

ZKUŠENOSTI Z RAŽEB TECHNOLOGIÍ SAMOSTATNÉ SVORNÍKOVÉ VÝZTUŽE NA DOLE ČSM V OSTRAVSKO-KARVINSKÉM REVÍRU

EXPERIENCE FROM USING TECHNOLOGY OF STAND-ALONE ROOFBOLTING TECHNOLOGY AT MINE ČSM IN THE OSTRAVA-KARVINÁ DISTRICT

PETR ČADA, JIŘÍ KORBEL

ABSTRAKT

Udržitelný rozvoj hornické činnosti je v posledních letech silně ovlivňován ekonomicko-ekologickými a politickými faktory. Nově smysl a perspektivu dávají pouze projekty, které jsou šetrné k životnímu prostředí a snižují použití vysoce energeticky náročných materiálů, jako jsou ocelové podpěrné výztuže chodeb. Jednou z cest, jak snížit energetické náklady v hlubinném hornictví, by byl přechod na ražby s využitím samostatné nebo kombinované svorníkové výztuže důlních chodeb. Na zkušenostech z historie Dolu ČSM v Ostravsko-karvinském revíru jsou v článku představeny některé poznatky z takového řešení.

ABSTRACT

The sustainable development of mining activities has been strongly influenced by economic-environmental and political factors in recent years. Only projects that are environmentally friendly and reduce the use of highly energy-intensive materials, such as steel corridor support reinforcements, give new meaning and perspective. One way to reduce energy costs in deep mining would be to switch to mining using a stand-alone or combined roof bolt system. The article presents some findings from such solutions based on experience from the history of the ČSM mine in the Ostrava-Karviná district.

REALIZACE SAMOSTATNÉ SVORNÍKOVÉ VÝZTUŽE PŘI DOBÝVÁNÍ KOKSOVATELNÉHO UHLÍ CHODBICOVÁNÍM – PRVNÍ ETAPA

V historii hornické činnosti na Dole ČSM v Ostravsko-karvinském revíru byla použita samostatná svorníková výztuž (dále jen SSV) několikrát. Celkem lze hovořit o třech etapách. První etapa nastala neprodleně po privatizaci Dolu ČSM. Politické, strukturální a vlastnické změny umožnily nasazení prvního razicího kombajnu Continuous Miner typu ABM 20 již v roce 1995. Cílem bylo vytěžení vázaných a klasickým stěnováním nevytěžitelných zásob. Technologie byla na základě odborných posudků považována za metodu dobývání bez závažného ovlivnění jámového ohradníku. Počátky použití SSV byly ovlivněny především nedostatkem zkušeností pracovníků a aplikací ne zcela vhodných materiálů ve složitých důlně-geologických podmínkách 30. sloje. Profil ražené chodby byl 4900 × 2900 mm (š. × v.). Zajišťování stropních vrstev bylo pomocí 6 ks lepených svorníků z žebírkové oceli průměru 22 mm, délky 2500 mm a boků díla 3 ks svorníků délky 1500 mm.

V období 1/1995 až 6/1997 bylo v rámci zkušebního provozu nové, dosud neschválené, dobývací metody chodbicování vyraženo celkem 3139 m chodeb v SSV. Celkový objem vytěženého uhlí byl 62 280 tun. Nejlepšího měsíčního výkonu bylo dosaženo v srpnu 1995, kdy v dobrých geologických podmínkách s minimální příbírku kamene bylo vyraženo celkem 316 m s průměrným denním postupem 14,36 m. Nejlepší dosažený denní výkon byl 21 m. Zkušební provoz byl ukončen zejména z důvodu ekonomických, kdy změna geologických podmínek způsobila snížení mocnosti sloje pod 3 m, což si vzhledem k výšce razicího stroje vyžadovalo příbírku silně abrazivních nadložních hornin. Svou roli také sehrála nevhodná orientace částí ražených chodeb vzhledem k hlavnímu směru horizontálního napětí, což se prokázalo následným měřením. Od zamýšleného chodbicování bylo nakonec

IMPLEMENTATION OF THE STAND-ALONE ROOFBOLTING TECHNOLOGY AT MINING OF COKING COAL BY ENTRY WORKING – FIRST STAGE

In the history of mining activity at ČSM Mine in the Ostrava-Karviná district, a stand-alone roofbolting reinforcement (hereinafter SRR) was used several times. In total, we can speak of three stages. The first stage occurred immediately after the privatization of ČSM Mine. Political, structural and ownership changes enabled the deployment of the first stamping combine Continuous Miner ABM 20 as early as in 1995. The aim was to extract bound and by classic walling un-excavatable reserves. Based on expert opinions, the technology was considered as a method of mining not seriously affecting the shaft pillar. The beginnings of the use of SRR were mainly influenced by the lack of experience of workers and the application of not quite suitable materials in the complex mining-geological conditions of the 30th seam. The profile of the stamped corridor was 4900 × 2900mm (w. × h.). Securing the ceiling layers was done using 6 bonded bolts from ribbed steel diameter 22mm, length 2500mm and sides of the work 3 bolts of length 1500mm.

In the period 1/1995 to 6/1997, a total of 3 139m of galleries using SRR were excavated as part of a trial operation of a new, as yet unapproved, mining method. The total volume of coal excavated was 62 280 tonnes. The best monthly performance was achieved in August 1995, when a total of 316m was excavated in good geological conditions with a minimum of stone ripping with an average daily progress of 14.36m. The best daily performance achieved was 21m. The trial operation was terminated mainly due to economic reasons, when a change in geological conditions caused a reduction in the depth of the seam below 3m, which, due to the height of the excavator, required the ripping of strongly abrasive upper rocks. An inappropriate orientation of part of the excavated galleries due to the main direction of horizontal tension also played a role, which was proved by subsequent measurements.

v polovině roku 1997 opuštěno. Celý technologický celek byl prodán do zahraničí. Přesto lze říci, že první komplex splnil svou historickou úlohu, kdy prokázal provozuschopnost a bezpečnost použité technologie.

DRUHÁ ETAPA – ALTERNATIVNÍ PROJEKTY Z LET 2005 AŽ 2009

Druhá etapa započala společně se změnou vlastníka společnosti OKD, a.s. Vznikl požadavek na modernizaci a zefektivnění hornické činnosti podle vzorů vyspělých světových těžebních společností. Byla najata renomovaná konzultační a poradenská firma RMT z Velké Británie. Podle britských standardů došlo ke zpracování projektů, novému systému školení pracovníků a vyššího dozoru, kontrole kvality prováděných prací a monitoringu dlouhých důlních děl. Novým cílem bylo vyrazení těžních chodeb stěnových porubů v SSV. Ražby byly vedeny technologií razičích kombajnů AM 50 nebo AM 75 v profilu šířky 5700 mm a výšky 3500 mm. Svorníkování bylo prováděno pomocí ručních svorníkovacích souprav Gopher, později modernizovanými soupravami Super Turbo Bolter a Turmag F IV-HT. V období 1/2006 až 11/2009 bylo v samostatné svorníkové výztuži vyraženo celkem 2783 m úvodních chodeb stěnových porubů (tab. 1). Zásadní změna byla v počtu, situování a pořadí instalace výztužných svorníků. Počet se zvýšil na 7 ks stropních svorníků. Prvně byl instalován centrální svorník a dále se pokračovalo směrem k bokům díla za pomoci dvou ručních vrtných a svorníkovacích souprav.

Tab. 1 Metráž důlních děl v samostatné svorníkové výztuži v období 1/2006 až 11/2009

Číslo porubu	Průměrná mocnost sloje [cm]	Délka úvodní chodby [m]	Celkem v SSV [m]	Období
294 205	226	1 094	533	01/2006–05/2006
294 207	191	481	364	10/2007–12/2007
300 209	172	952	636	09/2007–01/2008
331 203	263	1 016	629	04/2008–08/2008
320 209	206	981	621	06/2009–11/2009
Celkem v SSV			2 783	

S postupem hornické činnosti do větší hloubky nebylo podle metodiky schválené Obvodním báňským úřadem (OBÚ) v Ostravě již možné SSV realizovat v oblastech s nebezpečím důlních otřesů (DO). Tím se výběr možných oblastí realizace SSV začal postupně zužovat. Bez změny platné legislativy provedené na základě vědeckého a technického rozvoje a nově schváleného zkušebního provozu vedení důlních děl v SSV v oblasti s nebezpečím DO nemůže dojít k rozšíření jejího využití. Pouze změnou přístupu na základě pochopení a přijetí výhod aktivního systému vyztužování důlních děl, které SSV představuje, lze překonat převládající konzervativní názory zastánců pasivní poddajné výztuže.

Hlavním přínosem efektivity druhé etapy SSV bylo zvýšení dosahovaných těžeb v porubech a navýšení bezpečnosti práce na úvodních (těžebních) chodbách, čehož bylo úspěšně dosaženo [1].

TŘETÍ VÝVOJOVÁ ETAPA – INOVACE TECHNOLOGIE BOLTER MINER

Cíle těžební společnosti OKD, Dolu ČSM z roku 1995 – vytěženi vázaných zásob, které by mohly prodloužit životnost dolu, nebyly v průběhu počátečních etap plně realizovány. Proto se hledala cesta, jak toho dosáhnout. S inovovaným řešením kontinuálního

The intended excavation was finally abandoned in mid-1997. The whole technological unit was sold abroad. Nevertheless, it can be said that the first complex fulfilled its historical role of proving the operability and safety of the technology used.

SECOND STAGE – ALTERNATIVE DESIGNS FROM 2005 TO 2009

The second stage began together with a change of ownership of OKD, a.s. A requirement appeared to modernise and streamline mining activities according to the models of developer global mining companies. A renowned consultancy and advisory company RMT from Great Britain was hired. According to British standards, projects were prepared, a new system of training of workers and higher supervision were implemented, quality control of the work carried out and monitoring of long mining works were applied. The new objective was the excavation entry driving of the mining galleries of the wall roadways in the SRR. The excavations were led by the technology of excavating combine machines AM 50 or AM 75 in a profile of 5700mm width and 3500mm height. The roofbolting was carried out using hand-held bolters Gopher, later by modernized Super Turbo Bolter and Turmag F IV-HT. In the period 1/2006 to 11/2009 a total of 2783m of opening galleries of roadways were driven in a stand-alone roofbolting reinforcement (Table 1). A fundamental change was in the quantity, positioning and order of the installation of the reinforcing bolts. The quantity was increased to 7 pcs of roof bolts. The central bolt was first installed and continued towards the sides of the work using two hand-held drilling and bolting machines.

Table 1 Length of mine works in stand-alone roofbolting reinforcement in period 1/2006 to 11/2009

Corridor No.	Average coal seam thickness [cm]	Corridor length [m]	Total in SRR [m]	Period
294 205	226	1 094	533	01/2006–05/2006
294 207	191	481	364	10/2007–12/2007
300 209	172	952	636	09/2007–01/2008
331 203	263	1 016	629	04/2008–08/2008
320 209	206	981	621	06/2009–11/2009
Total in SRR			2 783	

As mining activities progressed to a greater depth, it was no longer possible to implement SRR in areas with a risk of mining shocks (MS), according to the methodology approved by the Regional Mining Authority (OBU) in Ostrava. The selection of possible areas of implementation of the SRR began to be gradually narrowed. Without a change of the valid legislation based on scientific and technical development and the newly approved trial operation of the mining works management in the SRR in the area with a risk of MS, its use cannot be extended. Only by changing the approach based on understanding and accepting the benefits of the active system of mine reinforcement, which the SRR represents, can the prevailing conservative opinions of the advocates of passive yielding reinforcement be overcome.

The main benefit of the efficiency of the second phase of the SRR was an increase in the achieved coal extraction from coalfaces and an increase in the safety of work on the opening (mining) corridors, which was successfully achieved [1].



Obr. 1 Pohled na čelbu přes řezný orgán kombajnu Bolter Miner
Fig. 1 View of the face from the cutter head of Bolter Miner

dobývání „Room & Pillar“ (dále jen RP) přišla v roce 2012 firma JOY. Na základě znaleckých posudků a spolupráce s vědecko-výzkumnou sférou (ÚGN AV ČR, VŠB-TUO) byl v roce 2014 zahájen ověřovací provoz metody chodba – pilíř v oblasti jámového ohradníku Dolu ČSM-Sever. V případě úspěšného ověřovacího provozu měla být technologie Bolter Miner (dále jen BM, obr. 1) rozšířena do dalších oblastí s vázanými zásobami koksovatelného uhlí.

V průběhu zkušebního provozu nové dobývací metody, tj. v období 5/2014 až 10/2017, bylo vyraženo celkem 6558 m důlních děl a vytěženo 161 611 tun koksovatelného uhlí. Provoz proběhl bez mimořádných událostí, bez úrazů a bez technických havárií [2].

ALTERNATIVNÍ VYUŽITÍ TECHNOLOGIE BOLTER MINER PO UKONČENÍ ZKUŠEBNÍHO PROVOZU

Vzhledem k aktualizaci plánu hornické činnosti OKD, a.s., bylo v roce 2017 rozhodnuto vedením společnosti ukončit zkušební provoz a využít technologii BM pro ražbu těžní třídy a prorážky stěnového porubu č. 300 201/1 přiléhajícího k okraji ochranného pilíře jam. Přestože historická zkušenost poukazovala na možná rizika spojená s nutností provádění přibírky vysoce abrazivních průvodních hornin, očekávalo se, že modernější a výkonnější BM tuto situaci zvládne. Tříletá zkušenost z provozu RP s procházením tektonických zón a oblastí se sníženou mocností slaje s nutností přibírky průvodních hornin slibovala úspěšné vyražení projektované chodby.

Nájezd ražby chodby 300 241/4, navazující na chodbu I 3001, byl 1. 11. 2017. Za prvních 17 dnů bylo vyraženo 107 m, s průměrným denním postupem 6,29 m. V podstatě současně se zahájením ražby se začaly zásadně měnit geologické podmínky na čelbě. Došlo postupně ke snížení mocnosti slaje z cca 240 cm až na cca 185 cm, ale zejména ke změně geomechanických vlastností podloží slaje. Rozborem vzorku horniny odebraného z podloží slaje ve st. 80 m byla zjištěna vtláčná pevnost 923 MPa a koeficient abrazivnosti 4,12 mg/m. Zvýšily se náklady na spotřebu kombajnových nožů,

THIRD STAGE – INNOVATION OF BOLTER MINER TECHNOLOGY

The objectives of the mining company OKD, Mine ČSM from 1995 – the extraction of bound reserves, which could extend the life of the mine, were not fully realized during the initial stages. Therefore, a way was sought to achieve this. In 2012, JOY company came up with an innovative solution of continuous mining “Room & Pillar” (hereinafter referred to as RP). Based on expert opinions and cooperation with the scientific-research sphere (UGN AV CZ, VŠB-TUO), the verification operation of the room – pillar method in the area of shaft pillar ČSM-North mine was launched in 2014. In case of successful verification operation, the Bolter Miner technology (hereinafter referred to as BM, Fig. 1) was to be extended to other areas with bound

reserves of coking coal.

During the trial operation of the new mining method, i.e. between 5/2014 and 10/2017, a total of 6558m of mining works were excavated and 161 611 tonnes of coking coal were extracted. The operation was without incidents, without accidents and without technical accidents [2].

ALTERNATIVE USAGE OF BOLTER MINER TECHNOLOGY AFTER COMPLETION OF TEST OPERATION

Due to the update of the mining activity plan of OKD, a.s., it was decided in 2017 by the management of the company to terminate the test operation and to use the BM technology for excavation of the loader gate and snicket gate of the longwall no. 300 201/1 adjacent to the edge of the protective pillar of the pits. Although the historical experience pointed out the potential risks associated with the necessity of carrying out the ripping addition of highly abrasive accompanying rocks, it was expected that a more modern and powerful BM would manage this situation. The three-year experience of the operation of the RP with crossing of tectonic zones and areas with reduced seam power with the necessity of ripping the accompanying rocks promised a successful excavation of the projected corridor.

Start of corridor excavation 300 241/4, adjacent to corridor I 3001, was 1. 11. 2017. In the first 17 days, 107m was excavated, with an average daily procedure of 6.29m. Basically at the same time as the excavation began, the geological conditions at the face began to change fundamentally. Slope thickness was gradually reduced from about 240cm to about 185cm, but mainly the geomechanical properties of the bedrock of the seam were changed. Analysis of the sample taken from the bedrock of the seam in st. 80m revealed the compression strength of 923 MPa and the abrasiveness coefficient of 4.12mg/m. Consumption costs of combine cutting tools, total time of coal extraction increased and in particular downtime increased due to malfunction caused by vibration of the BM machine.

The corridor excavation 300 241/4 was completed by reaching the initial breaking point. For the period 1. 11. 2017 to 9. 2. 2018 a total of 313m was excavated. Based on the unfavourable results of the excavation and especially due to the condition of the combine after

celkový čas vyuhlení a zejména narostly prostoje z důvodu poruchovosti vyvolané vibracemi stroje BM.

Ražba chodby 300 241/4 byla ukončena dosažením místa výchozí prorážky porubu. Za období 1. 11. 2017 až 9. 2. 2018 bylo vyraženo celkem 313 m. Na základě nepříznivých výsledků ražby, a zejména vzhledem ke stavu kombajnu po vyražení geologicky kritických 313 m v nevhodných podmínkách, bylo rozhodnuto technologii BM ukončit a vyklidit na povrch [3].

ZHODNOCENÍ VYBRANÝCH PARAMETRŮ RAŽEB

Provozní výkon

Srovnáním ražeb BM 12CM30 s ostatními kombajny po dobu ražby v rámci dobývání metodou chodba – pilíř je patrné, že nejvyšší metráž dosažená jedním kolektivem s razičím kombajnem za rok je plně srovnatelná (tab. 2). Pro porovnání byly použity nejlepší roční výkony v přípravách. Na ročních postupech v technologii BM je zřejmá progresivita výkonů, kdy od zahájení zkušebního provozu, tedy v roce 2014, probíhalo zaškolení osádky a provoz pouze ve dvou směnách, následně byla osádka doplněna a práce probíhaly ve třech směnách za den. Provoz byl v 10/2017 ukončen. Naopak v přípravách na razičích kombajnech byl provoz organizován ve čtyřech směnách.

Tab. 2 Nejvyšší metráž dosažená jedním kolektivem za rok

	2014	2015	2016	2017
Razičí kombajn	1 585	1 299	1 428	1 335
Bolter Miner	763	2 017	2 281	1 497

Spotřeba materiálu

Dalším hlediskem je použití materiálu pro zajištění důlního díla. Ražba technologií BM byla vedena v profilu 5,2 × 3,5 m (obr. 2), tj. světlý profil díla 18,2 m². Základní schéma svorníkování, tedy svorníkování při běžných podmínkách, sestává z 6 ks tyčových ocelových svorníků délky 2,4 m lepených do stropu a 4 ks svorníků lepených do každého boku o délce 2,4 m na 1 m postupu. V případě zhoršených podmínek na čelbě je svorníkování prováděno podle schématu „zhoršené podmínky“. Toto představuje použití ocelových tyčových svorníků délky 2,8 m, a také zvýšení jejich počtu na 7 ks na 1 m postupu, kdy je svorníkování stropu doplněno o svorník v řadě vedené středem stropu díla. Během ražby v místech, kde jsou přecházeny tektonické poruchy či místa s nesoudržným nadložím, je svorníkování prováděno podle schématu „špatné podmínky“. Mimo použití ocelových svorníků délky 2,8 m a zvýšení jejich počtu na jeden metr postupu (počet určí směnový předák, popř. směnový dozor podle aktuálních podmínek) je strop díla navíc zajišťován pramencovými kotvami délky min. 6 m, s hustotou min. 2 ks na jeden metr postupu (obr. 3).

Pro srovnání se SSV bylo použito v OKD, a.s., u profilu LP 16 důlní výztuže hmotnostního stupně TH 29 se světlým profilem 19,5 m². Podle geologických podmínek a s ohledem na požadavky únosnosti výztuže důlního díla je použita v hloubkách okolo



Obr. 2 Zajišťování odboček svorníky při dobývání metodou chodba-pilíř
Fig. 2 Securing cross-passages by bolting in corridor-pillar method

excavation of the geologically critical 313m in unsuitable conditions, it was decided to terminate the BM technology and clear it to the surface [3].

EVALUATION OF CHOSEN EXCAVATION PARAMETERS

Operational output

Comparison of the excavation by BM 12CM30 with other mining combines during the period of applying corridor – pillar method shows that the highest metre achieved by one collective per year is fully comparable (Table 2). The best annual performance in the preparations was used for the comparison. On the annual progresses in BM technology there is a noticeable progression of performance, where from the start of the test operation, i.e. in 2014, the crew was trained and the operation was carried out in only two shifts, subsequently the crew was supplemented and the work was carried out in three shifts per day. The operation was terminated in 10/2017. On the contrary, in the preparations using roadheaders the operation was organised in four shifts.

Table 2 Highest length of mine works achieved by one collective (per year)

	2014	2015	2016	2017
Roadheader	1 585	1 299	1 428	1 335
Bolter Miner	763	2 017	2 281	1 497

Material consumption

Another aspect is the use of the material for securing the mining work. The BM technology excavation was carried out in a profile of 5.2 × 3.5m (Fig. 2), i.e. a clear profile of the work of 18.2m². The basic scheme of the bolting, i.e. the bolting under normal conditions, consists of 6 steel bar bolts of 2.4m length bonded into the ceiling and 4 bolts of 2.4m length to each side per 1m of progress. In case of deteriorating conditions on the face, the bolting is carried out according to the “deteriorating conditions” scheme. This represents the use of steel bar bolts of 2.8m length, as well as an increase in their number to 7 pcs per 1m of progress, where the roofbolting is supplemented by a bolt in a row guided by axis of the ceiling of the



Obr. 3 Důlní dílo s využitím samostatné svorníkové výztuže a pramencových kotev (vyznačeno červeně) ve stropě v místech tektonických poruch a nesoudržného nadloží

Fig. 3 Mine works using stand-alone roofbolting reinforcement and strand anchors (marked red) in areas of tectonic failures and loosened overburden

1000 m pod povrchem rozteč budování 0,8 m, ve zhoršených podmínkách 0,667 m a ve špatných podmínkách 0,5 m.

Tab. 3 Srovnání materiálových nákladů na zajištění 1 m důlního díla v EUR (rok 2020)

Rozteč TH	0,8 m	0,667 m	0,5 m
TH 29	491	602	732
Schéma svorníkování	běžné	zhoršené	špatné
SSV	296	346	500

Podle ceny jednotlivých dílů výztuže lze určit průměrné náklady na zajištění jednoho metru důlního díla (tab. 3). Z výsledného součtu je patrné, že náklady na zajištění důlního díla pomocí TH výztuže jsou podle podmínek o více než 40 % vyšší, než pro zajištění pomocí SSV (cena vrtného nářadí je započtena).

Tab. 4 Srovnání hmotnosti materiálu v kg na zajištění 1 m důlního díla

Rozteč TH	0,8 m	0,667 m	0,5 m
TH 29	646	793	958
Schéma svorníkování	běžné	zhoršené	špatné
SSV	204	241	298

Porovnání hmotnosti výztužných prvků (tab. 4) vede k závěru, že bez ohledu na charakter geologických podmínek má SSV na 1 m důlního díla trojnásobně nižší hmotnost. Tímto se zvyšuje manipulační bezpečnost a snižuje fyzická náročnost práce. Rozdíl fyzické zátěže je hmatatelný při porovnání dílčí hmotnosti jednotlivých stavebních prvků. Pro srovnání 1 ks svorníku délky 2,8 m váží 8,5 kg, jeden díl horního oblouku TH výztuže má hmotnost 101 kg. Z hlediska bezpečnosti i hygieny práce je tento aspekt nepřehlédnutelný.

Logistika dolu

Při SSV je také mnohem méně zatěžován systém dopravy dolu, od nakládky na povrchu, přes popouštění jámou, až po dopravu

works. During the bolting in places where tectonic disturbances or places with inconsistent overburden are crossed, the bolting is carried out according to the “poor conditions” scheme. Apart from the use of steel bolts of length 2.8m and the increase of their number per one metre of progress (quantity determined by the shift foreman or shift supervisor according to the current conditions), the roof of the work is additionally secured by strand anchors of length min. 6m, with the density min. 2 pcs per one metre of progress (Fig. 3).

In comparison with the SRR, the OKD a.s. LP 16 profile of the mining reinforcement of the TH29 weight grade with a clean profile of 19.5m² was used. Depending on the geological conditions and with regard to the requirements of the loading capacity of the reinforcement of the mining work, a pitch of 0.8m is used at depths of about 1000m below the surface, in degraded conditions 0.667m and in poor conditions 0.5m.

Table 3 Comparison of material costs for securing 1m of works in EUR (2020)

TH pitch	0.8m	0.667m	0.5m
TH 29	491	602	732
Bolting scheme	normal	deteriorating	poor
SRR	296	346	500

The average cost of securing one metre of mining work (Table 3) can be determined by the price of each part of the reinforcement. The resulting total shows that the cost of securing the mining work with TH reinforcement is more than 40% higher under the conditions than for securing with SRR (the price of the drilling tools is included).

Table 4 Comparison of material weights for securing 1m of works in kg

TH pitch	0.8m	0.667m	0.5m
TH 29	646	793	958
Bolting scheme	normal	deteriorating	poor
SRR	204	241	298

Comparison of the weight of the reinforcement elements (Table 4) leads to the conclusion that, regardless of the nature of the geological conditions, the SRR has a three times lower weight per 1m of mine works. This increases handling safety and reduces the physical demands of the work. The difference of the physical load is palpable when comparing the partial weight of the individual construction elements. For comparison, 1 piece of bolt 2.8m long weighs 8.5kg, one part of the upper arch of TH reinforcement weighs 101kg. From the point of view of both safety and hygiene of the work, this aspect is unmissable.

Mine logistics

The SRR also places much less strain on the mine's transport system, from loading on the surface, through the discharge of the pit, to transport to a specific mining site. 64 600kg of material

na konkrétní důlní pracoviště. Na zajištění 100 m důlního díla v TH výztuži s roztečí 0,8 m musí být dopraveno 64 600 kg materiálu, pro důlní dílo v SSV při běžných podmínkách 20 400 kg. Mimo aspekt zajištění bezpečnosti při nakládce a dopravě materiálu je zřejmý i dopad na ekonomické nároky při všech etapách dopravy. Celá logistika se trojnásobně zjednodušuje, a to jak v prostoru, tak v čase. Významná úspora se projeví i z energetického hlediska v úspoře elektrické energie a nafty. Zvyšuje se propustnost dopravy v hlavních otvirkových důlních dílech.

ZÁVĚR A SHRNTÍ POZNATKŮ

Na základě tří historických etap aplikace SSV na Dole ČSM lze obecně říci, že technologie ražení a dobývání BM přináší tyto výhody:

- omezení rozvrstvení a rizika tvorby vícevýlomů v ražbách užitím aktivní výztuže;
- snížení tlaku na pilíř/čelbu omezuje vyjíždění horniny z čela a boků;
- snadnější údržba a oprava chodby;
- snížení fyzické namáhavosti práce;
- snížení přibírky kamene a objemu odvalu na haldách;
- urychlení doby operace zabírky raženého metru a zajištění stropu;
- odstranění rizikové operace budování v čelbě;
- odstranění nutnosti použití „mechanické vykládky“;
- snížená směnnost na úvratí v porubu;
- snížení míry rizika tvorby vícevýlomů a prostojů při budování;
- odstranění potřeby likvidace důlní chodby za porubem;
- zvýšení směrného postupu/těžby z porubu (odrabaná plocha);
- snížení závažné úrazovosti na úvratí porubu;
- úspora na logistice vertikální i horizontální dopravy;
- zásadní snížení uhlíkové stopy ve spotřebě oceli.

Bez ohledu na termín dokopání Dolu ČSM v roce 2025 uhlí zůstane i v 21. století nejvýznamnějším zdrojem uhlíku na naší planetě s nejdelsí životností technicky těžitelných zásob. Poměr zásob a roční spotřeby na světových trzích je podle aktuálních statistik na dalších 130 let. Těžba černého uhlí by měla změnit svůj charakter z užití energeticko-teplárenského ve prospěch chemického a hutnicko-ocelárenského. Vhodnou volbou razicí a dobývací metody jsou ovlivněny ekonomicko-bezpečnostní parametry hornické činnosti. Smyslem optimalizace razicí metody má být především úspora oceli potřebné k vyztužování důlních děl při zachování jejich provozních funkcí a zaručení plné bezpečnosti po celou dobu jejich životnosti.

Ing. PETR ČADA, Ph.D.,

petr.cada@minovaglobal.com, Minova Bohemia s.r.o.,

Ing. JIŘÍ KORBEL,

jiri.korbel@okd.cz, OKD, a.s., ČSM

Recenzovala *Reviewed: doc. RNDr. Eva Hrubešová, Ph.D.*

must be transported to secure 100m of the mining work in the TH reinforcement with a pitch of 0.8m, and 20 400kg for the mining work in the SRR under normal conditions. Apart from the aspect of ensuring safety in loading and transport of the material, the impact on economic demands at all stages of transport is also evident. The whole logistics is triple simplified, both in space and time. Significant energy savings will also be reflected in the saving of electricity and diesel. Transport throughput in the main openings of the mine is increasing.

CONCLUSIONS AND SUMMARY OF FINDINGS

Based on the three historical stages of SRR application in ČSM mine, it can be generally said that the technology of excavation and mining BM brings the following benefits:

- reducing stratification and the risk of multiple break formation in excavations by the use of active reinforcement;
- reducing the pressure on the pillar/face reduces the displacement of the rock from the face and sides;
- easier maintenance and repair of the corridor;
- reducing the physical strain of the works;
- reducing the weight of the stone and the volume of the waste on the heaps;
- accelerating the operation time of the excavated meter and securing the roof;
- removing the risky operation of building in the face;
- removing the need for the use of "mechanical unloading";
- reduced number of shifts on the entrance in the coal face;
- reducing the risk of multibreak formation and downtime in the construction;
- removing the need for the disposal of the mine corridor behind the coal face;
- increasing the life of face/coal production from the coal faces (deburred area);
- reducing the serious injury rate on coal faces;
- saving on the logistics of both vertical and horizontal transport;
- major reduction of the carbon footprint in steel consumption.

Regardless of the date of ceasing extraction of the ČSM Mine in 2025, coal will remain the most important source of carbon on our planet in the 21st century with the longest life of technically extractable reserves. The ratio of reserves and annual consumption on world markets is according to current statistics for the next 130 years. Mining of hard coal should change its character from the use of energy-heating in favour of chemical and metallurgical-steel. With a suitable choice of the excavation and mining method we will influence the economic-safety parameters of mining activity. The purpose of optimization of the excavation method is primarily to save the steel needed for the reinforcement of mining works while maintaining their operational functionality and guaranteeing full safety throughout their lifetime.

Ing. PETR ČADA, Ph.D.,

petr.cada@minovaglobal.com, Minova Bohemia s.r.o.,

Ing. JIŘÍ KORBEL,

jiri.korbel@okd.cz, OKD, a.s., ČSM

LITERATURA / REFERENCES

- [1] Interní materiály a fotoarchiv OKD, a.s., Důl ČSM. *Internal materials and photo archive OKD, a.s., ČSM mine.*
- [2] GOLASOWSKI, J. *Nová dobývací metoda chodba-pilíř v uhelných dolech.* Ostrava 2016. Disertační práce.
- [3] KORBEL, J. *Vyhodnocení průběhu zkušebního provozu nové neodsouhlasené dobývací metody chodba-pilíř v oblasti 30. sloje 2a kry na lokalitě Sever.* Stonava 2018, Interní materiál OKD, a.s.