



ID 06

Uporaba cevnega ščita v kombinaciji s vtiskovanjem umetnih materialov pri izdelavi jamske proge v Premogovniku Velenje

IVAN POHOREC, BORIS SOTLER, DUŠAN ČIŽMEK, MAG. BOJAN LAJLAR

Premogovnik Velenje d.d., Partizanska 78, VELENJE
ivan.pohorec@rlv.si, boris.sotler@rlv.si, dusan.cizmek@rlv.si,
bojan.lajlar@rlv.si

POVZETEK

Pri izdelavi odvozne proge za odkopa k. - 50A/B v jami Pesje je dne 19.06.2008 prišlo do večjega zruška v stropnem delu proge v stiku premoga in krhke talninske gline, ki je bila stabilnostno slaba in podvržena nabrekanju. Zaradi nastalih razmer napredovanje proge po klasičnem sistemu ni bilo več možno. Izdelana je bila zadelka, ki je bila injektirana z maso na osnovi EF pepela. Nadaljnje napredovanje smo omogočili s povečanjem stabilnosti hribine z injektiranjem dvokomponentnega ekspanzijskega poliuretanskega lepila Marithan preko predhodno vgrajenih IBI sider («pipe roof» - cevni ščit). Izkop se je zaradi slabih montan-geoloških razmer po vzpostavitvi cevnega ščita izvajal klasično z napreduvalnim strojem v krajših odsekih (0,6m). Opisani sistem utrjevanja pred izdelavo proge nam je omogočil izdelavo 58 m dolgega odseka proge, ki je v dolžini 13 m potekala le 2 m pod obstoječo pomembno komunikacijsko progo.

Ključne besede: cevni ščit, vtiskanje, umetni materiali, IBI sidra, Premogovnik Velenje.

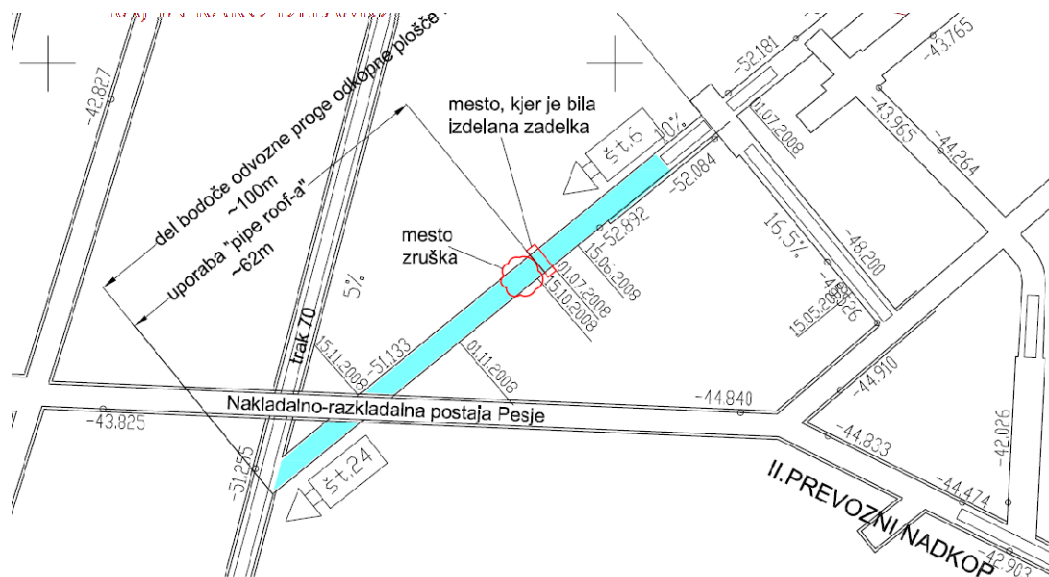
UVOD

V jami Pesje smo za pripravo odkopnih plošč -50 A ter -50 B izdelovali odvozno progo, ki bo služila za transport izkopanine iz obeh omenjenih odkopnih plošč. Proga je tako zaradi ravne, direktne povezave z glavno odvozno linijo zelo pomembna. Ob nezmožnosti izgradnje te proge bi se linija odvoza zakomplicirala in posredno bi morali ravno linijo odvoza nadomestiti z več krajšimi lomljenimi linijami, ki pa bi sam odvoz izkopanine bistveno podražila. Zato je bilo uspešno končanje omenjene odvozne proge ključnega pomena za pripravo dveh odkopnih plošč.

Pri napredovanju pripravskega delovišča po trasi odvozne proge je dne 19.06.2008 prišlo do večjega zruška v stropnem delu proge ter deloma čelne stene na samem čelu delovišča. Iz kompaktnega do delno zdrobljenega premoga smo prišli v zelo neugodne montangeološke pogoje. Zaradi večje porušitve in neugodnih montangeoloških razmer smo bili prisiljeni v končanje del z klasično izdelavo proge. Progo smo namreč izdelovali s strojnim izrezom ter podgrajevanjem z jeklenim ločnim podporjem v kombinaciji z zalaganjem z hrastovimi podvlekami. Prvi ukrep za preprečevanje nadaljnjega rušenja in stabilizacijo razrušene hribine je bila izdelava zadelke in zalitje s pepelno-cementno maso.

Z raziskovalno vrtino v smeri napredovanja proge smo ugotovili, da je geološka struktura materiala, po kateri bo proga napredovala, neprimerna za dosedanji način izdelave odvozne etažne jamske proge. Zaradi predvidenih neugodnih montangeoloških razmer za napredovanje, je bilo potrebno zagotoviti stabilnost hribine (predvsem v stropu) že pred ponovnim pričetkom izkopa. Priprava dela, Tehnične službe, skupina za razvoj jamskega vrtanja in izvajalec obrat Priprave so skupaj pripravili tehnične rešitve (tehnologijo) za nadaljevanje izdelave odseka odvozne proge.

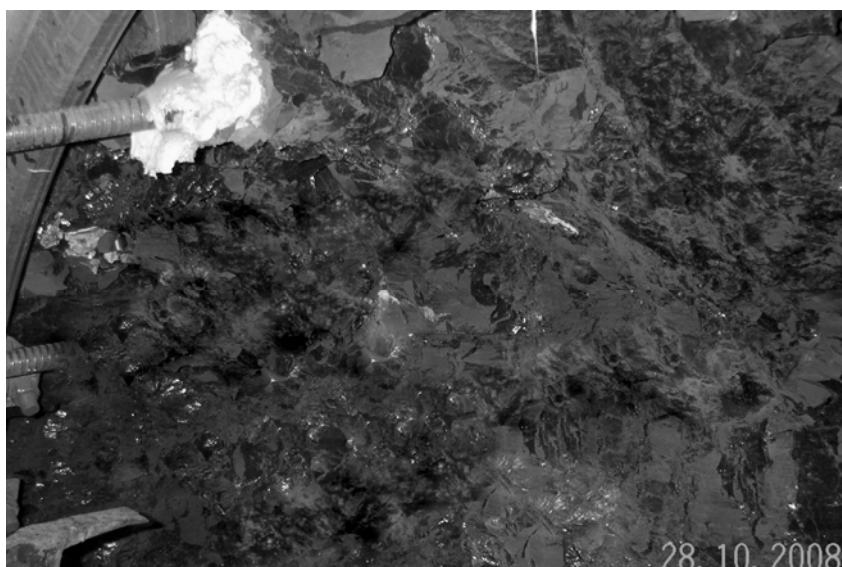
To smo izvedli z injektiranjem dvokomponentne smole Marithan preko predhodno vgrajenih IBI sider, ki smo jih razporedili v stropnem delu v cevni ščit (pipe roof).



Slika 1.: Lokacija izdelave odvozne proge s cevni ščitom (arhiv PV).

GEOLOŠKA STRUKTURA

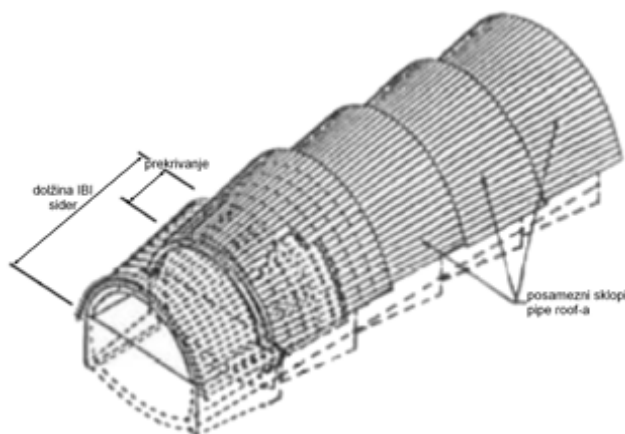
Prognoza za izdelavo skupne odvozne proge za odkopni plošči – 50 A in – 50 B v jami Pesje je napovedovala prehod iz premoga v glinovec oziroma premoško glino cca. 40 m pred prebojem omenjene odvozne proge v glavno odvodno progo (trak 70). Ko je bilo do preboja odvozne proge za trak 70 še približno 65 m, je prišlo do večjega zruška, kjer so se predčasno pojavile geološke spremembe materiala. Pokazalo se je, da je bil prehod iz premoga v krovinske plasti 25 m pred prognoziranim. Geološka struktura krovinskega materiala je bila v večini glinovec ter meljavec oziroma premoška glina. Ta material je bil ob stiku krovnine s premogom tektonsko deformiran in zdrobljen. Samonosilnost takšne geološke strukture je bila izjemno nizka.



Slika 2.: Struktura materiala na čelni steni proge ob zrušku (arhiv PV)

METODA »PIPE ROOF«

Pipe roof (ang. »cevna streha - ščit «) je način utrjevanja stropa podzemnih jamskih prostorov pred čelom delovišča. Izvede se z uvrstavanjem sider po obodu jamskega prostora, predvsem v območju stropnega dela, v čelno steno. Sidro je votlo sidro (cev) z vrtalno krono na koncu. Med posamezne sklope sider se namesti vezni člen, ki lahko služi kot tesen spoj, ali pa je perforiran. Skozi perforirano veznico izteka v območje okoli vrtine injektirna masa. Na zadnji sklop sidrnega sistema (pri čelni steni) se namesti paker, ki preprečuje iztekanje injektiranega medija. Skozi sidro se lahko v vrtino in njeno okolico injektira različne vrste injekcijskih medijev. V našem primeru smo uporabili IBI sidra dolžine 2 m in dvokomponentna materiala Mariflex in Mariflex. Za vgradnjo IBI-sider je bila uporabljena vrtalna garnitura Diamec 232, ki je bila nameščena na ročico napredovalnega stroja. Za injektiranje Mariflexa in Mariflexa je bila uporabljena črpalka na pnevmatski pogon podjetja Weber.



Slika 3.: Skica napredovanja z metodo »pipe roof« (Rock Mechanics 1999)



Slika 4.: Vrtalna garnitura Diamec 232 na napredovalnem stroju (arhiv PV)

Mariflex (S/GE 10 in S/GE 20)

Mariflex (S/GE 10 in S/GE 20) je dvokomponentna fenolna pena, ki ima izolacijske in podporne lastnosti. Uporablja se za vezavo zdrobljene in razpokane hribine. Primerna je za uporabo v podzemnem rudarstvu, metanskih in nemetanskih razmerah. Je negorljiva. Meša se v razmerju 4 : 1 (smola : pospeševalec). Po mešanju se takoj tvori gosta pena. Svoj volumen poveča do 20-krat (mariflex S/GE 10 do 12-krat). Ciljne lastnosti se dosežejo v 5 min (tlačna trdnost strjene mase je do 0.2 MPa – mariflex S/GE 10, do 0.05 MPa – mariflex S/GE 20) . Kapaciteta vgrajevanja je do

30 m³/h. Peno Mariflex (S/G 10 in S/G 20) lahko uporabljamo za zapolnitev praznin, tvorjenje izolacijske obloge, izdelavo pregrad in zapiranje starih del, utrditev razrušene hribine... Dvokomponentno fenolno peno Mariflex smo injektirali s pomočjo pnevmatsko gnane batne črpalke.

Marithan LP

Marithan LP je dvokomponentno poliuretansko lepilo, ki je namenjeno za utrjevanje zdrobljene hribine. Uporabljata se dve komponenti, ki se mešata v razmerju 1 : 1. Tvori se gosta poliuretanska smola, ki v 5 minutah doseže polno trdnost (tlačna trdnost do 0.5 MPa). Pri reakciji obeh komponent smola le malo ekspandira, Volumen se poveča do dvakrat, pri tem pa se sprosti tudi določena količina toplote. Marithan LP smo injektirali s pnevmatsko gnano batno črpalko. Proizvajalec Mariflexa in Marithana je podjetje Weber.



Slika 5.: Črpalka, komponente Marithan (arhiv PV).



Slika 6.: Črpalka, komponente Mariflex (arhiv PV).

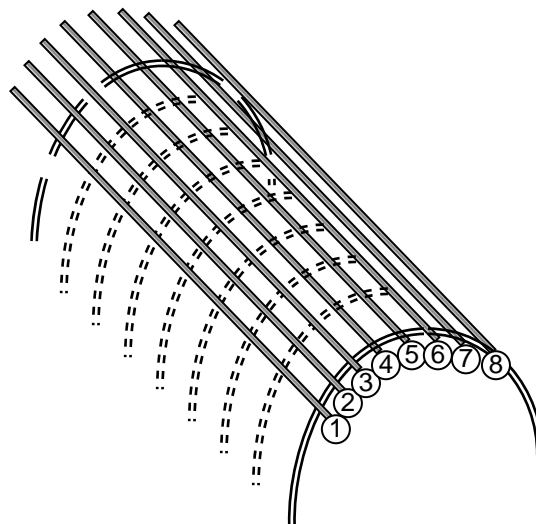
IZDELAVA PROGE

Po nastanku zruška in prekinitvi del s klasičnim napredovanjem pripravskega delovišča smo na čelu proge izdelali zadelko, ki nam je omogočila, da smo prazen prostor v območju proge zalili s mešanico pepela, cementna in vode. S tem smo preprečili nadaljnje zaruševanje v odprti prostor jamske proge. Nato smo pristopili k izdelavi cevnega ščita. V stropni del proge smo namestili po 8 IBI sider na en odsek proge (slika 7). V prvem odseku izdelave cevnega ščita smo v zgornji del proge namestili še več krajših 2 m injekcijskih cevi skozi katere smo injektirali dvokomponentno fenolno peno Mariflex S/GE 20. Mariflex S/GE 20 smo v prvem odseku injektirali z namenom, da zapolnimo še preostale praznine v stropu, ki jih nismo zalili z predhodno pepelno – cementno mešanico. Za zapolnjevanje teh praznin z Mariflex S/GE 20 smo se odločili, zaradi tega, ker ima omenjena dvokomponentna fenolna pena dosti višjo ekspanzijo kot je dvokomponentno poliuretansko lepilo Marithan LP, ki smo ga kasneje uporabljali za injektiranje v cevni ščit proge.

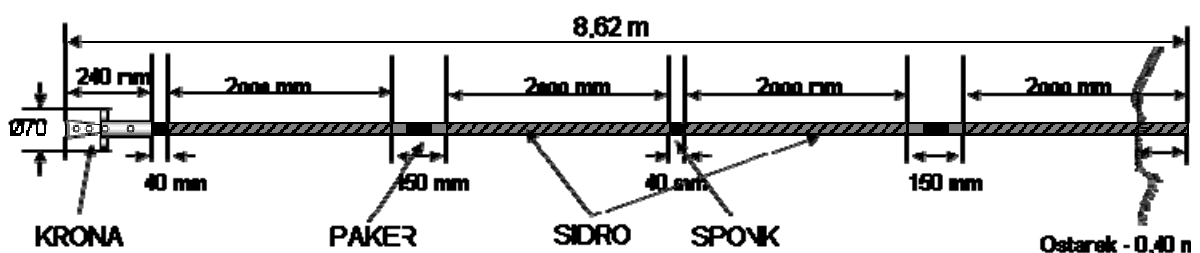
58 m odsek proge smo izdelali v šestih odsekih cevnega ščita, ki je varoval strop proge pred morebitno porušitvijo. Cevni ščit so sestavljala IBI sidra dolžine 8.62 m (slika 8) Prekrivanje med posameznimi odseki je bilo od 1 m do 1.5 m. Vrtanje se je izvajalo z vrtalno garnituro Diamec 232. Vrtanje je potekalo tekoče in hitro, več časa pa smo porabili predvsem za prestavilo in učvrstitev vrtalne lafete. Po končanem vrtanju – vstavljanju IBI sider smo v okolico sider, po celotni dolžini sidra, injektirali dvokomponentno poliuretansko lepilo Marithan LP. Po končanem injektiranju smo takoj pristopili k izkopu.

Zaradi kompleksnih geoloških razmer je bilo potrebno poleg cevnega ščita izvajati tudi dodatno sistematično varovanje stropa in čelne stene z vgradnjo (fe) sulic, poliesternih Weidmann sider v kombinaciji s prevrtanimi krajniki (slika 9). Skupno je bilo v čelno steno vgrajenih 1225 poliesternih Weidmann sider, 626 (fe) sulic, 557 metrov IBI sider 3303 kg poliuretanskega lepila Marithan in 773 kg dvokomponentne fenolne smole Mariflex. Izkop se je zaradi slabih montangeoloških razmer po vzpostavitvi cevnega ščita izvajal klasično z napredovalnim strojem v bistveno krajših odsekih kot običajno (0,6m).

Dne 26.11.2008 je bil uspešno izveden preboj. 58 m dolg odsek proge smo izdelovali 37 delovnih dne v vseh treh delovnih izmenah. Na dan smo povprečno izdelali 1.6 m proge.



Slika 7.: Razporeditev IBI sider v cevnem ščitu (arhiv PV)



Slika 8.: Razporeditev IBI sider v cevnem ščitu (arhiv PV)

DODATNA DELA

Predhodno utrjevanje hribine se je poleg neposrednega utrjevanja stropa čelne stene s cevnim ščitom izvajalo tudi iz drugih jamskih objektov, ki so v neposredni bližini obravnavane odvozne proge. Tako sta se z razkladalne proge na k. – 43 preko vgrajenih injektirnih sider zapolnjevala bok

in tla proge z dvokomponentno poliuretansko smolo Marithan (350 kg). Ker je razkladalna postaja na k. -43 izredno pomemben objekt smo s pomočjo injektiranja okolice proge zagotovili stabilnost omenjene proge in s tem hkrati zagotovili tudi boljše pogoje pri napredovanju spodnje proge, ki je v dolžini 13 m potekala le 2 m pod razkladalno postajo na k. -43.

Dodatno smo hribino utrjevali tudi na predvidenem mestu preboja. Tako smo s strani odvozne proge, na katero se je priključevala etažna odvozna proga na glavno odvožno progo, vgradili 82 pet metrskih jeklenih vravnih sider v območju ob predvidenem preboju. Na tem mestu smo prav tako preko vgrajenih injektirnih cevi zapolnjevali boke ter tla proge z dvokomponentno poliuretansko smolo Marithan.



Slika 9.: Varovanje čelne stene , cevni ščit po obodu stropa (arhiv PV)

ZAKLJUČEK

Sistem injektiranja dvokomponentne poliuretanske smole Marithan in dvokomponentne fenolne smole Mariflex preko sistema IBO sider razporejenih v stropni cevni ščit se je pokazal za zelo dobrega in uspešnega. Predvsem v začetni fazi napredovanja v izjemno težkih montangeoloških pogojih smo dobro zapolnili praznine ter sanirali razrušeno hribino v okolici jamske proge. V tej prvi fazi smo v razrušeno hribino vtisnili največ materiala preko IBI sider in si tako ustvarili relativno dobre pogoje za napredovanje. Z vzpostavitvijo cevnega ščita smo si dobro utrdili stropni del proge, z dodatnim injektiranjem polimernih mas skozi IBI sidra v sloj, pa smo povezali razrušen material v stropnem in delno tudi v bočnem delu proge. Napredovanje pod tako ustvarjenim stropnim ščitom je bilo v takšnih pogojih omogočeno. Korak napredka in sam napredek je bil zaradi povišane previdnosti napredovanja majhen, vendar smo konstantno napredovali do preboja.

Sodimo, da smo s pomočjo injektiranja območja med razkladalno postajo na k. -43 in omenjeno progo na k.-52, ustvarili dobre pogoje za napredovanje obravnavane proge brez zruškov, ki bi imeli za posledico deformacijo razkladalne postaje na k. -43, ki pa je za nemoten transport materiala v jamo visokega pomena.

Prav tako smo s injektiranjem in sidranjem okolice preboja proge zagotovili dobre pogoje za nemoteno dokončanje odvozne proge etaže -50 A/B ter križišča z glavno odvozno progo.

S takšnim načinom napredovanja in z manjšimi posodobitvami na injekcijski opremi bomo lahko v prihodnje uspešno pristopili k napredovanju jamskih prog v izredno težkih montangeoloških pogojih, ki nam ne dovoljujejo izdelave prog po klasičnem do sedaj uveljavljenem postopku.

VIRI IN LITERATURA

1. Tehnična dokumentacija Premogovnika Velenje
2. Brady, B.H.G., Brown, E.T. (1999), *Rock Mechanics For Underground Mining*
3. <http://www.weber-mining.com/>