

DIMENZOVÁNÍ PILÍŘŮ PRO DOBÝVÁNÍ METODOU KOMORA-PILÍŘ V OCHRANNÉM PILÍŘI JAM SEVER DOLU ČSM

Marek MIKOLÁŠ^{1)*}, Eva JIRÁNKOVÁ¹⁾

¹⁾ *Hornicko-geologická fakulta, VŠB - Technická univerzita Ostrava, 17. listopadu 15, Ostrava*
* e-mail: marek1@post.cz

ABSTRAKT

Příspěvek se zabývá výpočtem dimenzování pilířů pro metodu dobývání KOMORA-PILÍŘ podle různých autorů. Výpočtem podle různých autorů se má ověřit jejich vzájemná shoda a doporučit, který je nejvhodnější pro dané podmínky sedlových slojí v OKR. Předmětem dobývání je sloj 30 v ochranném pilíři jam SEVER Dolu ČSM společnosti OKD. Cílem je šetrně vydobýt uhelné zásoby a tak maximálně eliminovat vznik deformací jam a povrchových objektů chráněných ochranným pilířem.

KLÍČOVÁ SLOVA: dimenzování, komora-pilíř, OKR

1. ÚVOD

Ochranný pilíř jam SEVER Dolu ČSM váže značné zásoby uhlí, které není dovoleno dobývat klasickým stěnováním na řízený zával, při němž by došlo k poklesům a deformacím jam a povrchových objektů. Proto je v plánu společnosti OKD použít metodu KOMORA-PILÍŘ se stabilními mezikomorovými pilíři. Předpokládá se, že tato dobývací metoda je z hlediska ochrany šetrná na povrchové objekty.

Dimenzování pilířů zasluhuje pozornost jak z hlediska provozně-technického a bezpečnostního, tak ekonomického. Zvláštní důležitosti nabývá tato otázka při použití metody KOMORA-PILÍŘ, protože základním rysem této metody je, že část ložiska se dobývá a část zůstává jako přechodná nebo trvalá podpěra stropu. Je snahou, aby za určitých přírodních a technických podmínek dobývání byl zajištěn potřebný stupeň bezpečnosti pracovišť s pokud možno nejmenšími ztrátami uhelných zásob. Velikost ponechaných pilířů se stanovuje na základě zkušeností a laboratorních pokusů.

2. METODA KOMORA-PILÍŘ

Metoda KOMORA-PILÍŘ je často používaná metoda těžby uhlí v USA. Příprava sloje k dobývání se provádí ražením dvojice chodeb, které se v určité vzdálenosti propojují spojovacími chodbami, až k hranici sloje a při zpětném postupu se vyuhlují ponechané pilíře. Postup sice snižuje náklady na pomocné větrání, ale z hlediska geomechaniky nebo samovznícení má své nevýhody (Lát, 1993). Ražené chodby šířky 4-6 m a výšky 2-3 m se vyztužují v některých případech dřevěnými nebo hydraulickými stojkami, nověji však nejčastěji svorníky a síťovinou. Chodby se razí razícím kombajnem - *Continus Miner*. Rozpojené uhlí kombajn současně transportuje na dopravní zařízení. Nejčastěji se využívá kolová doprava - *Schuttle Car*, která přepraví uhlí na podavač drtiče - *Feeder Breaker* a dále je uhlí dopraveno na povrch. Na Obr. 1 je schéma metody dobývání KOMORA-PILÍŘ se strojním zařízením (Peng, 2008).

Jedním z nedostatků metody KOMORA-PILÍŘ je poměrně nízká výrubnost. Při ponechání pilířů klesá výrubnost s rostoucí plochou pilíře (Bieniawski, 1984):

$$e = \left(1 - \left(\frac{w}{w + B} \right)^2 \right) \cdot 100 \quad (1)$$

e - výrubnost [%]

w - šířka čtvercového pilíře [m]

B - šířka ražené chodby [m]

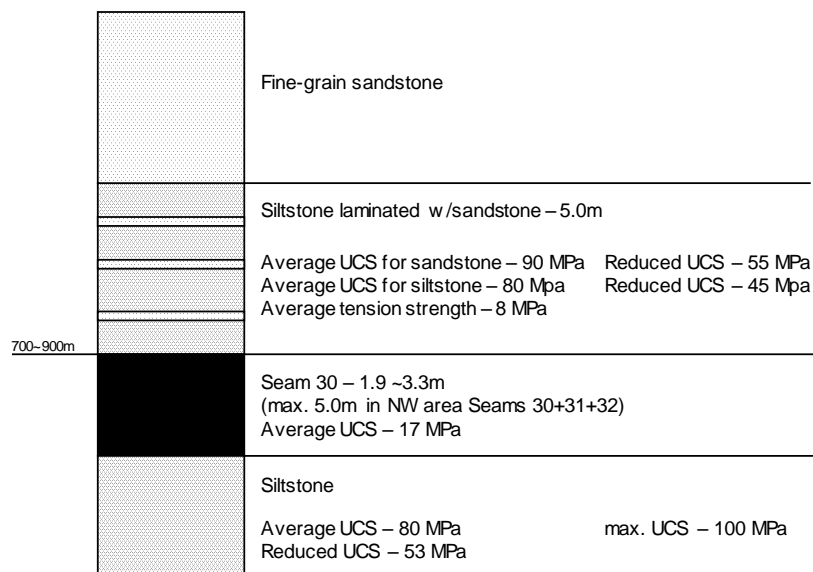


Obr. 1 Metoda KOMORA-PILÍŘ, **CM**-Continuous Miner, **SC₁**-Shuttle Car, **RB**-Roof Bolter, **S**- Scoop, **B**-Brattice, **PC**-Power center, **F**-Feeder, **B**-Breaker, **BC**-Belt Conveyor, **ST**-Stopping, **T**-Track, **MT**-Man Trip, **P₁**-Pillar (Peng, 2008)

3. DIMENZOVANÍ PILÍŘŮ

3.1. DŮLNĚ-GEOLOGICKÉ PODMÍNKY

Předmětná sloj 30 v ochranném pilíři jam SEVER je uložena v hloubce 700-900 m pod povrchem s úklonem 12° k severozápadu. Mocnost sloje se pohybuje od 1,9 do 3,3 m. Pevnost uhlí sloje 30 v jednoosém tlaku je 17 MPa.



Obr. 2 Charakter horninového prostředí v OPJ SEVER

3.2. TEORIE DIMENZOVANÍ PILÍŘŮ

V základní úvaze pro dimenzování je důležitý geometrický tvar pilíře:

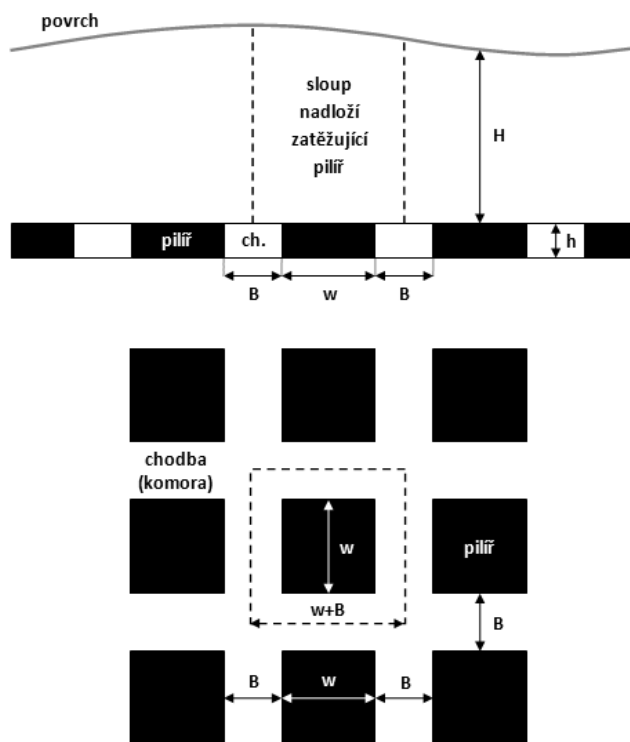
- čtvercové pilíře (Obr. 3)
- obdélníkové pilíře

U obou způsobů je pouze volitelná šířka komory B a šířka pilíře w , zatím co další parametry jsou dány. Velikost B , která má být co největší, je shora omezena stavem a pevností nadložních hornin, jak vyplývá z klenbové a nosníkové teorie. Velikost w , která má být co nejmenší, je určena podmínkou, že ponechaný pilíř musí nejméně udržet v rovnováze síly, které na něj působí okolní horniny (Mikeska et al, 1970).

Faktory ovlivňující pevnost pilíře:

- petrografické vlastnosti hornin
- tektonika

- c) přítomnost proplástku v pilíři
- d) vlhkost hornin
- e) vrstevnatost hornin
- f) hloubka uložení pod povrchem H
- g) dobývaná mocnost h
- h) stupeň rozrušení pilíře
- i) poloha pilíře (okrajový nebo středový pilíř)



Obr. 3 Znáornění plochy zatěžující pilíř.

Problematiku dimenzování čtvercových pilířů vystihuje podmínka, kde na levé straně rovnice je vyjádřena velikost zatížení pilíře a na pravé straně jeho pevnost:

$$(w + B)^2 \cdot \sigma_z \leq w^2 \cdot \sigma_u \cdot K \quad (2a)$$

S_p - zatížení pilíře [MN]

σ_p - pevnost pilíře [MN]

σ_z - vertikální napětí [MPa]

σ_u - pevnost uhlí v prostém jednoosém tlaku [MPa]

K - koeficient štíhlosti

Pro výpočet zatížení a odporu pilíře v MPa, lze rovnici vyjádřit takto:

$$\left(\frac{w + B}{w} \right)^2 \cdot \sigma_z \leq \sigma_u \cdot K \quad (2b)$$

Velikost vertikálního napětí závisí na měrné tíze nadložních hornin γ a hloubce uložení H :

$$\sigma_z = \gamma \cdot H \quad (3)$$

γ - měrná tíha nadložních hornin [$\text{MN} \cdot \text{m}^{-3}$]

H - hloubka uložení pod povrchem [m]

Bezpečnostní faktor F se vypočte jako poměr mezi pevností a zatížením pilíře:

$$F = \frac{\sigma_p}{S_p} \quad (4)$$

Hodnota bezpečnostního faktoru by se měla pohybovat v intervalu 1,3 - 1,5.

Tabulka 1 Přehled vybraných teorií pro výpočet pevnosti pilíře.

Mikeska	$\sigma_p = w^2 \cdot \sigma_u \cdot \sqrt{\frac{w}{h}}$
Holland	$\sigma_p = \sigma_u \cdot \sqrt{\frac{w}{h}}$
Salamon and Munro	$\sigma_p = \sigma_u \cdot \frac{w^{0,46}}{h^{0,66}}$
Obert and Duvall	$\sigma_p = \sigma_u \cdot \left(0,778 + 0,222 \cdot \frac{w}{h} \right)$
Bieniawski	$\sigma_p = \sigma_u \cdot \left(0,64 + 0,36 \cdot \frac{w}{h} \right)$

Výpočty podle *Mikesky a Hollanda* se shodují, jelikož oba autoři použili koeficient štihlosti podle *Kegela*. Více o dimenzování pilířů v (Bieniawski, 1984) a (Mikeska et al, 1970)

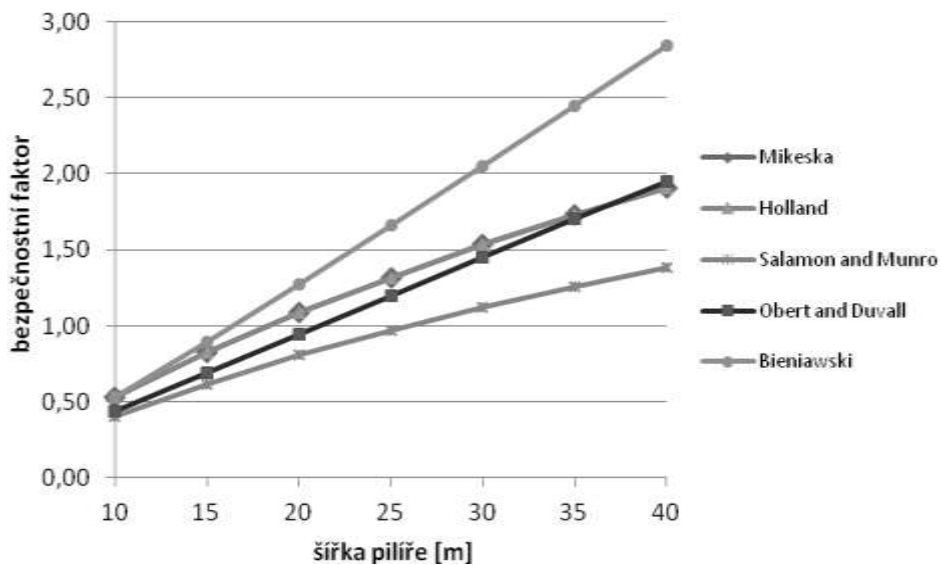
3.3. VÝPOČET DIMENZOVÁNÍ PILÍŘŮ

Pro vlastní výpočet dimenzování pilířů pro dobývání sloje 30 v OPJ jam SEVER Dolu ČSM byly použity tyto hodnoty:

šířka ražené chodby	B = 5,2 m (dáno razícím kombajnem)
mocnost dobývané sloje	h = 3 m
měrná tíha nadložních hornin	$\gamma = 0,025 \text{ MN} \cdot \text{m}^{-3}$
hloubka uložení	H = 900 m
vertikální napětí	$\sigma_z = 22,5 \text{ MPa}$
pevnost uhlí	$\sigma_u = 15 \text{ MPa}$ (doporučení OKD)

Tabulka 2 Výpočet bezpečnostního faktoru pro různou šířku pilíře.

strana pilíře	výrubnost	Mikeska			Holland			Salamon and Munro		Obert and Duvall		Bieniawski	
		zatížení pilíře	odpor pilíře	faktor bezp.	zatížení pilíře	odpor pilíře	faktor bezp.	odpor pilíře	faktor bezp.	odpor pilíře	faktor bezp.	odpor pilíře	faktor bezp.
w	e	S_p	σ_p	F	S_p	σ_p	F	σ_p	F	σ_p	F	σ_p	F
[m]	[%]	[MN]	[MN]	-	[MPa]	[MPa]	-	[MPa]	-	[MPa]	-	[MPa]	-
10	57	5198	2739	0,53	52,0	27,4	0,53	21,0	0,40	22,8	0,44	27,6	0,53
15	45	9181	7547	0,82	40,8	33,5	0,82	25,2	0,62	28,3	0,69	36,6	0,90
20	37	14288	15492	1,08	35,7	38,7	1,08	28,8	0,81	33,9	0,95	45,6	1,28
25	31	20521	27063	1,32	32,8	43,3	1,32	31,9	0,97	39,4	1,20	54,6	1,66
30	27	27878	42691	1,53	31,0	47,4	1,53	34,7	1,12	45,0	1,45	63,6	2,05
35	24	36361	62763	1,73	29,7	51,2	1,73	37,3	1,26	50,5	1,70	72,6	2,45
40	22	45968	87636	1,91	28,7	54,8	1,91	39,6	1,38	56,1	1,95	81,6	2,84

Graf 1 Vliv šířky pilíře na jeho porušení.

4. ZÁVĚR

V předloženém článku je shrnuta teorie dimenzování pilířů a proveden výpočet dimenzování pro dobývání sloje 30 v OPJ SEVER Dolu ČSM metodu KOMORA-PILÍŘ podle čtyř různých teorií. Z výsledků, které jsou prezentovány tabulkou 2 a grafem 1, je patrné, že použitím výpočtu podle *Bieniawského* by stačila šířka čtvercového pilíře 20 m ($F = 1,28$). Při použití výpočtu podle *Mikesky* (*Hollanda*) a *Oberta a Duvalla*, které se k sobě velmi přibližují, vyhovuje pro bezpečnostní faktor ($F = 1,3-1,5$) šířka pilíře 30 m. Výpočet podle *Salamona a Munra* není vhodný pro podmínky v OKR, jelikož byl používán pro dobývání v JAR do hloubky 300 m.

LITERATURA

- Bieniawski Z.T., *Rock mechanics design in mining and tunneling*, Balkema, 1984.
 Lát J. - Iliev I. A., *Manual of underground coal mining methods*, Tiskárna DOT, Ostrava 1993
 Mikeska J. - Říman A. - Vavro M., *Mechanika hornin II*, SNTL, Praha 1970.
 Peng S. S., *Coal mine ground control*, Syd S. Peng Publisher, 2008.