

Ing. Milan V r b í ě k , VÚHU

TĚŽBA Z MEZISTROPU VE DRUHÝCH STĚNOVÝCH LÁVKÁCH

Úvod

Jedním ze stěžejních problémů efektivní těžby ve druhých a dalších stěnových lávkách je i maximální výtěžnost uhelné zásoby ponechané v ochranném mezistropu mezi jednotlivými stěnovými lávkami. V podmínkách Dolu Kohinoor v Mariánských Radčicích je snahou vytěžit rovněž uhelnou zásobu ze svrchní sloje.

Vymezení problému

Cílem řešení je dosažení maximální výtěžnosti nejen z mezistropu, ale i ze svrchní sloje, která je v závalu první stěnové lávky.

Je tedy nutné stanovit:

1. pořadí otvírání výpustí v jednotlivých sekcích
2. způsob dotěžování zbytků uhelné zásoby mezi výpustěmi, které byly otevřeny v první etapě
3. optimální počet pokosů (postup stěn porubu), kdy je nutné těžbu z mezistropu opakovat
4. kvalifikovaný odhad výtěžnosti z mezistropu.

Technické řešení

Úvodem je nutné konstatovat, že teorie pohybu sypkých hmot v zásobnících je velmi málo zpracována. Navíc se zabývá pouze zásobníky, v nichž vrstva horniny je omezena výškou zásobníku. Teoretické práce se zaměřují na:

1. konstrukci zásobníku s ohledem na výsypné poměry
2. konstrukci a velikost výpustě
3. pevnostní parametry zásobníku s ohledem na tlak vyvozovaný jeho obsahem.

V našem případě se však jedná o případ zásobníku o nekonečné výšce s nehomogenním obsahem a zrnitostí. Zásoba, která má být vytěžena, má však omezenou výšku a je navíc pokryta rozdrčeným nadložím o větší objemové hmotnosti, jehož vniknutí do těženého uhlí je nutné v maximální míře omezit. Současně je však žádoucí dosáhnout maximální výtěžnosti uhlí z mezistropu.

Dále je úloha limitována velikostí výpustě, která je dána a nelze ji měnit.

Rovněž geometrický tvar zásobníku je vymezen délkou porubu, zálohou hranou a závalem nadloží. Tvarové vymezení tohoto prostoru je však velmi variabilní, není je tedy možné se současnými znalostmi pohybu hmot v zásobnících exaktně zpracovat.

Bylo tedy nutné zpracovat vlastní pracovní hypotézu a tu ověřit modelovými zkouškami.

Pracovní hypotéza vychází z těchto předpokladů:

1. nad otevřenou výpustí se tvoří výsypové těleso ve tvaru rotačního elipsoidu
2. výška a šířka rotačního elipsoidu je závislá na koeficientu tření a zrnitosti těžené hmoty
3. hmota mimo výsypová tělesa zůstává v klidu
4. těžená hmota výsypového rotačního paraboloidu se doplňuje v případě nekonečně vysokého zásobníku převážně z horních vrstev.

Návrh konstrukce modelu

Problémem modelování je vhodný výběr ekvivalentních modelových hmot.

V našem případě byla zvolena mramorová drť o zrnitosti 4 - 5 mm, protože odpovídá předpokládané zrnitosti těženého materiálu a její koeficient tření sypaniny je blízký koeficientu tření těžené hmoty (uhlí). Měřítko modelu bylo zvoleno 1 : 30.

Model byl vytvořen ze skla, aby bylo možné pozorovat a měřit pohyby sypaniny.

Popis modelu

Model byl zkonstruován ve tvaru úzkého hranolu o vnitřních rozměrech 600 x 500 x 56 mm. Dno modelu je sešikmeno pod úhlem 50° , což odpovídá sešikmení štítu výztuže BMV 1, ve kterém je situován vypouštěcí otvor. Nosná konstrukce modelu je z plechových úhelníků 15 x 15 x 1 mm. Stěny jsou ze skla o tloušťce 5 mm, aby bylo možné pozorovat a měřit pohyby sypaniny. Pro usnadnění měření je na stranách modelu čtvercová síť o okatosti 10 x 10 mm. Dno modelu je z plechu a je opatřeno uzavíratelnými výpustěmi o rozměrech 30 x 36 mm.

Teorie řešení

Teoretické předpoklady řešení vycházejí z pracovní hypotézy a z prací provedených Dr. Ing. R. Kvapilem.

Měření na modelech, které bylo provedeno Dr. Ing. R. Kvapilem a VÚHU v Mostě potvrdilo, že v zásobnících se při vypouštění tvoří výsypové těleso, jehož tvar je blízký rotačnímu elipsoidu. Rozměry elipsoidů jsou závislé na zrnitosti a vnitřním tření těžené hmoty.

Hmoty malých zrnitostí tvoří štíhlé a vysoké těleso, hmoty velkých zrnitostí pak širší a nižší. Výsledky měření byly zpracovány v grafu (obr. 1). Měření bylo rovněž prokázáno, že uvnitř výsypového tělesa se vytváří ještě rotační elipsoid tzv. sekundárního pohybu, jehož objem je cca 15 x menší, než objem rotačního elipsoidu.

Z grafu, uvedeném na obr. 1, je tedy možné odečíst při předpokládané zrnitosti objem a výšku rotačního elipsoidu. Na základě těchto dvou veličin je pak možné vypočítat zbývající rozměry.

Pro objem elipsoidu (V_1) platí vztah (1)

$$V_1 = 4,1888 \cdot a_1 \cdot b_1^2 = 2,0944 h_1 \cdot b_1^2, \quad /1/$$

kde

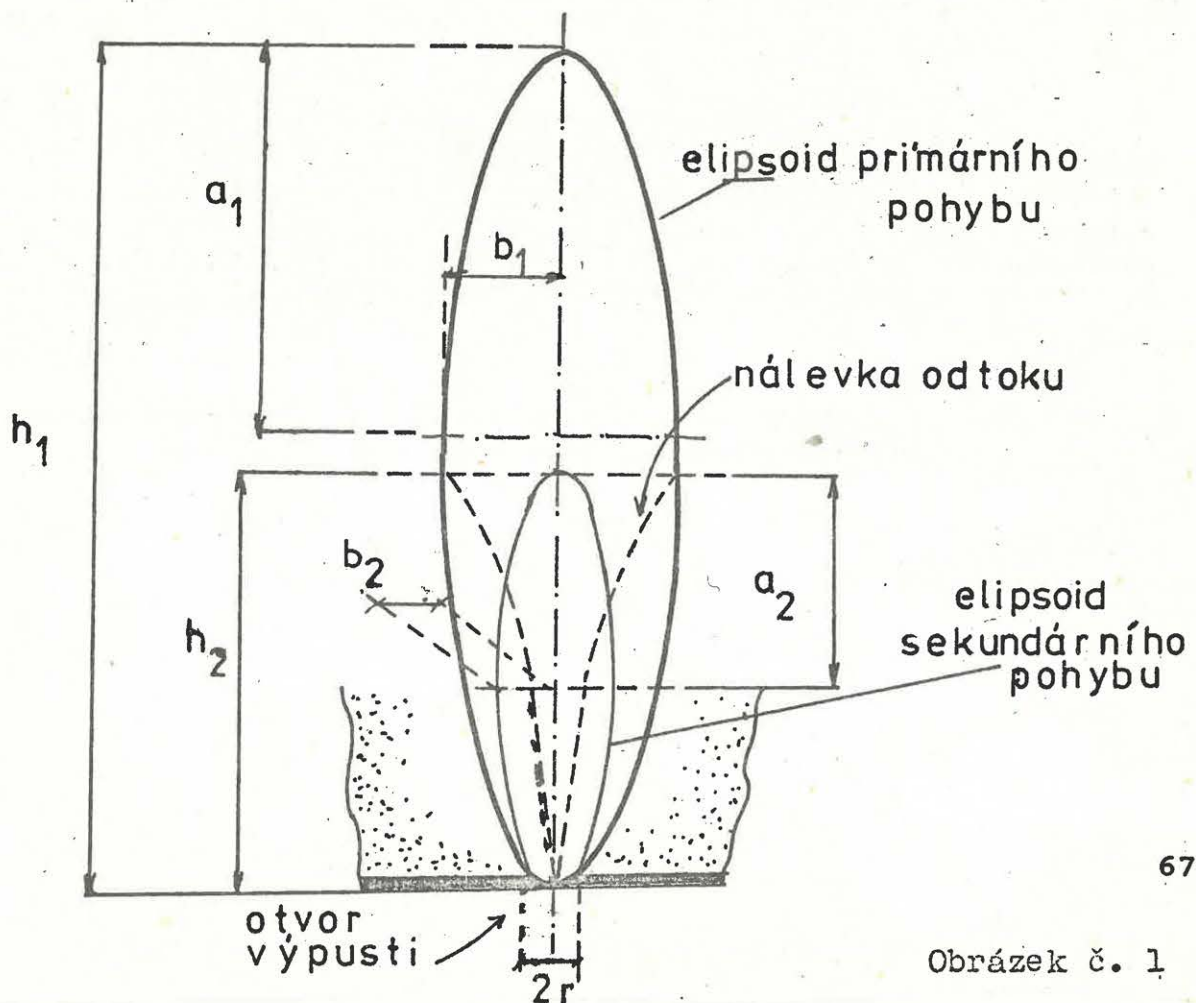
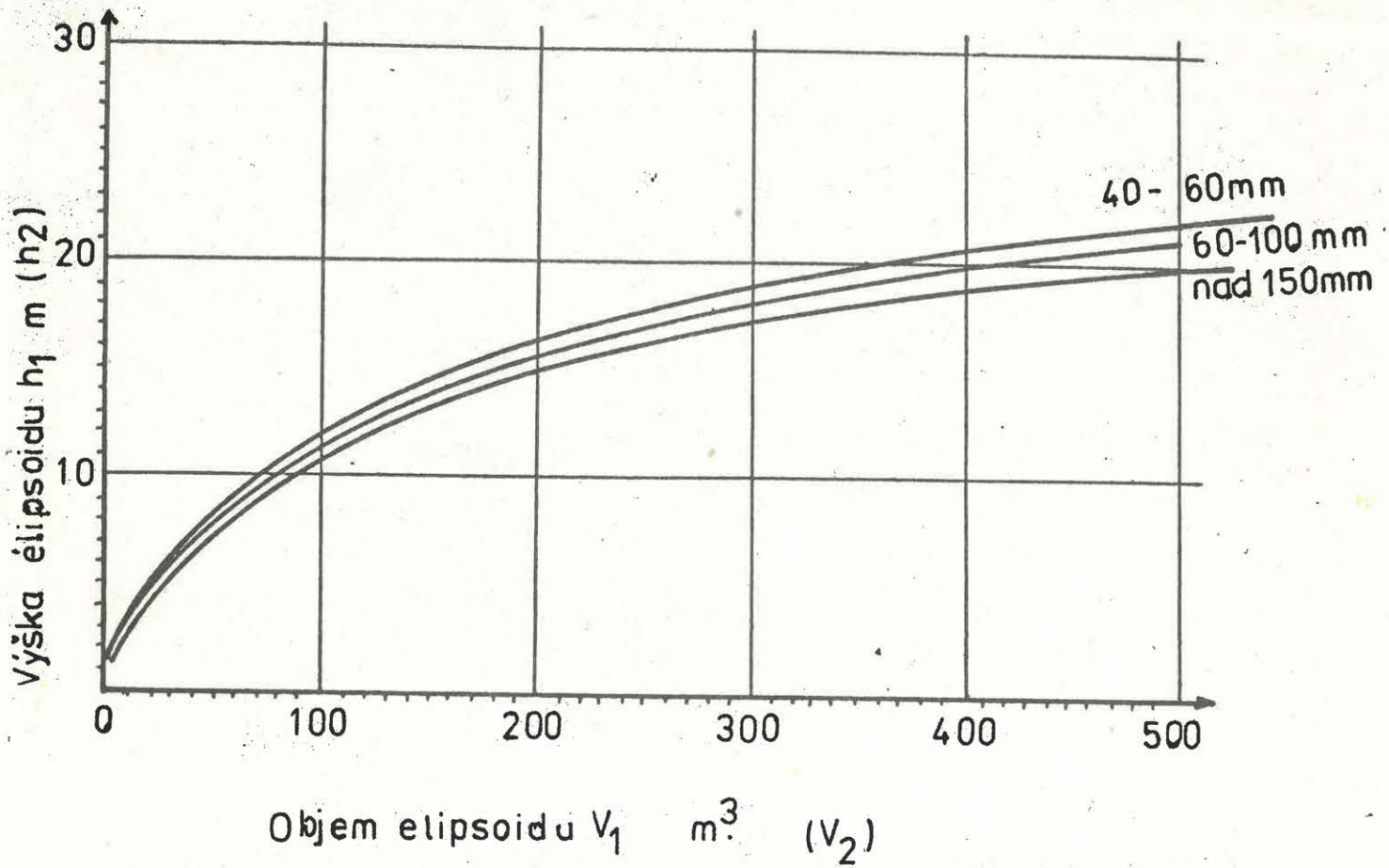
- a_1 délka hlavní poloosy elipsoidu primárního pohybu
- b_1 délka vedlejší poloosy elipsoidu primárního pohybu
- h_1 výška elipsoidu primárního pohybu.

Pak

$$b_1 = \sqrt{\frac{V_1}{2,0944 \cdot h_1}} \quad /2/$$

Z grafu na obr. 1 známe výšku h_1 a objem V_1 primárního elipsoidu. Z měření na modelech víme, že platí

$$V_1 = 15 \cdot V_2 \quad /3/$$



$$\frac{h_1}{2} : \sqrt{\frac{v_1}{2,094 \cdot h_1}} = a_2 : \sqrt{\frac{v_1}{62,832 \cdot a_2}} \quad /4/$$

Po úpravě

$$a_2 = 0,203 h_1 \quad /5/$$

Délku vedlejší poloosy získáme ze vztahů

$$v_1 = 15 \cdot 2 \cdot a_2 \cdot b_2^2 \cdot 2,0944 \quad /6/$$

$$b_2 = \sqrt{\frac{v_1}{62,832 \cdot a_2}} \quad /7/$$

$$b_2 = 0,126 \cdot \sqrt{\frac{v_1}{a_2}} \quad /8/$$

Nyní, když máme stanoveny rozměry elipsoidů primárního i sekundárního pohybu, můžeme určit poloměr nálevky odtoku (y_R):

$$y_R = \sqrt{(h_1 - h_2) \cdot h_2 (1 - \epsilon^2)} \quad /9/$$

$$\epsilon = \sqrt{(a^2 - b^2 \cdot a)} \quad /10/$$

Vliv výpusti na plynulost toku náplně zásobníku

Četnými zkouškami se zjistilo, že podmínkou vytvoření sekundárního pohybu je poměr mezi velikostí zrna, tvaru a plochy výpusti.

Optimální poměr mezi zrnem a plochou výpusti byl zkoušen na modelech. Z výsledků zkoušek vyplývá, že minimální nutná plocha výpusti čtvercového tvaru odpovídá vztahu

$$x = (5 y)^2 \quad /11/$$

Zkouškami byl dále určen bezpečnostní součinitel $k = 1,4$, kterým je nutné násobit plochu výpusti, takže můžeme napsat

$$x_p = (5 y)^2 \cdot k \quad /12/$$

Strana čtvercové výpusti (a) pak odpovídá vztahu

$$a = \sqrt{(5 y)^2 \cdot k} \quad /13/$$

Príslušná veľikost zrna (y) pak

$$y = \frac{1}{5} \cdot \sqrt{\frac{x_p}{k}} \quad /14/$$

Vzpěrné klenby nad výpustí

Příčiny tvorby vzpěrných kleneb musíme rozdělit do tří skupin :

- a) Velikost zrna není ve vhodném poměru k ploše výpusti.
- b) Náplň zásobníku má velký obsah vody.
- c) Slehávání a vznik plastické deformace náplně zásobníku.

Vliv výšky elipsoidu na rychlost toku sypké hmoty v rovině výpustě zásobníku

Laboratorními pokusy a praktickými měřeními bylo prokázáno, že každá sypká hmota má určitou schopnost pohybu, která závisí zejména na koeficientu vnitřního tření. Ruský autor Zenkov /1/ udává pro pohybový součinitel (m) vztah

$$m = 1 + 2 f^2 - 2 f \cdot \sqrt{1 + f^2} \quad /15/$$

$$f \doteq \operatorname{tg} \phi$$

Rychlost toku hmoty ve výpusti

Rychlost toku sypké hmoty v rovině výpusti zásobníku závisí na jejím součiniteli pohyblivosti (m) a na tlaku, který vyvozuje sloupec sypké hmoty nad rovinou výpusti. Výška sloupce ovlivňující tlak ve výpusti je rovna výšce sekundárního elipsoidu. Zenkov udává pro celkovou sílu (P) v rovině výpusti vztah

$$P = h_2 \cdot \tau \cdot F \cdot \left(1 - \frac{f \cdot d \cdot h_2 \cdot m}{2 F} \right) \quad /16/$$

kde

τ objemová hmotnost hmoty v zásobníku t, m^{-3}
 F plocha výpusti m^2
 d průměr výpusti m

Tlak na jednotku plochy vyjádříme vztahem

$$p_x = \frac{P}{100 F} \quad (\text{MPa}) \quad /17/$$

Rychlost ve výpusti (v)

$$v = \sqrt{2 g \cdot \frac{p_x}{\tau}} \quad (m \cdot s^{-1}) \quad /18/$$

Náplň zásobníku není dokonale sypkou hmotou, tudíž její skutečná rychlost je menší než teoretická. Proto se pro výpočet rychlosti zavádí koeficient (λ)

$$\lambda = \frac{1}{\sqrt{2 f \cdot \frac{1}{f} + 2 - 1 + f^2}} \quad /19/$$

tedy

$$v = \lambda \cdot \sqrt{2y \frac{P_x}{\tau}} \quad (\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}) \quad /20/$$

Množství vypuštěné hmoty Q

$$Q = v \cdot F \quad (\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}) \quad /21/$$

Optimální vzdálenost výpustí zásobníku

Modelové zkoušky prokázaly, že při vypouštění hmoty ze zásobníku dochází při určité rozteči ke vzájemnému ovlivňování a propojení elipsoidů nad jednotlivými výpustěmi, což se projevuje zvětšeným množstvím vypouštěné zásoby. Tento jev je možné vysvětlit tím, že stacionární tření ve vypouštěné zásobě se změnilo na kinetické, které je vždy menší, takže v místě překrytí jednotlivých elipsoidů je převaha vlivu kinetického tření. Tím dojde ke zvýšení koeficientu (m) a snížení koeficientu (f), což zapříčiňuje zvýšení rychlosti toku materiálu z výpustí.

Protože známe rozměry elipsoidů, můžeme na základě této úvahy předpokládat, že k ovlivnění primárních elipsoidů nedojde v případě, že rozteč výpustí (t) bude vyhovovat vztahu

$$t_1 > 2 b_1 \quad /21/$$

Pro elipsoidy sekundárního pohybu pak platí pro stejnou podmínku

$$t_2 > 2 b_2 \cdot 1,3 \quad /22/$$

Ke vzájemnému ovlivnění dochází tedy, když jsou splněny podmínky

$$t_1 < 2 b_1 \quad t_2 < 2 b_2 \cdot 1,3 \quad /23/$$

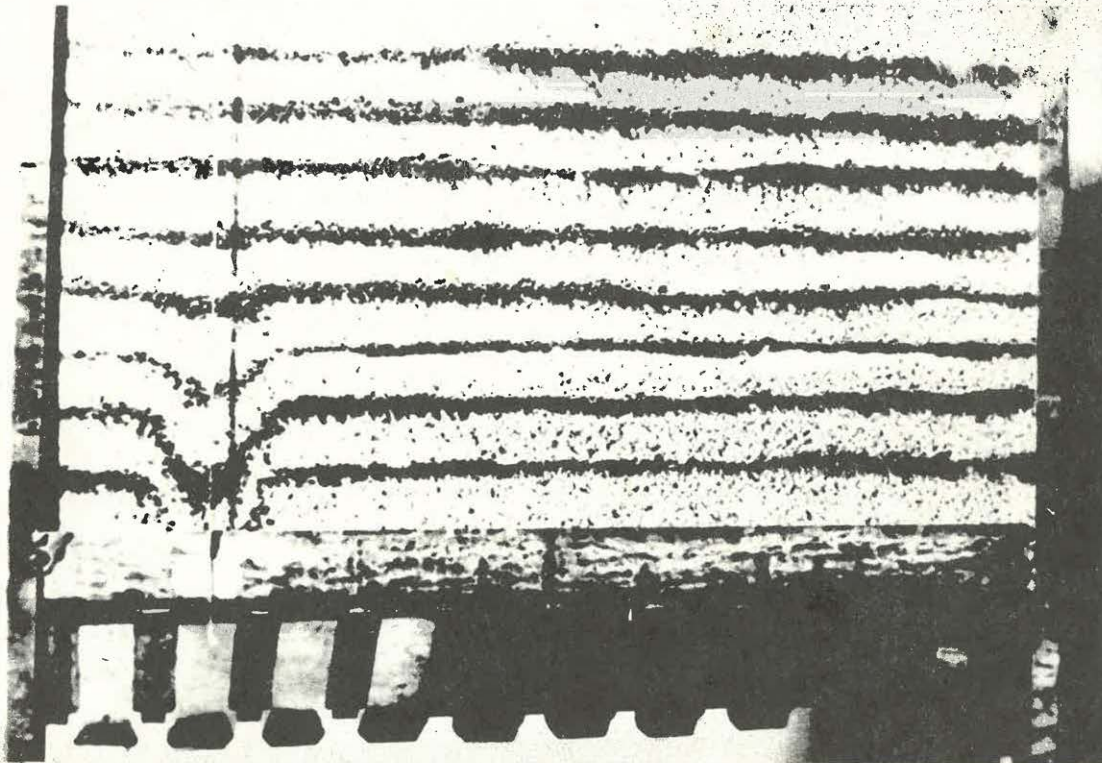
Dokonalého ovlivnění dosáhneme, když

$$t_2 \leq 2 b_2 \quad /24/$$

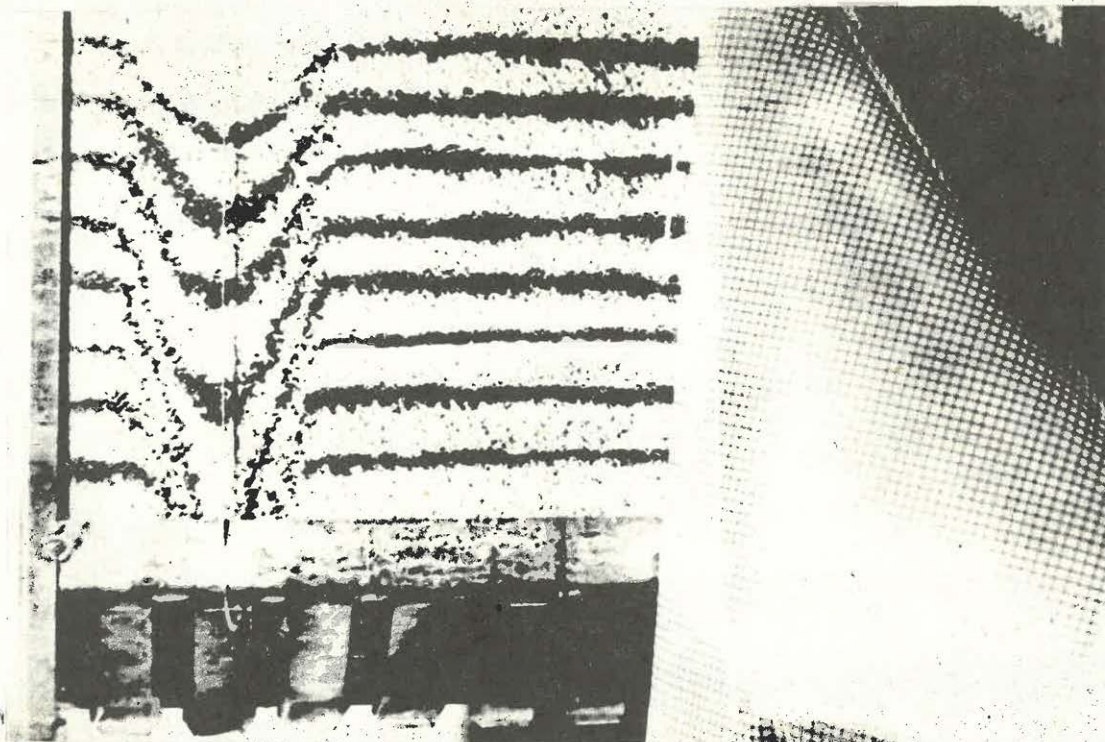
Dalším neméně důležitým faktorem je vzdálenost osy elipsoidu od vnitřní svislé stěny zásobníku. Zkouškami bylo stanoveno, že tato vzdálenost (m) nemá přesáhnout dvojnásobnou hodnotu vedlejší poloosy sekundárního elipsoidu.

Musí tedy vyhovovat podmínka

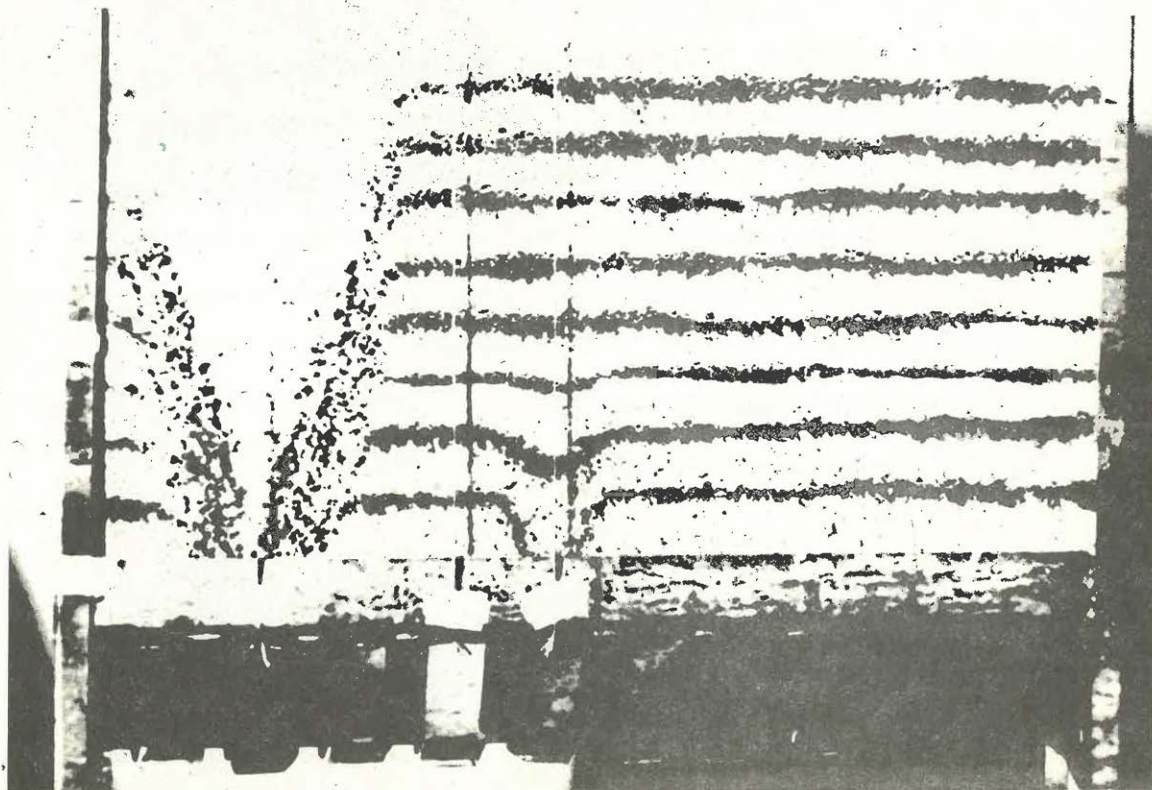
$$m < 2 \cdot b_2 \quad /25/$$



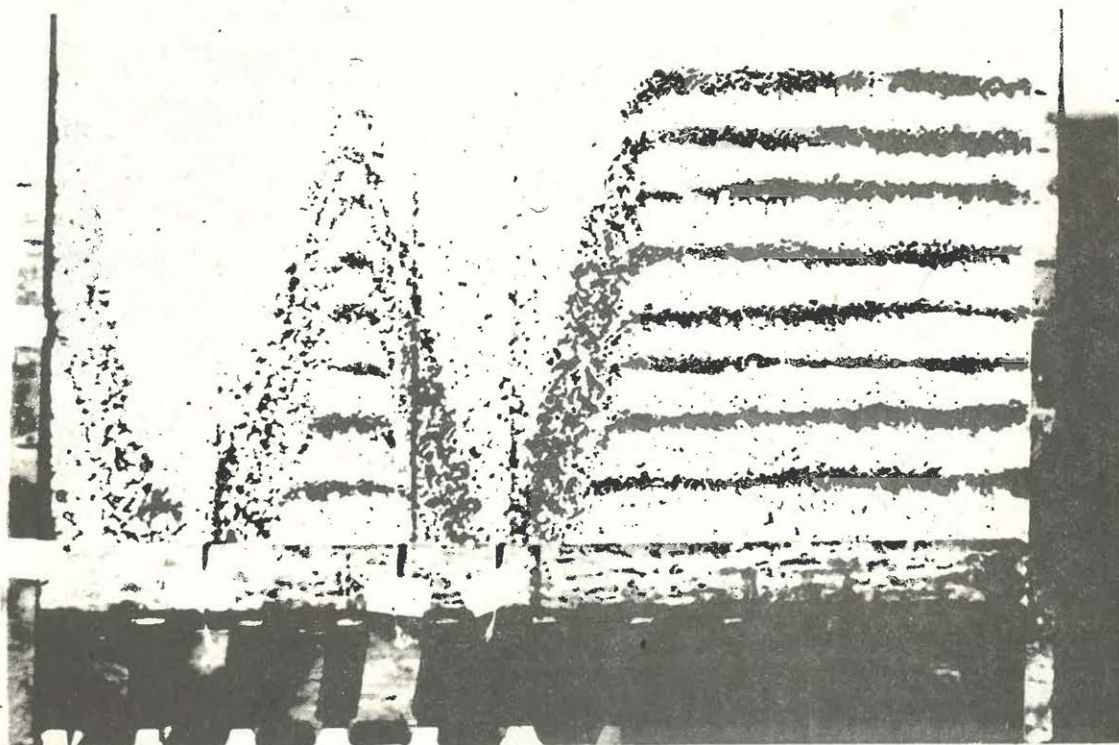
Obr. 1. Na snímku je patrný počátek tvorby výsypkového tělesa. Svislá osa je vyznačena napnutým provázkem, vedlejší jsou označeny vrstvičkami černé drtě.
Objem sypaniny 75 cm³.



Obr. 2. Na snímku je patrný elipsoid, jehož hlavní osa dosahuje do nadloží. Dále je patrná počínající dotace z horních vrstev.
Objem sypaniny 550 cm³.



Obr. 3. Na snímku je dokumentována dotace elipsoidu z horních vrstev zásobníku
Objem sypaniny 1.100 cm³.



Obr. 4. Na snímku je patrné, že sypanina mezi výsypovými tělesy zůstává v klidu. Snímek rovněž dokumentuje absenci vlivu sypného úhlu použitého materiálu.

Vyhodnocení pracovní hypotézy a teoretických předpokladů na základě výsledků modelových zkoušek

Modelové zkoušky (foto 1 - 4) tedy prokázaly, že:

1. Nad otevřenou výpustí se tvoří výsypové těleso, jehož tvar je blízký rotačnímu elipsoidu (foto 1).
2. Výška elipsoidu se zvyšuje v závislosti na objemu vypouštěného materiálu (foto 2).
3. K doplňování materiálu v elipsoidu dochází převážně z horních vrstev sypaniny, absentuje tedy vliv sypného úhlu těženého materiálu (foto 3).
4. Sypanina mezi elipsoidy nad jednotlivými výpustěmi je v klidu (foto 4).

Vliv vnitřního tření sypaniny na geometrické tvary výsypových těles se nepodařilo prokázat, jelikož byl použit pouze jeden druh sypaniny (mramorová drť). Protože sypanina použitá při modelování má hodnotu koeficientu tření blízkou koeficientu tření uhlí, je možné předpokládat, že tvary výsypových těles, ověřené modelovými zkouškami, budou korespondovat se skutečnými.

Dá se tudíž očekávat, že i ostatní teoretické předpoklady se budou blížit skutečnosti.

Aplikace výsledků modelových zkoušek na podmínky řešení problematiky

Úvodem je nutné konstatovat, že modelové zkoušky byly prováděny v přesně limitovaných podmínkách a to zejména:

- přesně limitovaný tvar zásobníku
- stálá zrnitost sypaniny
- minimální vlhkost sypaniny.

Je zřejmé, že v podmínkách aplikace řešení nebude dodržena jak stálá zrnitost, tak tvar zásobníku (závalového prostoru) za sekce.

Tato fakta pochopitelně mohou ovlivnit některé praktické výsledky řešení.

Vstupní parametry

1. mocnost mezistropu	$m = 2,00 \text{ m}$
2. mocnost svrchní sloje ponechané v závalu	$m_1 = 4,00 \text{ m}$
3. mocnost ochranného stropu 1. sténové lávky	$m_3 = 0,8 \text{ m}$
koeficient nakypření závalu 1. lávky	$k_1 = 1,20$
koeficient nakypření mezistropu 2. lávky	$k_2 = 1,38$

Průměrná objemová hmotnost závalu $k \phi$

$$k \phi = \frac{\frac{1,30}{1,20} \cdot 4,8 + \frac{1,25}{1,38} \cdot 2}{4,8 + 2} = 1,031 \text{ t.m}^{-3}$$

Předpokládaná zrnitost sypaniny $y = 150 \text{ mm}$

VýpočetVýška těžené vrstvy

$$m = 2 \cdot 1,38 + 4,8 \cdot 1,2 = 8,52 \text{ m}$$

Objem elipsoidu, odpovídající výšce h_1 , odečteme z grafu 1 (příloha 1).

$$v_1 = 55 \text{ m}^3$$

$$h_1 = 8,52 \text{ m}$$

$$b_1 = \sqrt{\frac{v_1}{2,094 \cdot h_1}} = \sqrt{\frac{55,0}{2,094 \cdot 8,52}} = 1,756 \text{ m}$$

$$a_2 = 0,203 \cdot h_1 = 0,203 \cdot 8,52 = 1,730 \text{ m}$$

$$b_2 = 0,126 \cdot \sqrt{\frac{v_1}{a_2}} = 0,126 \cdot \sqrt{\frac{55}{1,73}} = 0,711 \text{ m}$$

$$\epsilon = \frac{\sqrt{a_1^2 - b_1^2}}{a_1} = \frac{\sqrt{4,26^2 - 1,756^2}}{4,26} = 0,911 \text{ m}$$

$$y_r = \sqrt{(h_1 - h_2) \cdot h_2 (1 - \epsilon^2)} = \\ = \sqrt{(8,52 - 3,46) \cdot 3,46 (1 - 0,911^2)} = 1,726 \text{ m}$$

Optimální rozteč (t) výpustí (elipsoidů)

a) primární elipsoid

$$t_1 \leq 2 b_1 = 2 \cdot 1,756 \text{ m} = 3,512 \text{ m}$$

b) sekundární elipsoid

$$t_2 \leq 2 b_2 \cdot 1,3 = 2 \cdot 0,711 \cdot 1,3 = 1,849 \text{ m}$$

Vzdálenost (n) výpustě od bočního pilíře stěn porubu

$$n = 2 \cdot b_2 = 2 \cdot 0,711 = 1,422 \text{ m}$$

Návrh technologického postupu vypouštění uhelné zásoby

Uvedené výpočty jsou založené na předpokladu, že výška těžené vrstvy je cca 8,5 m. Je však nutné předpokládat, že závalem došlo k částečnému promíchání uhelné zásoby ze svrchní sloje s nadložními jíly. Tato skutečnost se může projevit jako snížení mocnosti vrstvy.

Z těchto důvodů se navrhuje vypouštění uhelné zásoby ve dvou etapách.

1. etapa

Z výpočtů je patrné, že optimální rozteč výpustí při uvažované výšce tě-

žené hmoty 8,5 m je 3,512 m.

Optimální vzdálenost výpustě od stěny zásobníku (v našem případě od bočního piliře) je 1,422 mm.

V první etapě vypouštění se tedy navrhuje vypouštět jednotlivé sekce (sekce jsou číslovány od vtažné strany, vypouštěné sekce jsou označeny křížkem) v pořadí uvedeném v tabulce 1.

Tabulka 1

1. etapa

1. etapa		2. etapa	
sekce č.	sekce č.	sekce č.	sekce č.
1	23 x	1 x (1)	23
2	24	2 x (2)	24 x
3 x	25 x	3	25
4	26	4 x	26 x
5 x	27 x	5	27
6	28	6 x	28 x
7 x	29 x	7	29
8	30	8 x	30 x
9 x	31 x	9	31
10	32	10 x	32 x
11 x	33 x	11	33
12	34	12 x	34 x
13 x	35 x	13	35
14	36	14 x	36 x
15 x	37 x	15	37
16	38	16 x	38 x
17 x	39 x	17	39
18	40	18 x	40 x (2)
19 x	41	19	41 x (1)
20	42	20 x	42 x (3)
21 x	43 x	21	43
22	44	22 x	44 x

V tabulce 1 je doporučen technologický postup těžby uhelné zásoby z mezistropu a svrchní sloje, která je obsažena v závalu první stěnové lávky. Technologický postup zohledňuje zejména možnost znehodnocení uhelné zásoby jílovým nadložím.

Navržený technologický postup platí pouze ve směru podélné osy porubu.

Ve směru postupu porubu je nutné zohlednit tyto aspekty:

- maximální výtěžnost z mezistropu
- optimální výtěžnost ze svrchní sloje.

Dle našeho názoru je nutné preferovat výtěžnost z mezistropu, kde je záruka kvalitního uhlí.

Vycházíme-li z ověřeného předpokladu, že výsypová tělesa mají tvar rotačního elipsoidu, pak na základě znalosti mocnosti těžené vrstvy je možné určit optimální rozteč výpustí, což v našem případě reprezentuje směrný postup porubu (počet pokosů).

Výpočet

Vstupní parametry

mocnost mezistropu
koeficient nakypření
objem elipsoidu
velikost zrna
výška těžené vrstvy

$$\begin{aligned} m &= 2,00 \text{ m} \\ k_n &= 1,38 \\ V_1 &= 13,00 \text{ m}^3 \\ Y &= 150,00 \text{ mm} \\ h_1 = m \cdot k_n &= 2,76 \text{ m} \end{aligned}$$

$$b_1 = \sqrt{\frac{V_1}{2,094 \cdot h_1}} = \sqrt{\frac{13}{2,094 \cdot 2,76}} = 1,5 \text{ m}$$

$$t_1 = 2 \cdot b_1 = 3,00 \text{ m}$$

$$m = 2 b_1 = 3,00 \text{ m}$$

Z výsledků výpočtu vyplývá, že optimální vzdálenost výpustí $t_1 = 3,00 \text{ m}$, což v našem případě reprezentuje 5 pokosů.

Těžbu z mezistropové lávky je tedy nutné realizovat při postupu stěnového porubu o $3,00 \text{ m}$, což reprezentuje 5 pokosů.

Kontrolujeme-li výsledky výpočtů a z nich resultující podmínky těžby z mezistropu, dostaneme pořadí těžených výpustí, které jsou uvedeny v tab. 2. Vypouštěné sekce jsou označeny křížkem.

Tabulka 2

		doplňující těžba	
sekce č.	sekce č.	sekce č.	sekce č.
1	23	1 x	23 x
2 x	24 x	2	24
3	25	3 x	25 x
4 x	26 x	4	26
5	27	5 x	27 x
6 x	28 x	6	28
7	29	7 x	29 x
8 x	30 x	8	30
9	31	9 x	31 x
10 x	32 x	10	32
11	33	11 x	33 x
12 x	34 x	12	34
13	35	13 x	35 x
14 x	36 x	14	36
15	37	15 x	37 x
16 x	38 x	16	38
17	39	17 x	39 x
18 x	40 x	18	40
19	41	19 x	41 x
20 x	42 x	20	42
21	43	21 x	43 x
22 x	44 x	22	44

Provedeme-li konfrontaci tab. 1 a 2, je možné optimalizovat vypouštění jak mezistropu, tak zásoby ponechané v první sténové lávce. Optimalizace je provedena jak v podélné, tak v příčné ose porubu. Výsledky jsou uvedeny v tab. 3.

Tabulka 3

sekce č.	těžba z 1. láv- ky		těžba mezi- stropu		optimalizace v obou osách	
	1.etapa	2.etapa	1.etapa	2.etapa	1.fáze	2. fáze
1		x (1)		x		x
2		x (2)	x		x	
3	x			x		x
4		x	x		x	
5	x			x		x
6		x	x		x	
7	x			x		x
8		x	x		x	
9	x			x		x
10		x	x		x	
11	x			x		x
12		x	x		x	
13	x			x		x
14		x	x		x	
15	x			x		x
16		x	x		x	
17				x		x
18		x	x		x	
19	x			x		x
20		x	x		x	
21	x			x		x
22		x	x		x	
23	x			x		x
24		x	x		x	
25	x			x		x
26		x	x		x	
27	x			x		x
28		x	x		x	
29	x			x		x
30		x	x		x	
31	x			x		x
32		x	x		x	

Pokračování tabulky 3

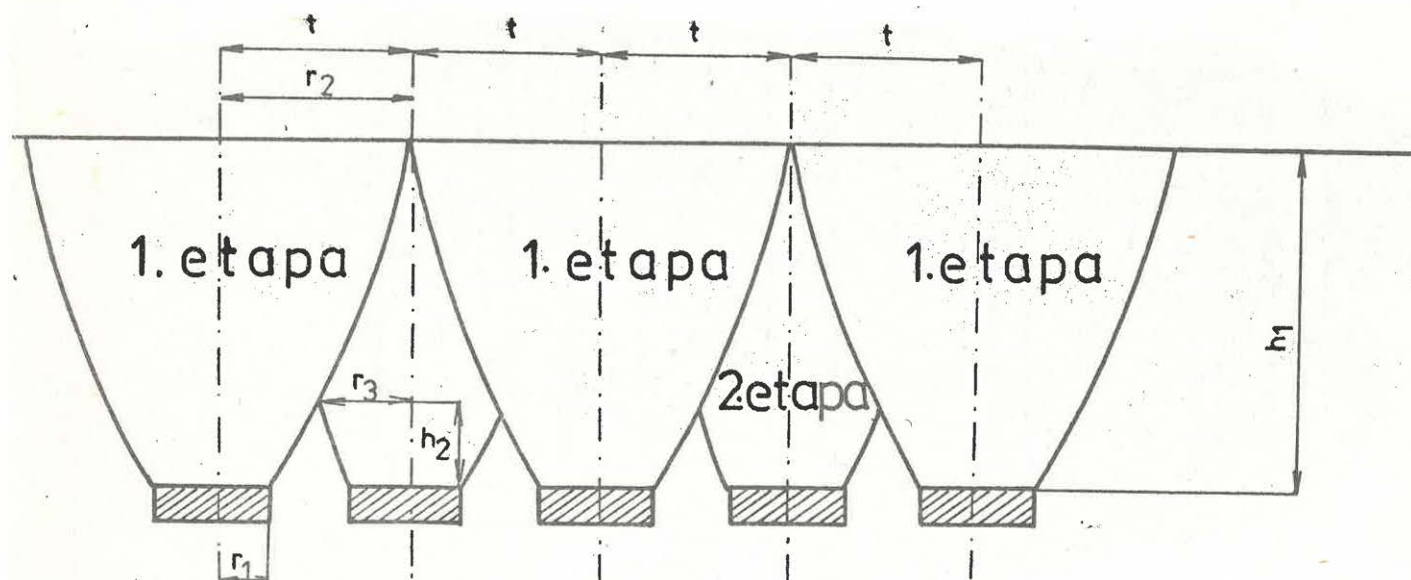
sekce č.	těžba z 1.láv- ky		těžba mezi- stropů		optimalizace v obou osách	
	1.etapa	2.etapa	1.etapa	2.etapa	1.fáze	2.fáze
33	x			x		x
34		x	x		x	
35	x			x		x
36		x	x		x	
37	x			x		x
38		x	x		x	
39	x			x		x
40		x (2)	x		x	
41		x (1)		x		x
42		x (3)	x		x	
43	x			x		x
44		x	x		x	

Poznámka:

Vypouštění zásoby z mezistropu a 1. lávky se realizuje vždy po postupu stěn porubu o 2,4 m, tj. 4 pokosy (vypouštěné sekce jsou označeny (x))

Předpokládaná výtěžnost

Pro usnadnění výpočtu počítáme objemy výsypových těles nad jednotlivými výpustěmi jako vrstvy rotačních paraboloidů.



Obr. 2

rozteč výpustí
poloměr výpustí
výška téžené vrstvy
poloměr. rotač. par. na rozhraní téžené vrstvy
výška vrstvy rotačního paraboloidu v místě
průniku paraboloidů

$$\begin{aligned} t &= 1,5 \\ r_1 &= 0,45 \text{ m} \\ h_1 &= m \cdot k_n = 2 \cdot 1,38 = 2,76 \text{ m} \\ r_2 &= b_1 = 1,5 \text{ m} \\ h_2 &= 1,00 \text{ m} \\ r_3 &= 1,131 \text{ m} \end{aligned}$$

Výpočet

Z obr. 1 je patrné, že vytěžený objem sypaniny odpovídá vztahu

$$2 \cdot 0,5\pi (r_2^2 - r_1^2) \cdot h_1 + 2 \cdot 0,5\pi (r_3^2 - r_1^2) \cdot h_2 + 2 \cdot \pi \cdot r_4^2 \cdot h_3 = V_1$$

$$r_4 = 0,5 (2t - 2r_1) = 0$$

$$r_2^2 = k \cdot x$$

$$x = h_1$$

$$k = 1,278$$

Tabulka 4

r	0	0,45	0,800	1,131	1,385	1,599	1,788	1,878	2,09
h	0	0,398	0,5	1,0	1,5	2,00	2,5	2,76	3,158

$$V_1 = 2 \cdot 0,5\pi (1,5^2 - 0,45^2) \cdot 2,76 + 2 \cdot 0,5\pi (1,131^2 - 0,45^2) \cdot 1 = 21,136 \text{ m}^3$$

$$Q_1 = V_1 \cdot \frac{\tau}{k_n} = 21,136 \cdot \frac{1,3}{1,38} = 19,911 \text{ t}$$

$$V_2 = 4 \text{ t} \cdot h_1 \cdot 2r_2 = 4 \cdot 1,5 \cdot 2,76 \cdot 2 \cdot 1,5 = 49,680 \text{ m}^3$$

$$G_2 = 46,800 \text{ t}$$

$$\text{Výtěžnost v \%} = \frac{Q_1}{Q_2} \cdot 100 = \frac{21,136}{46,800} = 42,54 \%$$

Předpokládáme-li, že výtěžnost ve sténovém porubu je 90 %, pak celková výrubnost (V_C %) jak ze stěny, tak z mezistropu

$$V_C = \frac{3 \cdot 90 + 2 \cdot 42,54}{5} = 71,016 \%$$

Závěr

Cílem řešení byla optimalizace těžby zásoby ponechané v ochranném mezistropu druhé stěnové lávky s cílem o maximální výtěžnost. V současné době je navržený technologický postup realizován ve druhé stěnové lávce Dolu Kohinoor v Mar. Radčicích.

Výsledky hodnocení první etapy prokazují, že výtěžnost z mezistropu je cca 3,27 t.m⁻², což představuje cca 46,7 %. Dá se tedy konstatovat, že teoretické předpoklady korespondují se skutečností.

S h r n u t í

V práci je řešena optimalizace těžby z mezistropu ve druhé stěnové lávce se snahou o maximální výtěžnost. Návrh technologického postupu vypouštění zásoby využívá výsledků pokusů na modelech.

Z u s a m m e n f a s s u n g

Abbauverfahren der Zwischenschicht in der zweiten Strebbank

Im Beitrag wird die Optimierung der Kohलगewinnung der Zwischenschicht in der zweiten Strebbank mit der Zielstellung, ein maximales Ausbringen des Kohlenflozes zu erreichen. Der Vorschlag dieses Abbauverfahrens geht aus den Ergebnissen hervor, die durch die Untersuchung an einer Modellanlage gewonnen wurden.

S u m m a r y

The excavation from the interroof in second wall benches

In the work it is solved the extraction optimization from the interroof in the second wall bench with the endeavour about maximal yield. The proposal of technological process of reserve extraction utilizes the results of trials on the models.

Р е з ю м е

Добыча из промежуточного потолка бо вторых прямолинейных лавах

В статье описано решение оптимизации добычи из промежуточного потолка во второй прямолинейной лаве с целью максимальной степени извлечения. Предложение технологии выпуска запаса использует результаты экспериментов на модели.

Použitá literatura:

1. Zenkov - Mechanika sypkých hmot. Mašgiz, 1952.