národní
úložiště
šedé
literatury

Využití lanových kotev při dobývání mocných slojí

Kukutsch, Radovan
2014

Dostupný z http://www.nusl.cz/ntk/nusl-180437

Dílo je chráněno podle autorského zákona č. 121/2000 Sb.

Tento dokument byl stažen z Národního úložiště šedé literatury (NUŠL).

Datum stažení: 06.05.2024

Další dokumenty můžete najít prostřednictvím vyhledávacího rozhraní nusl.cz .

Ing. Kukutsch Radovan, Ph.D. ; Doc., Ing. Šňupárek R.,CSc.; Ing. Waclawik Petr, Ph.D.
Ústav geoniky AV ČR, v.v.i., Studentská 1768, 708 00 Ostrava-Poruba
tel. +420 596 979 111, email: radovan.kukutsch@ugn.cas.cz

VYUŽITÍ LANOVÝCH KOTEV PŘI DOBÝVÁNÍ MOCNÝCH SLOJÍ

Abstract

On the basis of different field and laboratory studies, a mining method called „cable bolting based thick seam depillaring“ has been developed CSIR-CIMFR to meet the technical challenges arising during underground extraction of a thick coal seam of India. This method is based on two simple principles of rock-mass reinforcement: (a) improvement in strength of the reinforcement with increase in the confinement and (b) dilution in strength of the reinforcement under tensile condition of the host rock mass. This method is being used by a number of Indian coal mines for depillaring of total thickness (up to 7.5 m) of a thick coal seam (developed along the floor horizon) in single lift. This paper presents application of the method at Madhusudanpur 7 Pit and Incline mine.

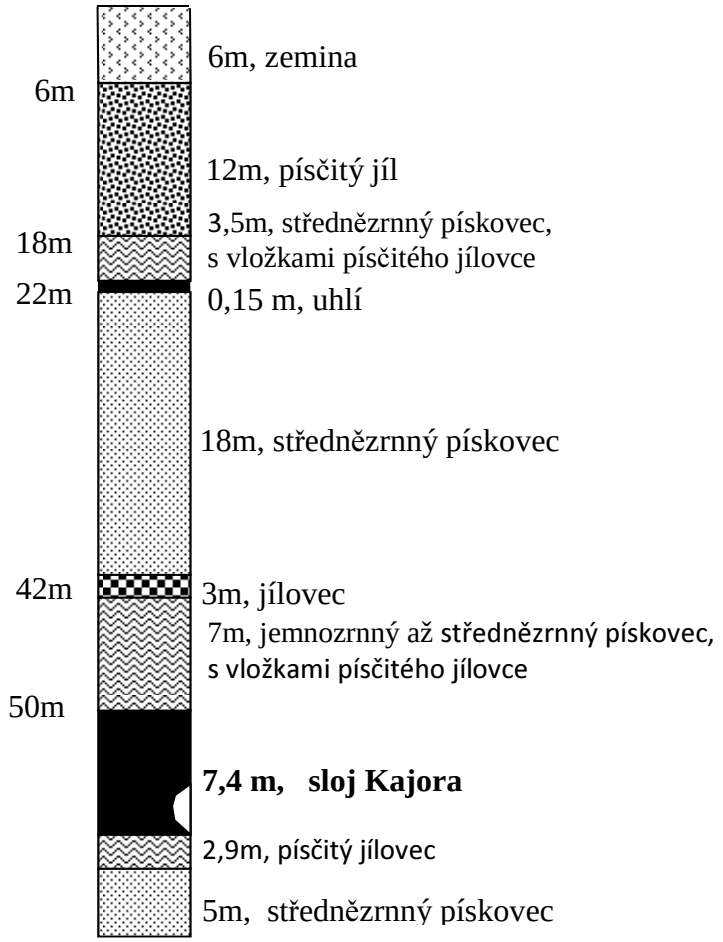
Úvod

Při pracovní návštěvě Indie jsme měli možnost se seznámit se zajímavým využitím dlouhých lanových kotev při dobývání mocných slojí v černouhelném Dole Madhusudanpur (Madhusudanpur 7 Pit and Incline mine). Jak je popsáno v příspěvku, lanové kotvy, cementované po celé délce, představují jedinou výztuž chodeb v obou fázích dvoulávkového (případně třílávkového) dobývání sloje o mocnosti až 7,5 m metodou komora/pilíř s následným dobýváním pilířů. Použití této metody, vyvinuté pracovníky CIMFR Dhanbad, přineslo zvýšení stability nadloží proti používanému dobývání s nadstropem, ale především omezilo objem materiálu výztuže, který je nutno do dolu transportovat. Vzhledem k nízké kapacitě dopravní infrastruktury v těchto mělkých dolech je tento přínos výrazný.

Přírodní podmínky

Důl Madhusudanpur dobývá ložisko černého uhlí permského stáří v rámci pánve Jharia (Jharia Coalfield). Černouhelná pánev Jharia s celkovou rozlohou téměř 500 km^2 se nachází v severovýchodní části Indie. V oblasti pánve působí 23 hlubinných dolů a 9 velkolomů, které produkují víc jak 50 % indické produkce černého koksovatelného uhlí. Důl Madhusudanpur dobývá jednu z osmi dobyvatelných slojí souvrství Raniganj, sloj Kajora. Sloj je vyvinuta v mocnosti 6,5 – 7,5 m a je uložena subhorizontálně s průměrným úklonem 8°. Vzhledem k mělkému uložení sloje v hloubce 20 až 70 m je ložisko zpřístupněno dvěmi úpadnicemi (vtažnou a výdušnou) s úklonem cca 11°. V současnosti probíhá dobývání v hloubce cca 50 m

pod povrchem. Nadloží sloje je tvořeno zejména lavicemi jemnozrnného až střednězrnného pískovce, lokálně s vložkami písčitého jílovce (Obr. 1). V svrchní části litologického profilu je vyvinuta vrstva písčitého jílu a zeminy. Nižší primární porušení horninového masivu v nadloží sloje se odráží ve vyšších indexech RQD (Rock Quality Designation) zpevněných hornin v rozsahu 46 až 97 %. V podloží sloje je vyvinuta cca 3 m mocná vrstva písčitého jílovce s vložkami uhlí a pískovce, která plynule přechází v lavici střednězrnného pískovce.



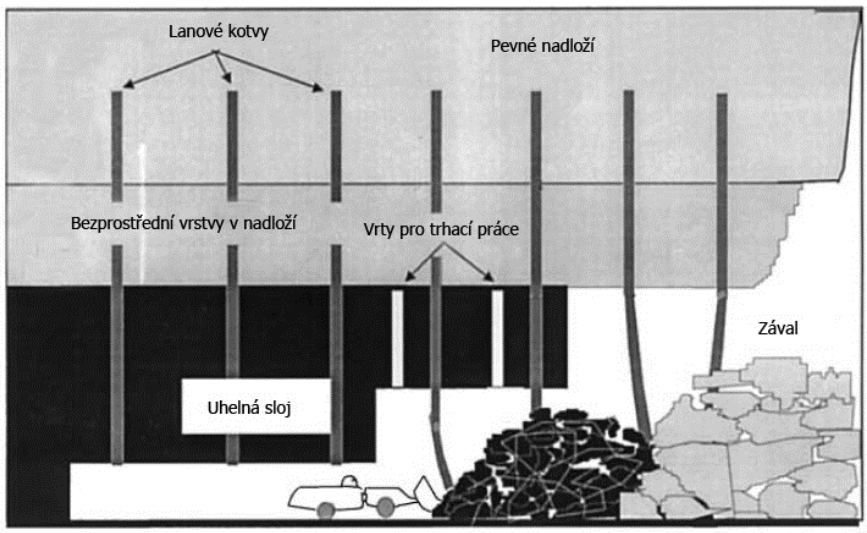
Obr. 1 Geologický profil nadloží sloje Kajora na Dole Madhusudanpur

Princip metody

Tato dobývací metoda (cablebolting) eliminuje problémy, které vznikají v indických dolech při dobývání mocných slojí pilířováním s následným dobýváním pilířů (depillaring). Cílem zavedení dobývací metody cableboltingu je zvýšení celkové produktivity a bezpečnosti práce při těžbě mocných slojí metodou komora – pilíř.

Problémy, které byly novou dobývací metodou vyřešeny:

- špatná fragmentace sestřelované lávky uhlí komplikující odtěžení a dopravu uhlí,
- nutnost dodatečně zajišťovat strop pro pohyb nakladače během odtěžování uhlí,



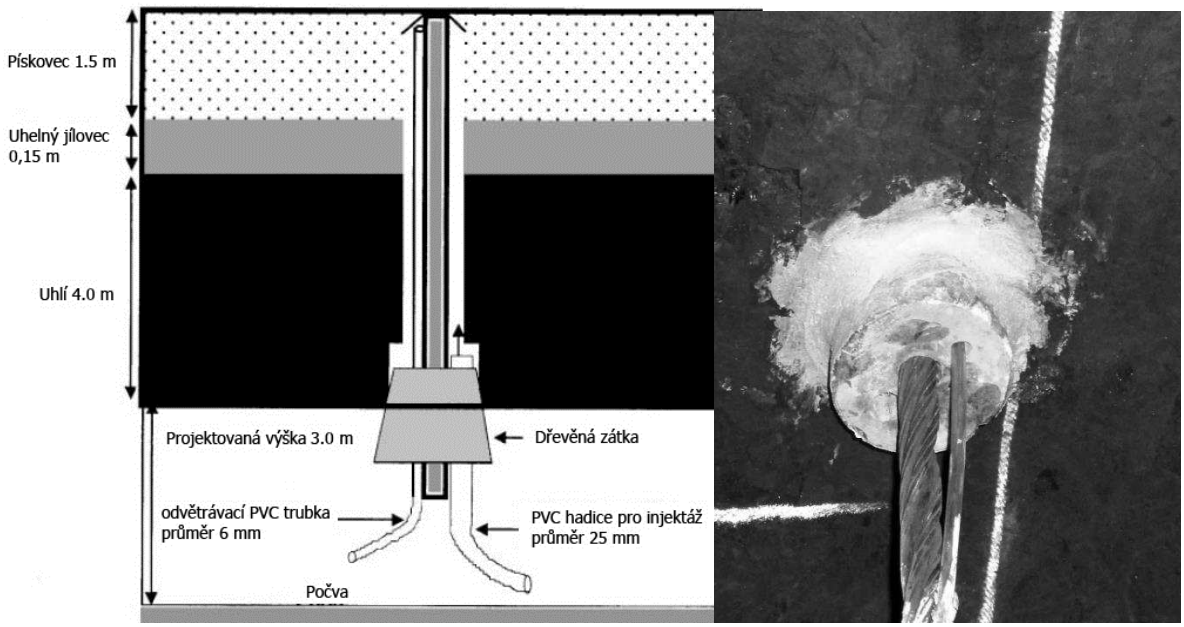
Obr. 2 Princip dobývací metody

- vrtání vějířových vrtů do stropu a boků a jejich nabíjení. Vrtání až do poloviny šířky pilíře vyžadovalo kvalifikovanou pracovní sílu a nákladné technologie,
- zajištění stropu (mocnost uhelné lávky v nadloží 4,8 m a více) a ochrana technologických zařízení (dálkově ovládaných), která se často pohybovala pod nezajištěným stropem.

Obr. 3 Lanové kotvy po první fázi dobývání – sestřelení 2 m mocné lávky uhlí

Základem dobývací metody je vytvoření pilířů o rozměrech max. 26 x 26 m. Celková mocnost uhelné sloje činí 6,5 – 7,5 m, z toho dobývaná mocnost v nadloží je 3,5 – 4,5m a výška chodby 3,0 m. Mezi uhlím a pevným nadložím se ještě vyskytuje 0,15 m mocná vrstva

uhelného jílovce, což před zavedením této metody způsobovalo značné stabilitní problémy - docházelo k častému prolomení stropu z důvodu absence kotevních prvků. Za postupující čelbou se provádí vrtání vývrtů s roztečí 1,6 m a zacementování lan do pevného nadloží. Po vložení lana do vývrtu se pomocí kompresoru a injektážní trubice vstřikuje cementová směs, čímž dojde k zacementování lana (viz obr. 4). Projektovaná délka lana je min. 6 metrů tak, aby délka lana byla větší než součet mocnosti uhlí v nadloží, uhelného jílovce a minimální kotevní délky v pevných nadložích horninách 1,5m, včetně části lana pro testování.



Obr. 4 Cementace lanové kotvy a detail zacementované kotvy

Princip metody vychází z principu metody komora - pilíř. Poté, co je základní panel pilířů vytvořen, dojde k odpilířování tzv. depillaringu (viz obr. 5), čili k odtěžení stávajících pilířů. Vyražením dělící chodby dojde k rozdělení pilíře na dvě menší, identické poloviny. Z dělící chodby jsou vyraženy chodby o šířce 5 m, přičemž mezi jednotlivými chodbami je ponechán 2,5 m široký ochranný pilíř (žebro). V této fázi je již uhlí těženo až na plnou mocnost, kdy po navrtání vývrtů pro trhaviny dochází k postupnému sestřelování stropu až k vrstvě prachovce. Sestřelování stropu probíhá ve dvou krocích, 1 krok = sestřelení 2m mocné lávky uhlí, 2 krok = sestřelení 2,5m mocné lávky uhlí. K nakládání a dopravě uhlí se používá pásový nakladač s bočním výklopem (SDL).

Dimenzování výztuže

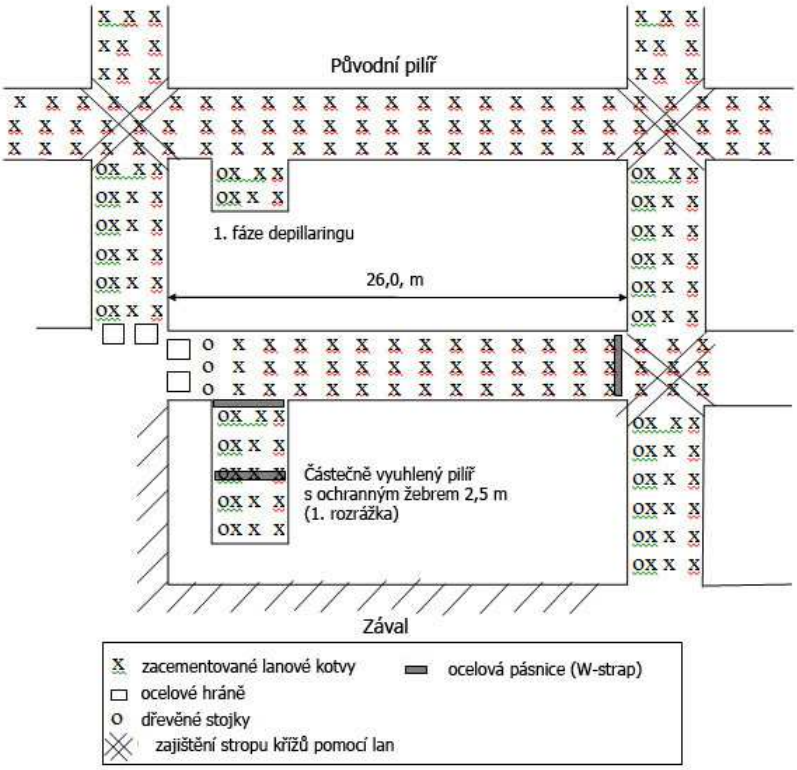
Dimenzování kotevní výztuže se provádí na základě empirických poznatků a výsledků monitoringu in situ. V první etapě byla provedena rozsáhlá série tahových zkoušek dlouhých

kotev (cemetovaných po celé délce) s různou délkou kořenových částí, odpovídajících jednotlivým stadiím třílávkového dobývání.. Tahová únosnost vlastního lana činila 140 kN. První stadium – kotvení stropu chodby, představuje kotvy cementované po celé své délce, tj. cca 6,5 m. Druhé stadium představuje období po sestřelení lávky o výšce 2m, tedy s kotevní délkou 3,5 m. Konečně v poslední fázi po sestřelení stropní lávky byly kotvy upevněny pouze v nadloží v délce 1,5 m. Zkoušky prokázaly, že použitá technologie zajišťuje v celém období únosnost jedné kotvy min. 100 kN. Na tuto hodnotu únosnosti byla kotevní výztuž dimenzována.

Očekávané zatížení výztuže bylo stanoveno na základě výzkumných prací CIMFR Dhanbad podle stavby nadložního masivu (mocnost vrstev, stupeň porušení, tahová pevnost), s využitím empirického vztahu:

$$R_l = B\gamma\,(1{,}7 - 0{,}037\ RMR + 0{,}0002\ RMR^2)\ F$$

Kde R_l	zatížení výztuže (10 kN/m^2)
B	šířka díla (m)
Γ	objemová hmotnost (10 kN/m^3)
RMR	bodové ohodnocení masivu dle Bieniawského
F	stupeň bezpečnosti



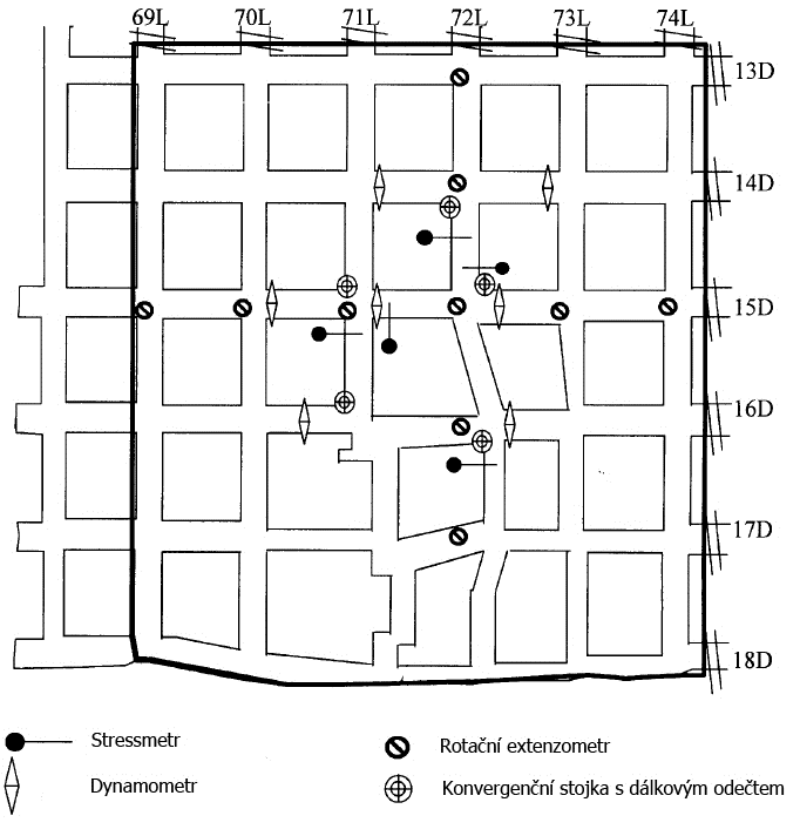
Obr. 5 Princip vytěžení (depillaring) uhelného pilíře

Pro popisované podmínky (šířka díla 4,5 m, obj. hmotnost 17,5 /10 kN/m^3/, RMR 58, bezpečnostní koeficient 3, pak vychází požadovaná únosnost výztuže cca 53 kN / m^2. Tomu odpovídá při zaručené únosnosti jedné kotvy 100 kN zvolené schéma kotevní výztuže se třemi kotvami v řadě a vzdáleností řad 1,6m. Podle tohoto schématu byly dobývané chodby a následně pilíře vyztužovány.

Monitoring

Pro sledování rozvolňování nadloží a úrovně zatížení instalovaných lanových kotev se na tomto dole provádí rozsáhlý monitoring. Instalovány jsou tyto instrumenty:

- Dálkové měření konvergence (RCI), přesnost 0,3 mm
- Stressmetry (vibrační), přesnost 0,002 MPa
- Elektrické dynamometry, přesnost 0,001 t
- Rotační extenzometry, přesnost 0,5 mm
- Teleskopická konvergenční stojka, přesnost 0,5 mm



Obr. 6 Rozmístění monitorovacích prvků

Stressmetry byly instalovány 2,5-3,5 metru do pilířů tak, aby i po rozdělení pilířů zůstaly tyto prvky uvnitř ochranných žeber. Rozmístění monitorovacích prvků je zřejmé z obr. 6. Monitoring je prováděn s cílem sledovat chování horského masivu před postupující diagonální těžební linií.

Závěr

Cílem v článku prezentované metody cablebolting je zvýšení celkové produktivity a bezpečnosti práce při těžbě mocných slojí metodou komora pilíř. Použití této metody, vyvinuté pracovníky CIMFR Dhanbad, přineslo zejména zvýšení stability nadloží proti konvenčně používanému dobývání s nadstropem. Vzhledem k nízké kapacitě dopravní infrastruktury v těchto mělkých indických dolech je také významné snížení objemu materiálu výztuže, který je nutno do dolu transportovat.

Poděkování:

Článek byl vypracován v rámci projektu Institut čistých technologií těžby a užití energetických surovin, reg. č. CZ.1.05/2.1.00/03.0082 a za institucionální podpory RVO:68145535.

Literatura:

Singh Rajendra, Mandal P.K., Singh A.K., Singh T.N. 2001: Cable-bolting-based semi mechanised depillaring of thick coal seam, International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences 38, p. 245-257

Singh A.K., Singh Rajendra, Maiti J., Kumar R., Mandal P.K. 2011: Assessment of mining induced stress development over coal pillars during depillaring, International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences 48, p. 805-818