

Vliv rozměrů vydobytých komor a ochranných pilířů na množství a kvalitu zbytkových zásob

Přijato: 25.10.2005, recenzováno: 10.11.2005

Einfluss der Abmessungen der ausgekohnten Kammern und Schutzpfeiler auf Menge und Qualität der Restvorräte

Die Menge und Qualität der Restvorräte nach dem vorhergehenden Untertagebau ist von der ganzen Reihe von Faktoren abhängig. Unter wesentliche Faktoren gehören die Größe des Kammergrundrisses und die Mächtigkeit des Kammerschutzpfeilers. Der vorgelegte Beitrag beinhaltet eine Analyse des Einflusses der Änderungen von diesen Parametern auf die Qualität und Menge der Restvorräte.

Impact of mined out chambers and protective columns dimensions to residual deposits amount and quality

Amount and quality of residual deposits after previous underground exploitation depends on many factors. Size of chamber designs and thickness of a chamber protective column belong to the substantial ones. Impact analysis of these parameter changes to residual reserves quality and amount is the content of the submitted discourse.

Влияние размеров извлеченных камер и охранных целиков на количество и качество остаточных запасов угля

Количество и качество остаточных запасов после предыдущей подземной разработки угля зависит от целого ряда факторов. К важнейшим из них относятся размер горизонтальной плоскости камеры и мощность охрannого целика камеры. Анализ влияния изменений этих параметров на качество и количество остаточных запасов является предметом предлагаемой статьи.

Vliv rozměrů vydobytých komor a ochranných pilířů na množství a kvalitu zbytkových zásob

Množství a kvalita zbytkových zásob po předchozí hlubinné těžbě je závislá na řadě faktorů. Mezi podstatné patří velikost půdorysu komory a mocnost ochranného pilíře komory. Analýza vlivu změn těchto parametrů na kvalitu a množství zbytkových zásob je obsahem předloženého pojednání.

1. Úvod

Mezi faktory, které mohou významně ovlivnit množství a kvalitu zbytkových zásob ve sloji po předchozím komorování na zával, patří rozměry vydobytých komor a mocnost (šířka) jejich ochranných pilířů. Z dostupné mapové dokumentace slojí po hlubinném vydobyví je patrné, že velikost komor nebyla při exploataci zcela konstantní, stejně jako rozměry ochranných pilířů. Variabilita rozměrů komor a pilířů přímo ovlivňuje objem a hmotnost závalu a tedy i uhelných zásob v segmentu sloje znovu dobývaném povrchovým způsobem. Vliv změn rozměrů komor a jejich pilířů na výsledek prognózy množství a kvality těžby z území dříve vydobytého komorováním na zával je předmětem této studie, která je jedním z výsledků výzkumu prováděného díky podpoře GAČR jako projekt č. 105/04/1306.

2. Dosavadní postup stanovení zbytkových zásob

Pro stanovení množství a kvality substance zbylé v přerubaných plochách je standardně využívána modelace a zjednodušení poměrů ve sloji využitím údajů jednoho vybraného průzkumného vrtu, charakterizujícího složení panenské sloje. Dosavadní výpočty prognóz vycházely vždy z předpokladů i zkušeností, že komory v jednotlivých lávkách byly dobývány v základních půdorysných rozměrech 8 x 8 m při průměrné šířce mezikomorových pilířů 3 m. Výpočet dále nepředpokládal ovlivnění výrubnosti komor v jednotlivých lávkách odtěžením uhelné substance z horních lávek. Zavalování komor pak předpokládá pouze podíly hmot ze stropu a nadstropu resp. nadloží nad půdorysem komory v nakypřeném stavu. Mocnost stropu komory je určována rozdílem mezi mocnostmi dobývané lávky a potřebnou výškou komory (cca 8 – 10 m). Pro stanovení objemu hornin v zavalené komoře je uvažováno s koeficientem trvalého nakypření $k_n = 1,1$ [1].

Pro výpočet hmotnosti jednotlivých vrstev byl v této studii použit ověřený regresní vztah mezi obsahem popela a zdánlivou hustotou ve tvaru

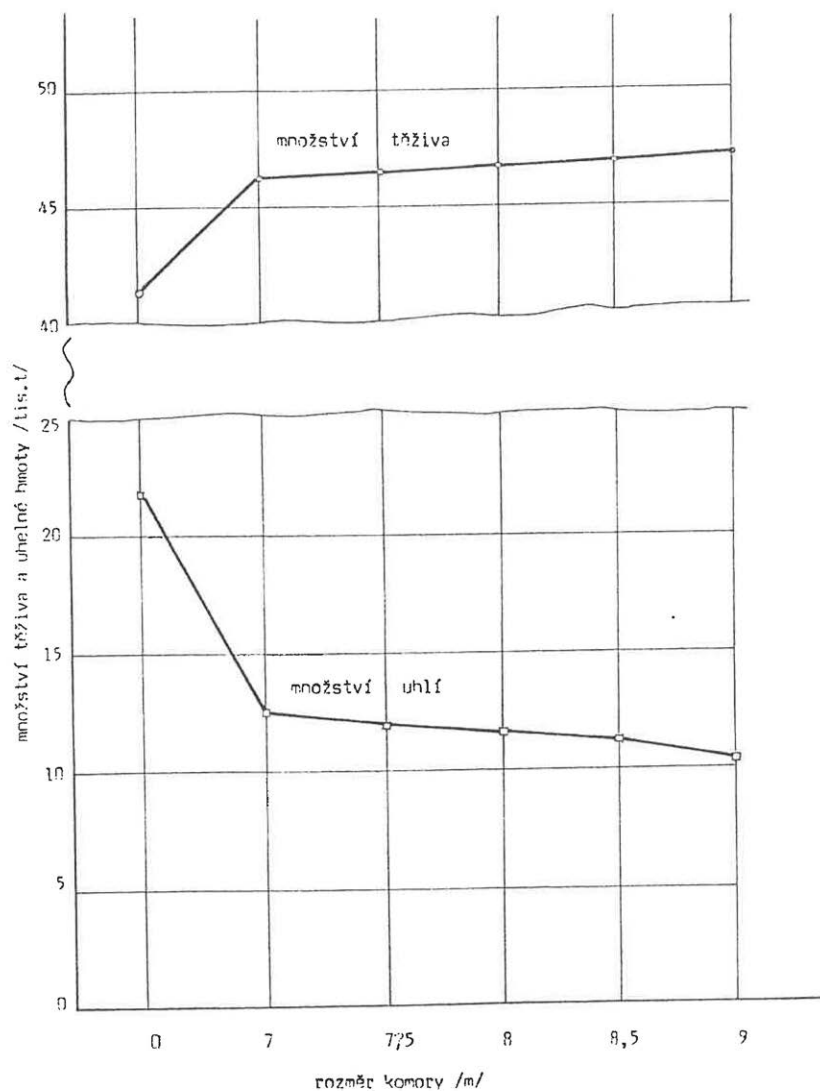
$$d'_a = 1,0416 + 0,0108A^d - 10^{-4} \cdot (A^d)^2 + 10^{-6} \cdot (A^d)^3 \quad (1)$$

Prognózu zbytkových zásob v segmentu sloje s předchozí hlubinnou těžbou pak lze stanovit pomocí objemové a hmotnostní bilance vrstev jednotkového bloku (komora, ochranný pilíř, strop) podle složení vrstev ve vybraném vrtu jejich přepočtem na objem celého dobývaného segmentu. Hmotnost jednotlivých komponent segmentu vypočteme pomocí zdánlivých hustot vrstev určených z vybrané regresní závislosti (1). [2]

3. Analýza vlivů změn rozměrů půdorysu komory

K ověření vlivu změn rozměrů půdorysů komor na množství a složení zbytkových zásob byl zvolen profil vrtu JP 334-96, který je situován nejbližší segmentu s předchozím dobýváním v jedné lávce. Jde o segment sloje o objemu $V=32\,808\text{ m}^3$. Rozměry komor pro analýzu byly postupně měněny v rozmezí $\pm 1\text{ m}$ od standardního půdorysu 8 x 8 m a to v intervalu změny 0,5 m při konstantní šířce mezikomorových pilířů 3 m. Pro všechny zvolené rozměry půdorysů byla zpracována bilance jednotkového bloku komory, stropu a ochranného pilíře a vypočtené údaje byly vždy přepočteny na celý segment vydobytý komorováním v jedné lávce [2]. Výsledky prognózy a její základní hodnoty jsou pro všechny analyzované rozměry komor uvedeny v tab. 1 a graficky jsou změny výsledků v důsledku změn rozměrů půdorysů komor znázorněny na obr. 1.

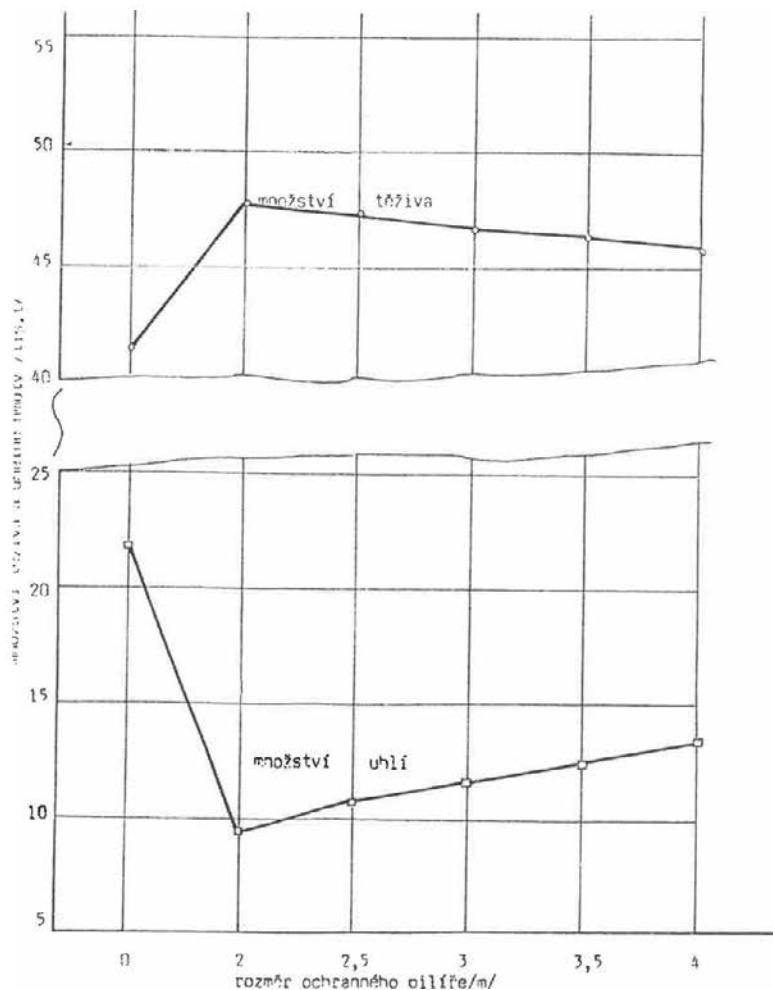
Z údajů v tab. 1 je patrné, že hmotnost substance v těženém segmentu narůstá se zvětšováním půdorysu komor a v ověřovaném intervalu rozměrů komory je tento nárůst cca 2,4 % vůči nejnižší hmotnosti materiálu v segmentu (interval 46,2 – 47,3 tis.t.). Současně se zvětšováním půdorysu komory klesá hmotnost uhelné substance v segmentu po hlubinném dobývání a to v rozmezí cca 17 % od maximálního množství zbytkové uhelné hmoty (interval 12,2 – 10,4 t). Zvýšení hmotnosti materiálu v segmentu po předchozí hlubinné těžbě a snížení uhelné hmoty je v porovnání s hmotností segmentu v panenské sloji výrazné, což je zřejmé opět z údajů v tab. 1.



Obr. 1 Změny množství těživa a uhelné substance segmentu při změnách rozměrů komory

Ukazatel	Výsledky prognózy pro půdorys komory (m x m)					
	Rostlá sloj	7 x 7	7,5 x 7,5	8 x 8	8,5 x 8,5	9 x 9
Hmotnost materiálu v segmentu (t)	41406	46263	46547	46735	46910	47369
Zdánlivá hustota materiálu v segmentu (t.m ⁻³)	1,262	1,410	1,419	1,424	1,436	1,444
Hmotnost uhlí do 15% A ^d v segmentu (t)	21817	12197	11886	11520	11184	10423
Hmotnost uhlí do 25% A ^d v segmentu (t)	21817	12197	11886	11520	11184	10423
Procentuální podíl uhlí v segmentu (hmotn. %)	52,69	26,36	25,54	24,65	23,84	22

Tab. 1 Výsledky prognózy po dobývání v jedné lávce v závislosti na půdorysném rozměru komory při mocnosti ochranného pilíře 3 m



Obr. 2 Změny množství těživa a uhlé substance v segmentu při změnách rozměru pilíře

4. Analýza vlivů ze změny šířky ochranného pilíře

Vedle půdorysu komory může mít vliv na množství a kvalitu zbytkových zásob také změna šířky ochranného pilíře. Při dosud prováděných výpočtech byla předpokládána konstantní šířka 3 m. K ověření vlivu šířky ochranného pilíře na zbytkovou substanci po hlubinném vydobytí v jedné lávce byl zvolen interval šířky pilíře v rozmezí 2 až 4 m v odstupech 0,5 m a stejný segment jako pro ověření vlivu velikosti komory. Při výpočtech je uvažován konstantní rozměr půdorysu komory 8 x 8 m a výška stropu 1 m při výšce komory 8 m. Základní údaje prognózy jsou pro zvolené šířky mezikomorového pilíře uvedeny v tab. 2 a jejich variabilita je graficky znázorněna na obr. 2. Z hodnot uvedených v tab. 2 vyplývá, že s nárůstem šířky mezikomorového ochranného pilíře klesá množství materiálu ve zkoumaném segmentu

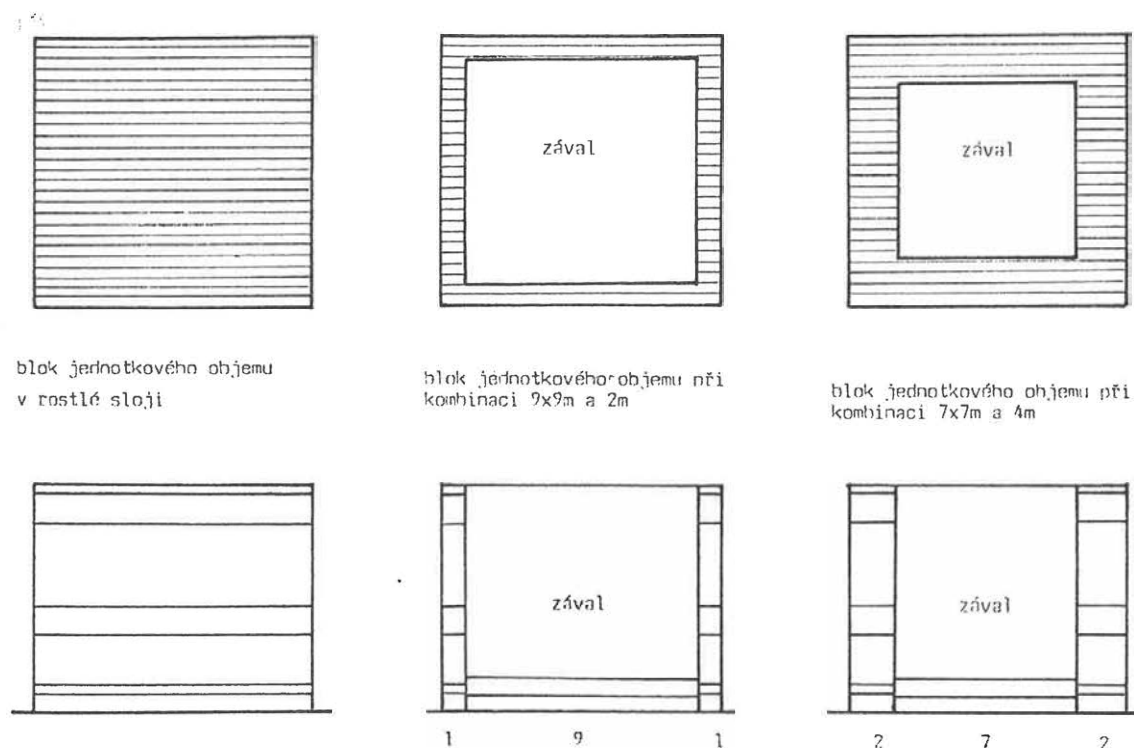
(ze 47,8 tis. t na 45,9 tis. t). Tato skutečnost je zřejmá také z poklesu průměrné zdánlivé hustoty materiálu v segmentu a to z hodnoty $1,459 \text{ t.m}^{-3}$ na $1,399 \text{ t.m}^{-3}$, tj. o cca 4 %.

Ukazatel	Výsledky prognózy pro mocnost ochranného pilíře (m)					
	Rostlá sloj	2	2,5	3	3,5	4
Hmotnost materiálu v segmentu (t)	41406	47862	47260	46735	46288	45890
Zdánlivá hustota materiálu v segmentu (t.m^{-3})	1,262	1,459	1,441	1,424	1,411	1,399
Hmotnost uhlí do 15% A ^d v segmentu (t)	21817	9358	10518	11520	12396	13165
Hmotnost uhlí do 25% A ^d v segmentu (t)	21817	9358	10518	11520	12396	13165
Procentuální podíl uhlí v segmentu (hmotn. %)	52,69	19,55	22,26	24,65	26,78	28,69

Tab. 2 Výsledky prognózy po dobývání v jedné lávce v závislosti na mocnosti ochranného pilíře při půdorysu komory 8 x 8 m

Výrazný je pak nárůst množství uhelné hmoty ve zbytkových zásobách segmentu, v analyzované oblasti sloje v rozmezí 9,4 tis.t až 13,2 tis.t, tedy o cca 40 % vůči hmotnosti uhelné hmoty při nejmenší šířce pilíře. Získané údaje dokazují, že změna šířky mezikomorového pilíře má podstatně vyšší vliv na skladbu zbytkových zásob než změny půdorysu komory.

K ověření kumulativního vlivu obou faktorů (rozměr komory a pilíře) na možné hodnoty zbytkových zásob byly vypočteny základní údaje prognózy množství materiálu a uhelné substance v analyzovaném segmentu pro optimální kombinaci obou parametrů (malá komora, široký pilíř) a pro kombinaci s největším úbytkem uhelné hmoty po komorování. Tyto údaje jsou pak konfrontovány se skladbou materiálu téhož segmentu v rostlé nenarušené sloji. Výsledky výpočtu jsou v tab. 3 a graficky je situace zobrazena pro jednotkový blok na obr. 3. Z údajů v tab. 3 vyplývá, že pro podmínky vrtu JP 334-96 lze vyčíslit hmotnost uhelné substance v analyzovaném bloku v rostlé sloji na cca 53 % hmotnosti celkového množství materiálu v segmentu. Pro obě okrajové kombinace půdorysu komory a šířky ochranného pilíře znamená dobývání v jedné lávce snížení uhelné substance na cca 64 % původního množství (pro optimální kombinaci), nebo až na 40 % původního množství (nepříznivá kombinace). V obou případech však dochází k nárůstu hmotnosti materiálu v segmentu a to o cca 10 % resp. 16 % původní hmotnosti. Z uvedeného je patrné, že změny rozměrů dobývaných komor i jejich ochranných pilířů mohou významně ovlivnit velikost zbytkových zásob pro povrchovou těžbu a výsledky prognózy množství a kvality těžby z takového území.



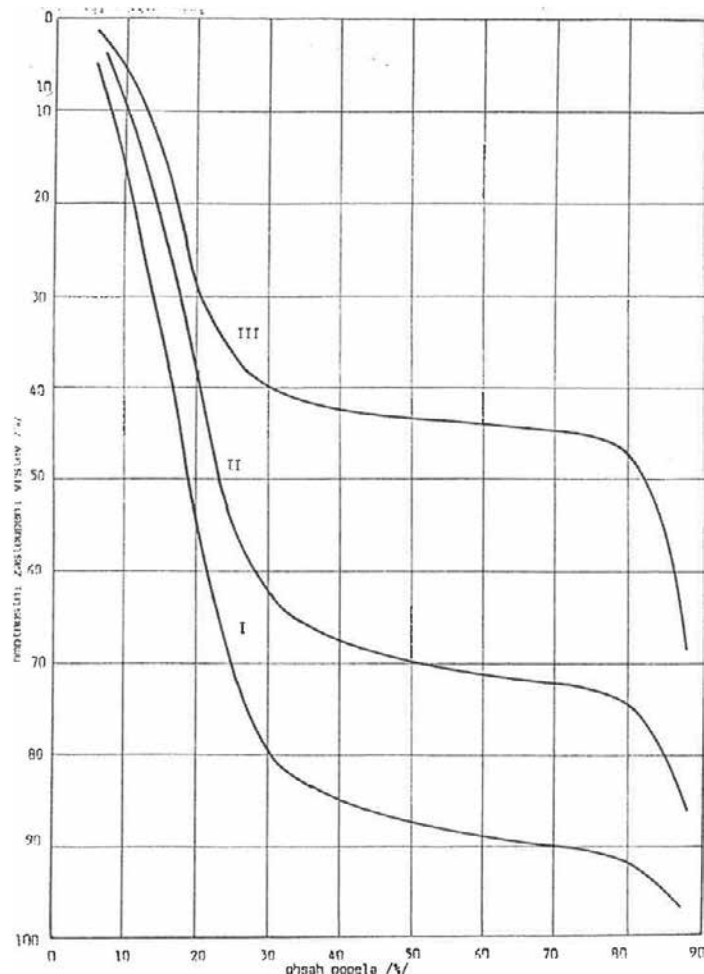
Obr. 3 Znáznornění jednotkového objemu komory, ochranného pilíře a stropu po dobývání v jedné lávce při okrajových kombinacích rozměrů komory a pilíře

UKAZATEL	VÝSLEDKY PROGNÓZY PRO ROSTLOU SLOJ	VÝSLEDNÉ PROGNÓZY PRO KOMBINACI 9x9m A 2m	VÝSLEDKY PROGNÓZY PRO KOMBINACI 7x7m A 4m
Hmotnost materiálu v segmentu (t)	41 406	48 159	45 491
Zdánlivá hustota materiálu v segmentu ($t \cdot m^{-3}$)	1,262	1,468	1,387
Hmotnost uhlí do 15% A ^d (t)	21 817	8 785	13 934
Procentuální podíl uhlí v segmentu (hmotn.%)	52,69	18,24	30,63

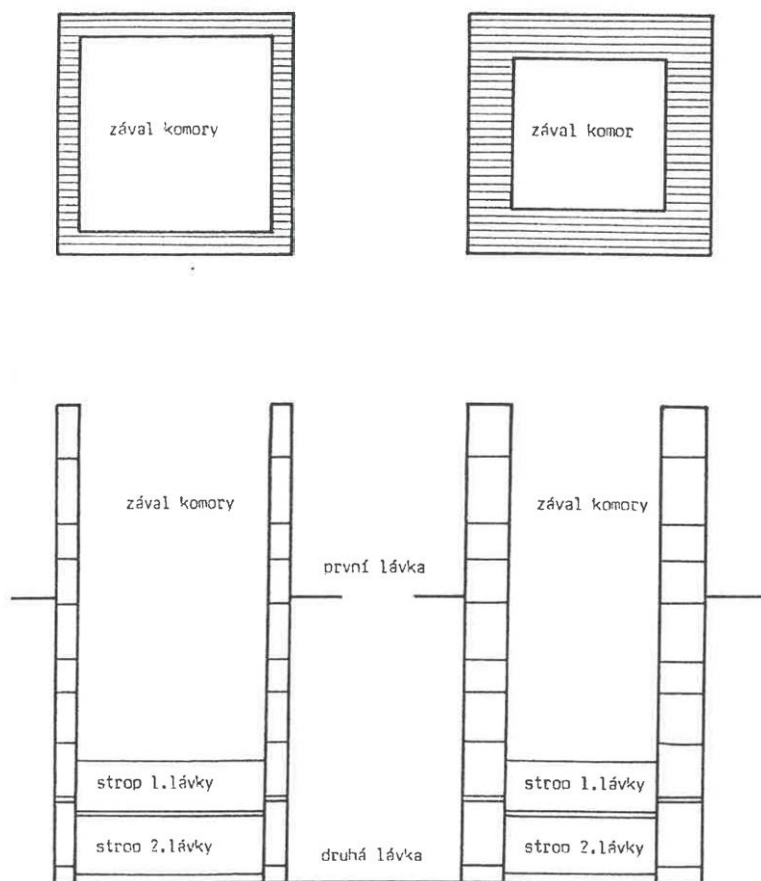
Tab. 3 Výsledky prognózy pro rostlou sloj a anomální kombinaci velikosti komory a ochranného pilíře (vrtJP 334)

5. Vliv rozměrů komor a ochranných pilířů na hodnoty zbytkových zásob po předchozím komorování ve dvou lávkách

Vliv komorování ve dvou lávkách na množství a kvalitu zbytkových zásob pro povrchové dobývání byl ověřován na modelovém vrtu JP 348-97. Hmotnostní zastoupení vrstev v rostlé sloji, po dobývání v jedné lávce a po dobývání ve dvou lávkách bylo vypočteno opět z bilance jednotkového bloku (komora, pilíř, strop) o rozměrech 8 x 8 x 8 m, 3 m, 1 m přepočtené na celý objem dobývaného segmentu sloje ($V=20000 \text{ m}^3$). Výsledky jsou uvedeny v tab. 4. Kvalitativní změny materiálu v segmentu v důsledku hlubinného vydobytí jsou zřejmé také z průběhu křivek hmotnostního zastoupení vrstev na obr. 4. Možný rozptyl hodnot zbytkových zásob v prognóze v závislosti na změnách půdorysu komory a mocnosti ochranného pilíře jsou opět pro jejich optimální a nejméně příznivou kombinaci uvedeny ve srovnání s modelovými rozměry 8 x 8 m, 3 m v tab. 5. Z výsledků v tab. 4 a 5 vyplývá, že při vydobytí v jedné lávce je úbytek uhelné hmoty segmentu do obsahu popela 25 % proti původnímu množství cca 20 % a při dobývání ve dvou lávkách cca 43 %. Variabilita rozměrů komor a pilířů ve výše uvedených rozmezích ovlivňuje údaje prognózy množství těživa i množství uhlí při povrchové těžbě v intervalu cca $\pm 20 \%$ hodnot pro dobývání při standardní velikosti komory a pilíře (8 x 8 m, 3 m). Situace v obou krajních variantách je graficky znázorněna na obr. 5.



Obr. 4 Křivky zastoupení vrstev v rostlé sloji a po jedno a dvoulávkovém dobývání



Obr. 5 Znázornění jednotkového objemu komory, ochranného pilíře a stropu po dobývání ve dvou láchkách při okrajových kombinacích rozměrů komory a pilíře

UKAZATEL	VÝSLEDKY PROGNÓZY PRO ROSTLOU SLOJ	DOBÝVÁNÍ V JEDNÉ LÁVCE	DOBÝVÁNÍ VE DVOU LÁVKÁCH
Hmotnost materiálu v segmentu (t)	25 436	26 646	28 267
Zdánlivá hustota materiálu v segmentu (t.m ⁻³)	1,272	1,332	1,413
Hmotnost uhlí do 15% A ^d (t)	7 809	6 210	3 879
Hmotnost uhlí od 25% A ^d (t)	17 288	13 678	9 890
Procentuální podíl uhlí v segmentu (hmotn.%)	67,97	51,33	34,99

Tab. 4 Výsledky prognózy pro rostlou sloj a sloj po dobývání v jedné a ve dvou láchkách (vrt JP 348)

UKAZATEL	ROZMĚRY KOMOR A PILÍŘŮ (m x m; m)			
	ROSTLÁ SLOJ	KOMORA 8 x 8 PILÍŘ 3	KOMORA 9 x 9 PILÍŘ 2	KOMORA 7 x 7 PILÍŘ 4
Hmotnost materiálu v segmentu (t)	25 436	28 276	29 027	27 623
Zdánlivá hustota materiálu v segmentu (t . m ⁻³)	1,272	1,413	1,451	1,381
Hmotnost uhlí do 15% A ^d v segmentu (t)	7 809	3 879	2 841	4 801
Hmotnost uhlí do 25% A ^c v segmentu (t)	17 288	9 890	7 933	11 624
Procentuální podíl uhlí v segmentu (hmotn. %)	67,97	34,99	27,33	42,08

Tab. 5 Výsledky prognózy pro sloj po dobývání ve dvou lávkách a variabilní rozměry komory a pilíře

Vliv rozměrů komor a ochranných pilířů na množství zbytkových zásob v segmentu sloje po hlubinném vydobytí byl ověřován vůči zásobám v rostlé sloji také na konkrétní situaci současné těžby v úseku bez poddolování a v dobývacím prostoru s předchozí hlubinnou těžbou v jedné a ve dvou lávkách. K modelování byly vybrány vrty situované v blízkosti jednotlivých oblastí (JP 399, JP 334, JP 348) s různým stupněm poddolování.

Pro tyto těžební úseky byly vypočteny metodou bloků následující objemy:

- bez poddolování $V_1 = 9\,593\text{ m}^3$ JP 399-00
- s dobýváním v jedné lávce $V_2 = 43\,744\text{ m}^3$ JP 334-96
- s dobýváním ve dvou lávkách $V_3 = 18\,718\text{ m}^3$ JP 348-97

Výsledky prognózy jsou uvedeny v tab. 6. Z údajů v tabulce vyplývá, že při komplexním vydobytí objemu těženého segmentu o velikosti $72\,055\text{ m}^3$ bylo potřebné při exploataci rostlé sloje odtěžit cca 90 tis. tun. Při povrchové těžbě po předchozím hlubinném vydobytí je pak potřebné odtěžit materiál v rozmezí 96,1 – 100,2 tis. t v závislosti na rozměrech komor a pilířů. Důsledkem hlubinné těžby je pak snížení zásob uhelné hmoty z cca 58,6 tis. t na 35,2 – 44,4 tis. t, tj. až na cca 60 % původního množství uhelné hmoty rostlé sloje. Možné kombinace rozměrů komor a jejich ochranných pilířů jsou příčinou variability množství těženého materiálu v rozmezí 4,1 % a u uhelné hmoty rozdílu v rozmezí cca 23 %.

UKAZATEL	ROZMĚRY KOMOR A PILÍŘŮ (m x m; m)			
	ROSTLÁ SLOJ	KOMORA 8 x 8 PILÍŘ 3	KOMORA 9 x 9 PILÍŘ 2	KOMORA 7 x 7 PILÍŘ 4
Hmotnost materiálu v segmentu (t)	89 861	97 979	100 149	96 080
Zdánlivá hustota materiálu v segmentu (t · m ⁻³)	1,247	1,360	1,390	1,333
Hmotnost uhlí do 15% A ^d v segmentu (t)	49 960	36 012	32 308	39 275
Hmotnost uhlí do 25% A ^d v segmentu (t)	58 593	40 081	35 162	44 413
Procentuální podíl uhlí v segmentu (hmotn. %)	65,20	40,91	35,12	46,22

Tab. 6 Hodnoty prognózy pro těžený segment a tři modelové vrty při kombinaci rozměrů komor a ochranných pilířů

6. Závěr

Z matematické analýzy vlivu rozměrů půdorysů komor a ochranných pilířů po jednolávkovém a dvoulávkovém komorování na zával na množství a kvalitu zbytkových zásob lze vyvodit následující závěry:

1. Hlubinná těžba komorováním na zával před povrchovým dobýváním sloje má za následek snížení původních uhelných zásob v závislosti na zastoupení uhelné hmoty v rostlé sloji na cca 54 % původního množství při předchozí těžbě v jedné lávce.
2. Změna rozměru šířky ochranného pilíře má na kvalitu a množství zbytkových zásob výrazně vyšší vliv než změna půdorysného rozměru komory (cca 40 % vers. cca 17 %).
3. Výrazný vliv na skladbu materiálu v segmentu po hlubinném dobývání má kumulativní působení obou faktorů. Údaje o množství uhlí se v prognóze mohou lišit až o ± 23 % od střední hodnoty rozměrů obou sledovaných faktorů.

Literatura

1. Hladký, K.: Báňsko-technická studie lomu Jiří v závalových polích po předchozí hlubinné činnosti, VÚHU, a. s., Most, Výzkumná zpráva 176/96.
2. Nováček, J., Bláhová, O., Rucký, P.: Diagram upravitelnosti v prognóze kvality těženého hnědého uhlí na poddolovaném území, Uhlí – Rudy – Geologický průzkum, 4/2001, s. 18-21.