51,5	16,4	51,0	14,8	116,0	23,5	218,5	19,1
přibírka	4,5	1,4	19,5	5,6	38,0	7,7	62,0	5,4
karotážní měření	8,0	2,5	22,5	7,2	38,0	7,7	68,5	5,9
pažení techn. kol.	12,5	4,0	12,5	3,1	35,0	7,1	60,0	5,2
odpažení " "	8,5	2,7	4,0	1,2	13,0	2,6	25,5	2,2
výstroj vrtu	28,5	9,1	64,5	18,6	67,0	13,6	160,0	13,9
čerp. zkouška	53,0	16,9	75,0	21,7	75,0	15,2	203,0	17,6
demontáž			48,0	14,0				
montáž	100,0	31,7	24,0	7,0	100,0	20,2	272,0	23,5
prod. čas	266,5	84,7	321,0	94,3	482,0	97,6	1069,5	92,8
čekání	8,0	2,5	-		-		8,0	0,7
výroba výplachu	15,5	4,9	-		12,0	2,4	27,5	2,4
ztráta výplachu	24,5	7,8	3,0	0,9	-		27,5	2,4
izolace ztrát výpl.	-		-		-		-	
odvod techn. kol.	-		-		-		-	
BO	-		16,0	4,6	-		16,0	1,4
zlomená věž	-		3,0	0,9	-		3,0	0,2
neprod. čas	48,0	15,3	22,0	6,4	12,0	2,4	82,0	7,1
c e l k e m	314,5	100,0	343,0	100,0	494,0	100,0	1151,5	100,0
odvrtáno "m"	178,0		215,0		346,0		739,0	
počet strojohod/1 bm	1,77		1,59		1,43		1,56	

U vrtu č. 3 není doba montáže (108 hod) a demontáže (72 hod) rovněž v souladu s výkonovými normami. Nesplnění norem bylo způsobeno mimořádnými povětrnostními vlivy a nezajištěním dopravy, která byla zabezpečována cizími závody. Je nutno tedy vyloučit 80 strojohodin.

Z výstroje vrtu je nutné vyloučit 42 strojohodin z titulu opakované cementace. Rovněž čerpací pokus byl vlivem technologických nedostatků prodloužen minimálně o 55 hodin.

Shrneme-li všechny tyto časové hodnoty a uvážíme-li je při časovém hodnocení pokusného vrtání, pak by byl časový rozbor následující : (viz tabulku č. 2).

Přiložená tabulka je doplněna o pracnost jednotlivých vrtů vyjádřenou počtem strojohodin na jeden bm hotového vrtu.

Pro správnost uvádíme pracnost vrtu BŽ-128, který byl vyvrtán soupravou MV 28 náběrovým způsobem " na sucho ". Hloubka tohoto vrtu činila 190 m a na jeho zhotovení bylo zapotřebí 390 strojohodin. Podle vyjádření plánovacího odboru jedná se o průměrnou hodnotu docilovanou v závodě O4 Báňských staveb. Pracnost tohoto vrtu činí 2,05 strojohod/1 bm, což ve srovnání s vrtem č. 1 je o 13,6 %, s vrtem č. 2 o 22,5 % a s vrtem č. 3 o 31,3 % více.

Přednost rotarového vrtání se projevuje zvláště se vzrůstem hloubky vrtu.

Identifikace zvodněných horizontů

a/ Při vrtání odvodňovacích vrtů soupravami " na sucho " byla identifikace zvodněného horizontu jednoznačná. Po naražení zvodněných písků (mimo vytěžení tohoto materiálu ze sondy) docházelo k pronikání vody a často i písků do vrtné díry. Lze tedy konstatovat, že při vrtání " na sucho " by mohla být zaručena identifikace zvodněného horizontu.

Zkušenosti ukazují, že uvedený závěr není zcela jednoznačný. Existuje totiž řada starších vrtů (minimálně před rokem 1958) hloubených bezpečně v kuřavkové oblasti a při tom v některých případech nezjistily zvodněné písky. Pokud byly zaznamenávány, vykazovaly často mnohem menší mocnost než podle nového průzkumu. Jako příklad možno uvést několik vrtů z dobývacího prostoru dolu Kohinoor II. Např. podle popisu profilu vrtu č. 46 z r. 1956 v IX. poli jmenovaného dolu je ve hloubce

- 167,10 - 179,50 m jílnatavošedý pevný
- 181,20 m písek suchý s pyritem
- 186,80 m jílnsilně písčitý, velmi tvrdý
- 187,60 m kámen
- 189,00 m písek s vrstvami kamene a pyritu
- 196,90 m písek s proplástkami pískovce, velmi tvrdý

Naproti tomu o dva roky později vyhloubený vrt MR-8 (vzdálený od předchozího 240 m) vykazuje sumárně 10,6 m zvodněných písků, prokládaných slabými vrstvami pískovce a jílnu s výtlačem vody několika desítek metrů. Podobně v profilu vrtu MR-9 (vzdál. 145 m) jsou uvedeny dvě sblížené zvodněné polohy o celkové mocnosti 7 m. Ve vrtu MR-10 (vzdál. 206 m) bylo 5,5 m zvodněných písků a ve vrtu MR-12 (vzdál. 220 m) jich bylo rovněž 5,5 m.

Zůstává skutečností, že jedině při vrtání na sucho lze získat bezprostředně některé důležité hydrogeologické údaje. Z nich největší význam má zjištění tlakové hladiny a možnost odběru vzorků vody na chemické rozbor.

Podle našeho názoru je nutné tyto údaje získávat při průzkumu, při - padně při režimních měřeních, aby byly k dispozici pro projekci odvodňování. Z toho důvodu lze potom požadovat na provozních odvodňovacích vrtech pouze vyhloubení, otevření zvodněného horizontu a odvodňování. To znamená, že po geologické stránce je zapotřebí pouze identifikace zvodněného horizontu, příp. uhelné sloje. Ze zkušeností s karotážemi v jiných oblastech se dalo předpokládat, že uvedené požadavky by splnila i v SHR.

Neúspěšné pokusy z roku 1952 v SHR nelze brát v úvahu, neboť od té doby prodělala geofyzika značný a úspěšný rozvoj.

b/ Karotážní měření na pokusných vrtech mělo za úkol :

- určit písčité vrstvy v profilu vrtu, tj. jejich hloubku a mocnost,
- odlišit suché písky od zvodněných,
- určit mocnost a stavbu uhelné sloje.

S ohledem na dosavadní zkušenosti při měření hydrogeologických vrtů v OKR použili pracovníci geofyzikálního odd. GP Ostrava následující metody:

- elektrokarotážní měření odporovými metodami systémem sond BKS,
- gamametrii (GK),
- gamagamametrii (G GK) - v úseku uhelné sloje,
- kavernometrii,
- inklinometrii.

Měření byla prováděna automatickou karotážní aparaturou AKS - L/51 doplněnou upravenými panely pro radioaktivní měření. Pro odporové měření (KS) bylo použito kabelových sond s olověnými elektrodami. Sondy v zapojení KSgr mají tyto rozměry : 0,3; 0,5; 1,0; 2,8; 4,0; 5,0; 6,0; 7,8 m. S výjimkou sondy KSgr 5,0 m jsou všechny sondy počvové. Při měření odporovými metodami nepřekročila rychlost těžení hodnotu 2 000 m/hod.

Gamametrie byla proměřována aparaturou NGGK-57, jejíž sonda je osazena šesti GM trubicemi. Měřeno bylo rychlostí do 200 m/hod. při časové konstantě 6 sec.

Gamagametrie byla prováděna upravenou radiosondou Gama 59 a přítlačným zařízením. Jako zdroje gama kvant bylo použito zářiče Co^{60} o aktivitě 18 mc. Měření bylo prováděno rychlostí do 200 m/hod. při časové konstantě 3 sec. a účinné délce sondy 30 cm.

Kavernometrie byla měřena za účelem zjištění změn v průměru vrtu. Bylo použito deštníkového kavernometru (SKS-4).

Pro zjištění svislosti vrtů byla měřena inklinometrie. U použitých typů IK-2 a IŠ-2 byla uvažována chyba v udání azimutu $\pm 20^\circ$ a v úklonu $\pm 1^\circ$.

Odpor výtlačku byl ve všech případech určen povrchovým rezistivimetrem vlastní konstrukce GP Ostrava.

Metody SP nebylo možno využít pro její minimální rozlišovací schopnosti, neboť poměr mineralizací vrstevních vod a výplachu byl blízký jedné. V důsledku dosud nejasných interpretačních možností nebyla použita metoda vybuzených potenciálů.

c/ Interpretace výsledků

Interpretace naměřených hodnot byla prováděna zásadně ve dvou etapách. V první etapě byly přímo ve vrtu interpretátorem vyčleňovány písčité horizonty a rozhodnuto o jejich zvodnění. Výsledky této předběžné interpretace byly zaznamenávány do vrtného deníku a sloužily k přesnému hloubkovému usazení filtrů, takže nebyl vůbec narušen harmonogram vrtných prací. V druhé etapě byly výsledky definitivně vyhodnoceny a záznamy překresleny do společné kontramatice.

Jak již bylo uvedeno, hlavním úkolem bylo vyčlenění propustných poloh a posouzení jejich zvodnění. Protože se jedná o sedimenty s minimálním stupněm zpevnění, kryjí se propustné polohy s polohami písčitých horizontů, které

je možno celkem spolehlivě vyčlenit na základě křivky přirozené radioaktivity (gamakarotáž). Existence písčitých horizontů v místech určených podle křivky GK byla potvrzena zvýšeným specifickým odporem. Nižší hodnota specifického odporu u jílovitých hornin je dána přídavnou vodivostí povrchu jílových částic, na němž jsou sorbovány ionty z pórového roztoku. Teoreticky je tato záležitost velmi dobře propracována v pracích ÚGF Brno.

K možnosti odlišení zvodněných a suchých písků nutno se vyjádřit na podkladě podrobnějšího teoretického rozboru. Běžně se při řešení tohoto úkolu, známého z průzkumu na plyn, využívá komplexu odporových metod (systém sond BKS) SP.

V podmínkách SHR podle výsledků měření a údajů o mineralizaci výplachu a kuřavkových vod nebylo možno SP použít. V tom je také hlavní příčina, proč se nejevilo odlišení zvodněných a suchých horizontů vždy jednoznačně. Využití křivky GK pro určení koeficientu η , čímž by byla vlastně nahrazena křivka SP, není dosud v literatuře zpracováno.

K řešení mocnosti a stavby uhelné sloje bylo použito hlavně poznatku, že spec. odpory uhlí a okolních jíků se značně odlišují. Také metoda přirozené radioaktivity vcelku spolehlivě odlišuje uhelnou sloj od okolních sedimentů a spolu s křivkami spec. odporů dává i přibližnou představu o kvalitě uhelné sloje.

Metoda přitlačné GKG, která je úspěšně používána v OKR, nebyla pro podmínky SHR plně vyzkoušena, protože ve dvou případech nebylo možno pro vyka-vernování sloje dosáhnout počvy.

Stanovené profily vrtů korespondují se sousedními profily vrtů, vyhloubenými soupravou MV. Jedině k vrtu R-3 nutno poznamenat, že nebyly identifikovány pelosideritové polohy, které se běžně objevují mezi zvodněným obzorem a slojí.

Pro další měření doporučují pracovníci geofyzikálního odd. GP Ostrava vyzkoušet úpravu výplachu solením během vrtání, čímž by bylo dosaženo rozdílné mineralizace výplachu a kuřavkových vod a mohla by být lépe využita křivka SP. Dále je možno vyzkoušet pro odlišení zvodněných a suchých písků neutrongamometrii.

d/ Činnost vrtů po spuštění

Do dnešní doby byly spuštěny pouze vrty R-1 a R-2, situované v dobývacím prostoru dolu Mír. Vrt R-3, který je v dobývacím prostoru dolu Kohinoor II, dosud nebyl načepován.

Oba výše jmenované vrty byly spuštěny až v roce 1966. Vrt R-2, který byl uveden do provozu první, byl před načepováním pročišťován s povrchu, neboť byl ucpan. Po načepování jej bylo nutno několikrát opětovně pročišťovat jak zdola, tak i s povrchu. Ze sondy byly vytěženy cizí předměty jako plynová maska, dříví apod. Po pročištění dával vrt zpočátku 30 l/min a postupně klesala vydatnost do konce dubna až na 18 l/min. V květnu vytékalo již jen 17 l/min. K tomu nutno poznamenat, že vrt pískoval (což bylo předpokládáno) a ve spodních partiích byl ve vrtu stále ještě jílový materiál. Vrt R-1 byl spuštěn až koncem května a dával 5 l/min.

Pro možnost porovnání bude účelné uvést v přehledu vydatností okolních vrtů :

Vrt	Q (květen 1966)	Vrt	Q (květen 1966)
BŽ-80	4 l/min	BŽ-121	66 l/min (duben 8 l/min)
BŽ-81	24 "	JŮ-199	30 "
BŽ-102	50 "	JŮ-212	8 "
BŽ-104	37 "	JŮ-215	13 "

V téže době vrty JŮ-211, JŮ-214 a JŮ-233 již netekly.

Lze tedy konstatovat, že v podstatě jsou vydatnosti vrtů hloubených soupravou FR-4 v relaci s ostatními vrty, i když nutno připustit, že jsou poněkud nižší. Nelze ovšem vyloučit, že nepatrně nižší vydatnosti by mohly být způsobeny menším průměrem vrtné sondy a tím i vytvořením menšího průměru přirozeného filtru. Nutno rovněž zdůraznit, že oba vrty jsou situovány v území, v němž je již pokročilý stupeň odvodňování kuřavek a že v píscích je jen volná hladina. To znamená, že k případnému přirozenému pročišťování výplachové kúry na stěnách sondy je v těchto podmínkách poměrně malý hydrostatický tlak vody v píscích.

Z uvedených výsledků lze tedy konstatovat, že po funkční stránce je možno vrty vyhloubené soupravou rotary považovat prakticky za rovnocenné vrtům hloubeným na sucho.

Technické závěry

1/ Zhodnocení použité technologie a režimu vrtání :

Dosavadní způsob náběrového vrtání odvodňovacích vrtů bez použití výplachu byl při popsáných pokusech nahrazen rotarovým vrtáním s hlini-

tým výplachem. Výzkum byl zaměřen především na

- a/ vypracování a ověření optimálních technologických postupů jak při vlastním hloubení vrtů, tak i při jejich vystrojování
- b/ stanovení optimálního režimu vrtání.

K bodu a/

Z průběhu hloubení uvedených tří vrtů vyplývá následující technologický postup :

Řídící kolonu je nutno použít jen v případě, že ohlubení vrtu je ve štěrkovém pokryvu. Betonovou šachtičku lze nahradit plechovou hranatou nádrží o objemu cca 1 m^3 . Při vytahování nářadí vyrovnávat snížení hladiny ve vrtu doplňováním hlinitého výplachu čerpadlem, nebo spojením ohlubně vrtu s kalosemem.

Osvědčil se systém vrtání v $\varnothing 216 \text{ mm}$ s dodatečným rozšiřováním vrtu, čímž se snižuje nebezpečí zkřivení vrtu. Nelze se obejít bez použití technické kolony, která musí být usazena pod patou nejnižšího kuřavkového horizontu a v bezpečné vzdálenosti od stropu uhelné sloje (cca 9 - 30 m). Nejvýhodnější $\varnothing$ technické kolony je 9". V případě vynechání technické kolony dojde při navrtání uhelné sloje ke katastrofální ztrátě cirkulace výplachu, doprovázené zavalením vrtu. Pro dokončení vrtu lze použít třílistové dláto $\varnothing 165 \text{ mm}$.

Odvodňovací kolona $\varnothing 133 \text{ mm}$ se sestavuje podle geologického profilu stanoveného na základě výsledků karotážního měření. Perforovaná část (18 % perforace) je opatřena lepeným filtrem, jehož vnější průměr činí 191 mm. Po uvolnění technické kolony se zapustí odvodňovací kolona až do konečné hloubky. Teprve pak se kolona nadzvedne do výše, aby její pata byla v úrovni stropu cementového můstku. Cementace mezikruží svodové části odvodňovací kolony se provádí vytvořením cementového můstku od počvy vrtu až do stanovené výše s následujícím usazením odvodňovací kolony do cementové směsi. Pažnice musí být opatřeny vhodnými středícími vodítky. Ihned po usazení odvodňovací kolony se technická kolona vytáhne.

Po uplynutí cementačního klidu (48 hod) se cementový můstek v pažnicích rozvrtá a provede se ověření funkce vrtu orientační čerpací zkouškou, lžicováním.

Po nafárání vrtu chodbou bylo možno konstatovat, že nedošlo ke ztuhnutí cementového mléka, takže mezikruží za pažnicemi nebylo vyplněno cemento-

vým kamenem, nýbrž plastickou směsí cementu a jílu. Došlo k tomu zřejmě proto, že šířka mezikruží byla nedostačující a kůra z výplachu na stěně vrtu podstatně ovlivnila složení cementové směsi. Je proto nutné, aby po provedení předvrtu byl vrt rozšiřován na $\varnothing$ 340 mm, čímž se podíl jílu ve směsi cementu sníží.

K bodu b/

V komplexu činitelů, které mají vliv na režim vrtání, je nutné rozlišovat dvě skupiny :

- činitele proměnlivé, tj. ty, které lze měnit v průběhu vrtání a
- činitele neměnné, tj. ty, které po dobu provádění závrtu měnit nelze.

Mezi proměnlivé činitele patří počet obrátek dláta, pohybující se mezi 150 - 180 ot/min, osový tlak na dláto (1,5 - 2 t) a množství výplachu (500 - 600 l/min o spec. váze 1,28 - 1,30, viskozitě 35 - 100 vt). Další parametry výplachu nebyly sledovány.

Uvedené parametry režimu vrtání odpovídají optimálnímu režimu.

Nelze zabránit ztrátám výplachu při provrtávání uhelné sloje, s čímž se musí počítat a pro její rychlé provrtání je nutné mít dostatečnou zásobu výplachu nebo vody.

Činitele neměnné tvoří vrtné tyče, zátěšky a druh vrtacího dláta. Při vrtání byly použity vrtné tyče 3 1/2" drill pipe. Tento průměr vyhovuje zvláště tehdy, jestliže se vrtání kombinuje s prováděním předvrtu a s dodatečným rozšířením vrtu. Použité zátěžné tyče 4 1/2" rovněž vyhovují režimu vrtání. Požadovaná váha byla o 1 t vyšší, což však není na závadu.

K vrtání byla použita třílístá dláta výroby UP Ostrava, jejichž břity byly opatřeny roubíky ze slinutého karbidu wolframu. V provozu se osvědčila a nemusí být nahrazena nákladnými valivými dláty ani při provrtávání perlosideritu.

Až na případ zkřivení vrtu č. 3 zvládla osádka soupravy technologii provádění odvodňovacích vrtů v oblasti SHR poměrně dobře. Pro úspěšné a spolehlivé zvládnutí technologie vrtání (zapracované osádky v podmínkách SHR) je však zapotřebí alespoň 8 - 10 vrtů, aby se docílil ještě podstatněji rychlejší vrtný postup a aby se poznaly všechny vlivy, které mají nepříznivé důsledky na vrtný postup, případně na konečné vystrojování vrtu pro účely odvodňování.

2/ Zhodnocení systému rotary :

Provedení spádových vrtů systémem i soupravou typu rotary možno hodnotit kladně.

Soupravy typu FR-4 jsou pro uvedený účel ideální. Uvedený typ však není podmíněný. Existuje řada vrtných souprav, které s úspěchem mohou soupravu FR-4 nahradit, a v mnoha případech je svými vlastnostmi ještě předčí. Jako příklad uvádíme následující typy : R 2, R 3, R 4, (NSR), UIT - 40M (SSSR).

Ekonomické zhodnocení

Náklady na vrtné práce včetně dopravy a úpravy pracoviště činily, jak již bylo uvedeno, 1,314 670,30 Kčs. Celkem bylo odvrtáno 739 m, t. zn. že náklady na 1 bm pokusných vrtů činily 1 778,- Kčs. K tomu nutno ovšem dodat, že skutečné náklady jsou vysoké jednak proto, že vrtná pracoviště byla značně vzdálená od mateřského podniku v Ostravě (což se zejména projevilo v R-položce), jednak že se jednalo o pokusné vrty.

Pro správné posouzení ekonomiky zkoušeného systému vrtání je nutné kalkulovat jen s náklady, které by při provozu skutečně nabíhaly. Tuto kalkulaci lze provést dvojím způsobem :

- a/ odečíst od původní částky položky, které by při provozním vrtání odpadly,
- b/ provést kalkulaci na základě pracnosti (což je přirozenější).

K bodu a/

Od původní částky lze odečíst :

54 988,61 Kčs, což představuje cenu výroby a sestavení prefabrikovaných základů, sklepů a jímek. Tyto prefabrikáty měly nahradit betonové základny, jichž používá UP Ostrava. Všechny tyto prefabrikáty byly původně zamontovány pouze při budování základů 1. vrtu. Již zde se však ukázalo, že masivních základů v podmínkách SHR není zapotřebí. 102 000,-- Kčs, ze zkušeností získaných na pokusných vrtech lze považovat za dostačující trvání čerpacích zkoušek na provozních odvodňovacích vrtech 48 hod. To znamená, že místo 824 hod na 3 vrtech by bylo zapotřebí pouze 144 hod. 25 520,00 Kčs, což představuje menší spotřebu výplachu, než jaká byla

zapotřebí na pokusných vrtech. Celkem bylo spotřebováno 450 m^3 výplachu, což představuje 57.423,-- Kčs. Po odečtení běžné spotřeby výplachu na 1 vrt cca 20 m^3 , bylo navíc použito 390 m^3 . Ze získaných zkušeností s likvidací ztráty výplachu se ukazuje, že by postačovala navíc polovina výše uvedeného množství, tedy 200 m^3 .

43 200,-- Kčs, představují poloviční hodnotu nákladu na zprůchodnění sond.

S max. polovičními náklady lze počítat jednak na základě získaných praktických zkušeností na pokusných vrtech, jednak sníženým pískováním vystrojených sond použitím zrnitostně odpovídajících filtrů, případně zmenšením průměru.

Značným zvýšením nákladů na ceně 1 bm se podílí R-položka. Z ní lze odečíst náklady na cestovné a dopravné z Ostravy do Mostu a zpět, které v souhrnu činí 210 920,-- Kčs. Lze tedy od skutečných vynaložených nákladů odečíst celkem 436 628,61 Kčs. To znamená, že bylo vynaloženo 878 041,69 Kčs, což představuje 1 188,-- Kčs na 1 bm.

K bodu b/

Mnohem příznivěji vychází celková kalkulace podle rozboru času a nákladů na vrtání (pracnost na 1 bm hotového vrtu). Tuto kalkulaci provedl UP Ostrava za předpokladu, že by v budoucnu byly tyto vrty prováděny ve větších sériích odzkoušenou technologií. Rozbor času byl proveden na základě údajů ve vrtném deníku, rozbor nákladů podle účtářenské skutečnosti.

V tom případě náklady po rekonstrukci podle účtářenské skutečnosti na vrt č. 1 činily 198 506,13 Kčs, při spotřebě 624 strojohodin. Vezme-li se v úvahu dlouhá doba montáže (129 hod) a demontáže (56 hod) způsobená na tomto vrtu vykládkou z vagonů, nutnou úpravou pracoviště (částečně též převytýčením vrtu SHD - 2), snížil by se produktivní čas o 85 strojohodin. Neproduktivní časy byly způsobeny především nezvládnutím technologie vrtání v dané oblasti (pokus o izolaci ztrát výplachu ve sloji, která se nakonec ukázala jako zbytečná), což představuje navíc 224,5 strojohodin. Vyloučením obou ztrátových časů lze odečíst od původní částky nákladů 45 329,-- Kčs.

Náklady na vrt č. 2 činily 235 500,22 Kčs při spotřebě 624 strojohodin. Snížením strojohodin připadajících na čerpací pokus pouze na 75 strojohodin, připadalo by na produktivní čas pouze 321, místo původních skuteč-

ných 486 hodin. Z neproduktivní činnosti možno vyloučit určité technologické těžkosti, jako uvolňování kolony 9", výrobu výplachu, což představuje dalších 116 strojových hodin. Promítnutím vyloučených neproduktivních hodin do časových nákladů lze snížit původní částku o 44 650,-- Kčs.

Náklady po rekonstrukci podle účtářenské skutečnosti činily u vrtu č.3 228 404,08 Kčs (696 hodin). Spotřeby času na montáž a demontáž (180 hod) nejsou v souladu s výkonovými normami a lze vyloučit 80 strojohodin. Dále bude možno snížit počet neproduktivních strojových hodin o 42 (opakovaná cementace), resp. 170 (zkrácení doby čerpací zkoušky), což představuje promítnutím do časových nákladů úsporu 32 014,-- Kčs.

Shrneme-li celkovou kalkulaci s ohledem na strojové hodiny, činily náklady na zhodnocení vrtů č. 1 až 3 celkem 722 410,43 Kčs. Od této částky nutno odečíst po vyloučení

výše zdůvodněných časů 121 993,-- Kčs;
zbývá 600 417,43 Kčs.

Náklady na 1 bm činily tudíž 812,40 Kčs.

Pro porovnání s dosavadními cenami odvodňovacích vrtů hloubených soupravou MV byla provedena orientační kalkulace těchto vrtů dle ceníku " vrty s povrchu " MPE z roku 1962.

Cena vrtu č. 1 by činila		172 485,-- Kčs
" " č. 2 "	"	 214 232,-- Kčs
" " č. 3 "	"	 307 689,-- Kčs.

To znamená, že průměrná cena 1 bm by činila 939,65 Kčs.

Závěrem lze tedy shrnout, že nahrazením souprav MV soupravou systému ROTARY (v daném případě FR-4) by bylo možno uvažovat minimálně se stejnými náklady jako dosud. Po zapracování vrtné osádky by bylo možno docílit i ekonomického efektu snížením nákladů minimálně o 100,-- Kčs/1 bm. Při současné roční potřebě 10 000 bm odvodňovacích vrtů v SHR by úspora činila cca 1,000 000,-- Kčs.

Literatura

- Bélteky L., 1964 : Vývoj technologie vrtaných studní v Maďarsku a vrtání studní s hustým výplachem. - Geologický průzkum č. 12, Praha
- Kolektiv autorů, 1962 : Zpráva o výsledcích hloubení, ražení a odvodňování v letech 1957 - 1961. - Archiv JLD

- Kolektiv autorů , 1965 : Závěrečná zpráva SHR hydrogeologických vrtů č. 1,
2, 3. - Geologický průzkum, n.p. Ostrava, závod O2
- Košut L., 1965: Cestovní zpráva z NDR. Usnesení DCX 1/65. - Archiv VÚHU Most
- Špora B., 1953: Kuřavka severočeské hnědouhelné pánve. - Archiv OŘ-SHD Most

S h r n u t í

Tři spádové odvodňovací vrty, hloubené soupravou FR 4, měly ověřit vhodnost použití vrtání systémem rotary v podmínkách SHR. Dosažené výsledky prokázaly řadu technických předností oproti dosud používanému náběrovému vrtání " na sucho ".

Р е з ю м е

ОЦЕНКА ПРОБ ПРОХОДКИ СКВАЖИН ДЛЯ СКВОЗНЫХ ФИЛЬТРОВ В СББ СИСТЕ-
МОЙ РОТАРЫ

Буровой установкой ФР 4 были пройдены три скважины для сквоз-
ных фильтров, которые должны были проверить удобность приме-
нения бурения системой Ротары в условиях СББ. Полученные резуль-
таты показали ряд технических преимуществ по сравнению с до сих
пор применяемым " сухим " скреперным бурением.