

RNDr. Jana K o h o u t o v á, VÚHU

Dosavadní poznatky o životnosti čerpacích odvodňovacích vrtů
a ponorných čerpadel v SHR

Odvodňování dobře propustných písčitých kolektorů pomocí vertikálních odvodňovacích vrtů vybavených ponornými čerpadly je velmi účinné a v zahraničí běžně používané.

Soustava vertikálních odvodňovacích vrtů s čerpáním na povrch byla poprvé v SHR realizována v předpolí povrchového dolu Jan Šverma v Holešicích. Čerpání na prvních vrtech bylo zahájeno v r. 1969 a od té doby úspěšný provoz rozsáhlé odvodňovací soustavy plně zabezpečuje odvodňování písků v souladu s potřebami provozu lomu.

Se zvodněnými písčitými kolektory se postupně dostávají do kontaktu i další povrchové doly v SHR. V r. 1980 se pomocí čerpacích vrtů začalo odvodňovat v předpolí lomu Most a v r. 1981 v předpolí lomu Vršany. Další odvodňovací soustava vertikálních čerpacích vrtů se připravuje v předpolí velkolomu Maxim Gorkij, kde však doposud nebyly vytvořeny potřebné organizační a technické předpoklady k zahájení provozního odvodňování.

Odvodňování rozsáhlých zvodněných struktur je dlouhodobý proces a odvodňovací vrty, včetně nezbytného vybavení /čerpadla, komunikace, přívod elektrického proudu a odvod vody/ jsou technicky i investičně značně náročné. Funkce odvodňovacích systémů se průběžně sleduje a hodnotí především z hlediska požadovaného odvodňovacího účinku, t.j. čerpaného množství a dosaženého snížení hladiny podzemní vody.

Kromě řady dalších ukazatelů provozně-ekonomického charakteru se sleduje i doba provozu jednotlivých odvodňovacích vrtů a ponorných čerpadel. Problém životnosti odvodňovacích vrtů a čerpadel je možno hodnotit teprve na základě dlouhodobých zkušeností, které byly v SHR prozatím získány

pouze na DJŠ, kde je odvodňovací soustava v provozu již 14 let.

V současné době je na DJŠ v provozu největší odvodňovací soustava vertikálních čerpacích vrtů v SHR. Na konci r. 1982 bylo zde v provozuschopném stavu 22 odvodňovacích vrtů, z toho se na 18 čerpalo a na 3 vrtech byla porucha. Čerpané množství vody z jednotlivých vrtů se pohybovalo od 200 do 1 400 l.min⁻¹, průměrná sumární vydatnost soustavy byla cca 12 m³.min⁻¹. Celkové množství podzemní vody, vyčerpané od počátku odvodňování v předpolí DJŠ dosahuje cca 60 mil.m³.

Úspěšný provoz odvodňovací soustavy byl a do budoucna zůstává jedním ze základních předpokladů bezpečného a plynulého provozu lomu.

Stručná geologická a hydrogeologická charakteristika odvodňovaných písčitých kolektorů

Předmětem odvodňování čerpacími vrty v předpolí lomu Jan Šverma jsou hlavně mezislojové a podložní pisky, vyskytující se v západní části dolového pole.

M e z i s l o j o v é p í s k y tvoří lokálně omezené čočky, uzavřené v nepropustných jílech. Hladina vody v nich je napjatá. Mají charakter kuřavek a bez předběžného odvodnění by ohrožovaly provoz lomu průvaly vody s pískem a ztrátou stability skryvkových svahů. Vyčerpání nedoplňovaných přírodních zásob vody má v tomto případě za následek úplné odvodnění písků.

P o d l o ž n í p í s k y jsou vyvinuty ve značných mocnostech /až 50 m/ v blízkém podloží nebo přímo pod počvou uhelné sloje. Tvoří rozsáhlou artéskou strukturu, napájenou přes kvartérní uloženiny od výchozů na úpatí Krušných hor. Původní artéský vztlak na bázi spodní uhelné sloje dosahoval hodnot kolem 0,6 MPa a představoval nebezpečí průvalu vody s pískem na dně lomu a porušení stability vnitřní výsypky. Vzhledem k velikosti nádrže podzemních vod je proces snižování hladiny dlouhodobou záležitostí. Požadované sniže-

ni hladiny vody v provozu nejhlubšího uložení uhelné sloje pod úroveň dna lomu /na kótu cca + 150 m/ je nutno čerpáním udržovat až do doby přesypání vnitřní výsypkou a její dostatečné konsolidace.

Nepřetržité čerpání velkých množství vod z podložních písků vytváří v tlakové hladině lokální depresi, způsobuje však i pozvolný regionální pokles hladiny v celé zvodněné struktuře. Odvodňování podložních písků pro potřeby DJŠ vytváří tedy příznivé výchozí podmínky i pro dobývání uhlí v sousedních perspektivních polích /Šverma-západ, Libouš, Vršany/.

Technické provedení vertikálních čerpacích vrtů

Vertikální čerpací vrtý odvodňovací soustavy DJŠ se provádějí cca z 20 % nárazově - rotačním způsobem na sucho, většinou však rotačním způsobem s nepřímým provzdušněným výplachem na plnou čelbu. Definitivně jsou vystrojeny ocelovými pažnicemi Ø 305/290 mm. Konstrukce vrtů je poměrně složitá, protože v případě potřeby se vystrojují pro odvodňování několika zvodněných poloh /svrchní sloj, mezislojové a podložní písky/. Ve zvodněných úsecích jsou pažnice perforovány a opatřeny filtrem. Nejčastěji se používají lepené štěrčkové filtry typu VP 2, vhodné pro odvodňování písků středně až hrubě zrnitých s průměrnou velikostí zrna $d_{50} = 0,25$ mm. V ojedinělých případech byly použity filtry petexové, mikrokeramické a novodurové. V poslední době byly zahájeny zkoušky sovětských filtrů FK0 s kuželovými vstupními otvory. Všechny typy filtrů se obsypávají granulovaným štěrčkem. Na správné volbě filtru závisí úspěšný provoz odvodňovacího vrtu. Cílem je na minimum omezit sufozi /proplavování písků do vrtu/ a zároveň zabránit kolmataci /ucpávání/ filtru. Na kvalitě vystrojení vrtu a především jeho filtrační části závisí nejen životnost vlastního odvodňovacího objektu, ale i použitých ponorných čerpadel.

Pro čerpání podzemní vody z vertikálních čerpacích vrtů se na DJŠ používají výhradně ponorná čerpadla československé výroby řady CVOU, UBA a UBN s kapacitou 300-1 500 l.min⁻¹ při výtlačných výškách od 100 do 180 m.

Soustava odvodňovacích vrtů v předpolí DJŠ

Vertikální čerpací vrty v předpolí DJŠ byly lokalizovány jednak uvnitř kontury lomu před čelní hranou skrývky, jednak mimo dosah dobývání za boční hranou lomu.

V r t y p ř e d č e l n í h r a n o u l o m u mají zajistit odvodnění všech zvodněných kolektorů v dostatečném předstihu před postupem porubní fronty. V letech 1969-1974 bylo realizováno 16 vrtů projektového označení OV, které v počáteční fázi odvodňovacího procesu odvodnily svrchní sloj a mezislojové pisky a význačně snížily hladinu vody v podložních pískách v omezeném území před čelní hranou lomu. V dalších letech byly postupně uváděny do provozu čerpací vrty čelních bariér značené D, E a B. Tyto vrty měly většinou nízkou vydatnost, protože buď zastihly pouze mezislojové pisky, nebo pokud i pisky podložní, tak již se značně sníženou hladinou podzemní vody. Ke konci r. 1982 byly v provozu před čelními svahy pouze dva vrty označené D 34 a D 36, které jsou z organizačního hlediska součástí tzv. jihozápadní bariéry.

V r t y z a b o č n í h r a n o u l o m u mají zajistit dlouhodobé snížení hladiny podzemní vody v podložních pískách pod úroveň dna lomu. Toto snížení je nutno udržovat až do doby konsolidace vnitřní výsypky, aby byla zajištěna její stabilita a především stabilita tělesa Ervěnického koridoru.

Proto byla navržena a realizována tzv. západní bariéra čerpacích vrtů, označených A 1 až A 17. Celková délka bariéry je cca 1 500 m a rozteče vrtů 80 až 100 m.

Zpočátku byly tyto vrty vystrojovány kombinovaně pro od-

vodňování svrchní sloje, mezislojových i podložních písků. Časem se oba svrchní obzory podařilo odvodnit a zbytkové zásoby podzemních vod z nich byly oddrenovány na skrývkových a uhelných řezech do lomu.

Na prvních vrtech západní bariéry se začalo čerpat v r. 1973. Po zkušenostech z počáteční fáze odvodňování bylo v severní části bariéry provedeno 6 vrtů zahušťovacích. Protože životnost odvodňovacích vrtů je omezená, byla většina těchto vrtů již jednou nebo dvakrát opakována, pouze některé bylo možno zlikvidovat bez náhrady. 5 vrtů bylo nutno nahradit pro uvolnění trasy dálkového pásového dopravníku. 3 z nich se však podařilo po ukončení stavebních prací znovu uvést do provozu, takže náhradní vrty jsou ve skutečnosti posilou stávající bariéry. Náhradní odvodňovací vrty západní bariéry se v posledních letech vystrojují již jen pro odvodňování podložních písků.

Do konce r. 1982 bylo v úseku západní bariéry provedeno celkem 38 čerpacích odvodňovacích vrtů, ze kterých bylo vyčerpáno téměř 43 mil.m³ vody. Z důvodů dožití bylo zlikvidováno 19 z těchto vrtů a další 2 při výstavbě dálkového pásového dopravníku.

V květnu 1982 bylo zahájeno čerpání vody z podložních písků na dalších 5 odvodňovacích vrtech /A 28, A 29, A 30, D 36, D 34/ za boční hranou lomu, tzv. jihozápadní bariéry.

Ke konci r. 1982 se tedy čerpalo na 17 vrtech západní bariéry a na 5 vrtech jihozápadní bariéry.

Hodnocení životnosti vertikálních odvodňovacích vrtů

Životností odvodňovacích vrtů se rozumí doba, po kterou je vrt provozuschopný, tzn. pokud je z něj možno čerpat podzemní vodu. Skutečná doba čerpání je samozřejmě kratší, což je způsobeno prostoji v důsledku technických závad na vlastním vrtu a na čerpacím zařízení, výpadky elektrického prou-

du, výměnami ponorných čerpadel apod. Prostořovost odvodňovacích vrtů se průběžně eviduje, v současné době se pohybuje kolem 25 %.

Životnost vrtů kladně ovlivňuje:

- kvalita provedení definitivní výstroje, hlavně filtrační části vrtu,
- včasné a dokonalé vyčištění vrtu,
- včasné zahájení provozního čerpání,
- způsob čerpání v počáteční fázi provozu vrtu.

Životnost vrtu naopak snižuje:

- koroze pažnic a destrukce filtru, vyvolaná přirozeným stárnutím vrtu a kvalitou čerpané vody,
- havarie při výměnách čerpadel,
- střety zájmů, konkrétně potřeba uvolnění trasy dálkového pásového dopravníku.

Při hodnocení nelze pominout skutečnosti, se kterými se počítá, které však významně zkracují životnost čerpacích vrtů. Je to buď snížení vydatnosti v důsledku odvodnění kolektoru, což je maximálně žádoucí, nebo naopak zasažení vrtu skrývkovými řezy dříve, než je potřebného odvodnění dosaženo.

Z uvedených důvodů se pro statistické hodnocení doby životnosti nejlépe hodí čerpací vrty západní bariéry, která je v provozu již 10 let a kde posledně uvedené vlivy působí minimálně.

Pro posouzení životnosti vertikálních odvodňovacích vrtů západní bariéry bylo 38 vrtů rozděleno do 3 skupin - I, II, III - /tab. 1/.

Skupina I - vrty definitivně zlikvidované, a to z jakýchkoli důvodů. 21 vrtů této skupiny bylo v provozuschopném stavu od 5 do 109 měsíců.
• životnost je 56 měsíců, tj. 4,6 roku.

Skupina II - vrty provozuschopné, na kterých se začalo čerpat do konce r. 1981. 11 vrtů této skupiny je v provozu od 15 do 119 měsíců, při čemž čerpání na nich pokračuje. Obecně je doba provozu těchto vrtů závislá na datu provedení a zahájení čerpání.

Životnost je 66 měsíců, tj. 5,5 roku.

Statistický průměr ukazuje, že již k datu hodnocení /konec r. 1982/ byla životnost těchto vrtů vyšší, než u skupiny I.

Skupina III - vrty provozuschopné, na kterých se začalo čerpat v průběhu r. 1982. 6 vrtů této skupiny bylo v provozu příliš krátkou dobu. Nebyly do statistického hodnocení pojaty, protože by zkreslovaly jeho výsledek v neprospěch funkce odvodňovací soustavy.

Za 10 let provozu západní bariéry je průměrná životnost vertikálních čerpacích vrtů větší než 59 měsíců, tj. cca 5 roků. Nejdéle, téměř 10 let, se čerpá na vrtu A 5, který je i nadále provozuschopný.

Hodnocení životnosti ponorných čerpadel

V rámci komplexního hodnocení činnosti odvodňovací soustavy pomocí výpočetní techniky, které se provádí od r. 1974, se kromě mnoha dalších ukazatelů sleduje i doba provozu jednotlivých ponorných čerpadel.

Nasazovaná čerpadla jsou postupně číslována a z měsíčních výstupů lze vyčíst dobu zapuštění čerpadla ve vrtu /dny/, dále skutečnou dobu čerpání /hod./ a stupeň využití čerpadla /%/.

Ponorná čerpadla, používaná na odvodňovacích vrtech DJŠ, jsou konstruována pro čerpání čisté neagresivní vody, kdy výrobce zaručuje životnost cca 10 000 provozních hodin. Při provozním odvodňování písčitých kolektorů, případně i uhelné slouje v předpoli povrchového dolu, nelze tyto podmínky většinou

Tabulka č. 1

Přehled životnosti odvodňovacích vrtů západní bariéry na DJŠ

Vrt č.	Čerpání zahájeno	Čerpání ukončeno	Doba provozu vrtu /do 12. 82/ /měsíce/	Hodnocená skupina		
1	12.73	12.82	109	I		
1A	9.74	2.76	18	I		
1A /2./	6.77	11.77	6	I		
2	3.73	5.79	75	I		
2A	9.74	11.75	13	I		
2A /2./	6.77	11.82	66	I		
3	9.74	2.81	76	I		
3A	12.73	10.82	107	I		
4	1.74	3.82	99	I		
4 /2./	4.82	čerpá	9			III
4A	2.75	8.80	67	I		
4A /2./	5.81	čerpá	20		II	
5	2.73	čerpá	119		II	
5 /2./	5.82	čerpá	8			III
6	1.75	čerpá	96		II	
6 /2./	7.82	čerpá	6			III
6A	4.75	12.80	69	I		
6A /2./	3.82	čerpá	10			III
6B	4.75	4.78	37	I		
6B /2./	7.79	5.81	23	I		
6B /3./	5.82	čerpá	8			III
7	1.75	9.81	81	I		
7 /2./	11.81	čerpá	15		II	
8	1.75	čerpá	96		II	
9	9.74	čerpá	100		II	
10	3.73	4.75	26	I		
10 /2./	9.77	čerpá	64		II	
11	12.73	10.78	59	I		
11 /2./	12.79	5.81	18	I		
12	4.75	3.79	48	I		
12 /2./	11.79	čerpá	38		II	
13	4.75	12.81	81	I		
12 /2./	2.82	čerpá	11			III
14	4.75	čerpá	93		II	
14 /2./	12.81	čerpá	13		II	
15	4.75	1.79	46	I		
16	4.75	5.79	50	I		
17	5.75	čerpá	72		II	

zajistit, proto je životnost čerpadel v průměru kratší.

Přírodní faktory, tj. chemické složení, resp. agresivita a mírné mechanické znečištění čerpaných vod, samy o sobě životnost čerpadel výrazně nezkracují.

Mnohem závažnější z tohoto hlediska jsou:

- nekvalitní výroba - v některých případech je nutno z těchto důvodů opravovat i nové čerpadlo ještě před zapuštěním do vrtu nebo po krátké době provozu;
- zvýšený podíl mechanického znečištění čerpané vody. Pokud není porušen filtr, nebo není vrt dokonale vyčištěn, je tento problém aktuální pouze v počáteční fázi provozu vrtu. V této době se za filtrem vytváří v okolní hornině přirozený filtr, přičemž jsou jemné částice písků a jílu proplavovány do vrtu. Nadměrnému pískování je nutno předcházet regulací čerpaného množství a postupným snižováním hladiny vody tak, aby nebyly překračovány kritické vstupní rychlosti proudění vody do vrtu;
- časté přerušování čerpání - může být způsobeno vypínáním a výpadky elektrického proudu, nekvalitní regulací čerpaného množství a dalšími technickými nebo provozními závadami. V tom případě se částice písku a jílu usazují uvnitř čerpadla a ve výstupním potrubí a po zapnutí čerpadla obrušují jeho pohyblivé části.

Nejčastější závady na čerpadlech jsou mechanického rázu. Nejvíce bylo případů opotřebení patního ložiska a lopatek oběžného kola. Závady na elektrické části čerpadla jsou mnohem méně časté.

Opravy čerpadel se provádějí v provozních dílnách odvodňovacího střediska DJŠ. Opravená čerpadla jsou při dalším zapuštění do vrtu označována vždy novým pořadovým číslem. Proto není možno z numerických výstupů počítače vyčíst, kolikrát bylo to které čerpadlo opraveno a znovu použito. Touto skutečností je nutno vzít v úvahu, protože do určité míry

zkresluje statistické hodnocení životnosti čerpadel.

Do vstupů pro zpracování dat pomocí výpočetní techniky bylo do konce r. 1982 postupně vloženo 394 pořadových čísel ponorných čerpadel, která byla nasazena buď přímo z výroby nebo po generální opravě.

Některá pořadová čísla však nebyla obsazena, několik čerpadel z technických důvodů vůbec nezačalo čerpat a některá z posledních zapuštěných čerpadel nebyla do konce r. 1982 uvedena do provozu.

Ve statistickém hodnocení se tedy počítá pouze s 365 ponornými čerpadly, nasazenými od začátku r. 1974 na všech odvodňovacích vrtech čelních i bočních bariér v předpolí DJŠ.

Stručné hodnocení jednotlivých sledovaných ukazatelů

Doba zapuštění čerpadel se pohybuje v širokém rozmezí od 1 do 827 dnů. Hodnota tohoto ukazatele je však velmi relativní, protože rozhodující není doba, po kterou je čerpadlo zapuštěno ve vrtu, ale jeho časové využití. Tak např. čerpadlo /evid. č. 235/, které bylo zapuštěno ve vrtu nejdéle, 836 dnů, bylo využito pouze na 8%, tzn. že čerpalo jen 1 605 hod.

Časové využití ponorných čerpadel je vyjádřením poměru skutečné doby čerpání k celkové době, po kterou bylo čerpadlo ve vrtu instalováno. Z hlediska provozu má tento ukazatel hodnotu pouze informativní, protože závisí na celé řadě faktorů, které nelze aktivně ovlivnit. Jeho průběžné sledování není jednoduché a je realizovatelné hlavně díky možnostem výpočetní techniky.

Do konce r. 1982 bylo v provozu 365 ponorných čerpadel. Jejich časové využití se pohybovalo od 0,3 do 100%. Na více než 75% bylo z tohoto počtu využito 240 čerpadel a naopak na méně než 25% bylo využito jen 55 čerpadel.

Ž i v o t n o s t p o n o r n ý c h č e r p a d e l je dána počtem provozních hodin, tj. skutečnou dobou čerpání. Je jedním z důležitých ukazatelů pro hodnocení efektivnosti a ekonomiky provozu odvodňovací soustavy.

Rozptyl hodnot je velmi široký, od 1 do více než 10 000 provozních hodin. Prozatím rekordního počtu 15 180 provozních hodin bylo dosaženo po 636 dnech nasazení provozního čerpadla /evid. č. 302/ na vrtu A 4; časové využití tohoto čerpadla bylo 99,4 %.

Pro hodnocení byla čerpadla rozdělena do šesti skupin podle docíleného počtu provozních hodin. Výsledky jsou přehledně uvedeny v následující tabulce.

Tabulka č. 2

Interval počtu provozních hodin od - do	Počet čerpadel ks	Průměrná provozní doba hod.
1 - 100	25	47
101 - 500	63	249
501 - 1 000	45	761
1 001 - 5 000	152	2 608
5 001 - 10 000	64	7 072
10 000 a více	16	12 152
C e l k e m	365	2 998 /vážený průměr/

Jak již bylo uvedeno, výrobce garantuje pro běžné čerpadlo seriové výroby při čerpání čisté vody 10 000 provozních hodin. V podmínkách odvodňování dosáhlo takové nebo vyšší životnosti jen 16, tj. 4,4 % z celkového počtu použitých ponorných čerpadel.

Průměrná životnost ponorných čerpadel, nasazených na vrtech odvodňovací soustavy na DJŠ je podstatně menší, činí

cca 3 000 provozních hodin. Odpovídá však zcela ztíženým podmínkám, kterým jsou tato čerpadla v provozu vystavena a relativně nízkým pořizovacím nákladům.

Na základě dlouhodobých zkušeností lze konstatovat, že ponorná čerpadla čs. výroby pro odvodňování písčitých kolektorů plně vyhovují a jsou schopná zajistit požadovanou účinnost odvodňovací soustavy.

Odvodňování dobře propustných zvodněných kolektorů v předpolí povrchových dolů pomocí vertikálních čerpacích odvodňovacích vrtů umožňuje operativně a ekonomicky v předstihu odvodnit dobývací prostory pro lomové dobývání a vytvořit předpoklady pro zakládání a bezpečný provoz vnitřních výsypek.

Dosavadní zkušenosti s odvodňováním na DJŠ ukazují, že při dobré projekční přípravě, bezvadném provedení odvodňovacích vrtů a odpovídající obsluze a údržbě ponorných čerpadel je možno efektivně provozovat odvodňovací soustavu a s potřebným předstihem dosáhnout požadovaného stupně odvodnění.

Sledování, průběžná evidence a pravidelné vyhodnocování výsledků odvodňovacího procesu a dalších ukazatelů s ním souvisejících, by se mělo stát podkladem pro další progresivnější a účinnější řešení složitých problémů odvodňování i na ostatních povrchových dolech v SHR.

S h r n u t í

Dosavadní poznatky o životnosti čerpacích odvodňovacích vrtů a ponorných čerpadel v SHR

Odvodňovací soustava čerpacích vrtů na dole Jan Šverma je v SHR nejdéle v provozu a poskytuje objektivní možnost pro hodnocení životnosti čerpacích vrtů a ponorných čerpadel. Od r. 1974 se sledování jejího provozu provádí komplexně pomocí výpočetní techniky, takže bylo shromážděno množství podkladů, které byly vyhodnoceny ke konci r. 1982. V obtížných podmínkách provozního odvodňování dosahují odvodňovací vrty průměr-